



SAMKOST 2

Redovisning av regeringsuppdrag kring
trafikens samhällsekonomiska kostnader

Jan-Eric Nilsson
Mattias Haraldsson

VTI rapport 914

SAMKOST 2

Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader

Jan-Eric Nilsson

Mattias Haraldsson

Diarienummer: 2015/0013-7.4
Omslagsbilder: Thinkstock
Tryck: VTI, Linköping 2016

Referat

VTI fick 2012 regeringens uppdrag att uppdatera kunskapen om trafikens samhällsekonomiska kostnader (SAMKOST 1). Arbetet avrapporterades i december 2013 varefter regeringen i januari 2014 utvidgade VTI:s uppdrag. Denna rapport avrapporterar det utvidgade uppdraget (SAMKOST 2).

Beräkningen av vägtrafikens samhällsekonomiska marginalkostnader pekar på samma huvudresultat som i SAMKOST 1: De skatter som tas ut av personbilstrafiken är högre än de marginalkostnader som bilarna ger upphov till; beskattningen av den tunga trafiken är lägre än de kostnader den tunga trafiken förorsakar. Inte heller utfallet av den jämförelse som görs mellan järnvägstrafikens marginalkostnader och de banavgifter som tas ut av operatörerna har förändrats i kvalitativt hänseende: banavgifterna är lägre än de kostnader tågen förorsakar och underprissättningen av godståg är större än av persontåg.

Den jämförelse som görs mellan de samlade lots- och farledsavgifterna (som handelssjöfarten betalar) och de kostnader trafiken ger upphov till tyder på att avgifterna är lägre än kostnaderna. För luftfarten pekar tillgänglig kunskap på att starter och landningar endast i försumbar omfattning påverkar kostnaderna för att tillhandahålla landningsbanor. Däremot ger flyget upphov till stora olägenheter för hälsa och miljö. Resultaten från SAMKOST 2 tyder på att den inhemska luftfarten i stora drag betalar för de kostnader man ger upphov till. Flygningar till och från Europa och i synnerhet flygningar på ännu längre avstånd betalar däremot långt mindre än de kostnader man förorsakar. Inte minst bedömningen av kostnaden för luftföroreningar utöver CO₂, det vill säga utsläpp av partiklar, svavel etcetera, är osäker. Detta beror bland annat på bristande kunskap om var utsläppen faller ner och därmed hur många personers hälsa, liksom vilka naturvärden, som påverkas.

| | |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titel: | SAMKOST 2. Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader |
| Författare: | Mattias Haraldsson (VTI) Jan-Eric Nilsson (VTI) |
| Utgivare: | VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut www.vti.se |
| Serie och nr: | VTI rapport 914 |
| Utgivningsår: | 2016 |
| VTI:s diarienummer: | 2015/0013-7.4 |
| ISSN: | 0347-6030 |
| Projektnamn: | Uppdrag att ta fram kunskapsunderlag om trafikens samhällsekonomiska kostnader, SAMKOST 2 |
| Uppdragsgivare: | Näringsdepartementet |
| Nyckelord: | Samhällsekonomiska kostnader, marginalkostnader, externa effekter |
| Språk: | Svenska |
| Antal sidor: | 114 + bilagor 17 sidor |

Abstract

In December 2012, the government commissioned VTI to update the social marginal costs for using infrastructure for all modes of transport based on state-of-the-art knowledge in the research community. A final report was submitted in December 2013 and shortly after, the government extended VTI's commission. The present report summarizes the results of the extended mission.

In the same way as in SAMKOST 1, the taxation of fuel is substantially higher than the costs generated by passenger cars that use the road network. It is also concluded that heavy vehicles are charged less than the costs inflicted by using roads.

Users of railway infrastructure are charged track user charges which are below marginal costs for using tracks.

Estimates of the marginal costs emanating from merchant shipping include piloting, icebreaking and accident risks, all emanating from the activities of the Swedish Maritime Administration. A new study of emissions from shipping is part of the background work within SAMKOST 2. Overall, current levels of fees charged by the Swedish Maritime Administration is well below the industry's costs.

There are no indications that landings and take-offs at airports have consequences for the need for maintenance and renewal of runways. The marginal costs of aviation are primarily related to emissions and noise. Charges for national flights may be fairly close to marginal costs while costs for European and in particular inter-continental flights are substantially higher than the different types of charges levied. It is, however, important to emphasize that conclusions regarding shipping and in particular aviation are less certain than when the comparison concerns road and railway charges relative to marginal costs.

Title: SAMKOST 2. The economic costs for using Sweden's infrastructure

Author: Mattias Haraldsson (VTI)

Jan-Eric Nilsson (VTI)

Publisher: Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI)
www.vti.se

Publication No.: VTI rapport 914

Published: 2016

Reg. No., VTI: 2015/0013-7.4

ISSN: 0347-6030

Project: SAMKOST 2

Commissioned by: Ministry of Enterprise and Innovation

Keywords: Socioeconomic Costs, Marginal Costs, Externalities

Language: Swedish

No. of pages: 114 + appendices 17 pages

Förord

I december 2012 fick VTI i uppdrag av regeringen att ta fram kunskapsunderlag om trafikens samhällsekonomiska kostnader. Uppdraget kom att benämnas SAMKOST och avrapporterades i november 2014 (VTI rapport 836). I januari 2015 fick VTI i uppdrag att fortsätta arbetet. Föreliggande rapport är en sammanfattning av resultaten från detta uppdrag, SAMKOST 2.

I SAMKOST 2 har ett stort antal delrapporter författats. En förteckning över dessa finns i slutet av rapporten. Därutöver har två kommentarer om koldioxidvärdering skrivits av utomstående experter. Dessa utgör bilagor till rapporten.

Arbetet har genomförts av ett flertal medarbetare på VTI, i huvudsak på enheten för transportekonomi; deras namn framgår av förteckningen över underlagsrapporter.

Stockholm november 2016

Mattias Haraldsson
Projektledare

Jan-Eric Nilsson
Vetenskapligt ansvarig

Kvalitetsgranskning

Denna slutrapport har inte kvalitetsgranskats på sedvanligt sätt. Anledningen är att de delrapporter som utgör grunden för arbetet var och en har granskats, och de resultat och slutsatser som presenteras här bygger på dessa delrapporter. Dessutom har författarna av dessa delrapporter varit direkt inblandade i arbetet med slutrapporten för att säkerställa att sammanfattningen är konsistent med det underlag som tagits fram.

Quality review

This final report has not been reviewed in a conventional way. The reason for this is that this report summarizes results from different underlying reports, where each of these reports has been reviewed at a separate seminar or by internal/external peer review. In addition, the authors of the respective reports have been involved in finalizing the present report in order to ascertain consistency relative to the basic research results.

Innehållsförteckning

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Sammanfattning | 11 |
| Summary | 13 |
| 1. Inledning | 15 |
| 2. Uppdragets innebörd | 17 |
| 2.1. Vad menas med infrastruktur? | 17 |
| 2.1.1. Stordriftsfördelar i tillhandahållandet av infrastruktur | 17 |
| 2.1.2. Precisering av infrastrukturbegreppet | 18 |
| 2.2. Begreppet marginalkostnader..... | 19 |
| 2.3. Vilka är marginalkostnaderna? | 20 |
| 2.4. Prissättningsrelevanta marginalkostnader | 21 |
| 3. Marginalkostnader för infrastrukturens slitage | 23 |
| 3.1. Drift och underhåll | 23 |
| 3.1.1. Vägunderhåll..... | 23 |
| 3.1.2. Järnvägsunderhåll | 24 |
| 3.1.3. Bruttovikt eller vikt per axel? | 25 |
| 3.1.4. Nedbrytning från olika typer av rullande materiel..... | 26 |
| 3.1.5. Effekten av ackumulerat tonnage..... | 28 |
| 3.2. Reinvesteringar | 28 |
| 3.2.1. Reinvesteringar i vägar | 29 |
| 3.2.2. Reinvesteringar i järnvägar | 32 |
| 3.3. Kostnader för vägslitage; jämförelse med andra källor | 33 |
| 3.4. Kostnader för järnvägsslitage; jämförelse med andra källor..... | 35 |
| 4. Olyckor | 37 |
| 4.1. Trafikolyckor på statliga vägar | 37 |
| 4.1.1. Principer..... | 37 |
| 4.2. Metod | 37 |
| 4.2.1. Resultat | 38 |
| 4.3. Olyckor i järnvägssystemet..... | 38 |
| 4.3.1. Plankorsningsolyckor..... | 38 |
| 4.3.2. Resultat | 39 |
| 5. Marginalkostnader för luftföroreningar | 42 |
| 5.1. IPA-modellen i beräkningen av kostnader för luftföroreningar | 43 |
| 5.2. Vilka är de relevanta luftföroreningarna? | 45 |
| 5.3. Effekter av sekundärt bildade föroreningar..... | 48 |
| 5.4. Marginalkostnader för hälsopåverkan av utsläpp från sjöfart | 50 |
| 5.4.1. Marginalkostnadsberäkningar för sekundära partiklar (SIA) från sjöfart, beskrivning av regionala skillnader och jämförelser med ASEK | 51 |
| 5.4.2. Marginalkostnadsberäkningar för lokala utsläpp från sjöfart och jämförelse med ASEK värdering för partiklar inom tätort..... | 53 |
| 5.5. Betydelsen av slitagepartiklar för luftkvalitén | 54 |
| 5.6. Skillnader mellan personbilar som använder bensin eller diesel | 56 |
| 5.7. Slutsatser | 57 |
| 6. Marginalkostnader för trafikbuller..... | 59 |
| 6.1. Principer..... | 59 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.2. Buller från vägtrafiken | 60 |
| 6.2.1. Metod | 60 |
| 6.2.2. Resultat | 61 |
| 6.3. Buller från järnvägstrafiken | 63 |
| 6.3.1. Metod | 63 |
| 6.3.2. Resultat | 64 |
| 6.4. Buller från Flygtrafiken | 65 |
| 6.4.1. Metod | 65 |
| 6.4.2. Resultat | 65 |
| 7. Marginalkostnader för knapphet och trängsel..... | 67 |
| 8. Sjöfartens marginalkostnader..... | 69 |
| 8.1. Sjöfartsverkets kostnader – marginalkostnader eller inte?..... | 69 |
| 8.2. Isbrytning | 71 |
| 8.3. Lotsning | 72 |
| 8.4. Externaliteter; olyckor..... | 73 |
| 8.5. Externaliteter; luftföroreningar | 75 |
| 8.5.1. Marginalkostnadsberäkningar för sekundära partiklar (SIA) från sjöfart..... | 75 |
| 8.5.2. Marginalkostnader för lokala utsläpp från sjöfart..... | 78 |
| 8.6. Resultat..... | 79 |
| 9. Luftfartens marginalkostnader..... | 82 |
| 9.1. Marginalkostnader för trafik | 82 |
| 9.1.1. Organisation, genomsnittsinktäkter och genomsnittskostnader | 82 |
| 9.1.2. Hur beror kostnaderna för underhåll av flygplatser, för flygledning och för trängsel på antalet flygplansrörelser? | 85 |
| 9.2. Externa olyckskostnader | 86 |
| 9.3. Externa kostnader för utsläpp..... | 87 |
| 9.3.1. Beräkning av flygsträckor..... | 87 |
| 9.3.2. Externa kostnader för klimatpåverkan | 88 |
| 9.3.3. Luftfartens externa hälsopåverkan; räkneexempel | 89 |
| 9.4. Sammanfattning av kostnadsberäkningarna..... | 90 |
| 9.5. Kostnader och avgifter inom flyget..... | 91 |
| 10.Kostnaderna för transportsektorns utsläpp av koldioxid | 94 |
| 10.1. Principresonemang..... | 94 |
| 10.2. Vilket värde ska användas?..... | 95 |
| 11.Sammanfattning | 97 |
| 11.1. Vägtrafik | 97 |
| 11.1.1. Vägtrafikens samhällsekonomiska kostnader | 97 |
| 11.1.2. Vägtrafikens kostnader i förhållande till skatt på drivmedel | 99 |
| 11.2. Järnvägstrafik..... | 100 |
| 11.2.1. Järnvägstrafikens samhällsekonomiska kostnader..... | 100 |
| 11.2.2. Järnvägstrafikens kostnader i förhållande till banavgifter | 102 |
| 11.3. Sjöfartens samhällsekonomiska kostnader och de avgifter som erläggs..... | 105 |
| 11.4. Luftfartens samhällsekonomiska kostnader och de avgifter som erläggs | 105 |
| Referenser | 107 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| Bilaga 1. Värdering av koldioxidutsläpp – Runar Brännlund | 115 |
| Bilaga 2. Värdering av koldioxid – Per Kågesson | 121 |
| Bilaga 3. Underlagsrapporter..... | 135 |

Sammanfattning

SAMKOST 2. Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader

av Mattias Haraldsson (VTI) och Jan-Eric Nilsson (VTI)

VTI fick i december 2012 regeringens uppdrag att uppdatera tillgänglig kunskap om trafikens samhällsekonomiska kostnader. Arbetet avrapporterades i december 2013 varefter regeringen i januari 2014 utvidgade VTI:s uppdrag. Denna rapport avrapporterar det utvidgade uppdraget. Som en pendang till den ursprungliga rapporten används akronymen SAMKOST 2 för att beteckna det arbete som genomförts. Beräknade värden avser prisnivå 2015, i vissa fall 2014. På samma sätt som i SAMKOST 1 har uppdraget genomförts i ett antal separata projekt som behandlar olika externaliteter för varje trafikslag.

Resultaten av det nu slutförda arbetet utgör en utgångspunkt för den debatt som förs om nivå och utformning av ekonomiska styrmedel inom transportsektorn. Förutom utformningen av skatter och avgifter kan analysen också ge en grund för bedömningen av hur andra styrmedel i transportsektorn kan utformas. Kunskaper av denna art är därutöver av stor betydelse i kommunikationen med EU-kommissionen och med andra länder kring vidareutvecklingen av de olika direktiv som skapar ett ramverk för utformningen av styrmedel och institutioner inom respektive del av unionens transportsektorer.

Marginalkostnader och beskattning

Beräkningen av *vägtrafikens* samhällsekonomiska marginalkostnader, och nivån på dessa kostnader i förhållande till de skatter som tas ut av trafiken pekar på i huvudsak samma huvudresultat som i SAMKOST 1: De skatter som tas ut av personbilstrafiken är högre än de marginalkostnader som bilarna ger upphov till; däremot ligger den skatt som tas ut av den tunga trafiken på en lägre nivå än de kostnader den tunga trafiken förorsakar. Som framgår av den beskrivning som ges i nästa avsnitt av denna sammanfattning av nuläget påverkas inte dessa slutsatser av hur den svåra frågan om värdering av utsläpp av växthusgaser hanteras.¹

Inte heller utfallet av den jämförelse som görs mellan *järnvägstrafikens* marginalkostnader och de banavgifter som tas ut av operatörerna har förändrats i kvalitativt hänseende: banavgifterna är lägre än de kostnader tågen förorsakar och underprissättningen av godståg är större än av persontåg. Till följd av den förändring som gjorts av banavgifternas struktur har jämförelsen med marginalkostnaderna för att använda järnvägsinfrastruktur försvårats. Det enskilt största problemet avser hanteringen av trängsel som tycks påverka avgiftsnivåer utan att kunna balanseras mot beräkningar av trängselkostnader.

SAMKOST 1 innehöll ingen samlad analys av kostnaderna för flygtrafik och sjöfart i förhållande till de olika avgifter som tas ut. Inte heller i SAMKOST 2 har det varit möjligt att redovisa en heltäckande och validerad kostnadsredovisning. Det nya arbetet har emellertid resulterat i en färdig struktur för att göra denna typ av jämförelser. Till följd av ett ofullständigt kunskapsunderlag måste emellertid flera av de kostnadsberäkningar som gjorts betecknas som första utkast eller räkneexempel.

Beräkningar av de marginalkostnader handels*sjöfarten* ger upphov till avser lotsning, isbrytning, olyckor, luftföroreningar och växthusgaser. I beräkningen ingår de kostnader Sjöfartsverket (lotsning och isbrytning) och samhället (olyckor, luftföroreningar och växthusgaser) drabbas av. Kostnaderna

¹ Eftersom de analyser som redovisas i SAMKOST 2 avser prisnivå 2015 har den höjning av skatten på diesel som genomfördes i januari 2016 inte påverkar jämförelsen.

varierar beroende på hur många fartyg som får lotsassistans, som får assistans under svåra isförhållanden, hur långa sträckor fartygen färdas (fartygskilometer och i vilka vatten fartygen seglar påverkar olycksrisken) samt beroende på bränsleförbrukning (luftföroreningar och växthusgaser). Analysen visar att det finns ett behov av att vidareutveckla förståelsen av om och hur Sjöfartsverkets kostnader är trafikberoende och verkligen behöver inkluderas i beräkningen av de samhälls-ekonomiska marginalkostnaderna för lotsning och isbrytning.

Sjöfartens användning av bränsle ger upphov till utsläpp av luftföroreningar och växthusgaser. I en av de nya delstudierna beräknas omfattningen av bränsleförbrukningen, utsläppen av olika ämnen och hur utsläppen sprids och hur människors hälsa och ekosystemet påverkas. Bränsleförbrukningen och mängden utsläpp av växthusgaser beräknas med stöd av Sjöfartsverkets AIS-data. Tillgången till sådan information ger nya möjligheter att beräkna marginalkostnader, identifiera relevanta differentieringar, analysera styrmedel och följa upp uppsatta mål.

Även om det kvarstår osäkerheter pekar den jämförelse som görs mellan de samlade lots- och farledsavgifter som handelssjöfarten betalar, och de kostnader trafiken ger upphov till (dvs. summan av Sjöfartsverkets marginalkostnader för lotsning och isbrytning och de externa kostnaderna för olyckor, luftföroreningar och växthusgaser), på att avgifterna är lägre än kostnaderna.

Regeringsuppdraget innebär att en analys ska göras av marginalkostnader för att använda infrastruktur. Detta innebär att både avgifter och kostnader för att använda olika typer av terminaler inte omfattas av analysen. För *luftfarten* är en första uppgift att klargöra hur starter och landningar påverkar kostnaderna för att tillhandahålla landningsbanor. Tillgänglig kunskap pekar på att denna motsvarighet till bilarnas och tågens slitage på väg respektive bana är försumbar.

Däremot ger flyget upphov till stora olägenheter för hälsa och miljö. Som en del av SAMKOST 2 har ett försök gjorts för att på ett samlat sätt fånga dessa effekter och att ställa kostnaderna i förhållande till de avgifter som tas ut. Resultaten av denna jämförelse tyder på att den inhemska luftfarten i stora drag betalar för de kostnader man ger upphov till. Flygningar till och från Europa och i synnerhet flygningar på ännu längre avstånd betalar däremot långt mindre än de kostnader man förorsakar. Inte minst bedömningen av kostnaden för luftföroreningar utöver CO₂, dvs. utsläpp av partiklar, svavel etc., är osäker. Detta beror bland annat på bristande kunskap om var utsläppen faller ner och därmed hur många personers hälsa, liksom vilka naturvärden, som påverkas. Därmed är det inte heller möjligt att dra några säkra slutsatser av denna jämförelse.

Övriga observationer

I ett särtryck till denna slutrapport finns, förutom den beskrivning som nu getts av förhållandet mellan kostnader och skatter, en sammanfattning också av de nya insikter som framkommit i analysen av respektive externalitet.

Summary

The Economic Costs for Using Sweden's Infrastructure; second report

by Mattias Haraldsson (VTI) and Jan-Eric Nilsson (VTI)

In December 2012, the government commissioned VTI to update information about the social marginal costs for using infrastructure for all modes of transport based on state-of-the-art knowledge in the research community. A final report was submitted in December 2013 and shortly after, the government extended VTI's assignment. The present report summarizes the results of the extended mission; the two reports are collectively referred to as SAMKOST 1 and SAMKOST 2, respectively. Both reports are based on a number of separate studies addressing externalities etc. from the respective modes of transport. Values refer to price level 2015. The references section includes all sub-reports, some of which are in English.

Except for providing a platform for designing taxes and charges, the insights provided are useful for the analysis of other, non-economic means for enhancing efficiency in the transport sector. The information is also useful in future communication with the European Commission and Union member countries concerning the development of directives and the regulatory framework in the different sub-sectors of transport.

Marginal costs relative to current charges

In the same way as in SAMKOST 1, the taxation of fuel is substantially higher than the costs generated by *passenger cars* that use the road network. Costs include wear and tear, in particular from studded tires during the winter season, and (low) costs for noise and emissions; the new estimates indicate accident externalities to be close to zero. The single largest cost emanates from green-house emissions. Since there is no scientific consensus regarding the appropriate cost estimate to use, the current level of CO₂ taxation is used as a proxy. This is *inter alia* a means for ascertaining a consistent approach for handling greenhouse gas costs across modes.

It is also concluded that heavy vehicles are charged less than the costs inflicted by using roads. Except for emissions of greenhouse gases, there is an accident externality generated by heavy vehicles, and in particular their wear and tear of infrastructure is substantial.

Users of *railway infrastructure* are charged track user charges which are below marginal costs for using tracks. The major cost component is the wear and tear of tracks. Sections of Sweden's railways are, at least for parts of the day, probably used close to capacity. The fact that no generic approach for estimating capacity costs has been developed, the difference between costs and track user charges is probably larger than it is possible to quantify.

Estimates of the marginal costs emanating from *merchant shipping* includes piloting, icebreaking and accident risks, all stemming from the activities of the Swedish Maritime Administration (Sjöfartsverket). A new study of emissions from shipping is part of the background work within SAMKOST 2. Overall, current levels of fees charged by the Swedish Maritime Administration is well below the industry's costs. One important reason is that bunker oil is exempt from taxation.

While in particular heavy road vehicles inflict substantial costs for wear and tear when using roads, there are no indications that landings and take-offs at airports have consequences for the need for maintenance and renewal of runways. The marginal costs of *aviation* are primarily related to emissions and noise. Europe's aviation industry is now part of the emission trading system as a means for handling the emission of greenhouse gases. This is one reason why charges for using Swedish airports may be fairly close to marginal costs while costs for European and in particular inter-continental flights are substantially higher than the different types of charges levied. It is, however, important to

emphasize that conclusions regarding shipping and in particular aviation are less certain than when the comparison concerns road and railway charges relative to marginal costs.

1. Inledning

Regeringen anser att frågan om en rättvis och effektiv prissättning av transporter kräver att forskning och data som belyser transporternas samhällsekonomiska kostnader är aktuell och uppdaterad. I december 2012 fick därför VTI regeringens uppdrag att ta fram och uppdatera kunskapsunderlag om trafikens samhällsekonomiska kostnader. Uppdraget omfattade alla trafikslag och såväl person- som godstransporter. I uppdraget ingick också att beskriva hur kostnaderna varierar geografiskt i landet. Ett annat inslag i uppdraget är att ta del av andra länders forskning inom området, med fokus på våra närmaste grannländer inom EU. Uppdraget slutrapporterades i december 2013; se Johansson & Nilsson (2014), fortsättningsvis refererad som SAMKOST 1.

Regeringen gav i januari 2015 VTI i uppdrag att fortsätta arbetet med att ta fram och uppdatera kunskapsunderlag om trafikens samhällsekonomiska kostnader (dir. N2015/533/TS). Också det nya uppdraget omfattar alla trafikslag samt både gods- och persontransporter liksom att beskriva geografiska skillnader i kostnaderna mellan olika delar av landet. Som en del av underlaget ingår en avstämning mot andra länders forskning inom området. VTI ska under arbetets gång föra en dialog med berörda aktörer. Uppdraget slutredovisas med rapporttiteln SAMKOST 2.

På samma sätt som i arbetet med SAMKOST 1 har uppdraget genomförts i ett antal delprojekt. I de flesta fall har varje sådant projekt hanterat en viss effekt som uppstår inom ett trafikslag. I vissa fall behandlas effekterna för flera trafikslag inom ett enda delprojekt; hanteringen av utsläpp i form av klimatgaser avser exempelvis samtliga delar av transportsektorn. Samtliga underlagsrapporter baseras på forskningsresultat, såväl svenska som utländska, som publicerats eller är under publicering. I och med detta säkerställs den internationella förankring som utpekats i regeringens uppdragsbeskrivning. Rapporter från de olika delprojekten har, eller kommer inom kort att ha publicerats i form av VTI-rapporter eller -notat. Vissa underlagsrapporter är på engelska och avsikten är att vidareutveckla dessa texter med vetenskaplig publicering som syfte.

Det ursprungliga syftet för arbetet har varit att eftersträva en kostnadsberäkning som avser år 2014. Eftersom Trafikanalys avrapporterat sin årligen återkommande jämförelse mellan trafikens kostnader och de skatter och avgifter som tas ut för år 2015 har emellertid arbetet successivt förskjutits mot samma årtal.² Detta underlättar jämförelsen av resultat från de olika bedömningar som görs. Tack vare en långsam förändring av den generella prisnivån under senare år talar det mesta för att det exakta året för beräkningarna inte har en stor betydelse för resultaten av de analyser som görs.

Det arbete som genomförts är huvudsakligen empiriskt till sin natur och innebär att kostnader beräknas på grundval av väl förankrade principer. För genomförande av uppdraget behövs en stor mängd data, exempelvis tillgång till information om de kostnader som Trafikverket har för drift, underhåll och reinvesteringar av vägar och järnvägar, men också detaljerade uppgifter om trafikflöden, trafikens sammansättning och förekomsten av olyckor i trafiksystemet. Många av de problem som hanterades i arbetet med SAMKOST 1 har visat sig av relativt mindre betydelse för de nya analyserna. På samma sätt som tidigare observerats är Trafikverkets olika system inte uppbyggda för att genomföra utvärderingar av verksamheten. Tack vare tidigare erfarenheter har det emellertid varit möjligt att lättare hantera dessa utmaningar.

² Trafikanalys har regeringens löpande uppdrag att ansvara för analyser av transportsektorns samhällsekonomiska kostnader i relation till skatte- och avgiftsuttag inom olika delar av den svenska och europeiska transportsektorn. Den senaste rapporten är Trafikanalys (2016b) och avser situationen år 2015. Medan uppdraget till Trafikanalys är att säkerställa en god kunskap om kostnader i förhållande till avgifts- och skattenivåer baserat på tillgänglig kunskap, innebär VTI:s uppdrag att vidareutveckla kunskaperna om dessa förhållanden och ta fram ny kunskap där så är möjligt.

Också en annan typ av informationssvårighet förelåg som en del av arbetet med SAMKOST 1 och kvarstår också i arbetet med SAMKOST 2. Det tydligaste exemplet uppstår i beräkningarna av trafikens kostnader för luftföroreningar utöver klimatgaser. Det är många gånger svårt både att klargöra hur utsläppen från trafiken sprids och i synnerhet att bedöma vilka effekter olika typer av föroreningar har för hälsa och ekosystem, dvs. det saknas relevanta effektsamband.

Den kartläggning som gjorts pekar på att Sverige har en väsentligt lägre ursprungsbelastning av många föroreningar jämfört med ett antal länder på den Europeiska kontinenten. Situationen har också förbättrats under en följd av år, och de resultat som redovisas pekar dessutom på att trafikens utsläpp idag ger upphov till förhållandevis begränsade kostnader för samhället. Den kvarstående osäkerheten kring dessa slutsatser är emellertid att det fortfarande saknas naturvetenskaplig kunskap om de skadliga effekterna av flera typer av föroreningar. Huvudslutsatsen av analysen är att samhällets kostnader för luftföroreningar är små i förhållande till trafikens kostnader i allmänhet. Samtidigt kvarstår en genuin osäkerhet i detta avseende.

Till skillnad från den tidigare avrapporteringen innehåller SAMKOST 2 en fördjupad analys av sjö- och luftfartens samhällsekonomiska kostnader. Denna utvidgning har samtidigt inneburit att den geografiska avgränsningen av i första hand alla olika typer av luftföroreningar aktualiserats. Medan utsläpp från vägtrafikens bränsleanvändning i första hand får lokala och i andra hand regionala konsekvenser kommer fartyg och flygplan som lämnar respektive anländer till Sverige att passera i luftrum och vatten som är internationella och/eller som går över och genom andra länders territorier. Det har kommit att visa sig att det arbete som genomförts med att beräkna sjö- och luftfartens föroreningsproblem använder sig av olika sådan geografisk avgränsning. Detta, i kombination med brist på en mera heltäckande kunskap om effektsamband, har inneburit att det ännu inte är möjligt att dra några säkra slutsatser om storleken på luft- och sjöfartens samhällsekonomiska kostnader.

I rapporten redovisas också en avstämning av resultaten mot de bedömningar som gjorts av Trafikanalys (jfr. beskrivningen ovan). Dessutom refereras vid flera tillfällen de värden Trafikverket rekommenderar för analysen av infrastrukturinvesteringar, publicerade under samlingsbeteckningen ASEK³, den senaste versionen med beteckningen ASEK 6.0. I SAMKOST 2 kommenteras i huvudsak de avvikelser som finns mellan de olika publikationerna. Samtidigt som både Trafikverkets beräkningshandledning och Trafikanalys årliga uppdateringar har många värden och förtjänster, är huvudsyftet i VTI:s rapport att lyfta fram de punkter där skillnader föreligger.

³ ASEK är en akronym för ”Arbetsgruppen för samhällsekonomiska kalkyl- och analysmetoder inom transportområdet”. ASEK är numera en produkt som framställs av Trafikverket men har en referensgrupp som bland annat består av representanter från Transportstyrelsen, Sjöfartsverket, Naturvårdsverket och Energimyndigheten.

2. Uppdragets innebörd⁴

Trafikpolitikens övergripande mål är att infrastrukturen ska användas på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt. En förutsättning för att detta ska vara möjligt är att den som använder infrastrukturen betalar för de kostnader som uppstår till följd av varje resa eller transport. Detta går under begreppet (samhällsekonomisk) marginalkostnadsprissättning. SAMKOST syftar till att bidra med ett kunskapsunderlag som kan användas som underlag för beslut om sådan prissättning. Fokus ligger på hur skatter och avgifter anpassas till kostnader med syfte att bidra till en effektiv användning av samhällets resurser. De rättvisaspekter som nämns i uppdragsbeskrivningen har en undanskymd roll i rapporten.

I kapitlet diskuteras utgångspunkterna för de kommande kapitlens hantering av ett antal specifika frågor. I avsnitt 2.1 definieras begreppet infrastruktur som det används i rapporten medan avsnitt 2.2 innehåller en principiell diskussion om begreppet marginalkostnader. Avsnitt 2.3 behandlar sådana kostnader i ljuset av VTI:s uppdrag medan det i avsnitt 2.4 definierar begreppet prissättningsrelevant marginalkostnad.

2.1. Vad menas med infrastruktur?

Infrastruktur definieras i allmänna termer som ett antal materiella förutsättningar som krävs för samhällets produktion och konsumtion. SAMKOST behandlar den infrastruktur som krävs för att använda bil eller lastbil, för att köra tåg, för att framföra fartyg eller för att bedriva flygtrafik.

Det finns ingen tydlig gräns mellan vad som ska ses som ”en förutsättning” för trafik. Bensinstationer och godsterminaler är uppenbarligen förutsättningar för vägtrafik. Den i huvudsak pragmatiska avgränsningen som görs är att studera den infrastruktur som tillhandahålls av offentlig sektor, av delvis praktiska skäl med fokus på statlig infrastruktur. Avsnitt 2.1.1 redovisar de stordriftsfördelar som är förenade med tillhandahållande av i synnerhet väg- och järnvägsinfrastruktur medan avsnitt 2.1.2 redovisar den definition av infrastruktur som används.

2.1.1. Stordriftsfördelar i tillhandahållandet av infrastruktur

Tillhandahållandet av infrastruktur för transporter är många gånger förenat med stordriftsfördelar: En anläggning byggs för en viss förväntad användning och när den färdigställts är kostnaden för trafikvariationer ofta mycket låg fram till dess att antalet fordon närmar sig kapacitetstaket. Normalt är kapaciteten mycket stor.

Stordriftsfördelarna innebär att det i många fall saknas samhällsekonomiska skäl att bygga mer än en anläggning; det naturliga alternativet för att öka kapaciteten är i stället att bredda en väg, bygga dubbelspår, förlänga en landningsbana eller lägga till en ny, fördjupa en farled etc. Den höga byggkostnaden innebär också att sannolikheten för att konkurrens ska uppstå är liten. Om infrastrukturen då tillhandahålls på kommersiell bas finns en risk för att ägaren (som får monopol) tar ut högre pris för att använda anläggningen än vad som är samhällsekonomiskt motiverat.

Även om det finns flera (kortlivade) historiska exempel på att vägar tillhandahållits på kommersiell grund är förekomsten av stordriftsfördelar grunden för att väghållning runt om i

⁴ Vi är tacksamma för många värdefulla synpunkter på detta kapitel från Peter Andersson, Linköpings universitet.

världen hanteras i offentlig regi. I järnvägens barndom fanns i Sverige flera företag som byggde spår och bedrev kommersiell trafik på egen infrastruktur. I stor utsträckning kom trafiken att konkurrera ut kanaltrafik och kustnära sjöfart, samtidigt som graden av konkurrens inom sektorn var begränsad. Det har emellertid funnits exempel på sådan konkurrens. Exempelvis fanns sträckor där SJ och TGOJ (Trafikaktiebolaget Grängesberg–Oxelösunds Järnvägar) konkurrerade om samma kunder. Under trycket från konkurrens från en växande vägtrafik med åtföljande lönsamhetsproblem kom dessa olika banor att förstatligas och sedan 1960-talet finns i huvudsak all järnvägsinfrastruktur under offentligt huvudmannaskap. Järnvägens infrastruktur brukar också användas som ett läroboksexempel på en verksamhet med stordriftsfördelar.

Både luft och vatten är fria nyttigheter i så måtto att luft- och sjövärdiga farkoster kan flyga eller flyta utan tillkommande kostnader för infrastrukturen.⁵ I äldre tider var inre och kustnära vattenvägar ett viktigt transportmedel inte minst i Sverige. Med reservation för den miljöpåverkan etc. som trafiken förorsakar och som behandlas längre fram i texten kostar det ingenting att använda själva infrastrukturen, vatten och luft. Däremot krävs flygplatser för start och landning och hamnar för angöring med fartyg och precis som för väg och järnväg finns det stordriftsfördelar med att tillhandahålla både flygplatser och hamntjänster. I nästa avsnitt diskuteras den avgränsning som görs vad gäller kostnaderna för att tillhandahålla terminalanläggningar.

2.1.2. Precisering av infrastrukturbegreppet

Väginfrastruktur är de vägbankar som vägarna går på liksom vägarnas ytskikt. På motsvarande sätt utgörs järnvägens infrastruktur av en bana där spår och sliprar ligger på en uppbyggd bank. Vägfordon drivs fortfarande med fossila bränslen medan merparten av alla järnvägar i Sverige är elektrifierade. Eftersom kontaktledningar, signalanläggningar etc. byggs och tillhandahålls som en integrerad del av banan är det naturligt att se också dessa komponenter som delar av den infrastruktur som krävs för att bedriva tågtrafik.

Fartygstrafik behöver infrastruktur i form av utmärkta farleder, slussar etc. När fartygen angör land för lastning och lossning av gods för av- och påstigning på färjor etc. krävs någon form av hamnanläggning för att detta ska vara möjligt. Även flygtrafik förutsätter, förutom tillgång till banor för start och landning, någon form av terminal för hantering av resenärer och gods. Med den avgränsning som nu gjorts är terminaler i allmänhet inte en del i infrastrukturen.

För att kunna använda respektive system måste emellertid resenärernas och godskundernas fordon och farkoster kunna påbörja sin användning av de allmänna färdmedlen. Dessutom kräver både resor och godstransporter att det är möjligt att byta både inom och mellan färdmedel. I vägtrafiken är behovet av angöring förhållandevis enkelt att hantera. Möjligheten att från den egna tomten ansluta till det allmänna vägnätet ses inte som en nyttighet som är öppen för alla och utgör inte en del av den offentligt tillhandahållna infrastrukturen. Likaså tillhandahålls både parkeringsplatser vid köpcentra och parkeringsytor vid flerbostadshus som en del av respektive tjänst, dvs. de utgör en förutsättning för tillgänglighet till butiker respektive bostäder. Däremot delar stat och kommun på kostnaden för vägar som ansluter till ett huvudvägnät och oavsett huvudmannaskap utgör sådana gator och vägar en del av en infrastruktur för alla.

⁵ De avgifter som betalas är en fiskal konstruktion som inte (nödvändigtvis) betingas av en real kostnad.

För att kunna åka tåg måste det finnas anläggningar för att resenärer ska påbörja och avsluta en resa. Perronger med tak och enklare stationslokaler för skydd mot dåligt väder kan därmed sägas utgöra en del av infrastrukturen. Många järnvägsstationer och flygplatser är emellertid väsentligt större än så och har då i regel tillkommit för att ge tillgång till tjänster som kompletterar en resa. Vare sig dessa stationer eller de bussterminaler eller resecentra som byggs för att förbättra övergången mellan buss och tåg och för att underlätta bussresenärernas resor är därför, med den valda definitionen, del av den grundläggande infrastrukturen.

Varje trafikslag har anläggningar, installationer och regler som syftar till att begränsa risken för olyckor och dess konsekvenser. Delar av vägnätet är belyst och i tätorter finns trafiksignaler. Kärnan i hanteringen av järnvägstrafikens säkerhet är system som säkerställer att det aldrig finns mer än ett enda tåg på den minsta delen av banan, dvs. på varje block. Sjösäkerhet hanteras genom utmärkning av farleder, i äldre tider genom ett omfattande system med fyrar som idag har kompletterats med radar och av olika elektroniska system för positionering av farkoster och lotsning. De mest sofistikerade säkerhetssystemen finns inom flyget där flygplanen övervakas både på mark, vid start och landning liksom under flygning. De system som motiveras av säkerhetshänsyn används också för trafikledning. Samtliga dessa system utgör delar av infrastrukturen.

Sammanfattningsvis definieras infrastruktur i huvudsak som de länkar som finns mellan olika noder i respektive system. Noder ingår i begreppet infrastruktur i sina mest basala funktioner, dvs. sådant som är helt avgörande för att en resa eller transport ska kunna genomföras. Noderna ger därutöver tillgång till service utöver möjligheten att resa.

2.2. Begreppet marginalkostnader

Begreppet marginalkostnad används för att bedöma om, och i så fall med hur mycket, kostnaderna för att tillhandahålla infrastruktur påverkas av variationer i trafik: Hur förändras kostnaderna för att använda den byggda infrastrukturen om antalet vägfordon, antalet tåg eller antalet fartygs- och flygplansrörelser ökar eller minskar med någon procent i förhållande till dagens verksamhetsvolym?⁶

Även om kostnaderna för variationer i antalet fordon som anläggningarna dimensionerats för ofta är låga är den årliga kostnaden stor för att över huvud taget hålla infrastrukturen öppen för användning. I likhet med flertalet andra länder på norra halvklotet har Sverige betydande kostnader för det vinterunderhåll, vilket krävs för att infrastrukturen ska kunna användas oberoende av årstidsväxlingar. Anläggningarna kräver löpande underhåll och med vissa års mellanrum krävs mera omfattande reinvesteringar för att det årliga underhållet inte ska bli allt för kostsamt.

Förutom att det krävs underhåll oavsett i vilken omfattning som en anläggning utnyttjas kan en investering inte göras ogjord och huvuddelen av de kostnader som lagts ner i en investering är och förblir därför förbrukad; det är en *sunk cost* med ekonomijargong. Medan många fastigheter (som också är exempel på anläggningstillgångar) ofta kan anpassas från kontor till lägenhet, eller vice versa, kan viktiga delar av infrastrukturen normalt inte användas för något annat ändamål än för trafik. Bromma flygplats är ett iögonfallande exempel på att det faktiskt *finns* ett alternativutnyttjandevärde av infrastruktur eftersom marken skulle kunna användas för bostadsbyggande.

En av de egenskaper som transportinfrastruktur har är således att många anläggningar saknar alternativutnyttjandevärde och en annan att beslutet att hålla näten öppna för trafik i sig förutsätter att ett antal underhållsaktiviteter etc. måste genomföras. Avsikten med marginalkostnadsbegreppet är,

⁶ Det är värt att notera att definitionen inte i första hand fokuserar en specifik resenär eller transporten av en viss mängd gods. Marginalkostnaden varierar i stället beroende vilket *fordon* som använder respektive anläggning. Medan en personbil kan rymma mellan en och kanske fem personer kan många fler åka med ett tåg, ett flygplan eller en färja. Det är emellertid fordonet inte det som fraktas som ger upphov till större eller mindre kostnader.

mot bakgrund av dessa egenskaper, att identifiera de kostnader som – trots dessa speciella förutsättningar – tillkommer eller minskar till följd av variationer i verksamhetens omfattning, dvs. upp- och nergångar i trafik.

Exempel: Fram till för några år sedan användes Västerdalbanan mellan Borlänge och Malung för både person- och godstrafik. Eftersom det numera enbart går godståg på sträckan minskar kravet på underhåll för att upprätthålla ett gott spåräge; höga krav på spåräge är i första hand ett sätt att se till att resenärer inte upplever obehag i form av skakningar etc. Den årliga kostnaden för underhåll kom att minska till följd av denna förändring. Därav följer emellertid inte några direkta konsekvenser för godstågens marginalkostnader. Det är i stället en empirisk fråga att fastställa om kostnaden för variationer i antalet godståg nu är högre eller lägre än tidigare.

Den definition som används kallas *kortsiktig* marginalkostnad. Genom att också inkludera fler eller färre delar av de historiskt nedlagda kostnaderna, alternativt anläggningarnas återanskaffningskostnader, i definitionen på marginalkostnad fås mått på *långsiktig* marginalkostnad. Med reservation för situationer med betydande brist på kapacitet är den långsiktiga marginalkostnaden därför högre än den kortsiktiga. I vissa situationer kommer emellertid en ökning (minskning) av trafiken idag att påverka – tidigare-(senare-)lägga – behovet av framtida reinvesteringar. I SAMKOST inryms därför analyser av hur underhållsbeläggningar på väg och spårbyten på järnväg kan kopplas till trafikmängden och därmed blir en del av definitionen av kortsiktig marginalkostnad.

2.3. Vilka är marginalkostnaderna?

Trafikanter och godstransportköpare betalar för huvuddelen av kostnaderna för att resa och för att transportera gods. Den som använder sin bil betalar för drivmedel och fordonsslitage på samma sätt som när en resenär med tåg eller flyg köper en biljett. Inte sällan är den tid som åtgår den enskilt största kostnadsposten för en resa eller transport. Priset på biljetten och på drivmedlet liksom den tid förflyttningen tar är exempel på kostnader som med automatik ligger till grund för resenärens beslut om att åka. Vid sidan om dessa kostnader finns ett antal konsekvenser av ett rese- eller transportbeslut som inte med automatik är en del av det pris trafikanten eller transportköparen betalar. Det finns därför ingen garanti för att resenären/transportköparen väger in dessa effekter i sitt beslutsfattande. Sådana effekter betecknas som externa.

Som redan noterats består de externa effekterna av ett antal olika komponenter. Infrastrukturen slits i större eller mindre omfattning av att användas.⁷ Ett sådant *slitage* förklarar delar av kostnaderna för löpande underhåll av både vägar, järnvägar, farleder, hamnar och flygplatser. Ju mer anläggningarna används, desto mera ofta måste de rustas upp. Tidpunkten för att lägga nya vägbeläggningar, för att byta spår eller för att lägga ny beläggning på start- och landningsbanor eller muddra i farleder kan därför påverkas av hur mycket anläggningarna används. *Hur stor* denna marginalkostnad är i förhållande till redan nedlagda kostnader eller för (den genomsnittliga) kostnaden för att hålla anläggningarna öppna för trafik är emellertid en empirisk fråga. En viktig del i arbetet med SAMKOST är därför att bedöma skillnaden mellan genomsnittlig och marginell kostnad.

Efter hand som trafiken ökar närmar sig anläggningarnas kapacitetstak. Konsekvensen blir köer på väg, nödvändigheten att tidigare- eller senarelägga tågavgångar och möjligtvis en ökande mängd förseningar av tåg och flyg liksom svårigheter att tillgodose de önskemål järnvägsoperatörer eller

⁷ Det kan finnas principiella skäl för att se infrastrukturslitaget som en marginalkostnad för utnyttjandet av infrastrukturen utan att betrakta denna kostnad som en extern effekt. Coase (1960) menar exempelvis att problemet med externa effekter uppstår som en följd av att äganderätterna är ospecificerade. I det här fallet finns en tydlig ägare, i Sverige bland annat i form av Trafikverket. Eftersom kunden/trafikanten betalar i form av banavgifter, drivmedelsskatter etc. är det av mindre praktisk betydelse om slitaget ska placeras i facket för externalitet eller inte.

flygbolag har om att få bedriva trafik. Också detta är exempel på kostnader som uppstår till följd av en hög och växande trafikbelastning. Frågor kopplade till den faktiska knappheten i svensk infrastruktur behandlas vidare i kapitel 7.

Trafiken ger också upphov till andra konsekvenser som den som använder infrastrukturen inte med automatik tar hänsyn till. Kapitel 4 behandlar den *olycksrisk* en trafikant utsätter andra som befinner sig i respektive trafiksystem för, en risk som inte med automatik beaktas. Många fordon ger upphov till störande *buller* för de som bor nära en väg, järnväg, flygplats och ibland också en hamnanläggning. Kapitel 6 redovisar storleken på dessa kostnader. Fordonstrafikens motorer förorsakar också luftföroreningar både i form av konsekvenser för *klimatet* (kapitel 10) och för *hälsa och miljö* (kapitel 5) till följd av andra föroreningar.

2.4. Prissättningsrelevanta marginalkostnader

Förekomsten av externa effekter innebär att det kostar mindre⁸ att resa eller utföra transporter ur individens än ur samhällets perspektiv. Antalet resor, och därmed omfattningen av olyckor, utsläpp och så vidare, blir då större än vad som är effektivt för samhället. För att kunna påverka förekomsten av de externa effekterna behövs därför någon form av styrmedel som gör det nödvändigt för trafikanter att anpassa sitt beteende.

Det finns många regler som har en sådan funktion. Ett känt exempel är det förbud mot ozon som infördes för några decennier sedan och som inneburit att merparten av dessa miljöproblem eliminerats. Också inom transportsektorn finns många regler som i praktiken innebär att omfattningen av de externa effekterna minskar. Hastighetsbegränsningar i vägtrafiken är ett uppenbart exempel.

Den centrala frågeställningen i regeringens uppdrag till VTI handlar om att bedöma storleken på de samhällsekonomiska kostnaderna för att använda infrastruktur. Med kunskap om dessa är det möjligt att jämföra kostnadsnivåerna med de skatter och avgifter som faktiskt tas ut. Det finns också idag en rad skatter och avgifter som bidrar till att internalisera samhällets marginalkostnader. Järnvägens banavgifter, koldioxidskatt på bränsle, trängselskatter i våra största städer och farledsavgifter inom sjöfarten är några exempel. Med kunskap om nivån på de samhällsekonomiska marginalkostnaderna skapas en grund för att föra en fortsatt diskussion kring hur politiken på detta område kan utvecklas. Rapportens avslutande kapitel ger en grund för en sådan diskussion.

Uppdraget innebär också att eventuella skillnader mellan kostnader som kan finnas i olika dimensioner ska redovisas. En sådan dimension är geografisk. Medan samhällets kostnader för växthusgaser är de samma oavsett var trafiken bedrivs är konsekvenserna av flera andra externa effekter av annorlunda natur. Vissa typer av utsläpp sprids och ger skador i större regioner medan olägenheten av andra utsläpp är av lokal natur. När vägarna passerar genom obebyggda områden påverkas därför ingen av den senare typen av störningar medan graden av påverkan är större när vägen passerar genom samhällen och städer. Detta är ett av flera exempel på de geografiska skillnader som finns i betydelsen av kostnader och som kommer att behandlas i den fortsatta framställningen.

Andra dimensioner som kan ge upphov till skillnader i kostnaderna är typ av fordon som används och vilka hastigheter dessa framförs i. Behovet av att redovisa kostnader på ett differentierat sätt bestäms av hur stora variationerna är och med vilken säkerhet variationerna kan beräknas. Avsikten är därför

⁸ Merparten av de externa effekter transporter ger upphov till är negativa, och detta gäller alla som hanteras i detta uppdrag. Det finns emellertid också externa effekter som är positiva. I transportsektorn är dessa kopplade till trafikeringen och hur denna organiseras. Ett välkänt exempel är den positiva externalitet som en extra busstur ger upphov till för de resenärer som redan använder buss och som kommer att få sin genomsnittliga väntetid reducerad tack vare en ytterligare avgång. Detta har emellertid inte någon koppling till individens eller företagets ställningstagande till om man ska använda infrastrukturen eller ej.

att i första hand belägga de mest betydelsefulla skillnaderna för att lägga grunden för en fortsatt diskussion. Upplägget av arbetet har också byggt vidare på vad som framkommit i tidigare studier och på våra bedömningar av möjligheterna att finna data för att beräkna variationer som hittills inte varit kända.

En ytterligare förutsättning för analysen är att de olika transportslagen i Sverige fungerar under delvis olika institutionella förutsättningar. Till skillnad från väg- och järnvägssektorn, där investeringar och drift finansieras genom anslag via statsbudgeten, har både flyget och sjöfarten till uppdrag att täcka samtliga finansiella kostnader⁹ för sin verksamhet. Betydande delar av de finansiella kostnaderna är fasta till sin natur, dvs. de påverkas inte av ytterligare starter och landningar eller av ytterligare anlop i hamnar. Detta har i praktiken stor betydelse för bedömningen av vilka kostnader för sjö- och luftfart som är internaliserade eller inte.

⁹ Medan en finansiell kostnad innebär att ett företags eller en individs bokförda kostnader påverkas så är många externa effekter av en sådan natur att ingen sådan finansiell påverkan uppstår.

3. Marginalkostnader för infrastrukturslitage

När infrastrukturen används av bilar, lastbilar och tåg försämras dess kvalitet, dvs. anläggningarna slits eller bryts ner. I detta kapitel redovisas nya beräkningar av de kostnader detta medför.

Tillvägagångssättet för att beräkna dessa kostnader redovisas i två huvudavsnitt, kostnader för drift och underhåll (3.1) och kostnader för reinvesteringar (3.2).

Avslutningsvis jämförs i avsnitt 3.3 och 3.4 resultaten i dessa delar med motsvarande bedömningar i två andra publikationer. På uppdrag av regeringen genomför Trafikanalys årligen en analys av marginalkostnader i olika transportslag. Den senaste av dessa rapporter är Trafikanalys (2016). En jämförelse görs också med den beräkningshandbok som finansieras av EU-kommissionen och som publiceras som RICARDO-AEA (2014).¹⁰ Infrastrukturslitage för sjö- och luftfart behandlas i respektive kapitel.

3.1. Drift och underhåll

Beräkningen av marginalkostnaden för väg- och järnvägsunderhåll redovisas i avsnitt 3.1.1 respektive 3.1.2. I tre avsnitt behandlas därefter olika aspekter på analysen av järnvägsunderhåll. I avsnitt 3.1.3 är frågan om det finns skäl att i stället för bruttoton använda antalet ton per axel som mått på slitage.

Avsnitt 3.1.4 tar denna analys ett steg vidare genom att – med en helt annan metod – bedöma förutsättningarna för att identifiera skillnader mellan olika typer av lok och vagnar och på denna grund ta olika mycket betalt beroende på fordonens relativa slitage. Slutligen behandlas i avsnitt 3.1.5 hur ackumulerad trafik påverkar underhållskostnaderna. Behandlingen av dessa frågor pekar på betydelsen av att fördjupa förståelsen av dessa förhållanden men utan att i nuläget resultera i något konkret förslag till förändrade principer för beräkningarna.

3.1.1. Vägunderhåll¹¹

Det statliga vägnätet är indelat i ett antal driftområden och för varje sådant område upphandlas ett underhållskontrakt. Utgångspunkten för den fortsatta analysen är kostnaden för dessa driftområden, dvs. för att ta hand om samtliga delar av vägnätet som ingår i ett underhållskontrakt. År 2014 fanns 109 sådana kontrakt och analysen baseras på perioden 2004 till 2014. Förutom att detta ger fler observationer än i de tidigare analyser som gjorts (jfr. tabell 3.1 i SAMKOST 1) har också en ny genomgång gjorts av historiska uppgifter för att säkerställa att beräkningen av årskostnad per kontrakt görs på ett och samma sätt under hela perioden. Dessutom har vissa driftområden slagits samman jämfört med tidsperioder som använts för tidigare studier. Som framgår av den följande framställningen får dessa förändringar vissa konsekvenser för resultaten.

Varje underhållskontrakt avser således ett avgränsat område som omfattar ett antal kilometer Europa-, riks- och länsvägar. Förutom kostnadsinformation finns information om vägarnas tekniska egenskaper liksom om den årliga trafiken på respektive typ av väg. Underlagsmaterialet har hämtats från den nationella vägdatabasen (NVDB) och från Trafikverkets (Vägverkets) bokföring.

Kostnader för drift och underhåll av belagd väg, för drift och underhåll av grusväg och för vinterväghållning separatredevisas och har därför skattats i separata kostnadsfunktioner. För belagd väg är det inte möjligt att fastställa ett statistiskt säkerställt samband mellan vare sig lätt eller tung trafik och kostnader för underhåll. Däremot finns en sådan effekt av lastbilstrafik i grusvägnätet; av tabellen framgår att kostnaden uppgår till 7 öre per fordonskilometer.

¹⁰ Rapporten tas fram av konsultbolaget Ricardo-AEA på uppdrag av Europakommissionen, DG Mobility and Transport. 2014 års version utgör en uppdatering av den rapport som publicerades 2008.

¹¹ Avsnittet baseras på Yarmukhamedov & Swärdh (2016).

Tabell 1. Genomsnitts- (AC) och marginalkostnader (MC) för underhåll från Haraldsson (2012) (2004-2009) OCH SAMKOST 2 (2004-2014). Kronor per lastbils- och fordonskilometer.

| | Underhåll | | | Vinterväghållning (alla vägar, Både lätt och tung trafik) | | | Övrig drift | | |
|------------------------|-----------|-------------|------|--------------------------------------------------------------|-------------|------|-------------|-------------|------|
| | AC | Elasticitet | MC | AC | Elasticitet | MC | AC | Elasticitet | MC |
| 2004-2009 ¹ | 0,40 | 0,80* | 0,32 | 0,03 | 0,56* | 0,02 | 0,01 | 0,47* | 0,00 |
| 2004-2014 ² | 0,43 | 0,16* | 0,07 | 0,03 | 0,28*** | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,00 |

1. Underhåll (första kolumnen) och övrig drift (tredje kolumnen) avser enbart belagd väg.

2. Underhåll (första kolumnen) avser enbart grusväg eftersom elasticiteten för belagd väg inte är statistiskt signifikant. Den tredje kolumnen avser drift och underhåll belagd väg.

***, **, * Signifikant på 1-, 5- respektive 10-procents nivå.

Elasticiteten för vinterunderhåll är lägre än i tidigare bedömningar. Eftersom skattningen har en högre statistisk signifikans än tidigare finns anledning att sätta tillit till att marginalkostnaden är lägre än i den tidigare bedömningen. Vare sig i det tidigare eller i de nya analyserna visar sig kostnaderna för övrig drift på ett systematiskt sätt bero på trafikens omfattning.

Sammanfattningsvis finns skäl att sätta tilltro till att det finns ett samband mellan omfattningen av all trafik och kostnaden för vinterväghållning. Det finns ett rimligt säkert kausalt samband mellan tung trafik och löpande underhåll, men enbart för grusvägar. Denna kostnad om 7 öre är inte möjlig att direkt översätta till ett genomsnitt för vägnätet som helhet. Utan att ha någon statistisk grund hanteras detta genom att addera ett öre till marginalkostnaden för tunga fordon (jfr tabell 42). Med tillkomsten av ytterligare års observationer kan det bli möjligt att avgöra om denna bedömning kvarstår.

Det finns avslutningsvis skäl att framhålla att den aggregering av alla kostnader till underhållsområden som innehåller en stor mängd vägtyper och stora variationer i mängden trafik, sannolikt döljer underliggande samband. I detta avseende finns en skillnad jämfört med analysen av motsvarande kostnader för järnvägsunderhåll. Som framgår av nästa avsnitt är möjligheten att bryta ner analysen till (kostnaden för) delsträckor där mycket högre.

3.1.2. Järnvägsunderhåll¹²

Analysen av hur kostnaderna för järnvägsunderhåll varierar med trafikens omfattning baseras på den indelning i cirka 250 bandelar som gjorts av det svenska järnvägsnätet. Detta innebär att grunden för analysen är annorlunda än analysen av vägsunderhåll där både vägnätets längd och trafikens omfattning avser större geografiska områden.

För varje bandel finns information om årliga kostnader, om trafikvolym och tekniska egenskaper etc. Informationen sträcker sig över 16 år, dvs. perioden 1999–2014 vilket innebär att antalet observationer ökat jämfört med SAMKOST 1. Därmed stärks möjligheten att få mer robusta resultat, dvs. att sätta ökad tilltro till att skattningarna inte störs av slumpvariationer.

Under den aktuella perioden har järnvägssektorn genomgått genomgripande förändringar. Konkurrensutsättning av underhållet påbörjades år 2002 och övergången från egen regi genomfördes stegvis under de därpå följande tolv åren. Under perioden har också definitionen av underhåll

¹² Avsnittet baseras på Odolinski & Nilsson (2016).

förändrats. Exempelvis klassificeras snöröjning nu som en underhållsaktivitet efter att tidigare ha definierats som drift. De resultat som redovisas här avser kostnader inklusive snöröjning.

Marginalkostnaderna beräknas genom att studera sambandet mellan kostnader och trafikvolym med hänsyn taget till infrastrukturens egenskaper och andra faktorer som kan förklara kostnadsvariationer. Bedömningen i SAMKOST 1 var att kostnadselasticiteten är 0,2; 10 procents ökning av trafiken ökar underhållskostnaderna med 2 procent. Med detta som grund beräknades marginalkostnaden till 0,01 SEK per bruttotonkilometer inklusive kostnader för snöröjning.

Alla typer av underhållsaktiviteter utförs inte varje år. Kostnaderna för att ta hand om en bandel kan därför fluktuera även om trafikmängd och infrastrukturens egenskaper inte förändras. Med hjälp av en *dynamisk* modell är det möjligt att hantera detta förhållande för att undersöka om det underhåll som genomförs under ett år påverkar kostnaderna för underhåll också påföljande år.

De skattningar som gjordes av den dynamiska modellen i SAMKOST 1 lämnade kvar ett antal frågetecken. Beslutet var därför att inte låta dessa resultat påverka bedömningen av hur stora marginalkostnaderna för järnvägstrafik är. De nya analyser som gjorts ger emellertid mer stabila resultat och ger därför underlag för de rekommendationer som kan ges. Tabell 2 redovisar både tidigare och nya resultat.

Tabell 2. Jämförelse av olika beräkningsresultat. Kronor per bruttotonkilometer.

| | Tidsperiod | AC | Kostnadselasticitet | MC |
|------------|------------|------|---------------------|------|
| SAMKOST 1 | 2007-2012 | 0,38 | 0,20*** | 0,01 |
| SAMKOST 2a | 1999-2014 | 0,31 | 0,17*** | 0,01 |
| SAMKOST 2b | 1999-2014 | 0,11 | 0,31** | 0,01 |
| SAMKOST 2c | 1999-2014 | 0,11 | 0,39** | 0,01 |

***, **, * Signifikant på 1-, 5- respektive 10-procents nivå.

De marginalkostnader som beräknas skiljer sig åt på tredje decimalen, och detta kan i och för sig ha konsekvenser för de avgifter som bör tas ut. I tabell 2 har emellertid resultaten avrundats till jämna ören för att på så sätt minska risken för att smärre förskjutningar av underliggande uppgifter, skattningsansatser etc. skapar en felaktig uppfattning om att resultaten förändras på ett nämnvärt sätt.

Som framgår av tabellen har tre mått på marginalkostnaden skattas inom ramen för SAMKOST 2; uppgifter för SAMKOST 2b och 2c härrör från de resultat som inkluderar effekter över tid. Den (underliggande) direkta marginalkostnaden är i denna modell 0,0094 SEK och anger vilka konsekvenser en trafikökning under ett år får för underhållskostnaderna samma år. Marginalkostnaden i jämvikt (SAMKOST 2c) är något högre (0,0120 SEK) och inkluderar effekten av den anpassning som krävs för att underhållet ska befinna sig i jämvikt efter en trafikökning under tidigare år. I studien har det inte varit möjligt att ange om anpassningen i underhållskostnader är (för) stor eller inte; om det exempelvis finns en eftersläpning i underhåll som skapar en onödigt stor anpassningseffekt. Det som till syvende och sist avgör den frågan är huruvida avvägningen mellan underhåll och reinvesteringar är samhällsekonomiskt optimal eller inte, där även kostnader i form förseningar finns med i beräkningen.

3.1.3. Bruttovikt eller vikt per axel?

Den normativa utgångspunkten för analysen är att trafiken bör betala för den nedbrytning och det slitage av järnvägsinfrastrukturen som förorsakas. Dagens spåravgift baseras på information om antalet bruttoton som belastar varje spårsträcka. Detta är samma mått som använts i den analys som redovisas i föregående avsnitt. Alla fordon har traditionellt betalat samma avgift oavsett fordonstyp

och axellast. Avgiften har därför varit lika stor för en vagn som, inklusive last, väger 40 ton och har två axlar och om vagnen har fyra axlar.¹³

Modeller baserade på ingenjörsmässiga samband pekar emellertid på att nedbrytningen kan påverkas av vikt per axel snarare än total vikt.¹⁴ I en studie som beställts av Trafikverket och som genomförts parallellt med SAMKOST 2 har sambandet mellan underhållskostnader och axellaster studerats (Odolinski 2016a). Frågan är hur kostnaden för järnvägsunderhåll påverkas när man också tar hänsyn till variationer i fordonens axellast. En ekonometrisk modell som i viktiga delar liknar de modeller som tillämpats i arbetet med SAMKOST 2 har skattats.

Enbart information för åren 2011–2014 har använts eftersom det saknas information om antalet vagnaxlar i varje tåg för tidigare år. Den nya analysen visar därför inte bara på betydelsen av varje tågs vikt utan också hur många axlar denna vikt fördelas på. Databasen innehåller också information om tåg som är olastade, och därmed har en lägre vikt i returriktningen.

Resultaten tyder på att sambandet mellan axelvikt och nedbrytningskostnad inte är linjärt. Medianen för elasticiteten med avseende på summan av tågens medelvikt per axel är 0,24, dvs. om genomsnittsvikten per axel ökar med en procent så ökar kostnaden för underhåll med 0,24 procent. Resultatet inkluderar dock även effekten av att fler tåg trafikerar en bana, vilket innebär att effekten av ökad axelvikt inte har kunnat isoleras helt i studien. I likhet med tidigare studier visar resultaten att om man i stället använder sambandet mellan bruttoton och kostnader så är elasticiteten cirka 0,18 (jfr. Odolinski och Nilsson 2016).

Huvudslutsatsen av studien är att det finns anledning att ta hänsyn till vikt per axel för uttag av denna del av banavgiften. Även om skattningarna ger indikationer på ett robust samband finns det skäl att följa upp analysen med uppgifter för ytterligare år. Med tillgång till specifik information om varje vagns axellast kan det vara möjligt att i en sådan analys också bedöma om det finns stora variationer mellan de olika godstågen med avseende på vagnssammansättning, vilket kan påverka resultaten.

3.1.4. Nedbrytning från olika typer av rullande materiel

På samma sätt som i SAMKOST 1 har försök gjorts för att identifiera skillnader i slitagekostnader mellan gods- och passagerartrafik. I de skattningar som gjorts har det inte varit möjligt att identifiera statistiskt säkerställda skillnader mellan dessa typer av trafik. Nedbrytning och slitagekostnad från gods- och ett resandetåg som (exempelvis) väger 600 ton är så liten att den inte går att se i data.

En tänkbar anledning till att det inte är möjligt att i materialet identifiera sådana skillnader är att avgränsningen mellan gods- och resandetåg kan vara alltför grov. Olika fordonstyper inom dessa kategorier kan ha stora skillnader i egenskaper som är viktiga för nedbrytningen av järnvägsinfrastrukturen. En mer detaljerad studie kring hur olika fordonstyper bidrar till underhållskostnader har därför utförts inom ramen för SAMKOST 2 (Smith et al 2016).

Analysen har genomförts i två steg. I ett första steg har nedbrytningsmodeller använts för att få mått på hur olika fordonstyper påverkar nedbrytning och slitage. Detta har i ett andra steg kopplats samman med analysen av kostnader.

Beräkningarna baseras enbart på data från år 2014, till skillnad från den sexton år långa tidsperioden som har använts i den ovan nämnda studien. Detta beror delvis på bristande tillgång till den typ av

¹³ Enligt Järnvägsnätsbeskrivningen för 2016 tillämpar Trafikverket en differentiering av spåravgiften med avseende på tågets högsta axellast och om det är ett tjänste-, gods- eller persontåg.

¹⁴ Inom vägsektorn hanteras motsvarande typ av samband med den så kallade fjärdepotensregeln. Se vidare avsnitt 3.2.1.

data som krävs för studien, delvis på att den ingenjörsmässiga delen av studien innebär tidskrävande simuleringar av hur mycket nedbrytning olika fordon har orsakat.

Närmare bestämt genomfördes simuleringar baserade på de fordon som trafikerade 143 bandelar under 2014, vilket omfattar ca 11 000 av de 14 100 spårkilometer som förvaltas av Trafikverket. Information om spårkvalité i form av uppmätt spårgeometri i början av 2014 utgör startpunkten för simuleringarna. Det innebär att analysen utgår från dagens trafik, spår och kvalitén på dessa spår.

Resultaten visar att det finns en betydande variation i hur stor nedbrytning som olika fordonstyper orsakar, vilket även resulterar i olika marginalkostnader för dessa fordon. Tabell 3 redovisar marginalkostnader för fordon som grupperats för att fokusera egenskaper som är viktiga för nedbrytning och slitage. Det bör noteras att resultaten till viss del påverkas av vilka delar av järnvägsnätet de olika fordonen trafikerade under 2014. Anledningen är det finns skillnader i bandelarnas egenskaper, vilket påverkar hur mycket nedbrytning trafiken orsakar. Vidare bör resultaten tolkas med försiktighet då differentieringen baseras på två av fyra nedbrytningsmekanismer. I skattningen fångar dessa två nedbrytningstyper (till stor del) trafikens kostnadselasticitet. Relationen mellan olika fordon i Tabell 3 hade emellertid kunnat se något annorlunda ut om studien isolerat kostnadselasticiteten för varje nedbrytningsmekanism, men få observationer i kombination med hög korrelation mellan nedbrytningstyper gjorde att detta inte var möjligt.

Tabell 3. Marginalkostnader för olika fordonstyper. Kronor per bruttotonkilometer.

| Fordon | V _{max} km/h | MC |
|----------------------------------------|-----------------------|-------|
| Motorvagn 4x21 t, hög tyngdpunkt** | 200 | 0,039 |
| Treaxlig boggi 4x30 t | 60 | 0,020 |
| Personvagn 4x14 t | 160 | 0,019 |
| Motorvagn med "Jakobsboggi" 3x16.5 t** | 160 | 0,018 |
| Godslok 6x20 t | 120 | 0,018 |
| Passagerarlok 4x19 t | 140 | 0,017 |
| Y25-boggi 4x22 t | 100 | 0,016 |
| Passagerarlok 4x19 t | 175 | 0,016 |
| Motorvagn 4x16 t** | 200 | 0,014 |
| Godsvagn 2x6.5 t | 100 | 0,013 |
| Godslok 6x30 t | 70 | 0,012 |
| Motorvagn 4x16 t* | 200 | 0,012 |
| Godslok 4x20 t | 120 | 0,012 |
| Motorvagn med "Jakobsboggi" 3x12.5 t* | 200 | 0,012 |
| Motorvagn 4x12 t* | 140 | 0,011 |
| Treaxlig boggi 4x6.5 t | 60 | 0,010 |
| Godsvagn 2x22 t | 100 | 0,010 |

* Flexibel hjulparsstyrning, ** Styv hjulparsstyrning

Resultaten i Tabell 3 visar att Motorvagn 4x21 t, med hög tyngdpunkt och styv hjulparsstyrning, har en dubbelt så hög marginalkostnad som det fordon med den näst högsta marginalkostnaden. För att ge en inblick i vad som styr resultaten kan vi använda tvåaxliga godsvagnar som exempel: en tom godsvagn (2x6.5 t, V_{max} 100 km/h) har en högre marginalkostnad än motsvarande lastad godsvagn (Godsvagn 2x22 t, V_{max} 100 km/h); 0,013 SEK jämfört med 0,010 SEK. Anledningen är att simuleringarna visar att den tomma godsvagnen orsakar ett så kallat abrasivt slitage (nötning av räl) per ton-km som är 1,8 gånger högre än motsvarande slitage från en lastad godsvagn. Den lastade

godsvagnens orsakar dock endast 1.2 gånger mer spårlägesnedbrytning per ton-km jämfört med en tom vagn, en nedbrytningsmekanism som i hög grad är beroende av fordonens totala vikt. Då skattningarna i studien visar att dessa två nedbrytningstyper har likvärdiga kostnadselasticiteter, avspeglar marginalkostnaderna fordonens relativa skillnader i respektive nedbrytningsmekanism. På så sätt får exempelvis ett fordon med ett relativt högt abrasivt slitage per ton-km en relativt hög marginalkostnad.

Den studie som genomförts baseras på en ansats som testats också i en tidigare studie; jfr. Smith et al (2014). Till följd av att det fortfarande finns oklarheter kring kalibrering och validering av modellerna är det inte möjligt att här ge rekommendationer för hur marginalkostnaden kan differentieras mellan olika typer av rullande materiel. Det är emellertid uppenbart att denna fråga kan ha stor praktisk betydelse och därför bör analyseras ytterligare.

3.1.5. Effekten av ackumulerat tonnage¹⁵

Ett spårs tekniska (och ekonomiska) livslängd beror till stor del på mängden ton som använder spåret. Nedbrytningen kommer därmed att öka med ökande (historiskt) ackumulerat tonnage, allt annat lika. Om två spår har samma årliga utnyttjande men det ena har varit inlagt 15 år längre än det andra, är det naturligt att det äldre spåret kräver mer underhåll för att upprätthålla en acceptabel funktionalitet. När spårets ålder mätt i antal år eller i mängden tonpassager blir tillräckligt hög är det inte ekonomisk försvarbart att fortsätta underhålla spåret. Det blir då aktuellt att genomföra en reinvestering.

För att kunna göra en bedömning av när höga kostnader för löpande underhåll bör motivera en reinvestering behövs kunskap om hur ett spårs ålder i termer av antal år ackumulerad användning påverkar den årliga underhållskostnaden. Sådan information kan till viss del hittas i studier som använder rälsålder för att fånga effekten av ackumulerat tonnage (och även övriga effekter på kostnader som korrelerar med rälsålder/tid). Rälens ålder är emellertid i bästa fall en indikator på spårets standard. Ett spår med många år på nacken kan ha ett relativt lågt ackumulerat tonnage jämfört med ett nytt spår om den årliga trafikeringen skiljer sig åt mellan dessa spår.

För det svenska järnvägsnätet saknas information om det exakta antalet ton som har trafikerat ett spår sedan det lades på plats. Det är dock möjligt göra en approximation med hjälp av den information som finns tillgänglig via Trafikverkets databaser och Statistisk årsbok för Sverige. Inom ramen för SAMKOST 2 har ett sådant arbete utförts, vilket möjliggjort en skattning av sambandet mellan underhållskostnader och ackumulerat tonnage. Enligt skattningen har det ackumulerat tonnage en kostnadselasticitet på 0.29 (utvärderad vid urvalets medianvärdet), samtidigt som motsvarande elasticitet för årligt tonnage är 0.17. Resultaten visar även att kostnadselasticiteten ökar med stigande nivåer av ackumulerat tonnage, dvs. sambandet är inte linjärt. Med andra ord ger resultaten en indikation på hur en proportionerlig ökning av det ackumulerade tonnage kan förväntas öka underhållskostnaderna proportionerligt, vilket kan bli användbart när avvägningen mellan underhåll och reinvesteringar ska studeras. I en sådan analys behövs även kunskap om hur ackumulerat tonnage påverkar tillkomsten av förseningar. På så sätt kan även användarnas kostnader ingå i en kalkyl som söker en optimal balans mellan underhålls- och reinvesteringsåtgärder.

3.2. Reinvesteringar

En nybyggd väg eller järnväg har hög standard. Efter hand som tiden går används vägen eller banan av bilar, lastbilar och tåg så att standarden gradvis försämras, trots det löpande underhåll som genomförs. Vid någon tidpunkt har kvalitén försämrats så mycket att en reinvesteringsåtgärd är påkallad. Därmed återgår standarden till den höga nivån, varefter processen upprepas.

¹⁵ Avsnittet baseras på Odolinski (2016b).

Förutom att kostnader för löpande underhåll kan påverkas av mängden trafik kommer också kostnaden för reinvesteringar att kunna variera med trafikens omfattning. Avsnitt 3.2.1 redovisar de nya insikter som framkommit under arbetet med SAMKOST 2 för att beräkna denna kostnad för reinvesteringar i vägar medan avsnitt 3.2.2 beskriver hur kostnader för reinvesteringar i järnvägar påverkas av trafikens omfattning.

3.2.1. Reinvesteringar i vägar

Den så kallade fjärdepotenshypotesen är av stor betydelse för att fastställa hur tidpunkten för reinvesteringar i vägar påverkas av trafik. Vi inleder därför beskrivningen med att uppdatera de överväganden i denna del som gjordes i SAMKOST 1 varefter den nya bedömningen av marginella reinvesteringarkostnader redovisas.

3.2.1.1. Slitage, nedbrytning och fjärdepotenshypotesen

Den kombinerande effekten av upprepade axellaster, nötning av dubbdäck samt väder och tidens är att vägarnas kvalitet försämras. Eftersom nedbrytningen samtidigt orsakas av dessa tre förhållanden är vägars nedbrytning många gånger svår att modellera och beräkna. Det krävs därför detaljerad information från många olika typer av vägar om hur trafik och klimat varierar för att avgöra hur nedbrytningen utvecklas över tid. Trafikverket, tidigare Vägverket, har under ett långt antal år sparat information av denna art. Även om dessa databaser tidigare inte använts för detta ändamål ger tillgången till sådan information det möjligt att fördjupa förståelsen av trafikens betydelse för vägnars nedbrytning.

Vägkonstruktioner i Sverige är relativt tunna jämfört med många länder i Västeuropa. Detta beror i huvudsak på lägre trafikmängd jämfört med folktätare länder. Spårutveckling från den tunga trafiken blir då ofta den form av nedbrytning som utlöser åtgärder. Därutöver innebär dubbdäcksanvändningen i Sverige att andelen persontrafik också kommer att vara av betydelse för när en underhållsåtgärd genomförs: Ju högre andel lätt trafik, desto mer betydelsefullt blir dubbdäckslitage.

Oavsett om det är den tunga eller den lätta trafiken som förklarar nedbrytningens förlopp innebär den underhållsåtgärd som genomförs att slitlagrets jämnhet återställs. Trafikverket har en särskild budget för så kallade underhållsbeläggningar, dvs. nya beläggningar på en längre, sammanhållen sträcka. Det är emellertid inte möjligt att av åtgärdens utformning bedöma om det är tung eller lätt trafik som utgjort den utlösande faktorn, utan denna dimension måste bedömas med hjälp av statistisk analys.

Sambandet mellan tung trafik och slitage i form av spårutveckling har en historia som går tillbaka till slutet av 1950-talet. I Illinois i USA genomförde AASHO (*American Association of State Highway Officials*) de försök som lade grunden för modern dimensionering av vägkonstruktioners uppbyggnad samt deras nedbrytning.

Försöken var mycket omfattande. Trots de begränsningar som försöken innebar etablerades den s.k. fjärdepotensprincipen som fortfarande är den tumregel som används för att beskriva sambandet mellan axellast och vägens nedbrytning. Trots att material och utrustning idag är väsentligt mer sofistikerat än i amerikanska mellanvästern i slutet av 1950-talet, tillämpas fortfarande detta samband för schablonmässiga beräkningar av vägnars nedbrytning.

Under arbetet med SAMKOST 1 genomfördes ett antal försök med VTIs *Heavy Vehicle Simulator*. Syftet var att studera hur tre vägkonstruktioner bryts ned av att belastas med fordonsaxlar med olika vikt. Försöken gav inte grund för att avvika från den etablerade fjärdepotenshypotesen. Till följd av att några av försöken misslyckades har dessa upprepats inom ramen för SAMKOST 2, och det finns nu en heltäckande rapport (Erlingsson 2016). Inga resultat som avviker från fjärdepotenshypotesen har framkommit. Däremot finns resultat från försöken som delvis framstår som svårklarade och som kan ge anledning att genomföra kompletterande tester för att förbättra förståelsen av hur vägar bryts ner av tung trafik.

3.2.1.2. Beräkning av marginalkostnader

Reinvestering i vägsektorn innebär att Trafikverket genomför en underhållsbeläggning, dvs. en ny beläggning inklusive åtgärder som vägmarkering etc. på en längre sammanhållen sträcka. Den marginalkostnad som ska beräknas utgörs av kostnaden för att tidigarelägga detta arbete när mängden trafik ökar. Tabell 4 redovisar resultatet av de beräkningar som gjorts.

Som framgår av tabellen har kostnaden för vägsitage i det närmaste halverats jämfört med SAMKOST 1. Både det nya och det gamla resultatet härrör från en uppsats av Nilsson et al (2016). I samband med slutförande av arbetet med uppsatsen inför publicering blev det uppenbart att beräkningarna i den första versionen baserats på observationer av ett antal vägsträckor som inte är representativa för vägnätet som helhet.

Analysen utnyttjar information från Trafikverkets PMS (*Pavement Management System*). Där registreras bland annat tidpunkten för en ny beläggning. Tack vare att man också sparat information om när beläggningen senast förnyades är det möjligt att se hur många år den gamla beläggningen hållit. PMS ger dock inte kunskaper om hur *vägnätet i allmänhet* ser ut. Skälet är att det i första hand är de vägar som är sämst som också ”behandlas”, dvs. som får en ny beläggning. De sämre vägarna förekommer mera ofta än genomsnittsvägen i databasen.

Tabell 4. Marginalkostnader för tunga och lätta fordon som använder olika typer av vägar. Kronor per ESAL¹⁶ - respektive privatbilskilometer.

| | ESAL | Personbil |
|---------------------------------|------|-----------|
| Europavägar | 0,24 | 0,02 |
| Riksvägar | 0,12 | 0,02 |
| Länsvägar | 0,36 | 0,03 |
| Nationellt genomsnitt SAMKOST 2 | 0,32 | 0,03 |
| Nationellt genomsnitt SAMKOST 1 | 0,71 | 0,05 |

I SAMKOST 1 beaktades inte detta förhållande. Följden blev att beräkningen av marginalkostnader inte tog i beaktade att vägnätet också består av vägar som av olika skäl *inte* behöver en ny beläggning lika ofta. Kostnaden proportionerades enbart ut på de vägsträckor som observerades i PMS i stället för att ta hänsyn till att somliga vägar ”överlevde” länge. Marginalkostnaden kom därmed att överskattas.

För att beräkna marginalkostnader som är representativa för vägnätet har uppgifter om ålder från PMS nu matchats med information från den Nationella Vägdata-basen (NVDB). Detta system omfattar hela det statliga vägnätet och består av över 477 000 vägsträckor med olika längd. Informationen i NVDB är alltså heltäckande och representativ för hela det statliga vägnätet. Det nya resultatet jämfört med SAMKOST 1 beror därför på ett förändrat matchningsförfarande.

Också kostnaden för slitage från en personbil är lägre än i SAMKOST 1, och förklaringen är samma som den som givits för tunga fordon. Som framgår av redovisningen från SAMKOST 1 är personbilsslitage att hänföra till användningen av dubbdäck.

¹⁶ ESAL (Equivalent Standard Axle Load) är ett internationellt vedertaget tillvägagångssätt att jämföra slitaget från lastbilar med olika vikt och antal axlar. Exempelvis ger en lastbil som väger ca 17 ton och har två axlar upphov till ett slitage motsvarande en ESAL.

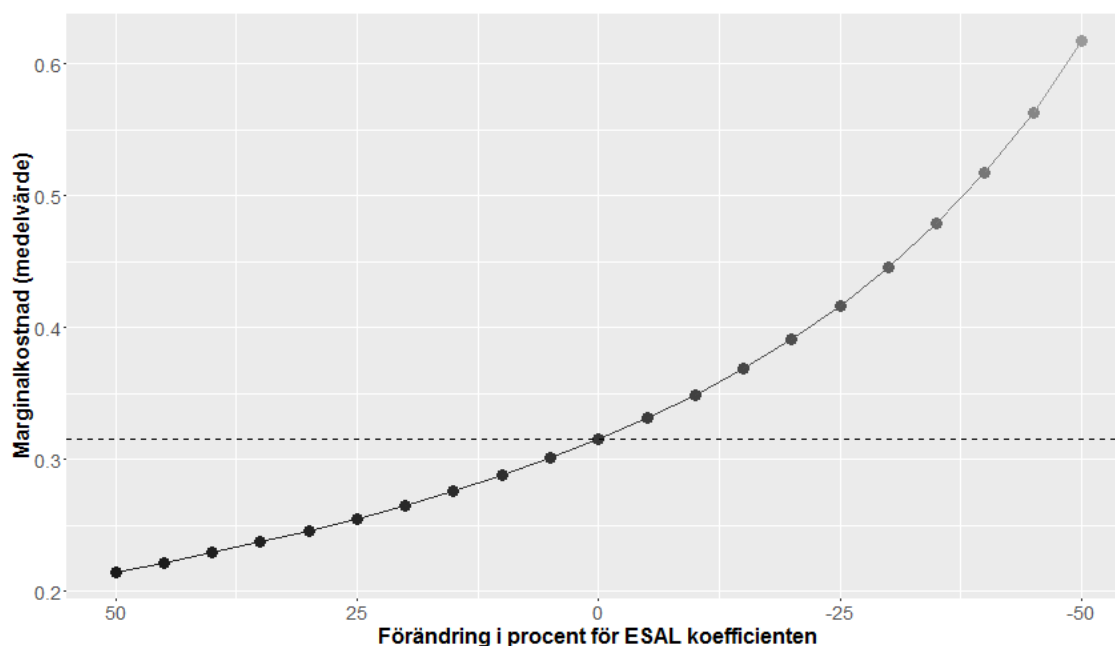
Tabell 4 innehåller också information om marginalkostnaden för att använda olika vägkategorier. Denna särredovisning illustrerar de möjligheter som, tack vare tillgång till ett mycket stort antal observationer (vägsträckor och -kategorier), gör det möjligt att uttala sig om kostnaderna för olika delar av helheten.

I detta specifika fall har möjligheten inte materialiserats i en fördjupad generell insikt. Vår förhandsbedömning var att Europavägar används av ett mycket stort antal fordon, och att marginalkostnaden därmed borde vara lägst för denna kategori vägar. Omvändningen av detta argument är att marginalkostnaden för länsvägar borde vara högre än för andra vägar. Den andra förhandsbedömningen stämmer men inte den första. Tabellen visar i stället att det är riksvägar som är minst kostsamma. Det saknas någon enkel och intuitiv förklaring till detta förhållande, och man måste därför skjuta på denna frågeställning till kommande analyser. Slutsatsen är att vi inte kan hitta några intuitivt lättförklarade skillnader i kostnadsnivåer mellan dessa typer av vägar.

Beräkningsresultaten från SAMKOST 1 baseras bland annat på information om kostnaden per kvadratmeter för att upphandla underhållsbeläggningar åren 2012 och 2013. Som en del av arbetet med SAMKOST 2 har kontrakt också för åren 2014 och 2015 samlats in. Analysen pekar på att kvadratmeterkostnaden nu är lägre än tidigare. Samtidigt noteras ett pris på bitumen som halverats under perioden, och det är osäkert om detta är en långsiktigt hållbar kostnadsnivå. Av dessa skäl har det ursprungliga kvadratmeterpriset inte förändrats.

De resultat som redovisas i tabell 4 baseras, förutom priset per kvadratmeter beläggning och beläggningarnas genomsnittliga livslängd, också på information om antal fordon på varje vägvägnitt. Sådan information finns både om antalet lätta och tunga fordon. Marginalkostnadsberäkningarna förutsätter dessutom ett antagande om hur mycket varje tungt fordon väger. För beräkningarna antas att tunga fordon som använder Europavägar har en genomsnittlig vikt om 1,1 ESAL, riksvägar 1 ESAL och länsvägar 0,8 ESAL. Utan att i detalj klargöra innebörden av denna information är antagandet att de bättre vägarna systematiskt används av fordon som i genomsnitt väger mer.

Kunskapsunderlaget för att göra dessa antaganden är svagt. Det innebär att beräkningsresultaten påverkas om informationen om fordonens vikt skulle förbättras. Så skulle exempelvis kunna bli fallet om en vägslitageskatt, som i en eller annan form mäter fordonsvikt, införs. Figur 1 illustrerar innebörden av denna osäkerhet. Där framgår exempelvis att om de ESAL-värden som ansatts i själva verket i själva verket är 10 procent lägre eller högre så skulle marginalkostnaden bli 35 respektive 29 öre i stället för genomsnittsvärdet 32 öre.



Figur 1. Illustration av hur den genomsnittliga marginalkostnaden (32 öre per fordonskilometer) skulle förändras om det genomsnittliga slitagevärdet i realiteten skulle vara (upp till) 50 procent högre eller lägre.

3.2.2. Reinvesteringar i järnvägar¹⁷

De underliggande principer som styr beräkningen av marginalkostnader i järnvägssektorn sammanfaller med motsvarande principer för vägsektorn: Förändringar av antalet tåg kommer att kunna påverka den optimala tidpunkten för en framtida reinvestering. I järnvägssektorn innebär reinvestering i första hand att spåren, men normalt att även viss annan utrustning i banan byts ut.

Medan det i vägsektorn finns observationer av upp emot 400 000 vägdelar att tillgå så är den minsta observationsenheten i järnvägssektorn bandel. Det finns runt 250 bandelar, men heltäckande information om endast 197 av dessa. Den stora skillnaden i antalet observationer innebär att det inte är möjligt att på samma sätt som i vägsektorn basera beräkningarna på ett stort antal tvärsnittsobservationer för att skatta den aktuella marginalkostnaden.

Medan tidigare analyser baserats på information för perioden 1999–2012 finns nu observationer för ytterligare två år. Tack vare att det också finns ny information om egenskaper hos de bandelar som är stationer, normalt stationsområden med åtminstone tre anslutande linjer, har ett tjugotal observationer tillkommit. Sammanlagt har därför antalet observationer – antal år multiplicerat med antal bandelar som det finns information om – ökat med nästan 20 procent. Dessutom har vi fått tillgång till information om också övriga reinvesteringarkostnader, dvs. kostnadsuppgiften avser, förutom kostnaden för spårbyte, kostnaden för kompletterande signal-, tele-, och elanläggningar. Denna information saknades i tidigare beräkningar.

3.2.2.1. Metod

Analysen av reinvesteringar i järnvägssektorn genomförs i två steg. Det första steget innebär en bedömning av hur sannolikt det är att man kommer att genomföra en underhållsåtgärd. Det är rimligt att tänka sig att ju längre en bandel är (ju fler kilometer), desto mer troligt är det – allt annat lika – att ett spårbyte kommer till stånd. Skälet är helt enkelt att det är mer sannolikt att en lång bana behöver

¹⁷ Baserat på Yarmukhamedov et al (2016).

byta (en del av) spåret än en kort. Av naturliga skäl är det också troligt att sannolikheten för spårbyte ökar med åldern på räler eller växlar, osv. Av särskilt intresse för vår analys är effekten av trafik: Vi tror att mer trafik – allt annat lika – gör det mer sannolikt att ett spårbyte kommer till stånd.

I analysens andra steg studeras enbart de delar av järnvägsnätet där ett spårbyte genomförts. Frågan är hur kostnaden för spårbyte beror av de olika förklaringsvariablerna. Återigen är intresset huvudsakligen inriktat på effekten av trafik på kostnaden. Förväntan är att kostnaden blir högre ju mer trafik (bruttoton) som går (eller gått) på det spår som byts. En alternativ förklaring till denna hypotes är att det kostar mer att genomföra ett spårbyte på den bandel där trafiken är hög därför att detta också signalerar en hög trafik i framtiden. Ju större den förväntade trafiken är, desto mer robust spår läggs och desto högre blir kostnaden.

3.2.2.2. Resultat

Som framgår av tabell 5 resulterar de nya skattningarna en högre elasticitet och i en nästan fyra gånger så hög marginalkostnad som tidigare. Elasticiteten var 0.43 i SAMKOST 1 medan de nya skattningarna innebär att elasticiteten är 0.52. Resultatet innebär att en ökning av trafiken med 10 procent skulle resultera i en tidigareläggning av reinvesteringen och en ökning av kostnaden med 5.2 procent.

Den högre marginalkostnaden beror också på att vare sig SAMKOST 1 eller Andersson et al (2012) hade information om kostnader för de förbättringar som görs av exempelvis signal- och elanläggningar parallellt med ett spårbyte. Detta innebär att den tidigare genomsnitts- och därmed också marginalkostnaden var kraftigt underskattad.

Tabell 5. Marginalkostnad för reinvesteringar i järnvägar från två skattningar, kronor per bruttotonkm. Genomsnittskostnad inom parentes avser genomsnittskostnad för enbart spårbyte.

| | Genomsnittlig reinvesteringarkostnad, milj kr | Elasticitet | Marginalkostnad, |
|----------------------|-----------------------------------------------|-------------|------------------|
| SAMKOST 1: 1999-2012 | 3.3 | 0.43*** | 0.009 |
| SAMKOST 2: 1999-2014 | 7.5 (3.7) | 0.53*** | 0.034 |

*** Signifikant på 1-procents nivå.

Resultaten av beräkningarna har känslighetstestats för att undersöka hur nya förklaringsvariabler kan påverka utfallet. En slutsats är att det finns skäl att använda information om antalet rapporterade fel i systemet och ackumulerad bruttoton i framtida analyser av marginalkostnader för reinvesteringar, dvs. dessa tillgången till information om dessa förhållanden förbättrar förklaringsgraden av beslutet om och storleken på reinvesteringar. Underlagsmaterialet för dessa nya variabler är däremot ännu inte tillräckligt stabilt på grund av kortare observationsperiod och färre bandelar, därför avstår vi från att rekommendera användning av dessa resultat än.

3.3. Kostnader för vägslitage; jämförelse med andra källor

Tabell 6 återger de kostnader för vägslitage som redovisats i detta kapitel i förhållande till resultatet i Trafikanalys (2016). Denna typ av marginalkostnader diskuteras i allmänna termer i RICARDO-AEA (2014) men inga förslag till värden anges och det är därmed inte heller möjligt att göra någon direkt jämförelse av resultaten.

En stor förändring jämfört med SAMKOST 1 framgår inte av tabell 6. Som framgår av framställningen i avsnitt 3.2.1 har den beräknade marginalkostnaden för ett fordon som väger 1 ESAL minskat från 63 till 32 öre. Detta utgör utgångspunkten för beräkningen av slitagekostnad för tunga fordon med olika vikt per axel.

I SAMKOST 1 redovisades också ett räkneexempel för att lyfta fram implikationerna av det genomsnittliga värdet för fordon med olika vikt- och axelkombinationer. Parallellt med genomförandet av SAMKOST 2 har resultaten av SAMKOST 1 kommit att ligga till grund för arbetet med ett förslag till en skatt för vägslitage. Därmed har också genomförandet av beräkningarna kommit att förändras. Exempelvis används den differentiering av vikt per axel som framgår av tabell 7 i stället för att vikten som tidigare fördelas med lika stor vikt på samtliga axlar. Detta innebär, allt annat lika, att kostnaden för slitage ökar. Också i andra delar har mera preciserade beräkningar genomförts.

Tabell 6. Marginalkostnader för vägtrafikens slitagekostnader. Prisnivå 2015. Kronor per fordonskilometer.

| | Personbil | Lätt lb 2 axlar, 14 ton | Tung lb utan släp, 3 axlar, 26 ton | Tung lb m släp, 7 axlar 62 ton |
|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| SAMKOST 2 | 0,04 | 0,25 | 0,63 | 1,69 |
| Därav underhåll | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Därav reinvesteringar | 0,03 | 0,23 | 0,61 | 1,67 |
| Trafikanalys (2016) | 0,06 | 0,06 | 0,50 | 1,08 |
| RICARDO-AEA | uppgift saknas | | | |

Sammanfattningsvis innebär detta att det som framstår som en skillnad mellan resultaten i själva verket går tillbaka till en mera detaljerad analys i SAMKOST 2. Detta innebär att Trafikanalys i sina beräkningar för år 2016 kan komma att revidera sina resultat.

Tabell 7. Antagande om procentuell fördelning av vikt på olika axlar.

| Antal axlar | Framaxel | Axel nr | | | |
|-------------|----------|---------|------|------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 0,36 | 0,64 | | | |
| 3 | 0,26 | 0,37 | 0,37 | | |
| 4 | 0,25 | 0,27 | 0,27 | 0,21 | |
| 5 | 0,19 | 0,19 | 0,24 | 0,19 | 0,19 |

Analysen baseras på information om statlig infrastruktur. Men inte bara staten i form av Trafikverket utan också landets kommuner har ansvar för ett omfattande vägnät. I ett tidigt skede av arbetet med SAMKOST 2 undersöktes därför möjligheten att analysera kostnaderna för kommunalt vägunderhåll med likartade metoder som för det statliga vägnätet. Resonemang har förts med representanter för Sveriges Kommuner och Landsting samt med utpekade personer i några kommuner. Det har visat sig att det inte är möjligt att genomföra sådana analyser. Skälet är att kommunerna tycks sakna system för att samla information om när underhållsbeläggningar genomförs eller om egenskaper hos de vägar som förbättras.

Samtalen har emellertid pekat på två förhållanden av betydelse för en jämförelse mellan statliga och kommunala vägar. Det första är att de största kommunala vägarna i princip byggs och används på samma sätt som de statliga vägarna. Kommunala vägar med motsvarande trafikmängd som den

anslutande riksvägen utformas t.ex. på ett likartat sätt. Detta talar för att kostnaderna för att använda denna del av det kommunala vägnätet och statsvägarna är skiljer sig i begränsad mån.

Huvuddelen av det kommunala vägnätet utgörs emellertid av lokalgator och anslutningar till städernas olika fastigheter. Detta är vägar som utnyttjas av tung trafik endast i begränsad omfattning. I de fall lastbilar ändå använder gatorna är hastigheten låg vilket minskar de dynamiska påkänningarna. Enligt uppgift drivs nedbrytningen av sådana vägar i stor utsträckning av tidens tand i kombination med olika till- och ombyggnader av och i fastighetsbeståndet. Detta innebär att trafikens effekter i denna del är begränsad.

Sammantaget innebär detta att det saknas djupare och kvantitativt baserad information om de slitagekostnader lätt och tung trafik förorsakar i det kommunala vägnätet. Den beskrivning som gjorts innebär emellertid att man som första approximation kan anta att det inte finns någon skillnad i marginalkostnaden för slitage av jämförbara kommunala och statliga vägar. Marginalkostnaden för att trafikera det lågtrafikerade delen av kommunernas vägnät är inte känd men kan antas vara begränsad.

3.4. Kostnader för järnvägsslitage; jämförelse med andra källor

Tabell 8 innehåller samma typ av jämförelse avseende slitage på järnväg som gjordes i tabell 6 för vägtrafik. Som tidigare beskrivits är huvudförklaringen till det nya, högre värdet att analysen av kostnaden för reinvesteringar nu omfattar också åtgärder utöver själva spårbytet, exempelvis för förnyelse av elförsörjning och signalutrustning som görs samtidigt som spåret rustas upp.

Tabell 8. Marginalkostnader för järnvägsslitage. Kronor per bruttotonkm. Prisnivå 2015.

| SAMKOST 2 | |
|---------------------|------|
| Underhåll | 0,01 |
| Reinvestering | 0,03 |
| Trafikanalys (2016) | |
| Underhåll | 0,01 |
| Reinvestering | 0,01 |

RICARDO-AEA (2014) ger inga rekommendationer avseende värdet av marginalkostnaden för underhåll. I stället diskuteras de elasticiteter som – tillsammans med genomsnittskostnaden – resulterar i ett mått på marginalkostnaden. En fördel med elasticiteten är att den är dimensionslös, dvs. anger kvoten mellan två olika procentuella förändringar, och att jämförelser mellan länder underlättas på detta sätt. Resultaten från olika studier pekar också på att elasticiteten kan variera beroende på om det bedrivs ”mycket” eller ”lite” trafik på banorna.

Tabell 9 anger definitionen av dessa mått. De elasticiteter som redovisas härrör från så kallade statiska modeller vilket är samma typ av modeller som använts i SAMKOST 1 och SAMKOST 2a i tabell 2. Rekommendationerna är i linje med de resultat som framkommit när motsvarande modell använts inom SAMKOST 2 samtidigt som analysen i SAMKOST 2 tagit diskussionen ett steg ytterligare genom att också ta hänsyn till de dynamiska aspekterna, dvs. hur trafik (ton) ”idag” kan få konsekvenser inte bara för underhåll ”i dag” utan också för kostnaderna för underhåll ”i morgon”.

Tabell 9. Rekommenderade elasticiteter i RICARDO-AEA (2014).

| Trafiktäthet, tonkm per år | Låg <3 milj tonkm | Medium <10 milj tonkm | Hög >10 milj tonkm |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Elasticitet; procentuell förändring av underhålls-kostnader/procentuell förändring av trafikens omfattning | 0.2 | 0.3 | 0.4 |

4. Olyckor

4.1. Trafikolyckor på statliga vägar

4.1.1. Principer

Förekomsten av en extern marginalkostnad för trafikolyckor baseras på antagandet att en förare av ett fordon inte beaktar de risker hen utsätter andra för i trafiken. Förarens förväntade olyckskostnad för att köra ytterligare en kilometer kommer därför att vara lägre än samhällets kostnad, vilket ger incitament att köra mer än vad som är samhällsekonomiskt optimalt.

En person som överväger att ta bilen från A till B kommer att bedöma risken för själv bli inblandad i en kollision utifrån antalet bilister som redan trafikerar den aktuella vägen. Riskbedömningen påverkar sedan beslutet om att företa resan; den förväntade olyckskostnaden för personen själv är därför internaliserad i beslutet. Däremot har personen ingen anledning att fråga sig hur den egna resan påverkar risken för att andra trafikanter råkar ut för en olycka; denna kostnadsökning är därför extern. Genom att studera vilken riskökning en marginell trafikökning ger upphov till och kombinera det med information om kostnaden för olika skador kan den externa olyckskostnaden beräknas.

Tidigare forskning har visat att det är viktigt att i analysen separera flöden av personbilar och lastbilar. Då dessa flöden hanterats separat i analysen, bland annat i SAMKOST 1, tyder resultaten på att olycksrisken är konstant eller ökande då flödet av personbilar ökar medan mängden tunga fordon är oförändrat. Däremot verkar ökade flöden av lastbilar *minska* risken för trafikolyckor. I SAMKOST 2 skattas nya samband av denna typ samband utifrån aktuella svenska data.

Kostnader för en olycka kan delas upp i direkta och indirekta kostnader. Direkta kostnader avser t.ex. sjukvård, rehabilitering och skador på egendom. Indirekta kostnader avser t.ex. den produktion som samhället förlorar när en person dör eller skadas i en olycka.

För beräkningen av den externa marginalkostnaden för trafikolyckor behövs, slutligen, en uppskattning av hur kostnaderna för olyckan fördelar sig mellan dem som är inblandade. Detta är särskilt väsentligt vid olyckor mellan olika kategorier av trafikanter. Skälet är att en stor del av kostnaden för olyckan faller på oskyddade trafikanter när kollisionen sker med ett vägfordon. Exempelvis beräknas 99 procent av olyckskostnaderna falla på oskyddade trafikanter som är inblandade i en olycka med en personbil. En personbil bär 88 procent av kostnaden vid en kollision med ett tyngre fordon.

Sammanfattningsvis behövs följande information för att estimeras externa marginalkostnader för trafikolyckor:

1. sambandet mellan trafikflöden och trafikolyckor
2. relevanta kostnadskomponenter i en trafikolycka
3. värdering av dessa komponenter
4. fördelning av kostnader mellan de inblandade trafikanterna.

4.2. Metod

Som en del av arbetet i SAMKOST 2 har sambandet mellan trafikflöde och trafikolyckor skattats genom att kombinera Trafikverkets information om det statliga vägnätet i den nationella vägdatabasen (NVDB) med information om trafikolyckor från Transportstyrelsens databas Strada (Swedish Traffic Accident Data Acquisition). NVDB innehåller bl.a. information om trafikflöden (årsdygnsmedeltrafik, ÅDT) och vägegenskaper som t.ex. hastighetsgräns och vägtyp. En del av Strada baseras på information från polisen och innehåller bl.a. uppgifter om antal döda, svårt skadade och lindrigt

skadade i resp. olycka. Dessutom innehåller Strada en del uppgifter om de inblandade fordonen, t.ex. totalvikt, och förare samt passagerare.

Värderingar av skador har hämtats från ASEK 5.1 där värdet av ett statistiskt liv sätts till ca 23,7 Mkr, en svårt skadad värderas till ca 4,4 Mkr, och en lindrigt skadad till ca 0,2 Mkr. Dessa värden inkluderar både materiella kostnader och riskvärdering, dvs. betalningsviljan för att undvika ett dödsfall, en svårt skadad respektive en lindrigt skadad. I ASEK 5.1 rekommenderas för övrigt att egendomsskador i samband med trafikolyckor värderas till 15 000 kr (Trafikverket, 2014, kapitel 9).¹⁸

4.2.1. Resultat¹⁹

De analyser som gjorts i SAMKOST 2 visar att lätta fordons externa marginalkostnad för trafikolyckor på det statliga vägnätet är låg, nära noll kr per fordonskilometer. Ett stort antal modeller har skattats vilka i huvudsak ger snarlika resultat. Resultaten är också jämförbara med det som presenterades i SAMKOST 1. Där skattades den externa marginalkostnaden för lätta fordon till ca 1 öre per fordonskilometer. Skattningen baserades på en annan modellspecifikation men resultatet blev trots det snarlikt SAMKOST 2, åtminstone faller det inom bedömningen ”nära noll”.

För tunga fordon är resultaten inte lika robusta och det går därför inte att dra några entydiga slutsatser. Beroende på modellspecifikation varierar den uppskattade externa marginalkostnaden för tunga fordons trafikolyckor i det statliga vägnätet. En bedömning från några av de centrala modellerna är att den externa marginalkostnaden för tunga fordon är ca 25 öre per kilometer. Resultaten från de modeller som beaktar viss icke-observerad heterogenitet indikerar att den externa marginalkostnaden för tunga fordon kan vara något lägre, ca 21 öre. Men vi har även sett att den externa marginalkostnaden för tunga fordon kan vara avsevärt lägre vilket även resultaten i Winslott-Hiselius (2004) tyder på. Uppskattningen i SAMKOST 1 var också låg, 0,47 öre per fordonskilometer. Sammantaget innebär den stora spridningen i uppskattningarna att resultaten bör tolkas med försiktighet.

4.3. Olyckor i järnvägssystemet

4.3.1. Plankorsningsolyckor

I SAMKOST 1 gjordes en bedömning av hur den förväntade kostnaden för kollisioner mellan väg- och järnvägsfordon vid plankorsningar förändras när antalet tåg ökar. I SAMKOST 2 har dessa skattningar uppdaterats efter en ytterligare genomgång av datamaterialet som medfört att antalet observationer ökat något. I SAMKOST 1 redovisades marginalkostnaderna både för vägtyp och för väghållare som approximativ variabel till antal vägtrafikfordon. Båda variablerna ger viss information om mängden trafik och det finns för- och nackdelar med dem båda. Eftersom Trafikverket, i deras arbete med att utveckla samhällsekonomiska beslutsunderlag i ASEK, har valt att använda variabeln vägtyp som approximation för trafikmängd, redovisas marginalkostnaderna i SAMKOST 2 endast med den indelningen. I SAMKOST 2 har också en separat modell skattats för olyckor mellan tåg och oskyddade trafikanter (fotgängare/cyklister). Endast olyckor som inträffar i plankorsningar eller gångfällor ingår, alltså inte olyckor vid obehörigt spårinträdande och liknande.

Den centrala frågan för marginalkostadsberäkningar för plankorsningsolyckor är hur den förväntade olyckskostnaden förändras när antalet tåg förändras. I princip rör det sig om att betrakta sambandet

¹⁸ Det har kommit en uppdaterad version av ASEK rapporten (ASEK 6.0) under våren 2016. Men för att kunna jämföra resultaten här mot andra resultat för marginalkostnader i projektet SAMKOST så refererar vi här till ASEK 5.1. En rad studier har nyligen genomförts i vilka de värderingar som ligger till grund för olyckskostnader uppdateras. Baserat på dessa kan det förväntas att officiella kalkylvärden kan komma att justeras. Se Olofsson m.fl. (2016), Olofsson m.fl. (2016a), Olofsson m.fl. (2016b), Olofsson m.fl. (2016c), Olofsson m.fl. (2016d).

¹⁹ Avsnittet baseras på Isacsson & Liss (2016).

mellan antal olyckor och antalet tåg som passerar plankorsningen. Dessutom behöver man ta hänsyn till hur många vägfordon respektive oskyddade trafikanter som passerar. Idealt skulle man ha exakta uppgifter även om det.

Det kan framstå som anmärkningsvärt att koppla en kostnad för olycksrisk till den som framför ett tåg eftersom plankorsningsolyckor vanligtvis beror på att föraren av vägfordonet eller den oskyddade trafikanten agerat felaktigt. Lokföraren har förmodligen inte har gjort något fel och har dessutom liten möjlighet att agera i samband med själva olyckan; när ett fordon eller en oskyddad trafikant befinner sig framför ett tåg är det princip omöjligt för lokföraren att göra något åt saken.

Motivet till att ändå lägga en kostnad på tågoperatören hämtas bland annat från den rättsvetenskapliga litteratur som analyserar hur ansvar och kostnader bör fördelas mellan inblandade parter för att minimera risken för en olycka till så låg kostnad som möjligt. Motivet till att tågoperatören ska bära en kostnad för olycksrisken är att dennes beslut att över huvud taget köra tåg på en sträcka är en förutsättning för att en olycka ska kunna inträffa. Operatören kan därför påverka risken genom att besluta hur många gånger varje plankorsning/gångfälla passeras.

Den som framför vägfordonet står inför motsvarande val mellan att köra eller inte köra. Detta är skälet till att låta båda parter bära de fulla konsekvenserna av sitt agerande och därigenom säkerställa ett optimalt agerande. Banavgifter för olycksrisker kopplade till den förväntade olyckskostnaden är ett tillvägagångssätt för att implementera denna risk för operatören. På motsvarande sätt finns samma olyckor representerade som en del av vägtrafikens kostnader.

4.3.2. Resultat²⁰

Dataunderlaget för den modell som avser olyckor mellan tåg och vägfordon består av 79 709 observationer hämtade från perioden 2000–2012, där varje observation motsvarar en viss plankorsning ett visst år. Modellen för olyckor med oskyddade trafikanter baseras på data från åren 2010–2012, totalt 17 913 observationer. Uppgifter om olyckor och tågpassager kommer från Trafikverket. Mängden vägfordon som passerar korsningen approximeras med vägtyp. Antalet passager av oskyddade trafikanter approximeras med det antal personer som bor inom 2 km från korsningen.²¹

Utgångspunkten för marginalkostnadsberäkningarna är som nämnts ovan ett samband mellan antal tåg som passerar en plankorsning och antalet olyckor. Ur detta samband kan en förväntad olyckskostnad per tågpassage härledas. I Vill man ha en exakt koppling mellan användande och kostnad är det nödvändigt att känna till vilka plankorsningar ett specifikt tåg passerar på en viss sträcka, t.ex. en plankorsning med halvbom och en helt oskyddad korsning. Ett mindre exakt alternativ är att använda den, utifrån antal tågpassager, viktade genomsnittliga marginalkostnaden över alla typer av plankorsningar, vilken är SEK 1,50 per tågpassage (för motorfordon). Motsvarande skattning i SAMKOST 1 var 1,46. Även denna prissättningsstrategi baseras på kunskap om antalet passerade plankorsningar. I det fall en mer schablonmässig prissättning är aktuell kan kostnaden per tågakilometer beräknas. Omräknat till kostnad per tågakilometer blir kostnaden SEK 0,92 (i SAMKOST 1=0,90). Att differentiera kilometerkostnaden på vägtyp och skyddsanordning är inte meningsfullt eftersom det knappast är aktuellt att prissätta på det sättet.

Tabell 10 redovisas den viktade genomsnittliga marginalkostnaden per tågpassage för varje kombination av vägtyp och skyddsanordning där korsningar med många passager väger tyngre än korsningar med få passager. Då marginaleffekten avtar med antalet tågpassager innebär detta att det blir större skillnader mellan korsningarna då man viktat utifrån antalet tågpassager än när man tar ett

²⁰ Resultaten baseras på Jonsson & Björklund (2016).

²¹ Uppgifter från SCB.

oviktat genomsnitt över korsningarna. Skillnaden mellan korsningstyper speglar både skillnader i skyddsanordning, vägtyp och tågtrafikering mellan olika korsningar. Det framgår att uppskattningarna avviker mycket lite från värdena i SAMKOST 1.

Vill man ha en exakt koppling mellan användande och kostnad är det nödvändigt att känna till vilka plankorsningar ett specifikt tåg passerar på en viss sträcka, t.ex. en plankorsning med halvbom och en helt oskyddad korsning. Ett mindre exakt alternativ är att använda den, utifrån antal tågpassager, viktade genomsnittliga marginalkostnaden över alla typer av plankorsningar, vilken är SEK 1,50 per tågpassage (för motorfordon). Motsvarande skattning i SAMKOST 1 var 1,46. Även denna prissättningsstrategi baseras på kunskap om antalet passerade plankorsningar. I det fall en mer schablonmässig prissättning är aktuell kan kostnaden per tågakilometer beräknas. Omräknat till kostnad per tågakilometer²² blir kostnaden SEK 0,92 (i SAMKOST 1=0,90). Att differentiera kilometerkostnaden på vägtyp och skyddsanordning är inte meningsfullt eftersom det knappast är aktuellt att prissätta på det sättet.

Tabell 10. Olyckor med vägfordon. Viktad genomsnittlig marginalkostnad per tågpassage för olika kombinationer av vägtyp och skyddsanordning (SEK). Motsvarande värden från SAMKOST 1 inom parentes.

| | Helbom | Halvbom | Ljus/ljud | Oskyddad |
|----------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| Riks-/länsväg | 1,11 (0,98) | 1,58 (1,54) | 17,65 (18,92) | - |
| Gata/övrig väg | 0,47 (0,40) | 0,62 (0,59) | 4,22 (4,71) | 3,85 (4,40) |
| Ägoväg | 0,06 (0,04) | 0,07 (0,06) | 0,42 (0,44) | 0,63 (0,60) |

Marginalkostnaden för olyckor med oskyddade trafikanter uppskattas till 5,02 kr per tågpassage eller 3,32 kr per tågakilometer. Dessa siffror inkluderar olyckor som konstaterats som självmord. En modell som skattats utan dessa olyckor ger motsvarande värden 0,73 kr per tågpassage och 0,49 kr per tågakilometer.

I SAMKOST 1 gjordes beräkningar för ”andra olyckor längs med spåret”. Marginalkostnaden för sådana olyckor skattades till 0,80–0,99 kr per tågakilometer. Eftersom detta omfattar olyckor på andra platser än plankorsningar är resultatet inte direkt jämförbart med de beräkningar för oskyddade trafikanter som gjorts i SAMKOST 2. Dessutom är det inte känt om självmord ingår i den statistik som beräkningarna i SAMKOST 1 baseras på. Vidare baseras beräkningarna i SAMKOST 1 på aggregerade uppgifter, medan SAMKOST 2 analys sker ”bottom-up”, där varje plankorsning utgör en enskild observation. Marginalkostnaderna beräknas genom att vikta ihop resultat från olika plankorsningar där plankorsningar med relativt hög trafik tillmäts en större vikt. Det är dock klart att

²² Omräkningen sker genom att multiplicera MC/passager med antal plankorsningar/antal km järnväg. Det naturligaste skulle vara att istället använda antal passager/antal tågakm som omräkningsfaktor. Hur denna kvot ser ut för järnvägsnätet som helhet kan dock inte beräknas utifrån befintligt underlag; datamaterialet som används för att skatta olycksriskerna omfattar inte alla existerande plankorsningar. Under vissa förutsättningar kommer dock antal plankorsningar/antal km järnväg att vara identiskt med antal passager/antal tågakm, t.ex. om alla tåg trafikerar hela den del av järnvägen som avses. Detta bör kunna vara fallet på bandelnivå. Även om det är oklart om samma förhållande kan antas för järnvägsnätet som helhet används antal plankorsningar/antal km järnväg som approximation.

analyserna i SAMKOST 2 indikerar att den riskökning som varje extra tågpassage medför är större än de som antogs i SAMKOST 1.²³

²³ Beräkningarna i SAMKOST 1 baserades på elasticiteter i spannet 0,29–0,36. Baserad på analyserna i SAMKOST 2 erhålls följande: Med självmord är marginaleffekten, den förväntade ökningen av antal olyckor till följd av en ytterligare passage, $1,44 \times 10^{-7}$. Antalet olyckor över den period som analyseras är 32 och antalet passager över samma period 129 530 205. Detta ger elasticiteten $1,44 \times 10^{-7} \times 129\,530\,205/32 = 0,58$. Utan självmord är marginaleffekten $1,04 \times 10^{-7}$. Antalet olyckor exkl. självmord är 13; antalet passager är 129 530 205 precis som ovan. Detta ger elasticiteten $1,04 \times 10^{-7} \times 129\,530\,205/13 = 1,04$.

5. Marginalkostnader för luftföroreningar

Huvudintresset i SAMKOST1 var *lokal* hälsopåverkan av direktemitterade ämnen (förbränningspartiklar och NO_x) även om beräkningar också genomfördes för det bidrag som NO_x ger till sekundära partiklar med regional spridning. De analyser som genomfördes fokuserade på samhällets kostnader för vägtrafikens luftföroreningar. Några specifika beräkningar av kostnaderna utsläpp av luftföroreningar från sjö- och luftfart gjordes inte. Inom ramen för SAMKOST 2 riktas huvudintresset mot *regionala* effekter i form av emissioner av ämnen som, i kombination med andra ämnen, bildar nya föreningar som kan påverka människors hälsa och ekosystem. Bland annat har en kartläggning genomförts för att se vilka effekter som är viktiga och vilka som är möjliga att ta med i marginalkostnadsberäkningar.

Betydelsen av lokala respektive regionala effekter är olika stor beroende på var emissionerna sker. Detta skapar i sig en skillnad mellan vägtrafik som sker på land och relativt nära människor (lokal påverkan relativt viktig) medan sjöfart – med undantag för utsläpp i hamn – bedrivs på längre avstånd från människor och växtlighet (regional påverkan viktigast). Detta innebär att kostnaden för emissioner är situationsberoende och de marginalkostnadsuppskattningar som tagits fram kan främst tillämpas under förutsättningar som liknar de som användes vid beräkningarna. Däremot kan det vara möjligt att överföra mer allmänna lärdomar mellan olika transportslag och olika situationer.

De regionala kostnaderna för utsläpp beräknas med hjälp av den modell som kallas *Impact Pathway Approach* (IPA) och kapitlet inleds med en beskrivning av några av dess centrala egenskaper (avsnitt 5.1). Avsnitt 5.2 ger en översikt över olika typer av föroreningar från förbränning och identifierar kunskapsläget för de föroreningar som ger upphov till störst negativa effekter. Avsnitt 5.3 redogör för övergripande resultat avseende effekter av sekundärt bildade föroreningar medan avsnitt 5.4 presenterar resultaten av de beräkningar och bedömningar som gjorts av sjöfartens marginalkostnader i SAMKOST 2. Samma text ingår också som en del av kapitel 8 (sjöfart).

I två avsnitt behandlas aspekter avseende vägtrafikens kostnader som inte behandlades i SAMKOST 1 avseende föroreningar med lokal påverkan på hälsa i tätort. Avsnitt 5.5 redogör för om det finns skäl att beräkna en kostnad för de partiklar som personbilarnas dubbdäcksanvändning ger upphov till, utöver kostnaderna för partiklar som härrör från förbränningen. Därefter behandlas i avsnitt 5.6 (det eventuella) behovet att göra en åtskillnad mellan personbilar som drivs med diesel respektive bensin i beräkningen av marginalkostnader. Kapitlet avslutas genom att i avsnitt 5.7 lämna några övergripande kommentarer till marginalkostnadsberäkningar för luftföroreningar.

Till följd av tids- och kostnadsrestriktioner har inga beräkningar av flygets påverkan på mängden luftföroreningar gjorts med samma förfarande som för sjöfart, dvs. ingen IPA-beräkning av spridning och påverkan på hälsa och miljö har gjorts. I stället innehåller (luftfartskapitlet) ett räkneexempel för att peka på storleksordningen av dessa effekter

Arbetet i SAMKOST 2 har gjort det möjligt att fördjupa förståelsen av utsläppens regionala påverkan på ekosystemet och i synnerhet att hantera de skillnader i marginalkostnader som uppstår till följd av skillnader i *var* utsläppen sker. Därmed blir det möjligt att identifiera viktiga bakgrundsfaktorer som är av betydelse för nivån på de beräknade marginalkostnaderna. Exempelvis kommer marginalkostnaderna att skilja sig åt mellan olika färdmedel beroende på vilket bränsle som används eller på vilken spridning utsläppen får och därmed de skillnader i exponering som följer. En viktig slutsats är att det inte är möjligt att med automatik föra över beräkningen av kostnader för en viss mängd föroreningar som följer av förbränningen i bilarnas motorer till de utsläpp som uppstår vid flygningar eller i samband med sjötransporter.

5.1. IPA-modellen i beräkningen av kostnader för luftföroreningar

Luftföroreningar kan påverka såväl människors hälsa som ekosystemen eller miljön i vid bemärkelse. Sambandet mellan emissioner och hälsa baseras huvudsakligen på epidemiologisk forskning. En utgångspunkt för att bedöma detta så kallade hälsoeffektsamband är de principer och WHO:s rekommendationer som i sin tur baseras på sammanställningar av aktuell forskning.

Ett forsknings- och utvecklingssamarbete mellan USA och EU som påbörjades under 1990-talet resulterade i Europa i en metod kallad IPA (*Impact Pathway Approach*). Detta är ett generellt förfarande för att analysera konsekvenserna av förbränning, dvs. hur utsläpp sprids och hur människors hälsa och ekosystemen påverkas. IPA-metoden har fyra steg:

1. Vilka emissioner uppstår när olika typer av fordon och farkoster som använder olika typer av bränslen, om möjligt differentierat beroende på trafikmiljö, hastighet etc.
2. Modeller för att bedöma hur utsläppen sprids och hur befolkningen exponeras. Inte sällan baseras exponeringen på information om halten av olika komponenter vid bostadsadressen.
3. Effektsamband, dvs. effekten på hälsa och välbefinnande och i vissa fall på miljön av exponeringen
4. Monetär värdering av effekterna.

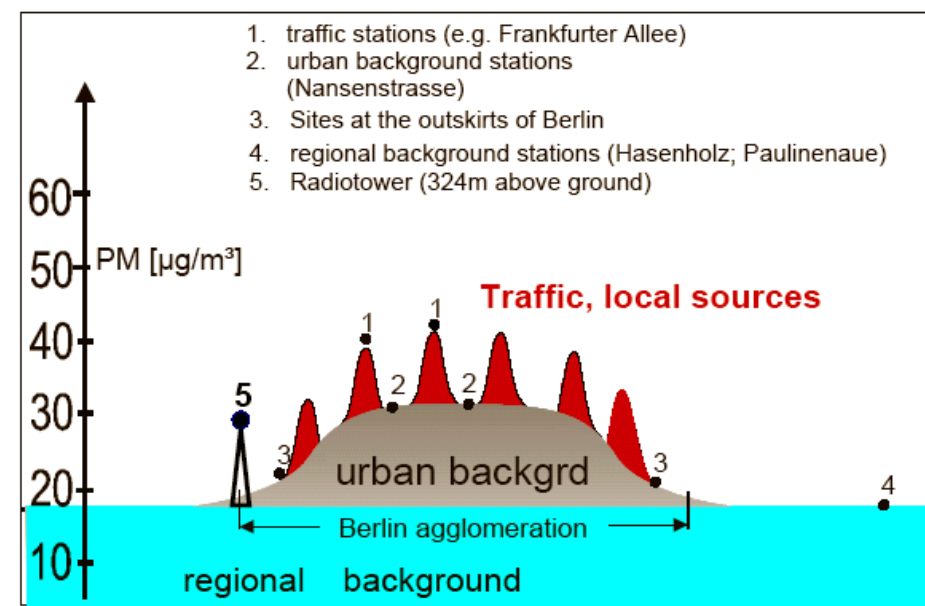
Ett skäl till att det kan finnas stora skillnader i marginalkostnader för hälsopåverkan och påverkan på miljön beroende på vilka förbränningskällor som förorsakar problemen, är de skillnader i exponering som befolkningen utsätts för. Utsläpp av exempelvis förbränningspartiklar från en bil eller från ett flygplan som startar eller landar i ett tätbefolkat område får större konsekvenser än om ett utsläpp av samma omfattning sker i eller över glesbygd. Befolkningstätheten runt en emissionskälla är i själva verket av avgörande betydelse för storleken på marginalkostnaden. Detta är en viktig orsak till att beräknade marginalkostnader skiljer sig åt mellan olika delar av Europa.

Utsläppens påverkan på miljö och hälsa på regional skala är mer komplicerade eftersom man till följd av icke-linjära processer och tröskleffekter kan få olika konsekvenser beroende på den ursprungliga koncentrationen och tidigare emissioner. Människor och miljö kan tåla utsläpp upp till en viss koncentrationsgrad utan märkbara konsekvenser, samtidigt som konsekvenserna kan bli betydande när denna nivå passerats. Det innebär att två områden som exponeras för samma mängd (nya) föroreningar kan drabbas av helt olika konsekvenser beroende på ursprunglig koncentration. Utsläpp av exempelvis kväve kan i näringsfattiga områden få positiva konsekvenser för miljön medan samma mängd tillkommande förorening i andra områden får till följd att trösklar överskrids och att betydande olägenheter skapas. Dessa fenomen illustrerar en anledning till att utsläpp från vägtrafik kan skilja sig från motsvarande utsläpp från sjö- och luftfart: Föroreningarnas bidrag till belastningen skiljer sig åt därför att de sprids över olika områden.

Figur 2 illustrerar de mät- och värderingsproblem som måste hanteras för att kartlägga problematiken med luftföroreningar i form av partiklar. Figuren är hämtad från ett EU-projekt och illustrerar hur partikelhalten varierar mellan landsbygd och tätort samt inom en tätort utifrån exemplet Berlin. Högst halter uppkommer i tätortens trånga gaturum (punkt 1). För Sveriges del är slitage och uppvirvlat material från vägbanan, framförallt under våren, ett viktigt bidrag till dessa halter. Det finns även ett så kallat urbant haltbidrag från direktemitterade förbränningspartiklar både från fordon och bostadsuppvärmning (den bruna ytan i figur 2). Dessa halter mäts vid punkt 2 i figuren och ligger till

grund för bedömningar av hälsoeffekterna i befolkningen eftersom de representerar en genomsnittlig exponering.

Utöver att bidra till halter på lokal nivå omvandlas vissa utsläpp till sekundära kemiska föreningar. Dessa sprids över större geografiska områden och ger upphov till effekter på regional skala och bidrar till det som i figuren kallas regional bakgrund. Mätningar av dessa halter sker utanför tätorterna, vilket illustreras av punkt 4 i figuren. I det internationella arbetet är det exempelvis den typen av mätning som används för att bedöma om det av EU fastställda exponeringsmålet för fina partiklar (PM_{2,5}) överskrids eller ej. Figuren illustrerar betydelsen av att kontrollera för *var* mätningar av partikelhalter sker, bland annat för att kunna separera effekter av föroreningar med olika ursprung.



Figur 2. Illustration av bidrag till halter av PM₁₀ i Berlin. Källa: CAFE WGPM (2004).

När man diskuterar problemen med partiklar är det viktigt att känna till att nuvarande mätningar av halter utgår ifrån massa.²⁴ En jämförelse med sand, grus och stenar kan illustrera detta. I gatunivå finns blandning av ultrafina partiklar som kommer direkt från bilarnas avgaser (sand), fina partiklar som huvudsakligen är intransport av sekundära partiklar (grus) och grova partiklar som till största delen kommer från slitage (stenar). Eftersom halterna mäts som *massa* (det som samlas in på ett filter vägs) så är förekomsten av ”stenarna” av avgörande betydelse för hur höga halterna är. Om vi i stället skulle mäta *antalet* partiklar på samma plats så skulle i stället de ultrafina partiklarna från avgaserna dominera.

Epidemiologisk forskning visar att även relativt låga koncentrationer av luftföroreningar kan ge hälsoeffekter. Det finns dock skillnader mellan olika föroreningar; vissa ger akuta effekter medan andra framförallt ökar risken till följd av långvarig exponering. För att beräkna kostnaderna för försämrad hälsa är det viktigt att skilja på effekter som uppträder på kort sikt (exempelvis ökad risk för problem med astma) och effekter på lång sikt (exempelvis uppkomst av hjärt- och kärlsjukdom). Exempelvis baseras beräkningen av kostnaden för luftföroreningar ofta på värdet av ett förlorat levnadsår i stället för värdet av ett statistiskt liv. Orsaken är att värdet av ett statistiskt liv, vilket är det

²⁴ Detta beskrivs mer utförligt i Nerhagen m.fl. (2009).

traditionella sättet att hantera olycksrisker i trafiken, kan innebära fler förlorade levnadsår än för risker relaterade till ohälsa. I genomsnitt förloras ungefär 40 levnadsår vid en trafikolycka, 11 vid exponering för fina partiklar och ungefär 1 år vid akuta dödsfall till följd av exponering för slitagepartiklar.

De monetära värderingar som används (steg 4 i IPA-modellen) hämtas från studier som bedömer människors betalningsvilja för att minska risken för förtidig död, ohälsa eller störning. Internationellt arbetar OECD med att, utifrån den forskning som bedrivs, ta fram rekommenderade värden. Att effekter uppkommer vid olika tillfällen innebär också att diskontering är en viktig komponent i dessa beräkningar.

5.2. Vilka är de relevanta luftföroreningarna?

Transportsektorns utsläpp från förbränning av bränslen kan påverka både hälsa, miljö och material. Arbetet i SAMKOST 1 och 2 behandlar de ämnen som uppmärksammats i EU:s arbete med luftkvalitet och arbetet med FN:s luftvårdskonvention (CLRTAP). Som följd av detta internationella samarbete ska Sverige rapportera in information om utsläpp som sker inom landets gränser. Enligt Naturvårdsverket omfattas följande ämnen av detta krav:²⁵

- Kväveoxider (NO_x)
- Flyktiga organiska ämnen (NMVOC)
- Svaveloxider (SO_x)
- Ammoniak (NH₃)
- Kolmonoxid (CO)
- Partiklar av olika storlek och sot
- Organiska miljögifter
- Cykliska aromatiska kolväten (PAH)
- Vissa tungmetaller

Utsläppen av de fyra första föroreningarna samt partiklar av olika ursprung har behandlats i arbetet med SAMKOST. Den internationella forskningen indikerar att det är trafikens utsläpp av dessa ämnen som ger upphov till de största konsekvenserna för hälsa och miljö (Mellin och Nerhagen 2010). Även påverkan på material har diskuterats i samband med luftföroreningar och då framförallt korrosion förknippat med utsläppen av svaveldioxid. Dessa utsläpp har emellertid minskat kraftigt under senare år och halterna i Sverige ligger idag långt under miljömålen. Eftersom skadan i dessa delar bedöms vara liten har påverkan inte tagits med i beräkningarna.²⁶

Tabell 11 redovisar hanteringen av utsläpp som ger upphov till effekter på lokal skala i SAMKOST-projekten. Tabellen innehåller de effekter som anses vara av störst betydelse. Effekter nära källan till följd av utsläpp från förbränning uppstår till följd av direktemitterade partiklar och av NO₂. Som

²⁵ <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Statistik-om-luft/Utslappsstatistik/>. Nedladdad 2016-10-28.

²⁶ <http://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikator sida/?iid=125&pl=1>. Nedladdad 2016-10-28.

framgår av tabellen har utsläppen av partiklar konsekvenser både för sjukdom, nedsatta aktivitetsnivåer liksom i form av för tidig död. Enligt internationell forskning dominerar effekter från partiklar kostnaderna för hälsopåverkan (se diskussion i Nerhagen m.fl., 2015 om de senaste resultaten från WHO-projekten REVIHAAP och HRAPIE).

Tabell 11. Effekter av föroreningar som har störst påverkan på lokal skala.

| Effekt | Relevanta emissioner | Effektsamband | Monetär värdering |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Förtidig död | Direktemitterade partiklar från avgaser, även sotpartiklar. Huvudsakligen PM _{0,1}) | Samma effektsamband som för sekundära partiklar (SIA, se nedan) eftersom dessa partiklar ingår i uppmätta eller modellerade halter av PM _{2,5} . Oklarheter om effektsamband eftersom detta är partiklar som är relativt sett många till antalet. Det finns också en fråga om betydelsen av sot, där det exempelvis är en högre andel sot i diesel jämfört med bensin (SMHI, 2011). | Monetär värdering av förlorade levnadsår, se Nerhagen m.fl. (2015) |
| Sjukdom | Samma som ovan. | Samma som ovan. | Monetär värdering av akut påverkan, se Nerhagen m.fl. (2015) |
| Nedsatt aktivitet (huvudsakligen PM _{0,1}) | Samma som ovan. | Samma som ovan. | Samma som ovan. |
| Akut dödlighet (huvudsakligen PM _{10-2,5}) | Slitagepartiklar från vägbanor, bromsar och däck | Ökar framförallt risken för akuta effekter hos personer med hjärt-kärlsjukdom, | Monetär värdering av akut påverkan, se Nerhagen m.fl. (2015) |
| NO ₂ | NO _x | Ökade akuta effekter för personer med andningsrelaterade sjukdomar såsom astma | Monetär värdering av akut påverkan, se Nerhagen m.fl. (2015) |

Förutom att beräkna kostnader för trafikens hälsopåverkan av direktemitterade emissioner på lokal skala, innehöll SAMKOST 1 en beräkning av hur sekundära partiklar, som orsakas av utsläpp av NO_x från vägtrafik, sprids och bidrar till den regionala bakgrunds-nivån (jfr punkt 4 i figur 2). SAMKOST 2 (Nerhagen, 2016) har kompletterad förståelsen av regionala effekter genom en kartläggning av det kunskapsunderlag som behövs för att bedöma miljöpåverkan av trafikens utsläppskostnader i Sverige.

De mest betydelsefulla effekterna på hälsa och miljö på regional skala orsakas av partiklar som bildas sekundärt från NO_x, SO_x och NH₃ – kollektivt beskrivna som *Secondary Inorganic Aerosols* (SIA). Dessa har även konsekvenser för försurning av skogsmark och vatten genom deposition. Slutligen bidrar utsläppen av NO_x och NMVOC till bildandet av ozon vilken i sin tur kan påverka både hälsa

och ekosystem. Tabellen klargör också betydelsen av att vidareutveckla kunskapen om hur nivån av dessa halter varierar och hur stora konsekvenserna är för samhället av dessa utsläpp.

Tabell 12. Effekter av föroreningar som har en påverkan på regional skala.

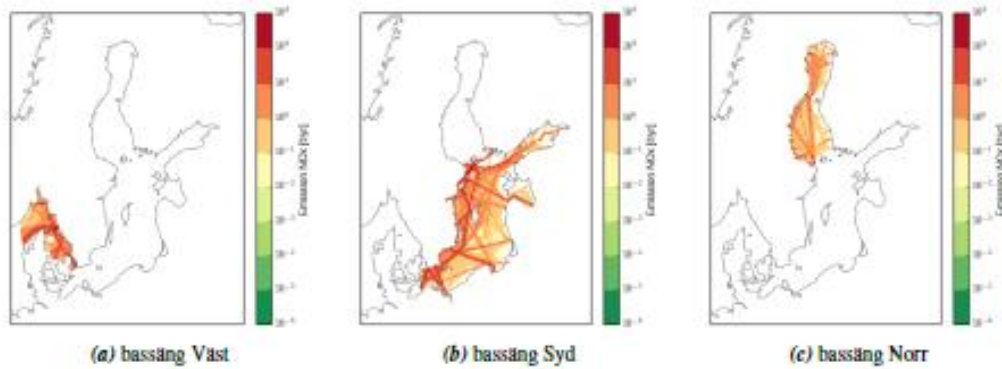
| Effekt | Relevanta föroreningar och emissioner | Effektsamband | Monetär värdering |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Förtidig död | Secondary Inorganic Aerosols (SIA) bildat av NO _x , SO _x , NH. Huvudsakligen PM2,5. | Ökad risk för uppkomst av hjärt- och kärlsjukdom (WHO/EU projektet HRAPIE). Även tillämpning av effektsamband i marginalkostnadsberäkningar. | För detaljer om monetär värdering av förlorade levnadsår, se Samkost 1, Nerhagen m.fl. (2015) |
| Sjukdom (huvudsakligen PM2,5) | Samma som ovan. | Effektsamband och rekommendationer för hur de ska tillämpas för akut påverkan har tagits fram i WHO/EU projektet HRAPIE. | Monetär värdering av akut påverkan, för detaljer om metodik se Samkost 1, Nerhagen m.fl. (2015) |
| Nedsatt aktivitet | Samma som ovan. | Samma som ovan. | Samma som ovan. |
| Effekter försurning skogsmark | Huvudsakligen deposition av svavel till följd av utsläpp av SO _x | Effektsamband saknas. Betydelsen av utsläpp i norra Sverige är små eftersom depositionen är tillbaka på nivåer nära bakgrundshalter. | Saknas |
| Effekter försurning vatten | Samma som ovan | Effektsamband saknas med påverkan störst i södra Sverige (47 % påverkade sjöar) jämfört med i norr (2 %). Det finns bedömningsgrunder som är strikta och där det framförts behov av att modifiera indikator. | Saknas |
| Effekter övergödning mark och vatten | Huvudsakligen deposition av kväve till följd av utsläpp av NO _x | Det finns kritiska belastningsgränser för 82 olika naturmiljöer (habitat) i Sverige men det saknas modellerad deposition som kan användas som underlag för att beräkna marginalkostnader. | Saknas men marknadspriser borde kunna användas för vissa effekter. |
| Effekter övergödning biodiversitet | Samma som ovan | Saknas på grund av brist på indata i form av naturvetenskapliga effektsamband | Saknas |
| Effekter övergödning hav | Samma som ovan | Saknas | Finns en genomförd betalningsviljestudie men oklart hur den ska tillämpas för marginella förändringar i utsläpp till luft. |

| Effekt | Relevanta föroreningar och emissioner | Effektsamband | Monetär värdering |
|---------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Förtidig död | Ozon som bildas av NO _x , NMVOC | Finns i WHO/EU projektet HRAPIE men osäkerheter om tillämpning har medfört att de inte använts i beräkningar i Samkost 2. | Finns underlag i internationell forskning men har inte tillämpats i svenska studier |
| Sjukdom | Samma som ovan | Samma som ovan | Samma som ovan |
| Grödor | Samma som ovan | Finns och har använts för beräkningar i en studie av IIVL men inte relaterat till effekter av en marginell förändring i utsläpp. | Finns och har använts i studien av IVL (marknadspriser) |
| Skogstillväxt | Samma som ovan | Samma som ovan | Samma som ovan |

5.3. Effekter av sekundärt bildade föroreningar

I SAMKOST 1 beräknades hälsoeffekter av nitrat som i sin tur bildas av de primära utsläppen av NO_x. Däremot har vare sig spridning och deposition av andra sekundärt bildade partiklar eller bildandet av, och olägenheterna till följd av ozon ingått i tidigare genomförda analyser. I SAMKOST 2 har därför en bedömning gjorts av vilka effekter av luftföroreningar till följd av sekundärt bildade föroreningar (se tabell 12 kolumn 2) som är viktiga att inkludera i beräkningar av transportsektorns marginalkostnader. Detta är den första studien som försöker bedöma kostnaderna för de utsläpp som bidrar till bildandet av sekundära föroreningar och som påverkar ekosystemet. Det är också den första studien som tagit fram underlag för att undersöka hur kostnaderna skiljer sig åt beroende på var utsläpp sker i Sverige. Arbetet i SAMKOST 2 innehåller också en kartläggning gjorts av miljötillståndet i Sverige, bland annat för att kunna identifiera och hantera eventuella tröskeeffekter.

Bedömningen baseras på emissions- och spridningsberäkningar som VTI låtit SMHI genomföra. (SMHI, 2016). Det hade varit önskvärt att genomföra motsvarande beräkningar för samtliga transportslag. Tidsrestriktionen tillsammans med ett önskemål om fördjupad kunskap om sjöfartens luftföroreningar, innebar att studien avgränsades till beräkningar för svensk sjöfart. För att hantera de frågor som har att göra med skillnaden i kostnader beroende på var emissionerna sker har en åtskillnad gjorts mellan bassäng Väst, Syd och Norr. Specifikationen av dessa områden framgår av figur 3 där också resultaten av emissionsberäkningarna redovisas.



Figur 3. Utsläpp från sjöfart som angör svenska hamnar i tre beräkningsområden runt Sverige, Väst, Syd och Norr. Källa: SMHI (2016).

Förutom en bedömning av hur utsläppen sprids krävs kunskap om effektsamband och monetära värderingar för att beräkna marginalkostnaden. Det är i denna del som kartläggningen av tillgänglig kunskap om utsläppens påverkan i Sverige spelar en central roll. Som framgår av Tabell 11 kan existerande kunskaper endast i begränsad omfattning användas för att beräkna marginalkostnaderna. Exempelvis har spridningsmodeller använts för att beräkna depositionen av olika föroreningar i olika områden men utan att kunna härleda föroreningsnivån till en viss källa. I andra fall finns effektsamband och uppskattningar av den totala påverkan men utan specificering till vilka utsläppsmängder av olika ämnen som beräkningarna baseras på.

För att kvalitetssäkra resultaten har också tidigare beräkningar av marginalkostnader kartlagts. I tabell 12 beskrivs vilka effekter som enligt kartläggningen är viktiga att inkludera i beräkningar av marginalkostnader för sekundärt bildade föroreningar. Avsaknad av olika typer av underlag har inneburit att vi inte kunnat genomföra beräkningar för alla effekter för alla områden. Baserat på information om tillståndet i olika delar av landet, exempelvis baserat på beskrivningar av överskridanden av gränsvärden, har vi i SAMKOST 2 i stället gjort en bedömning av hur kostnaderna för de olika effekterna varierar mellan de tre beräkningsområdena för respektive effekt. Resultaten presenteras i tabell 13.

Tabell 13. Bedömning av den relativa betydelsen av marginalkostnaden för olika sekundära effekter i tre beräkningsområden. ? – kunskap saknas.

| Effekt | Bassäng Norr | Bassäng Syd | Bassäng Väst |
|--------------------------------------|--------------|-------------|--------------|
| SIA (PM2,5) förtidig död | Liten | Störst | Större |
| SIA (PM2,5) sjukdom | Liten | Störst | Större |
| SIA (PM2,5) nedsatt aktivitet | Liten | Störst | Större |
| Effekter försurning skogsmark | Nära noll | ? | ? |
| Effekter försurning vatten | Nära noll | ? | Större |
| Effekter övergödning mark och vatten | Nära noll | ? | ? |
| Effekter övergödning biodiversitet | Nära noll | ? | ? |
| Effekter övergödning hav | Liten | Störst | ? |
| Ozon förtidig död | Störst | Större | Liten |
| Ozon sjukdom | Störst | Större | Liten |
| Ozon grödor | ? | ? | ? |
| Ozon skogstillväxt | ? | ? | ? |

Not: SIA Secondary Inorganic Aerosols, dvs. sekundärt bildade partiklar.

Huvudslutsatsen av kartläggningen är att miljötilståndet i stora delar av Sverige är gott samt att tillskottet till existerande halter i form av deposition från svensk sjöfart är förhållandevis litet. En stor osäkerhet finns dock beträffande sjöfartens påverkan på övergödningen i Östersjön. Det saknas studier som försökt klarlägga just sjöfartens bidrag till mängden kväve i havet. Detta är problematiskt eftersom SMHI:s modelleringar visar att halterna av de sekundära föroreningarna är höga nära källan, något som innebär att sjöfartens utsläpp kan ha en inte obetydlig påverkan på miljötilståndet i havet.

5.4. Marginalkostnader för hälsopåverkan av utsläpp från sjöfart²⁷

Med stöd av beräkningarna i SAMKOST 1 är det möjligt att beräkna hur exponering för avgasrelaterade fina partiklar (både direktmitterade och sekundärt bildade) samt NO_x påverkar hälsan och det är även möjligt att värdera detta monetärt. Dessa resultat utgör utgångspunkten för beräkningarna i 5.4.1. Avsnitt 5.4.2 behandlar marginalkostnadsberäkningar för lokala utsläpp från sjöfart.

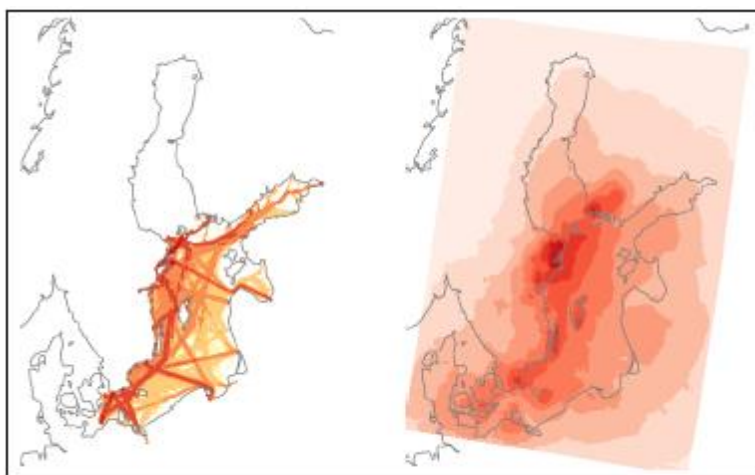
Det finns även visst underlag som skulle kunna göra det möjligt att beräkna hälsopåverkan av ozon. Av två skäl inkluderas inte sådana kostnader i beräkningarna. Det första är den osäkerhet som finns om hur effektsambanden för ozon ska tillämpas eftersom det är oklart vid vilka nivåer kritiska tröskelvärden överskrids. Den andra anledningen är att vi saknar information om grundrisken för de sjukdomar som kan påverkas av en ökad exponering för ozon: Hur stor är risken att få en viss sjukdom

²⁷ Detta avsnitt baseras på Nerhagen (2016), i första hand kapitel 6 och 7.

då man exponeras eller inte för ozon. Bedömningen är emellertid att den effekt som därmed inte har beräknats är relativt liten; i en större europeisk studie om sjöfart, AEA (2009), utgjorde denna kostnadspost mindre än en procent av de beräknade marginalkostnaderna.

5.4.1. Marginalkostnadsberäkningar för sekundära partiklar (SIA) från sjöfart, beskrivning av regionala skillnader och jämförelser med ASEK

Baserat på AIS-data, dvs. information från ett system som Sjöfartsverket tillhandahåller som gör det möjligt att följa ett fartygs rörelser, har SMHI modellerat emissioner från sjöfarten, hur dessa sprids och hur många personer som därmed exponeras. Figur 4 illustrerar resultaten av beräkningen av var fartygen går i bassäng Syd och hur utsläppen sprids. Figuren till höger visar att utsläpp från svensk sjöfart inte bara drabbar Sverige utan sprids och att höga koncentrationer uppstår över havet men också att länderna runt Östersjön påverkas.



Figur 4. Emissioner i bassäng Syd från fartyg som angör svenska hamnar (vänstra panelen) och modellerade halter (högra panelen). Källa: SMHI (2016).

Utsläppens tillskott till existerande halter ligger till grund för att beräkna marginalkostnader för påverkan på människors hälsa av exponering för sekundärt bildade partiklar. SMHI (2016) har i sin studie för respektive utsläppsområde beräknat hur många som exponeras för sekundärt bildade partiklar till följd av sjöfartens utsläpp. Därutöver baseras resultaten på de uppgifter om kostnader som presenteras i tabell 14. På samma sätt som i SAMKOST 1 inkluderas enbart de effekter som enligt andra studier har stor betydelse för marginalkostnaderna. I analysen används dessa svenska underlag för beräkning av hälsoeffekter och monetära värderingar även för den del av påverkan som sker i andra länder.

Tabell 14. Hälsoeffekter som ingår i beräkningarna, effektsamband samt monetär värdering. Alla värderingar är i kronor i 2013 års prisnivå.

| Ohälsovariabel | Enhet | Relativ risk per 10 ug/m ³ | Monetär värdering |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Förtida dödsfall | Dödsfall/Förlorat levnadsår | 1,062 | 1 095 000 |
| Sjukhusinläggning | Per sjukhusvistelse | 1,0190 | 22 800 |
| Begränsad arbetsförmåga | Per dag | 0,092 | 1349 |

För att undersöka betydelsen av olika antaganden har resultaten jämförts med tidigare studier av utsläpp från sjöfarten i Nordsjön och Östersjön. Jämförelsen försvåras emellertid av att utsläppen av flera ämnen minskat över tid. Detta påverkar de atmosfärkemiska processerna och därmed bildandet av sekundära föroreningar. Även andra faktorer, såsom skillnader i vilket bränsle som olika fordonsslag använder, och förändringar i sammansättningen av bränslen över tid, är av betydelse för jämförelsen. I sjöfartens bränsle har exempelvis SO_x minskat med en faktor 10 till följd av införandet av SECA-området²⁸ år 2015. Även utsläppen av olika flyktiga organiska ämnen (NMVOC) verkar ha minskat jämfört underlag som använts i tidigare studier.

Tabell 15 redovisar resultaten av jämförelsen. AEA (2009) representerar en mycket hög värdering. Skälet är att hela den beräknade hälsoytan relateras till minskade utsläpp av SO_2 trots att beräkningarna även baseras på att utsläppen av NO_x minskar. Eftersom studien baseras på en tidigare luftkvalité kan detta i sig också påverka resultaten.

IVL (2014) avser samma beräkningsområde med endast utsläpp av NO_x vilket förklarar varför den beräknade hälsokostnaden är lägre än i AEA (2009). En annan förklaring till skillnaden kan vara att IVL-rapporten baseras på en bedömning av tillståndet år 2030 då utsläppen generellt sett förväntas ha minskat. Denna rapport illustrerar också den stora skillnaden i beräknad hälsokostnad beroende på om endast utsläppen i Östersjön inkluderas eller om också de utsläpp som sker i andra farvatten närmare mer befolkade områden, exempelvis i Engelska kanalen, ingår i beräkningarna.

Resultaten från SAMKOST 1 skiljer sig från övriga beräkningar i så måtto att de avser utsläpp från vägtrafik som skett i ett mer tätbefolkat område. Det är en förklaring till den högre beräknade marginalkostnaden jämfört med IVL (2014). En annan förklaring är att den monetära värderingen som används i SAMKOST 1 är högre. Ytterligare en förklaring är att det i områden med vägtrafik också sker utsläpp av ammoniak (till följd av användningen av katalysatorer) vilket påverkar de kemiska processerna som sker. Även den spridningsmodell som använts som underlag för beräkningarna skiljer sig åt jämfört med AEA (2009) och IVL (2014).

De tre sista raderna redovisar kostnaden per enhet NO_x för de tre utsläppsområden som definierats i Figur 3 Till följd av att exponering per enhet utsläpp är lägre i norr, på grund av lägre befolkningstäthet i närområdet till där utsläppen sker, är också kostnaden väsentligt lägre.

²⁸ Regler för internationell sjöfart utformas av UN International Maritime Organization (IMO). Från 2015 är Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen ett så kallat SECA-område (Sulphur Emission Control Area). I detta område får bränslet max innehålla 0,1 % svavel. Detta är en sänkning med en faktor 10 jämfört med tidigare krav. I nuläget finns inte motsvarande område som gäller för NO_x . Sådana betecknas NECA (NO_x Emission Control Area).

Tabell 15. Resultat från fyra studier som beräknat kostnaden för utsläpp som bidrar till bildandet av sekundära partiklar som får konsekvenser för människors hälsa.

| Studie | Utsläpp | Utsläppsområde | Beräknade förlorade levnadsår | Beräknad hälsokostnad | Kostnad per utsläpps-enhet |
|------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | | | SEK för totala mängden utsläpp | SEK/kg |
| AEA (2009) om SECA | SO ₂ , NO _x | Engelska kanalen Nordsjön och Östersjön | 161 339(?) | 78 miljarder | 166 kr/kg SO ₂ |
| IVL (2014c) | NO _x | Östersjön | 1000 | 640 miljoner | 14 kr/kg NO _x |
| Avser beräkningar år 2030 med NECA | NO _x | Engelska kanalen, Nordsjö och Östersjön | 6000 (varav 92 i Sverige) | 4,9 miljarder | 29 kr/kg NO _x |
| SAMKOST 1 | NO _x , SO ₂ , NMVOC | Stockholm | Ca. 200 | 193 miljoner | 34 kr/kg NO _x |
| Nerhagen (2016) | NO _x , SO ₂ , NMVOC | Bassäng Norr | 12 | 13 miljoner | 2,7 kr/kg NO _x |
| | | Bassäng Syd | 200 | 219 miljoner | 4,8 kr/kg NO _x |
| | | Bassäng Väst | 61 | 63 miljoner | 4,0 kr/kg NO _x |

Jämfört med övriga beräkningsresultat i tabellen är kostnaden per enhet NO_x i SAMKOST 2 (Nerhagen, 2016) lägre. En orsak är att utsläppen av SO₂ är lägre än i tidigare studier. Eftersom partiklar bildas när NO_x reagerar med andra ämnen innebär minskningen av utsläppen av SO_x att mängden sekundära partiklar som bildas av en given mängd NO_x kan ha minskat. En annan förklaring härrör från det antagande som gjorts om hur stor andel av de sekundära partiklarna som orsakas av utsläpp av NO_x. Ytterligare en orsak är att beräkningarna inte inkluderat påverkan i hela Europa utan ett mer avgränsat beräkningsområde; i huvudsak fångar modelleringen spridningen till länder runt Östersjön. Betydelsen av denna aspekt är dock osäkert givet övriga faktorer som skiljer mellan studierna.

Den centrala slutsatsen som resultaten i IVL, SAMKOST 1 samt 2 pekar på är ASEKs värdering av NO_x på 86 kr/kg i 2014 års penningvärde överskattar kostnaden. Bedömningen är att detta förhållande skulle kvarstå även om effekter på miljöpåverkan inkluderades i beräkningarna och om man tog hänsyn att beräkningarna i SAMKOST 2 underskattar kostnaden för NO_x (se ovan). Bedömningen är alltså att kostnaden som räknats fram i Tabell 15 inte skulle öka nämnvärt om miljöeffekter inkluderades i beräkningarna, dock med viss reservation för att påverkan på havet ännu så länge är oklar.

Ytterligare en slutsats är från en jämförelse mellan resultaten för Stockholm i SAMKOST 1 och Bassäng Syd. Den pekar på att utsläppen som sker på land från vägtrafik kan medföra en betydligt högre befolkningsexponering per enhet utsläpp, och därmed kostnad, än utsläpp som sker till sjöss. En orsak till det verkar vara skillnader i sammansättningen av bränslen och hur de påverkar bildandet av sekundära partiklar. Endast en mer detaljerad jämförelse mellan spridningsmodelleringarna och exponeringsberäkningarna kan avslöja vad som ligger bakom denna skillnad.

5.4.2. Marginalkostnadsberäkningar för lokala utsläpp från sjöfart och jämförelse med ASEK värdering för partiklar inom tätort

Inom ramen för SAMKOST 2 har inget eget spridningsmodelleringsarbete gjorts för att belysa betydelsen av sjöfartens utsläpp vid hamn för halter av direktmitterade förbränningspartiklar och NO_x i tätorter. Däremot redovisas resultaten från tre studier som diskuterar denna fråga. Den första av dessa har genomförts på uppdrag av Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbund och undersöker sjöfartens

bidrag till ett antal hamnar på östkusten (SLB analys, 2013). Slutsatsen är att högst bidrag till de totala halterna finns nära kajerna och att det mesta av de utsläpp som sker i hamnarna sprids ut till havs med vindarna. För Gävle exempelvis så bidrar sjöfarten till 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ av NO_2 att jämföra med bidraget från vägtrafik som är 20–28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ av NO_2 på flera vägar i centrala Gävle.

Den andra studien av intresse låg till grund för beräkningarna i SAMKOST 1 där modelleringarna är genomförda av SMHI (Bergström, 2008). Fokus låg där på utsläpp från vägtrafiken men också kostnaderna för utsläpp från andra utsläppskällor i Stockholm kunde belysas. I Stockholm var utsläppen av förbränningspartiklar från sjöfart 33 ton vilket medför en kostnad på 207 kr per kg förbränningspartiklar om vi använder samma beräkningsunderlag som tabell 15.

Den tredje studien är genomförd av SMHI (2012) och modellerar hur utsläpp från sjöfart i Göteborg påverkar luftkvaliteten i staden. Vi använder denna för att genomföra beräkningar för Göteborg. De beräkningar vi gjort i denna studie visar, liksom studierna för Stockholm, att trots att det är utsläpp av NO_x som ger det största haltbidraget så är det kostnaderna för sjöfartens haltbidrag av förbränningspartiklar som har den högsta marginalkostnaden. Resultaten av dessa beräkningar är en kostnad på 183 kr per kg utsläpp av förbränningspartiklar. Resultatet är dock något osäkert eftersom det baseras på ett antagande om hur bidraget till halterna påverkar befolkningens exponering.

Studierna för lokal påverkan visar alltså att det är förbränningspartiklarna som medför den största marginalkostnaden både för utsläpp från vägtrafik och från sjöfart. De beräknade kostnaderna för sjöfart är dock lägre än kostnaderna för vägtrafik vilket förklaras av att utsläppen sker längre ifrån mer tätbefolkade områden. När det gäller nu gällande ASEK-värden så användes i SIKA (2010) ett beräkningsexempel för minskade utsläpp i hamn en kostnad på 3 564 kr/kg förbränningspartiklar i 2006 års penningnivå. Detta värde överstiger kraftigt nu beräknade kostnader för utsläpp från sjöfart i hamn men även kostnader för utsläpp av förbränningspartiklar från vägtrafiken. Förklaringar till varför denna partikelvärdering är så hög jämfört med mer aktuella beräkningar med IPA diskuteras utförligt i Nerhagen m.fl. (2005).

5.5. Betydelsen av slitagepartiklar för luftkvalitén

I kapitel 3 redovisades bland annat vägtrafikens effekter för behovet av nya beläggningar. Bland annat framgick att marginalkostnaden för en lastbil med två axlar och en vikt runt 16 ton är 32 öre och att kostnaden för en personbil är 3 öre per fordonskilometer.

Medan den tunga trafiken deformerar vägen och därmed bidrar till att påverka behovet av beläggningståtgärder, härrör personbilarnas bidrag till vägbanans nedbrytning huvudsakligen från dubbdäcksslitage. Förutom att dubbar bidrar till vägarnas nötning slits också partiklar upp och sprids i luften. Detta har varit en viktig orsak till att svenska miljökvalitetsnormer för PM_{10} , dvs. det partikelmått som omfattar både fina och grova partiklar, överskridits i gatunivå på vissa platser i landet. Utöver att dubbdäck bidrar till att tidigarelägga reinvesteringar finns det därför troligtvis en marginalkostnad för påverkan på människors hälsa av dessa slitageemissioner i tätort.

Partiklar från vägslitage skiljer sig på flera sätt från de partiklar som härrör från avgasemissioner såväl med avseende på storlek och antal, som kemisk sammansättning. De experimentella studier som genomförts med dubbdäck visar att det bildas partiklar av olika storlek; ultrafina ($\text{PM}_{0.1}$), fina ($\text{PM}_{2.5-0.1}$) och grova ($\text{PM}_{10-2.5}$). De grova är få men har stor massa varför de har stor betydelse för uppmätta halter i gatunivå. Om man i stället mätte som antal skulle de fina som i huvudsak härrör från avgasemissioner få större betydelse.

För att kunna beräkna påverkan på människors hälsa av dessa emissioner behövs information från medicinsk/epidemiologisk forskning om effektsamband. I en kartläggning av aktuell forskning som

WHO genomfört i projektet REVIHAAP²⁹ konstateras bland annat att det finns ett ganska starkt stöd för att den grova fraktionen ökar risken för korttidseffekter, t.ex. sjukhusinläggningar för hjärt-kärl- och lungsjukdom. Framför allt bedöms grova partiklar öka risken för akuta tillstånd hos personer (ofta äldre) som redan är drabbade av sjukdom. Fina partiklar bedöms kunna påverka dödligheten i befolkningen på längre sikt. Det finns stöd för att de ökar risken för uppkomsten av hjärt-kärlsjukdom eftersom de kan ”penetrera från luftvägar till blodbana och till andra organ, än vad som är fallet med större partiklar”. Det finns även vissa studier som undersökt effekter av antalskoncentrationer och olika symptom.

Storleken på marginalkostnader för påverkan på människors hälsa beror på såväl omfattningen av emissionerna, vilka effekter de medför samt hur många som är berörda. Det är inte alltid så att små mängder utsläpp innebär små miljöproblem. En illustration av detta ges av resultat i Nerhagen et al. (2009), se tabell 16 där två olika antaganden avseende konsekvenserna av partiklar från vägslitage används; ingen påverkan (Kostnader_{låg}) och vissa korttidseffekter (Kostnader_{hög}), det senare baserat på en studie kallad APHEA 2.

Tabell 16. Utsläpp (ton) och externa kostnader (miljoner Euro) per år för olika källor i Stockholm (Nerhagen et al., 2009).

| | Vägrafik slitage | Vägrafik förbränning | Sjöfart ^a förbränning | Värmeverk förbränning | Bostads- uppvärmning ^b förbränning | Summa |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|-------|
| PM emissioner | 1859 | 122 | 33 | 249 | 98 | 2361 |
| Kostnad _{låg} PM | 0 | 6,9 | 0,6 | 2,9 | 5,9 | 16,3 |
| Kostnad _{hög} PM | 1,4 | 19,3 | 1,7 | 8,2 | 16,7 | 47,1 |

^a Enbart emissioner från handelssjöfart samt färjor som angör svenska hamnar ingår i beräkningen. ^b Bedömningen av mängden utsläpp av PM från uppvärmning med vedeldning i olika former är osäker..

Resultaten visar att den totala externa kostnaden för avgaspartiklar från vägrafik är högre än för slitagepartiklar trots att mängden utsläpp av slitagepartiklar är betydligt större. Orsaken är, som beskrivits ovan, att avgasemissioner i huvudsak bidrar till fina partiklar som ökar dödligheten på längre sikt till en högre samhällsekonomisk kostnad. Slitage ger främst upphov till grova partiklar, vilka i huvudsak påverkar personer som redan är drabbade av sjukdom. Även detta har en samhällsekonomisk kostnad, men i jämförelse med kostnaden för de fina partiklarnas konsekvenser är den lägre. Sedan resultaten i tabell 16 framställdes har nya rön kommit som indikerar att kostnaden för slitagepartiklar kan vara dubbelt så hög som alternativet Kostnader_{hög}; detta eftersom exponering för slitagepartiklar kan vara dubbelt så riskfyllt som APHEA-studien visade (Meister et al., 2012).³⁰ Även med en sådan förändring är dock marginalkostnaden för slitagepartiklar (kostnaden per enhet utsläpp) fortsatt låg jämfört med motsvarande kostnad för förbränningspartiklar.

Det är i nuläget inte möjligt att genomföra separata kostnadsberäkningar för slitage- och avgaspartiklar i andra tätorter än Stockholm eftersom det i allmänhet saknas information om hur stor andel av de halter av PM₁₀ som mäts i svenska tätorter som utgörs av slitage- respektive avgaspartiklar. De

²⁹ Review of evidence on health aspects of air pollution. Resultat från projektet användes som underlag för beräkningarna i SAMKOST 1.

³⁰ Inom ramen för arbetet med Partikelhaltsutredningen (SOU 2015:27), där Nerhagen från VTI var sekreterare, gjordes en genomgång av vilka effektsamband som är relevanta att använda för slitagepartiklar.

mätningar avseende avgasrelaterade, fina, partiklar som genomförs i Sverige, görs i huvudsak utanför tätorter för att uppfylla kraven i ett EU-direktiv (2008/50/EC). EU har bedömt att de stora hälsovinster uppkommer till följd av att minska den generella exponeringen i befolkningen för ”fina” avgasrelaterade partiklar, inte till följd av att minska höga halter på specifika platser (den tidigare fokuseringen inom EU på PM₁₀ berodde på att detta var denna typ av mätdata som fanns tillgängligt då arbetet med att förbättra luftkvaliteten inleddes). Sverige klarar idag de gränsvärden som är fastställda för dessa ”fina” avgasrelaterade partiklar³¹.

5.6. Skillnader mellan personbilar som använder bensin eller diesel

I SAMKOST 1 redovisades de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för utsläppen från en ”genomsnittlig” fordonsflotta. Syftet är här att diskutera om det finns skäl att separat redovisa kostnader för dieselfordon på det sätt som exempelvis görs av Trafikanalys (2016), tabell 2.1. Samtidigt som ett dieselfordon förbrukar mindre bränsle, och därmed har en tredjedel lägre kostnad för utsläpp av CO₂, är kostnaden för ”övriga emissioner” väsentligt högre för diesel- än från bensinfordon. Sammantaget är dieseln 2 öre billigare än bensen i dessa två delar. Frågan är hur dessa resultat står sig i jämförelse med SAMKOST 1.

Någon exakt jämförelse är inte möjlig att genomföra eftersom det inte framgår av Trafikanalys rapport med tillhörande bilagor vilken kostnad per kg utsläpp som beräkningarna baseras på. I det följande refereras i stället resultaten av en nyligen genomförd studie med avseende på skillnader mellan bensen- och dieslbilar som körs i Stockholm

Nerhagen och Janhäll (2015) studerar följande fråga: Antag att kostnaden för hälsopåverkan av dieselfordon är högre än hälsopåverkan från bensindrivna fordon. Kan denna kostnadsnackdel balanseras av klimatnyttan av att dieselfordon bidrar till lägre utsläpp av CO₂? Studien jämför kostnaden för utsläpp om alla fordonskilometer i Stockholm körs med en viss typ av bensenbil eller med motsvarande dieseln. Av rapporten framgår att det finns en stor osäkerhet om vilka slutsatser som kan dras till följd av att kunskapen om utsläppen av NO₂ från dieselfordon är otillräcklig. Denna osäkerhet är inte orsakad av det som under senare år uppmärksammas om att vissa mätvärden manipulerats. Det är inom forskningen ett sedan länge känt faktum att utsläppsdata från testcykler inte är direkt representativa för utsläpp vid körning under verkliga förhållanden vilket också diskuteras mer utförligt i Nerhagen och Janhäll (2015).

En sammanställning av resultaten återfinns i tabell 17. Ett minustecken i den näst sista kolumnen speglar att emissionsfaktorn för dieseln per fordonskilometer är högre än för bensen. Av den sista kolumnen i tabellen framgår att räknat per kg utsläpp så är kostnaden för partiklar betydligt högre än för NO₂. Detta förklaras av effektsambanden för hälsa där NO₂ endast bedöms ha en akut påverkan medan avgaspartiklar bidrar till uppkomsten av olika sjukdomar vilket leder till en högre kostnad (jmf. diskussionen avseende skillnaden mellan avgaspartiklar och slitagepartiklar ovan).

Kostnaden för påverkan på människors hälsa av en övergång från bensenbilar till dieslbilar i Stockholm beror dock på vad som är rimliga antaganden gällande skillnader i emissionsfaktorer per körd km. Här finns det framförallt en stor osäkerhet när det gäller NO₂. Är utsläppen för dieslbilar högre än för personbilar, så som vi antagit i de sista två raderna, överstiger kostnaden för ökade utsläpp av NO₂ med marginal kostnaden till följd av skillnader i PM emissioner. I detta fall är det

³¹ I direktivet sägs det i ANNEX XIV - NATIONAL EXPOSURE REDUCTION TARGET, TARGET VALUE AND LIMIT VALUE FOR PM_{2,5}, Section B: *Where the AEI in the reference year is 8,5 µg/m³ or less the exposure reduction target shall be zero. The reduction target shall be zero also in cases where the AEI reaches the level of 8,5 µg/m³ at any point of time during the period from 2010 to 2020 and is maintained at or below that level.*

troligt att nyttan av minskade CO₂ utsläpp av dieslbilar inte överstiger den kostnad de medför för människors hälsa.

Tabell 17. Skillnader i trafikens kostnader för luftföroreningar i Stockholm – beräkningarna baserade på antagandet att en viss biltyp drivs med antingen diesel eller bensin.

| Skillnad mellan bensin och diesel | Utsläpp av | Skillnad i emissionsfaktor | Beräknad förändring i emissioner | Beräknad hälsokostnad för Stockholm | Kostnad per utsläpp |
|---------------------------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| | | g/km | Kg | SEK | SEK/kg |
| Hypothetical GTI – GTD | PM | -0.004 | 2400 | -1 781 150 | 736 |
| Hypothetical GTI – GTD | NO ₂ | 0.04 | 24 200 | 62 220 | 3 |
| Hypothetical GTI – GTD | Nitrates | 0.04 | 24 200 | 709 738 | 29 |
| Hypothetical GTI – GTD high NO _x | NO ₂ | -0.81 | 491 000 | -1 259 974 | 3 |
| Hypothetical GTI – GTD high NO _x | Nitrates | -0.81 | 491 000 | -14 372 191 | 29 |

I dessa beräkningar har vi antagit att hälsoeffektsambanden för förbränningspartiklar från diesel- och personbilar är desamma. Det har dock antagits i tidigare studier att partiklar från dieslbilar även innebär en ökad risk för cancer. En orsak till det skulle kunna vara att sotandelen i dieselavgaser är högre. Det saknas dock effektsamband varför den effekten inte är inkluderad här. Ytterligare en sak som skulle kunna påverka resultaten är att utsläpp av NO₂ bidrar till bildandet av ozon. Denna är effekt är nu inte inkluderad pga. brist på underlag. Detta är en av de effekter som kartlagts men inte kunnat beräknas i arbetet med SAMKOST 2.

5.7. Slutsatser

De resultat som presenteras i underlagsrapporten (Nerhagen, 2016) avseende halter, tillståndet hos ekosystemet och marginalkostnadsberäkningar för sjöfarten pekar på att problemen som orsakas av utsläpp till luft inte längre är så stora. Sveriges utsläpp har idag i stora delar av landet en liten påverkan på naturen och människors hälsa. Den påverkan som trots allt sker beror i huvudsak på utsläpp utanför Sveriges gränser. Den svenska sjöfartens bidrag till påverkan är relativt sett litet jämfört med övriga internationella källor men ökar i förhållande till de inhemska eftersom utsläppen från dessa minskar.

Fokus i SAMKOST 2 har varit på att klarlägga möjligheten att inkludera påverkan på miljö och ekosystem i marginalkostnadsberäkningarna. Vi har därför genomfört en kartläggning, i första hand av ett antal svenska studier genomförda på uppdrag av Naturvårdsverket. Skälet till att främst titta på svenska studier är att effektsamband och bedömningar av påverkan på ekosystem som underlag för marginalkostnadsberäkningar behöver anpassas till geografiska förhållanden.

Genomgången visar att den kunskap som finns inte använts för marginalkostnadsberäkningar eller mera generellt för analyser av olika typer av styrmedel för att minska utsläppskostnaderna. De kostnadsanalyser som genomförts avser påverkan av ozon. I dessa redovisas i första hand bedömningar av att helt eliminera sådana utsläpp och de kostnadsbesparingar detta skulle innebära. Däremot saknas analyser av hur mer marginella förändringar, exempelvis till följd av minskade

utsläpp från transportsektorn som är det som är relevant för styrmedels- och åtgärdsanalyser, skulle påverka samhällets kostnader.

Men en del av den forskning som skett i Sverige är av relevans för att göra policyanalyser. Exempelvis har spridningsmodeller utvecklats, det finns effektsamband som framförallt klargör konsekvenserna av ozon för växtligheten, det finns kritiska belastningsgränser för kvävedeposition för olika marktyper osv. Det har även genomförts beräkningar över hur överskridanden ser ut i olika delar av landet med betydelsen av olika källor samt scenarioräkningar över hur minskade utsläpp kommer att påverka exempelvis ozon- eller partikelhalter. Men eftersom fullständiga indata saknas har det inte varit möjligt att beräkna marginalkostnader för ozon eller för deposition av svavel och kväve.

Vi har även granskat några beräkningar i andra studier som är genomförda för utsläpp till sjöss. Jämförelser av resultaten från olika studier illustrerar vikten av att veta vilka indata som används liksom var utsläppen sker, liksom förändringar i utsläpp över tid. Resultaten visar att kostnaden för hälsoeffekter till följd exponering för avgasrelaterade partiklar (direktemitterade och sekundära) är betydande i förhållande till de som orsakas av ozon. I en av studierna redovisas också beräkningar av kostnaden för skador på grödor av ozon; också denna kostnadskomponent är förhållandevis liten.

En annan slutsats är att nu gällande ASEK-värden överskattar kostnaderna för sjöfartens utsläpp. Det gäller såväl kostnaden för utsläppen av partiklar vid hamn men också kostnaden för utsläpp som sker till havs och som bidrar till regional spridning av sekundära partiklar. Den information vi presenterar i underlagsrapporter pekar också på att marginalkostnaden för utsläpp, till följd av lägre föroreningsnivåer, utsläpp och att befolkningstätheten varierar över landet, är lägre i norr.

För att bättre belysa hur stora skillnaderna är krävs mer detaljerade beräkningar. För detta krävs exempelvis att modellerade halter kombineras med geografiska data över marktyper och med information som visar om förändringar leder till överskridande av kritiska belastningsgränser eller ej. Det underlag som SMHI tagit fram i detta och tidigare projekt är en bra utgångspunkt för ett sådant arbete. För att beräkna kostnader för påverkan på eko-system, och hälsoeffekter av ozon-exponering, behövs därutöver kunskap om hur effektsamband lämpligen tillämpas i denna typ av beräkningar. En stor oklarhet kvarstår och det är hur utsläpp av NO_x till sjöss bidrar till övergödningsproblematiken i Östersjön.

I avsnitten 5.5–5.6 diskuterades skillnader i utsläpp som är viktiga att ta hänsyn till vid beräkningar av kostnader för vägtrafikens utsläpp som sker i mer tätbebyggda områden och som inte behandlades i SAMKOST 1. Det handlar om slitagepartiklar och om skillnader i utsläpp mellan bensin- och dieslbilar. När det gäller slitagepartiklar är kostnaden för dessa låg jämfört med utsläppen av förbränningspartiklar. När det gäller bensin jämfört med diesel så är det skillnaderna i utsläpp för förbränningspartiklar och NO₂ som avgör hur stor skillnaden i kostnad blir. Ett problem med dessa beräkningar är den osäkerhet som finns om hur stora utsläppen av NO₂ från dieslbilar är i verklig körning.

6. Marginalkostnader för trafikbuller

Trafik orsakar buller, vilket medför olägenheter och i förlängningen samhällsekonomiska kostnader för de som exponeras. Trafikbuller är inget problem om ingen störs, dvs. bullret utgör då ingen samhällsekonomisk kostnad. Men omvänt kan kostnaderna vara stora när trafiken passerar genom tätbefolkade miljöer.

Bullerexponering ger upphov till två effekter som separeras i skattningen av marginalkostnaden. Den ena är så kallade störningskostnader, dvs. kostnader som uppstår för de individer som störs i direkt anslutning till bullerexponeringen; den andra är de negativa hälsoeffekter som kan uppstå på längre sikt till följd av trafikbullerexponering.

Jämfört med SAMKOST 1 har analysen av bullerkostnader utvecklats i flera avseenden. Det finns nu för vägtrafiken både en dygnsdifferentiering och en uppdelning på fler fordonstyper. Känslighetsanalysen har utvecklats och dessutom görs jämförelser med tidigare studier av kostnaderna för både järnvägs- och vägtrafikbuller. Slutligen har också en beräkning gjorts av marginalkostnaden för flygtrafikbuller.

Kapitlet inleds i avsnitt 6.1 med en kort beskrivning av principerna för beräkning av kostnader för buller. Därefter presenteras de beräkningar som gjorts för väg-, järnvägs- och flygbuller i avsnitt 6.2-6.4. De bullerstörningar som kan uppstå när båtar ligger i hamn har inte behandlats.

6.1. Principer

Effektkedjeansatsen (känd som IPA efter dess engelska benämning *Impact Pathway Approach*) är den huvudsakliga metoden i litteraturen för att skatta externa miljökostnader. IPA-beräkningarna utgör en kedja från bulleremissioner från trafik till en monetär kostnad för en extra fordonspassage.

I modellens första steg beräknas bulleremissionerna medan spridningen av bullret behandlas i dess andra steg. Det tredje steget innehåller en bedömning av hur det buller som ”når fram” påverkar exponerade individer. Slutligen appliceras i modellens fjärde och sista steg en värderingsfunktion för att beräkna bullerexponeringens kostnader i monetära termer. I SAMKOST 2 används en fullständig IPA-ansats för att värdera hälsoeffekter till följd av bullerexponering. Vid värdering av bullerstörningar används en ansats där IPA-modellens tredje och fjärde steg sker integrerat. Marginella bullerkostnader till följd av hälsopåverkan beräknas således utifrån underlag bestående av bulleremissioner, en modell för att bedöma hur trafikbuller sprids, effektsamband mellan exponering för buller och människors hälsa samt värdering av hälsopåverkan.

Vid beräkning av marginella bullerkostnader till följd av störningar utnyttjas det faktum att bullerstörningar till stor del är observerbara. De som störs kan därför påverka graden av störning, exempelvis genom att välja hur nära källan till buller man vill bo. Därför används skillnader i priset på bostäder på olika avstånd från en bullerkälla för att värdera hur skillnader i bullerexponering påverkar människors välfärd. Ett underliggande och viktigt antagande är att det enbart är de kortsiktiga störningskostnaderna som fångas upp i en jämförelse av bostadspriser.

Modeller för att uppskatta hur många som exponeras av buller på olika nivåer baseras på information om störningen – bullernivån – vid bostaden. Utöver befolkningstäthet, trafikflöde och typ av fordon påverkas bullerspridningen av omgivningen. Skillnaden i bebyggelse – öppna landskap eller slutna rum som skärmar av buller – bidrar till att kostnaden varierar från en plats till en annan.

IPA-modellen ligger även till grund för direktiv 2002/49/EG. Direktivet kräver bland annat att medlemsländerna genomför bullerkartläggningar för att bedöma antalet utsatta individer samt att varje land upprättar handlingsplaner för hantering av bullerfrågor. Enligt direktivet skall medlemsländerna rapportera gränsvärden som tar speciellt hänsyn till buller som förekommer nattetid. I Sverige har vanligtvis ekvivalentnivån använts. Detta är ett dygnsmedelvärde oberoende av när på dygnet

fordonen bullrar. Eftersom det senare värdet inte ger information om dygnsvariationen, är det svårt att separat hantera den extra störning som buller nattetid kan ge jämfört med samma störning under dagen.

6.2. Buller från vägtrafiken³²

6.2.1. Metod

Beräkningen av marginalkostnader för vägtrafikbuller har i flera avseenden utvecklats jämfört med förfarandet i SAMKOST 1. Bullerberäkningsmodellen är en förenklad version av den nyligen utvecklade Cnossos-EU (Kephalopoulos et al, 2012) som beskriver bullrets källstyrka för olika fordonstyper. Modellen appliceras på hela det svenska statliga vägnätet. I den nationella vägdatabasen (NVDB) redovisas antal fordon per årsmedeldygn (ÅDT).

Bullerspridningen – med hänsyn till mjuk mark, bebyggelsestäthet och vinkelrätt avstånd från väg – åstadkommer en bullerexponering som varierar över NVDB:s samtliga ca 100 000 vägsektioner. Utanför tätorter är befolkningstätheten så låg att det är föga meningsfullt att beräkna någon marginalkostnad. För att sammanfatta marginalkostnaden för vägtrafikbuller på ett överskådligt sätt kategoriseras tätorterna enligt följande:

- TBT - Tätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 2 000 personer/km²)
- MBT - Medeltätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 1 000 och upp till 2 000 personer/km²)
- GBT - Glesbefolkad tätort (befolkningstäthet över 400 och upp till 1 000 personer/km²)
- MGBT – Mycket glesbefolkad tätort (befolkningstäthet upp till 400 personer/km²).

Effektsamband för negativa hälsoeffekter har använts för hjärt- och kärlsjukdomar och baseras på WHO (2011) eller, när inga effektsamband går att finna i den källan, från ExternE-projektet (Bickel & Friedrich, 2005). Hjärtinfarkt står för nästan hela ohälsokostnaden, och effektsambanden anges som relativ risk, dvs. hur risken för hjärtinfarkt vid bullerexponering relaterar till basrisken för hjärtinfarkt i Sverige. De mest aktuella uppgifterna från Socialstyrelsen har använts för att beräkna basrisken för dödlig respektive icke-dödlig hjärtinfarkt.

Den funktion för marginell betalningsvilja som tagits fram i tidigare VTI-projekt används för att beräkna monetära värderingar. Denna värderingsfunktion utgör numera även grunden för de ASEK-värderingar som finns för vägtrafikbuller. Den monetära värderingen av hälsoeffekter i form av förtida dödsfall baseras på Värdet av ett Statistiskt Liv (VSL) som rekommenderas av ASEK. Värdet har räknats om till ett förlorat levnadsår (VOLY). För övriga hälsoeffekter används de senaste värderingarna från Ricardo-AEA (2014) och Holland (2014).

Jämfört med SAMKOST 1 redovisas en marginalkostnad som varierar över dygnet och dessutom redovisas kostnaden för fler fordonstyper än i den tidigare studien. Dygnsdifferentieringen innebär att en viss bullerstörning dagtid antas vara lägre än samma bullerstörning kvällstid som i sin tur antas vara lägre än bullerstörningen nattetid. Differentieringen åstadkoms genom att för kvällstid (klockan 19–23) addera 5 dB till bullernivån som används i värderingsfunktionen för bullerstörning medan det för

³² Baseras på Swärdh och Genell (2016).

nattetid (klockan 23–07) adderas 10 dB till värderingsfunktionens bullernivå. Redovisningen avser såväl personbil med och utan dubbdäck liksom lastbil med och utan släp.

För att analysera känsligheten i den beräknade marginalkostnaden för vägtrafikbuller har en statistisk analys gjorts. Utgångspunkten är den beräknade bullermarginalkostnaden som rapporteras för alla nästan 100 000 vägsektioner i NVDB. Analysen visar hur trafikmängd, hastighetsgräns och befolkningstäthet förklarar denna variation. På så sätt blir det också möjligt att prediktera marginalkostnaden utifrån kunskap om trafikmängd, hastighetsgräns och befolkningstäthet i specifika situationer.

6.2.2. Resultat

Tabell 18 innehåller en redovisning av marginalkostnaden för olika fordonstyper uppdelat på tätortskategorier samt olika tid på dygnet. Som framgår av tabellen finns en omfattande variation av marginalkostnaden i samtliga dimensioner, vilket är enligt förväntan och tidigare erfarenhet. Exempelvis är marginalkostnaden omkring 30 gånger högre i tätbefolkade tätorter jämfört med mycket glesbefolkade tätorter. Vidare är marginalkostnaden för en lastbil med släp omkring 10 gånger så stor som marginalkostnaden för en personbil. Resultatet bekräftar således att olägenheten och därmed marginalkostnaden för vägtrafikbuller uppvisar stora variationer. Varje beräkning av en genomsnittlig bullermarginalkostnad för hela landet på det sätt som ändå görs i kapitel 11 innebär att denna variation försvinner i ett genomsnitt.

Kostnadsvariationen över dygnets timmar har ett icke förväntat mönster. Trots att nattbuller straffas med det högsta pålägget av buller faller denna störning inte alltid ut med den högsta marginalkostnaden. Det gäller framförallt i tätortskategorierna med de lägsta befolkningstätheterna. Förklaringen är att trafikflödet och därmed bullernivån ofta är låg nattetid. I många delar av vägnätet med ringa trafik blir därför marginalkostnaden noll eftersom bullernivån inklusive nattpålägget inte kommer över den bullernivå som måste överskridas för att en störning antas uppstå.

Tabell 18. Marginalkostnader för vägtrafikbuller uppdelat på tätortskategori, tidpunkt på dygnet och fordonstyp. Kronor per fordonskilometer i 2014 års priser.

| | TBT | | | MBT | | | GBT | | | MGBT | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Dag | Kväll | Natt | Dag | Kväll | Natt | Dag | Kväll | Natt | Dag | Kväll | Natt |
| Personbil | 0,126 | 0,248 | 0,341 | 0,073 | 0,188 | 0,184 | 0,016 | 0,051 | 0,051 | 0,004 | 0,014 | 0,010 |
| Personbil med dubbdäck | 0,140 | 0,260 | 0,349 | 0,082 | 0,199 | 0,190 | 0,018 | 0,054 | 0,052 | 0,005 | 0,016 | 0,010 |
| Lastbil utan släp | 0,652 | 1,04 | 1,37 | 0,351 | 0,950 | 0,944 | 0,080 | 0,279 | 0,254 | 0,021 | 0,087 | 0,067 |
| Lastbil med släp | 1,58 | 3,22 | 3,27 | 0,934 | 2,16 | 2,65 | 0,210 | 0,710 | 0,674 | 0,052 | 0,257 | 0,156 |

Tabell 19 redovisar resultatet av en känslighetsanalys av marginalkostnaderna. Där framgår att marginalkostnaden är känslig för samtliga ingående variabler men allra mest för hastighetsökningar. Samtliga effekter är statistiskt signifikanta. Resultaten överensstämmer relativt väl med tidigare analyser. Exempelvis visade Andersson och Ögren (2013) att marginalkostnaden för vägtrafikbuller är känslig för antalet exponerade individer men relativt okänslig för förändringar i trafikmängden.

Tabell 19. Känslighetsanalys av skattade marginalkostnader för vägtrafikbuller. Baserat på 99 396 vägsektioner

| Variabel och förändring | Förändring i marginalkostnad, kronor per fordonskm för en lastbil med släp |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Trafikmängd, ökning 10 % | 0,02 |
| Hastighetsgräns, ökning 10 km/h | 0,12 |
| Antal exponerade, ökning av befolkningstäthet 10 % | 0,05 |
| Justerad förklaringsgrad (R^2 -adj) | 0,39 |

För att även belysa skillnaden som dygnsdifferentieringen av marginalkostnaden medför, jämförs de dygnsdifferentierade resultaten med resultaten från SAMKOST 1 som skattades utan någon sådan differentiering. Jämförelsen avser personbil eftersom det är den enda fordonstyp som exakt överensstämmer med beräkningarna i SAMKOST 1. Resultatet redovisas i Tabell 20 och visar att värdet för dagtid ligger nära skattningarna i SAMKOST 1. Det är alltså kvällstid och nattetid som marginalkostnaderna med dygnsdifferentiering ökar relativt kraftigt vilket beror på den addering av bullernivån som görs för att ta hänsyn till den extra störning trafikbuller antas leda till på kvälls- och nattetid.

Tabell 20. Marginalkostnader för personbilar på olika tider av dygnet och från SAMKOST 1 för hela dygnet, kronor per fordonskilometer, 2014 års priser.

| Tätortstyp | SAMKOST 2 | | | SAMKOST 1 (Nerhagen m. fl., 2015) |
|------------|-----------|-------|-------|-----------------------------------|
| | Dag | Kväll | Natt | |
| TBT | 0,126 | 0,248 | 0,341 | 0,138 |
| MBT | 0,073 | 0,188 | 0,184 | 0,083 |
| GBT | 0,016 | 0,051 | 0,051 | 0,019 |
| MGBT | 0,004 | 0,014 | 0,010 | 0,005 |

Tabell 21 innehåller en jämförelse mellan de nya resultaten för dagtid med andra svenska studier och även den officiella EU-rekommendationen. ASEK ligger generellt markant högre jämfört med de värden som beräknats i SAMKOST och ASEK-värdena uppvisar dessutom små skillnader mellan tätortstyper. Exempelvis utgör marginalkostnaden i en glest befolkad tätort hela 82 procent av marginalkostnaden i en tätbefolkad tätort. Det har inte varit möjligt att spåra varken tätortsdefinitionerna eller bakgrunden till de resultat som rapporteras i ASEK. Resultaten från SAMKOST 2 ligger däremot nära de värden som rapporterats både av Andersson och Ögren (2011) och rekommendationen i EU-handboken.

Den information som ligger till grund för analysen avser enbart statliga vägar. Om syftet vore att beräkna de *totala* kostnaderna, dvs. alla kostnader för vägtrafikbuller jämfört med en situation utan några sådana olägenheter alls, skulle resultatet underskatta den totala kostnaden. Skälet är att kunskapen om bullerstörningar i det kommunala vägnätet är ofullständig.

Syftet med analyserna är emellertid att beräkna den ökning av bullernivån och tillhörande kostnad ett *extra* fordon ger upphov till. Tack vare att många statliga vägar passerar genom städer och tätorter är det då möjligt att åtminstone överslagsmässigt bedöma den marginella kostnaden för kommunala vägar. Detta underlättas av att de resultat som nu redovisats kan anpassas till den bullernivå, trafikmängd, hastighet samt befolkningstäthet som är aktuell för varje specifik tillämpning.

Tabell 21. Marginalkostnader för personbilar från olika studier. Dagtid, kronor per fordonskilometer, 2014 års priser.

| Tätortstyp | Denna studie (dagtid) | SAMKOST 1 (Nerhagen m. fl., 2015) | ASEK (Trafikverket, 2016) ³³ | Andersson and Ögren (2011) (dagtid) | EU-handbok (Ricardo-AEA, 2014) (dagtid) (1 Euro = 10 kr) |
|------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| TBT | 0,126 | 0,138 | 0,20 | - | 0,150 |
| MBT | 0,073 | 0,083 | 0,18 | - | - |
| GBT | 0,016 | 0,019 | 0,16 | 0,028 | 0,010 |
| MGBT | 0,004 | 0,005 | 0,03 | 0,005 | - |

Notera: - innebär att skattning saknas för denna kategori. För Andersson och Ögren definierar vi E20 genom Partille som GBT och E20 genom Lerum som MGBT. För EU-handboken har vi beräknat ett genomsnitt baserat på de olika trafikflödestyperna ”gles trafik” och ”tät trafik”.

6.3. Buller från järnvägstrafiken³⁴

6.3.1. Metod

Också beräkningen av marginalkostnaderna för järnvägstrafikens buller baseras på IPA. Eftersom de kortsiktiga marginalkostnaderna för bullerstörning tagits fram på ett högupplöst sätt i en tidigare VTI-studie (Ögren m. fl., 2011) där ingen uppdelning av trafik över dygnets tidpunkter gjordes, kommer vi inte att studera en sådan differentiering i detta uppdrag. Vi har inte prioriterat en ny beräkning för järnvägsbuller för att en sådan med samma högupplösta uppdelning som den tidigare skulle vara mycket resurskrävande. Den skattning som gjorts tidigare är högupplöst med bandelsspecifika marginalkostnader för ett relativt stort antal olika tågtyper.

Bedömningen är att denna differentiering är viktigare än skillnaderna i kostnader mellan natt och dag. Med det i åtanke har endast små justeringar gjorts i detta regeringsuppdrag jämfört med SAMKOST 1. Den viktigaste utvidgningen är att en funktion av hur marginalkostnaden för buller kan predikteras av ett antal variabler har skattats.

De data som använts för att beräkna marginalkostnaderna för järnvägsbuller består för det första av järnvägsinfrastrukturen och dess trafikering. För det andra används högupplösta befolkningsdata i 250-meters kvadratrutor för att beräkna antal exponerade individer vid olika bullernivåer (avstånd från

³³ Notera att i underlagsrapporten Swärdh och Genell (2016) har jämförande ASEK-värden felaktigt hämtats från tabell för marginalkostnader gällande basår 2040. Detta påverkar emellertid inte huvudslutsatsen att ASEKs marginalkostnader generellt ligger högre än övriga jämförelsestudier samt att ASEKs marginalkostnader har en låg variation mellan olika tätortstyper.

³⁴ Baseras på Swärdh och Genell (2016).

källan). En sista komponent utgörs av den järnvägsspecifika monetära värderingen för bullerstörningar. För att beräkna marginalkostnaden för hälsoeffekter används dessutom effektsamband för hjärt- och kärlsjukdomar samt monetära värderingar av hälsoutfall, vilka är desamma som använts för vägtrafikbuller.

6.3.2. Resultat

I tabell 22 presenteras några exempel på kostnader för bandelar där marginalkostnaden varierar med en faktor omkring 150 mellan olika tågtyper. På motsvarande sätt som för vägtrafik belyser exemplen vikten av att ta hänsyn till de stora kostnadsskillnader som finns mellan järnvägsnätets olika delar om någon form av avgiftssättning skulle övervägas. De bandelar där marginalkostnaden är nära noll finns i områden med lite trafik och/eller få exponerade.

Tabell 22. Marginalkostnader för järnvägsbuller för några utvalda bandelar och genomsnitt för hela Sverige för två exempel av tågtyper. Kronor per tågakilometer i 2014 års priser.

| Bandel | Marginalkostnad | |
|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Godståg (500 meter) 90 km/h | Y31 (39 meter) 120 km/h |
| 327 | 0,96 | 0,01 |
| 401 | 143 | 1,59 |
| 637 | 4,06 | 0,04 |
| 919 | 3,15 | 0,03 |
| Genomsnitt alla bandelar | 4,22 | 0,05 |

De stora skillnaderna mellan den mest bullriga (godståg) och den minst bullriga tågtypen (Y31) beror på både tågens vikt och längd. Även tågets hastighet har betydelse för bulleremissionerna och därmed för marginalkostnaden. I den tidigare VTI-studien (Ögren m. fl., 2011) finns en indextabell som kan användas för att räkna om marginalkostnaderna för olika tågtyper och hastigheter. Som ett exempel på hastighetens betydelse framgår baserat på indextabellen att marginalkostnaden för X2000 ökar från 0,46 kronor till 1,68 kronor per tågakilometer när hastigheten ändras från 120 till 200 km/h.

Det finns flera problem med att jämföra resultaten med tidigare studier. Exempelvis har vi beräknat marginalkostnaden för varje bandel enskilt med hänsyn taget till de stora skillnaderna mellan olika bandelar med avseende på bullerexponering. I EU-handboken är det istället även för järnväg olika kategorier av omgivning och trafikmängd som används när marginalkostnaden skattas.

I tabell 23 jämförs det nationella genomsnittet från den studie som gjorts inom ramen för SAMKOST 2 med kostnader dagtid, gles trafik och landsbygd i EU-handboken. Svenska värden är omkring 7 gånger så stora för godståg och skillnaden är dessutom något större för passagerartåg. En tänkbar förklaring till skillnaden är att vi har jämfört med landsbygd i EU-handboken samt att tågtyperna inte är jämförbara. En annan förklaring är de markant högre bullerkostnaderna. Den svenska värderingen vid 60 dB är 4 591 kronor i 2014 års prisnivå (Trafikverket, 2016) medan värderingen i EU-handboken vid samma bullernivå är 133 Euro i 2010 års prisnivå (Ricardo-AEA, 2014, tabell D-5).

En annan observation från det arbete som genomförts är att – för ett visst antal exponerade individer – mängden tåg endast har begränsad inverkan på marginalkostnaden. Det beror på att vid låg trafik genereras relativt mycket marginalbuller när ett ytterligare tåg trafikerar banan men att den monetära bullervärderingen vid denna låga bullernivå är låg. Med en hög trafikbelastning uppstår mindre marginalbuller när ett ytterligare tåg trafikerar banan samtidigt som den monetära bullervärderingen

vid denna höga nivå är hög. Dessa båda effekter drar således åt olika håll och tenderar att ta ut varandra. Detta resultat skiljer sig till viss del från det skattade funktionssambandet för vägtrafikens marginalkostnader, där marginalkostnaden tycks öka något med tillkommande trafik.

Tabell 23. Marginalkostnader för några tågtyper från olika studier. Dagtid, kronor per tågkilometer, 2014 års priser.

| Tågtyp | Denna studie | Andersson och Ögren (2013) | EU-handbok (Ricardo-AEA, 2014) (dagtid) (1 Euro = 10 kr) |
|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| RC Godståg, 90 km/h | 4,22 | 3,47 | 0,61 |
| X2, 120 km/h | 0,64 | 0,36 | - |
| RC Passagerartåg, 120 km/h | 2,38 | - | 0,31 |

Not: För EU-handboken används dagtid, gles trafik, och landsbygd som den mest relevanta jämförelsegruppen för ett genomsnitt av det svenska järnvägsnätet.

Slutligen finns det anledning att upprepa betydelsen av bromsteknologi på godståg för bullerstörning. Ett byte från konventionella bromsar till så kallade k-blocksbromsar minskar marginalkostnaden med hela 89 procent (Ögren m. fl., 2011).

6.4. Buller från Flygtrafiken³⁵

6.4.1. Metod

I jämförelse med SAMKOST 1, där genomsnittliga bullerkostnader från två svenska flygplatser presenterades, har betydande metodmässiga framsteg gjorts i denna studie. Marginalkostnaden för buller från flygtrafiken beräknas med en bullervärderingsmodell som har tagits fram av WSP på uppdrag av Transportstyrelsen (Transportstyrelsen 2014b). I modellen beräknas bullerpåverkan från ytterligare flygningar på befolkningen runt åtta av de största svenska flygplatserna. Värdena påverkas av storleken på befolkningen runt dessa flygplatser, i vilken grad denna befolkning är bosatta i de mest bullerutsatta områdena, vilka flygplan som trafikerar flygplatsen och hur omfattande trafiken är. VTI har även gjort vissa justeringar av den ursprungliga modellen för att kunna beräkna de faktiska bullerkostnaderna för varje enskild flygning (till skillnad från bullerkostnader baserat på transportarbete).

6.4.2. Resultat

I tabell 24 redovisas marginalkostnaden per LTO-cykel fördelat på några svenska flygplatser och sett som ett genomsnitt för samtliga flygningar. Kostnaderna redovisas per *landing-and-take-off*-cykel (LTO) eftersom störande buller huvudsakligen inträffar i samband med start och landning.³⁶ Den genomsnittliga kilometerkostnaden för buller döljer detta förhållande.

³⁵ Detta avsnitt är baserat på Österström (2016), kapitel 7 och avsnitt 8.4.

³⁶ En flygning startar från en flygplats och landar på en annan. Principen för beräkning av marginalkostnaden kopplat till buller bör därför vara att addera halva marginalkostnaden per LTO för vardera flygplatsen. Här används emellertid LTO per flygplats, vilket är den schablon som är vanlig.

Tabell 24. Marginalkostnader, avgifter och internaliseringsgrad för bullerpåverkan på svenska flygplatser, kr per LTO-cykel.

| | Marginalkostnad per LTO | Avgift per LTO | Internaliseringsgrad (%) |
|-------------|-------------------------|----------------|--------------------------|
| Bromma* | 6 241 | 289 | 4,6 |
| Arlanda* | 114 | 273 | 238,6 |
| Landvetter* | 90 | 272 | 303,4 |
| Malmö* | 44 | 207 | 467,6 |
| Umeå* | 179 | 257 | 143,4 |
| Visby* | 49 | 71 | 146,3 |
| Skavsta** | 64 | 0 | 0,0 |
| Säve** | 55 | 0 | 0,0 |
| Samtliga | 959 | 220 | 23,0 |

*Avgiften beräknas enligt formel som redovisas i Swedavias avgiftsprislista (Swedavia 2016a).

**Skavsta och Säve ägs inte av Swedavia och har därför en annan avgiftsstruktur. Enligt respektive flygplats beskrivningar av avgifter tas ingen separat avgift ut för buller (Göteborg City Airport (2016) och Stockholm Skavsta Airport (2016)).

I tabellen redovisas också det genomsnittliga avgiftsuttaget på de flygplatser som ägs av Swedavia respektive på Skavsta och Säve som tillämpar en annan avgiftsstruktur. Internaliseringsgraden anger den procentuella skillnaden mellan bullerkostnad och avgiftsuttag. Ett värde under 100 % betyder att den externa kostnaden är större än avgiftsuttaget, och ett värde över 100 % innebär att avgiftsuttaget är större än den externa kostnaden.

Föga förvånande är marginalkostnaderna för buller avsevärt högre på Bromma än andra svenska flygplatser. Detta hänger ihop med att Bromma ligger relativt centralt i Stockholm, och inflygningen berör flera av stadens mest tätbefolkade områden. På Skavsta och Säve tas inga explicita avgifter ut baserat på buller. Trots att de flesta flygplatser tar ut högre avgifter än den externa kostnaden bli den sammanlagda internaliseringsgraden för hela flyget i Sverige endast 30 %.

7. Marginalkostnader för knapphet och trängsel

Med knapphet avses en situation där efterfrågan på en nytting är större än tillgängligt utbud. På traditionella marknader ökar priset på nyttingen med ökande knapphet. Exempelvis är efterfrågan på många charterresor som störst under perioder med skollov, och då är också det pris som charterbolaget tar ut högre än under perioder med låg efterfrågan. Motsvarande mekanismer som med en viss grad av automatik anpassar priset för att använda infrastruktur beroende på efterfrågesituationen, finns inte i transportsektorn.

Inga nya analyser har gjorts av kostnaderna för knapphet inom ramen för SAMKOST 2. Slutsatsen i SAMKOST 1 var att tre av trafikslagen knappast har allvarliga problem i detta avseende. Det absoluta flertalet av alla ansökningar om att få starta och landa på svenska flygplatser beviljas. Samtidigt som många flygplatser i eller i närheten av världens större städer har stora utmaningar i detta avseende, inte minst därför att det ofta finns starka restriktioner på utbyggnaden av ny kapacitet, är detta ett fenomen som inte kan kopplas till brister på svenska flygplatser. Arlandas terminalanläggningar är uppenbart hårt utnyttjad under morgonrusningen, men dessa räknas normalt inte som en del av infrastrukturen.

Svenskt flyg drabbas periodvis av problem som härrör från knapphet på flygkorridorer i Europa. Eftersom denna typ av problem inte ligger inom svensk jurisdiktion finns inte heller några skäl att inkludera detta som en knapphet kopplad till svenska förhållanden.

En vanlig bedömning är att det inte heller föreligger några egentliga problem med knapphet i de farleder sjöfarten använder. I SAMKOST 1 gjordes också en genomgång av kö-problematiken i det svenska vägnätet. Inte minst till följd av de avgifter som införts i Stockholm och Göteborg har de största och viktigaste trängselproblemen hanterats. Det finns därför i nuläget ingenting som talar för att det finns några knappetskostnader i det svenska vägnätet.

Knapphet i järnvägssektorn ser annorlunda ut än för de övriga trafikslagen. För det första uppstår aldrig trängsel i samma bemärkelse som exempelvis i vägtrafiken. Skälet är att man årligen fastställer en tidtabell som – per definition – hanterat alla knapphetsproblem. Knappheten tar sig i stället andra uttryck, framför allt i form av att alla önskemål om att få bedriva trafik inte kan tillgodoses. Även om det inte uppstår synliga köer föreligger därför knapphet i delar av järnvägsnätet liksom under vissa av dygnets timmar. Samtidigt kan också den hårdast utnyttjade delen av systemet ha ledig kapacitet under delar av dygnet.

En fastställd tidtabell kan också ge upphov till trängsel i ett annat avseende: Ju mer ”packad” en tidtabell är, dvs. ju fler tåg man gett utrymme för i tidtabellen, desto större är risken för att en primär störning sprider sig i systemet och ger upphov till följdförseningar. Den primära störningen kan bero på brister hos rullande materiel eller i infrastrukturen. Medan detta inte är ett trängselproblem så är dess konsekvenser större om tidtabellen för en given sträcka innefattar många än om det rymmer några få tåg. Denna aspekt av förseningsproblematiken bör därför i princip uppmärksammas.³⁷

För att bedöma de samhällsekonomiska kostnaderna för knapphet och förseningar i järnvägstrafiken behövs sammantaget information om följande förhållanden:

- Hur många operatörer avstår från att söka tidtabellägen därför att man tror sig veta att det inte är meningsfullt att ens försöka?
- Hur många ansökningar om tidtabellägen avslås helt?

³⁷ Motsvarande interaktion finns också inom flyget. Till följd av bedömningen att det inte finns någon brist på start- och landningstider i Sverige är konsekvensen att inte heller de förseningar som från och till uppstår på flygplatser har någon direkt koppling till knapphet på samma sätt som i järnvägssektorn.

- Hur många ansökningar får ett sämre tidtabelläge än vad man idealt efterfrågat?
- Hur stora är förseningarna (minuter)?
- När och var inträffar de?
- Hur ser utvecklingen ut över tiden?
- Hur stora är skillnaderna mellan konsekvenserna av en primär försening i en hårt belastad del av järnvägsnätet jämfört med en i övrig identisk delsträcka som har få planerade tåg?

Som en del av arbetet med SAMKOST 1 gjordes försök att mäta både knapphet och mängden förseningar kopplade till en hårt ansträngd infrastruktur. Huvudslutsatsen var att det var svårt att med stöd av tillgänglig information observera några stora problem med avseende på knapphet. En tidsserie på fem år som sträckte sig fram till och med 2014 gav inte heller stöd för uppfattningen att mängden förseningar ökat.

SAMKOST 2 har inte ägnat frågan förnyad uppmärksamhet eftersom det grundläggande problemet kvarstår; bristen på information för att belysa ovanstående frågeställningar är fortfarande stor. Detta utesluter emellertid inte att järnvägen faktiskt har problem med knapphet och trängsel.

8. Sjöfartens marginalkostnader³⁸

Både Sjöfartsverkets och Luftfartsverkets institutionella konstruktion innebär att staten ställer krav på att kostnaderna för den verksamhet som bedrivs huvudsakligen ska täckas med intäkter från användarna.³⁹ I detta skiljer man sig från Trafikverket vars ansvar för exempelvis väginfrastruktur innebär att årliga kostnader för drift, underhåll, reinvesteringar och nyinvesteringar bekostas av anslag medan intäkterna från skatter på vägtrafiken utgör en del av statens samlade intäkter. En annan skillnad mellan trafikslagen är att det bränsle som används i luft- och sjöfart inte beskattas. I huvudsak beror detta på möjligheten att, i frånvaro av internationella överenskommelser, köpa bränsle utomlands vilket skulle göra drivmedelsbeskattning verkningslös.

Med hänsyn taget till dessa speciella förhållanden beräknas sjöfartens samhällsekonomiska marginalkostnader med följande förutsättningar:

- Kostnaderna beräknas för kommersiell trafik men inte för fiskebåtar, fritidsbåtar, polisiär eller militär verksamhet m.m.
- Beräkningarna avser fartyg som anlöper svenska hamnar och avser svenskt sjöterritorium där Sverige har råddighet att införa/ändra avgifter.
- För att kunna ta hänsyn till de sedan 2015 gällande striktare svavelkraven avser kostnadsberäkningarna detta år.
- Beräkningen avser i första hand situationen när fartygen är i rörelse och inte när de ligger i hamn och använder hjälpmaskiner och/eller ström som matas från land.
- Ingen skillnad görs mellan företag, fordon/fartyg, besättningar, skadade m.m. med olika nationaliteter.

Genomgången avser två delar av marginalkostnadsbedömningarna. I avsnitt 8.1 redovisas de kostnader Sjöfartsverket har för sin verksamhet; två av dessa bedöms som relevanta för beräkningen av marginalkostnader. Kostnaderna för isbrytning och för lotsning inklusive de externa kostnaderna för luftföroreningar och växthusgaser som isbrytare och lotsbåtar ger upphov till behandlas i avsnitt 8.2 respektive 8.3. Avsnitt 8.4 behandlar passagerare- och lastfartygens externa effekter i form av olyckor. Trängsel, dvs. kostnaden som uppstår till följd av att ytterligare ett fartyg försämrar framkomligheten för andra fartyg, beskrivs som ett relativt litet problem för sjöfarten i Sverige. Avsnitt 8.5 redovisar resultaten av en separat underlagsrapport som hanterat sjöfartens kostnader för de luftföroreningar som förorsakas. Avsnitt 8.6 sammanfattar resultaten, i den del som avser climateffekterna baserat på de överväganden som görs i kapitel 10.

8.1. Sjöfartsverkets kostnader – marginalkostnader eller inte?

Som utgångspunkt för bedömningen av vilka av Sjöfartsverkets kostnader som bör innefattas i analysen av samhällsekonomiska marginalkostnader sammanfattas myndighetens kostnader och intäkter i tabell 25.

³⁸ Kapitlet baseras på Vierth, 2016.

³⁹ Med användare avses handelssjöfart vilket innebär att de kostnader som fritidstrafiken ger upphov till inte ska avgiftsfinansieras.

Som framgår av tidigare kapitel uppstår kostnader för slitage när fordon och tåg använder vägar och järnvägar. När fartyg använder vattenvägar uppstår inte motsvarande typ av förslitning, dvs. denna del av marginalkostnaden för sjötrafik är med undantag för t ex erosion i trånga farleder (se nedan) nära noll.

Trafik på järnväg och i synnerhet väg ger upphov till risk för olyckor och därtill hörande (externa) marginalkostnader. För att minska sådana risker finns en mängd bestämmelser och olika former av trafikstyrning och -ledning. Både utmärkning av farleder och lotsning har en likartad bakgrund. För att använda samma begrepp som i järnvägssektorn och för flygtrafiken innebär en väl fungerande trafikledning i form av (moderna) fyror, av goda mätningar av djup och av farledsutmärkning m.m. att det är få fartyg som krockar och/eller förliser samt lotsning.

Tabell 25. Intäkter och kostnader i Sjöfartsverkets årsredovisning för 2014 (miljoner kr).

| | Intäkter | Kostnader | Resultat |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|------------|
| Farledsavgifter (40%) | 940 | | |
| Lotsavgifter (20%) | 460 | | |
| Anslag (23%) | 550 | | |
| Övriga externa intäkter (17%) | 404 | | |
| Summa avgifts- och anslagsintäkter | 2 354 | 2 008 | 346 |
| Därav lotsverksamhet | 460 | 534 | -64 |
| Därav Isbrytning | 296 | 316 | -21 |
| Därav Farleder | 221 | 265 | -44 |
| Därav Sjögeografisk information | 48 | 149 | -101 |
| Därav Sjö- och flygräddning | 271 | 395 | -124 |
| Därav Myndighetsavgifter m.m. | 109 | 349 | -241 |

Dessa observationer är principiellt intressanta men ger inte direkt stöd för att besvara den fråga som står i fokus här: Hur påverkas kostnaderna för Sjöfartsverkets uppdrag om fartygstrafiken ökar eller minskar i förhållande till dagens nivåer?

På samma sätt som i flertalet andra studier, gör vi bedömningen att följande kostnadsposter i tabell 25 inte påverkas av variationer i trafikens omfattning: Arbetet med att ta fram och sammanställa *sjögeografisk information* liksom kostnaderna för *myndighetsavgifter* och för myndigheten *gemensamma funktioner* beror i ringa omfattning på variationen av antalet handelsfartyg i svenska farvatten. Vidare är sambandet mellan fartygstrafik och *underhåll* av sjöfartens farleder svagt. Möjligen uppstår ett svall från somliga farkoster som bidrar till erosion och andra skador i trånga farleder. Man kan därför t.ex. tänka sig att farkoster med viss konstruktion och/eller storlek bidrar till mera omfattande stranderosion än andra. Om så är fallet torde det i första hand förekomma i vissa farleder. Det finns samtidigt administrativa regler i form av hastighetsbegränsningar och lotsplikt som syftar till att begränsa sådana skador. Vår bedömning är att i den utsträckning regleringarna är tillräckliga för att hålla nere skadorna uppstår inte heller några marginalkostnader av denna art.

Sjöfartsverkets kostnader för farleder innefattar också utmärkning med prickar och andra sjömärken. Farledsutmärkning av denna typ kan slitas ner av svåra vintrar medan trafiken – mängden handelsfartyg – i ringa omfattning påverkar behovet av ny utmärkning.

Samtidigt som behovet av *sjö- och flygräddning* ökar när många människor befinner sig i sjöar och på hav ökar behovet av sådana insatser för handelssjöfarten när vädret är ofördelaktigt. Man kan också tänka sig att antalet fartygsrörelser i viss utsträckning samvarierar med sjötrafikens omfattning. Det är emellertid inte uppenbart att variationer i handelssjöfartens omfattning i förhållande till dagens nivåer skulle få några märkbara effekter på behovet av att ha sjö- och flygräddning i beredskap, inte minst med tanke på att många incidenter förorsakas av fritidsbåtar. Bedömningen är därför att inte heller denna kostnadspost bör utgöra grund för beräkningen av marginalkostnader av handelssjöfarten.

8.2. Isbrytning

Oavsett trafikslag krävs särskilda åtgärder för att trafik ska kunna bedrivas vintertid. Jämfört med många andra länder, exempelvis på kontinenten, har Sverige i likhet med våra Nordiska grannländer, Kanada och ett antal länder på nordligaste delen av norra halvklotet relativt stora kostnader som betingas av klimatet.

Utgångspunkten för att kunna avgöra om kostnaderna för ett hårt vinterklimat påverkas av trafikens omfattning är de bedömningar som respektive myndighet gör av de resurser som behövs för att möjliggöra trafik också under svåra väderförhållanden. För väg- och järnvägstrafik innebär detta ett ställningstagande till beredskapsnivå och vilka kravnivåer på friktion och motsvarande snöröjning av banorna ska tillgodose. För sjöfarten manifesteras detta förhållningssätt i inköpen av egna isbrytare eller avtal som säkerställer tillgång till isbrytare. Oavsett vilken ambitionsnivå som väljs är frågan om, och i så fall med hur mycket, samhällets kostnader för vinterunderhåll påverkas av trafikens omfattning. Det innebär att svaret måste ges av en analys av empiriska data.

Betydande delar av kostnaden för isbrytare och dess personal varierar inte med efterfrågan på assistans. Isbrytarna har också ringa alternativutnyttjandevärde, möjligen med reservation för situationen under sommaren då isbrytarna hyrs ut för forskningsändamål etc. Tillgången på kapacitet för isbrytning är därför låst i det beslut som fattas om ambitionsnivå, dvs. hur snabbt önskemål om assistans ska kunna tillgodoses.

Den resursförbrukning som uppstår på marginalen handlar därför framför allt om kostnader som tillkommer när en isbrytare tas i bruk. Förbrukningen av bunkerolja och smörjmedel varierar uppenbart med omfattningen av isbrytning. Den bunkerolja som används för isbrytning ger upphov till samma typer av utsläpp av ämnen som är skadliga för miljön och klimatet som utsläppen från fartygstrafiken i övrigt. Om ett fartyg begärt assistans uppkommer därför en kostnad för framdrift av isbrytaren och de därav följande externa kostnader för luftföroreningar och växthusgaser som användningen ger upphov till.

Verksamhetens kostnader varierar med vinterns svårighetsgrad. De senaste sex åren har bestått av en normal, två hårda och tre milda vintrar. De årliga kostnaderna har uppgått till i genomsnitt ca 290 miljoner kr. De rörliga kostnaderna var i genomsnitt 50 procent av totalkostnaden (inklusive avskrivning av isbrytarnas anskaffningsvärde) och varierar mellan 33 procent (mild) och 66 procent (hård vinter) av genomsnittskostnaden.

De samhällsekonomiska marginalkostnaderna har beräknats för två extrema alternativ. Ett *lågalternativ* omfattar enbart kostnader för driv- och smörjmedel och de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för luftföroreningar och CO₂-utsläpp som uppstår vid förbrukningen av bränslet. I ett *högalternativ* ingår också kostnaderna för underhåll av egna isbrytare och för inhyrning av isbrytare. Den antagna genomsnittliga bränsleförbrukningen av *Marine Gas Oil (MGO)* på 13 000 ton beräknas leda till externa kostnader kopplade till luftföroreningar på 16,6 miljoner kr och CO₂-utsläpp på 25,6 miljoner kr.

Tabell 26. Genomsnittliga samhällsekonomiska marginalkostnader för isbrytning, miljoner kronor per år (2014 års priser).

| Genomsnittliga kostnader | Lågalternativ | Högalternativ |
|---------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Driv- och smörjmedel | 52,5 | 52,5 |
| Underhåll av egna isbrytare | | 36,9 |
| Inhyrda isbrytare | | 38,3 |
| Isbrytningens externa kostnader (luftföroreningar etc.) | 42,2 | 42,2 |
| <u>Summa marginalkostnader per år</u> | <u>94,7</u> | <u>169,9</u> |
| Marginalkostnad per assistans | 68 000 kr | 121000 kr |

8.3. Lotsning

I Sverige råder generell lotsplikt vilket innebär att fartyg med ett djupgående av 4,5 meter eller mer i allmänhet är skyldiga att anlita lots. Sjöfartsverket ansvarar för lotsningen och tar ut lotsavgifter för tjänsten. År 2014 genomfördes närmare 33 000 lotsningar vilket var ca 18 procent mindre än 2003. Det är emellertid möjligt att avstå från lotsning i utbyte mot att fartygsägaren utbildar sin ombordpersonal, dvs. internaliserar kostnaden i verksamheten.

I beräkningen av en genomsnittlig samhällsekonomisk marginalkostnad för lotsning och isbrytning görs inga differentieringar med hänsyn till speciella förutsättningar med avseende på fartygstyp, farled m.m. Sjöfartsverkets kostnader relaterade till lotstjänsterna uppstår i tre skeden.

- Vid beställning av lotsningen. Beställningarna sker elektroniskt via Sjöfartsverkets e-tjänster. Vi antar att dessa kostnader är försumbara ur ett marginalkostnadsperspektiv.
- Vid transport och bordning av lotsar till/från de fartygen som ska lotsas.
- Vid utförande av själva lotsningen.

Som framgår av tabell 27 beräknas den samhällsekonomiska marginalkostnaden för lotsning till ca 166 miljoner kr, vilket motsvarar ca 31 procent av Sjöfartsverkets kostnader för denna verksamhet. Den 18-procentiga minskningen av antalet lotsningar innebär att de samhällsekonomiska marginalkostnaderna *per lotsning* har ökat med 21 till 37 procent mellan 2003 och 2014.

Tabell 27. Beräknade samhällsekonomiska marginalkostnadsskattningar för lotsning, miljoner kronor 2014.

| | |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| Personalkostnader | 108 |
| Transport-/resekostnader | 13 |
| Kostnader för lotsbåtar (exkl. bemanning) | 33 |
| Lotsverksamhetens externa kostnader (luftföreningar etc.) | 12 |
| <u>Summa marginalkostnader</u> | <u>166</u> |
| Andel av kostnader för lotsningsverksamheten | Ca 31% |
| Marginalkostnad per lotsning | 5 083 kr |

8.4. Externaliteter; olyckor

Trots stora insatser för att lindra antalet olyckor och dess konsekvenser inträffade under de senaste 30 åren i genomsnitt ca 120 olyckor inom handelssjöfarten. Konsekvenserna av olyckor till sjöss uppvisar stora variationer. Skador på fartyg och gods liksom miljökonsekvenserna av en olycka kan vara betydande jämfört med kostnaderna för vägtrafikolyckor.

Under perioden 1985- första kvartal 2015 inträffade 3 784 olyckor i de till Sverige angränsade haven. Den vanligaste inrapporterade olycksorsaken var grundstötningar (31 procent) följt av kollisioner med fartyg och kollisioner med andra föremål (båda 16 procent).

Det finns en lång tradition att beräkna de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för vägtrafikolyckor som i Samkost2 också tillämpas för beräkningen av sjöfartens samhällsekonomiska marginalkostnader för olyckor. Motsvarande tillvägagångssätt har använts för att beräkna de samhällsekonomiska marginalkostnaderna för olyckor med lastfartyg i Norge. Ansatsen innehåller följande punkter:

- Estimering av sambandet mellan trafikflöden och trafikolyckor.
- Definiering av de element i en trafikolycka som kan ses som externa ur individens beslutsperspektiv.
- Värdering av dessa element.
- Beräkning av kostnaderna för en olycka fördelas mellan de inblandade trafikanterna (denna punkt har större relevans för vägtrafiken än för sjötrafiken).

En olycka till sjöss kan, på samma sätt som för övriga färdmedel, leda till flera dödsfall och/eller skadade. Under perioden 1985–2014 registrerades 18 dödsfall för passagerar- och 78 dödsfall för lastfartyg. Transportstyrelsen indikerar att samtliga skadade inte har registrerats, detta gäller särskilt för de lindrigt skadade.

Det är inte uppenbart hur stor andel av de registrerade olyckorna som är trafikrelaterade och relevanta i ett marginalkostnadsresonemang. Avgränsningen mellan trafikolyckor och arbetsplatsolyckor är särskild svår med tanke på att besättningar arbetar och i många fall bor på fartygen, vilket försvårar avgränsningen och jämförbarheten med de andra trafikslagen. Uppgifterna om antalet döda och skadade under en längre period i sjötrafiken kan dock jämföras med 270 dödsfall och 4 492 allvarligt

skadade i vägtrafiken enbart under 2014. Hälften av alla dödsfall och ca 70 procent av alla skador skedde i hamn.

Sammanfattningsvis görs bedömningen att det i genomsnitt inträffar 3,1 dödsfall och att antalet skadade är 27,4 per år. Dessa värden baseras på perioden 1985–2014. Det genomsnittliga antalet dödsfall per år skulle vara lägre om vi hade utgått ifrån perioden 2005–2014, som Ibenholt et al. (2015) gör för Norge.

På samma sätt som i de olycksanalyser som redovisas i kapitel 4 ingår följande kostnadselement i beräkningen av den externa marginalkostnaden för trafikolyckor:

- Betalningsviljan för att undvika ett statistiskt dödsfall, en svårt skadad eller lindrigt skadad.
- Olyckskostnader som bärs av samhället för dödsfall/svårt skadad/ eller lindrigt skadad. Detta är i huvudsak sjukvårdskostnader, administrativa kostnader och kostnader för produktionsbortfall.
- Kostnader för egendomsskador, 15 000 kr vid dödsfall, inkluderas även om dessa kostnader täcks av försäkringar och är därmed internaliserade.

Betalningsviljan för att undvika ett statistiskt dödsfall, en svårt skadad eller en lindrigt skadad baseras på ASEK:s värderingar vilket ligger ungefär på samma nivå som FN:s sjöfartsorganisation IMO och Danmark. Egendomsskador antas dock vara internaliserade via försäkringar.

Med detta som grund beräknas de årliga kostnaderna för dödsfall inom person- och godstrafiken till sjöss till ca 79 miljoner kr. För personskadorna saknas information om hur de fördelar sig på lindriga skador och svåra skador. Därför utgår vi ifrån extremfallen: a) att samtliga skador är lindriga och b) att samtliga skador är allvarliga. Vi beräknar årliga samhällsekonomiska marginalkostnader för olyckor på sammanlagt ca 85 miljoner kr i lågalternativet (där samtliga skador antas vara lindriga) och ca 208 miljoner kr i högalternativet (där samtliga skador antas vara allvarliga).

Olyckskostnaden per fartygskilometer baseras på AIS-uppgifter⁴⁰ om fartygskilometer. På grund av att nästan 80 procent av fartygskilometrarna genomförs av lastfartyg är kostnaderna per fartygskilometer i lågalternativet ungefär lika stora för passagerarfartyg och lastfartyg. De beräknade samhällsekonomiska marginalkostnaderna redovisas i tabell 28.

⁴⁰ Automatic Information System

Tabell 28. Samhällsekonomiska marginalkostnader för olyckor per år (2014 års priser) baserade på antalet dödsfall och skadade i Transportstyrelsens olycksstatistik 1985-2014 och ASEK 6 - värderingar.

| | Antal per år | | Kostnader, miljoner kr per år | | | | | Kostnader, kr fartygs-km | |
|------------------|--------------|---------|-------------------------------|-----------------|--------------|------------|-------------|--------------------------|-----------|
| | Dödsfall | Skadade | Dödsfall | Lindriga skador | Svåra skador | Summa låg* | Summa hög** | Summa låg | Summa hög |
| Passagerarfartyg | 0,6 | 18,4 | 15,2 | 4,2 | 86,5 | 19,5 | 101,7 | 5,5 | 28,6 |
| Lastfartyg | 2,5 | 9 | 63,5 | 2,1 | 42,3 | 65,6 | 105,8 | 5,1 | 8,3 |
| Totalt | 3,1 | 27,4 | 78,8 | 6,3 | 128,8 | 85,1 | 207,6 | 5,2 | 12,7 |

Källor: Transportstyrelsens databas SjöOlycksSystem (SOS), SSPA (2016), ASEK, egna bearbetningar.

* dödsfall och lindriga skador, ** dödsfall och svåra skador

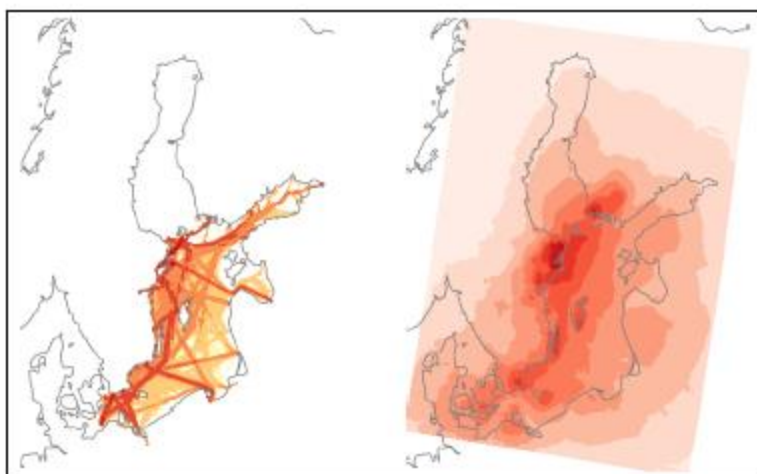
8.5. Externaliteter; luftföroreningar

Med stöd av beräkningarna i SAMKOST 1 är det möjligt att beräkna hur exponering för avgasrelaterade fina partiklar (både direktmitterade och sekundärt bildade) samt NO_x påverkar hälsan. Det är även möjligt att dessa effekter monetärt. Dessa resultat utgör utgångspunkten för beräkningarna i 8.5.1 medan avsnitt 8.5.2 redovisar beräkningen av sjöfartens marginalkostnader vid hamn. Beräkningarna i detta avsnitt baseras genomgående på den värdering av växthusgaser som gjordes under arbetet med SAMKOST 1, dvs. 66 öre per kilo CO₂. Till följd av de förändringar av värderingen som redovisas i kapitel 10 har detta värde räknats om i den sammanfattning som redovisas i kapitel 11 till nu gällande värde, 1,12 kr/kg.

Ett underlag som skulle kunna göra det möjligt att också beräkna hälsopåverkan av ozon, ingår inte i beräkningarna. Ett skäl är den osäkerhet som finns om hur effektsambanden för ozon ska tillämpas eftersom det är oklart vid vilka nivåer kritiska tröskelvärden överskrids. Ett annat skäl är avsaknaden av information om grundrisken för de sjukdomar som kan påverkas av en ökad exponering för ozon. Sannolikt är emellertid den effekt som därmed saknas av begränsad betydelse. Exempelvis utgjorde denna kostnadspost i en större europeisk studie om sjöfart, (AEA 2009) mindre än en procent av de samlade marginalkostnaderna.

8.5.1. Marginalkostnadsberäkningar för sekundära partiklar (SIA) från sjöfart

Baserat på AIS-data, dvs. information från ett system som Sjöfartsverket tillhandahåller som gör det möjligt att följa ett fartygs rörelser, har SMHI modellerat emissioner från sjöfarten, hur dessa sprids och hur många personer som därmed exponeras. Figur 5 illustrerar resultaten av beräkningarna i form av ett exempel som visar var fartygen går och hur utsläppen sprids i bassäng Syd. Figuren till höger visar att utsläpp från svensk sjöfart inte bara drabbar Sverige utan sprids och att höga koncentrationer uppstår över havet men också att länderna runt Östersjön påverkas.



Figur 5. Emissioner i bassäng Syd från fartyg som angör svenska hamnar (vänstra panelen) och modellerade halter (högra panelen). Källa: SMHI (2016).

Utsläppens tillskott till existerande halter ligger till grund för att beräkna marginalkostnader för påverkan på människors hälsa av exponering för sekundärt bildade partiklar. SMHI (2016) har i sin studie för tre separata utsläppsområden beräknat hur många som exponeras för sekundärt bildade partiklar till följd av sjöfartens utsläpp. Därutöver baseras resultaten på de uppgifter om kostnader som presenteras i tabell 29. I analysen används dessa svenska underlag för beräkning av hälsoeffekter och monetära värderingar även för den del av påverkan som sker i andra länder.

På samma sätt som i SAMKOST 1 innehåller resultatredovisningen (den sista raden i tabell 29) enbart de effekter som enligt andra studier har stor betydelse för marginalkostnaderna, dvs. NO_x, SO₂ och NMVOC. Noterbart är att kostnaderna för utsläpp i den norra bassängen är väsentligt lägre än i de två andra bassängerna. Detta beror på en lägre befolkningstäthet i närområdet till där utsläppen sker.

Tabell 29. Hälsoeffekter som ingår i beräkningarna, effektsamband samt monetär värdering. Alla värderingar är i kronor i 2013 års prisnivå.

| Ohälsovariabel | Enhet | Relativ risk per 10 ug/m ³ | Monetär värdering |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Förtida dödsfall | Dödsfall/Förlorat levnadsår | 1,062 | 1 095 000 |
| Sjukhusinläggning | Per sjukhusvistelse | 1,0190 | 22 800 |
| Begränsad arbetsförmåga | Per dag | 0,092 | 1349 |

För att undersöka betydelsen av olika antaganden innehåller tabell 30 också en jämförelse med tidigare studier av utsläpp från sjöfarten i Nordsjön och Östersjön. Jämförelsen försvåras av att utsläppen av flera ämnen minskat över tid. Detta påverkar de atmosfärkemiska processerna och därmed bildandet av sekundära föroreningar. Även andra faktorer, såsom skillnader i vilket bränsle som olika fordonsslag använder liksom förändringar i sammansättningen av bränslen över tid, är av betydelse för jämförelsen. I sjöfartens bränsle har exempelvis SO_x minskat med en faktor 10 till följd av införandet

av SECA-området⁴¹ år 2015. Även utsläppen av olika flyktiga organiska ämnen (NMVOC) verkar ha minskat jämfört underlag som använts i tidigare studier.

Tabell 30. Resultat från fyra studier som beräknat kostnaden för utsläpp som bidrar till bildandet av sekundära partiklar som får konsekvenser för människors hälsa.

| Studie | Utsläpp | Utsläppsområde | Beräknade förlorade levnadsår | Beräknad hälsokostnad | Kostnad per utsläppsenhet |
|------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | | | SEK för totala mängden utsläpp | SEK/kg |
| AEA (2009) om SECA | SO ₂ , NO _x | Engelska kanalen Nordsjön och Östersjön | 161 339(?) | 78 miljarder | 166 kr/kg SO ₂ |
| IVL (2014c) | NO _x | Östersjön | 1000 | 640 miljoner | 14 kr/kg NO _x |
| Avser beräkningar år 2030 med NECA | NO _x | Engelska kanalen, Nordsjö och Östersjön | 6000 (varav 92 i Sverige) | 4,9 miljarder | 29 kr/kg NO _x |
| SAMKOST 1 | NO _x , SO ₂ , NMVOC | Stockholm | Ca. 200 | 193 miljoner | 34 kr/kg NO _x |
| Nerhagen (2016) | NO _x , SO ₂ , NMVOC | Bassäng Norr | 12 | 13 miljoner | 2,7 kr/kg NO _x |
| | | Bassäng Syd | 200 | 219 miljoner | 4,8 kr/kg NO _x |
| | | Bassäng Väst | 61 | 63 miljoner | 4,0 kr/kg NO _x |

I tabell 30 representerar AEA (2009) en mycket hög värdering. Skälet är att hela den beräknade hälso nytta relateras till minskade utsläpp av SO₂ trots att beräkningarna även baseras på att utsläppen av NO_x minskar. Eftersom studien baseras på en tidigare luftkvalité kan detta i sig också påverka resultaten.

IVL (2014) avser samma beräkningsområde med endast utsläpp av NO_x vilket förklarar varför den beräknade hälsokostnaden är lägre. En annan förklaring till skillnaden kan vara att IVL-rapporten baseras på en bedömning av tillståndet år 2030 då utsläppen generellt sett förväntas ha minskat. Denna rapport illustrerar också den stora skillnaden i beräknad hälsokostnad beroende på om endast utsläppen i Östersjön inkluderas eller om också de utsläpp som sker i andra farvatten närmare mer befolkade områden, exempelvis i Engelska kanalen, ingår i beräkningarna.

Resultaten från SAMKOST 1 skiljer sig från övriga beräkningar i så måtto att de avser utsläpp från vägtrafik som skett i ett mer tätbefolkat område. Det är en förklaring till den högre beräknade marginalkostnaden jämfört med IVL (2014). En annan förklaring är att den monetära värderingen som används i SAMKOST 1 är högre. Ytterligare en förklaring är att det i områden med vägtrafik också sker utsläpp av ammoniak (till följd av användningen av katalysatorer) vilket påverkar de kemiska processerna som sker. Även den spridningsmodell som använts som underlag för beräkningarna skiljer sig åt jämfört med AEA (2009) och IVL (2014).

Jämfört med övriga beräkningsresultat i tabellen är kostnaden per enhet NO_x i SAMKOST 2 (Nerhagen, 2016) lägre. En orsak är att utsläppen av SO₂ är lägre än i tidigare studier. Eftersom

⁴¹ Regler för internationell sjöfart utformas av UN International Maritime Organization (IMO). Från 2015 är Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen ett så kallat SECA-område (Sulphur Emission Control Area). I detta område får bränslet max innehålla 0,1 % svavel. Detta är en sänkning med en faktor 10 jämfört med tidigare krav. I nuläget finns inte motsvarande område som gäller för NO_x. Sådana betecknas NECA (NO_x Emission Control Area).

partiklar bildas när NO_x reagerar med andra ämnen innebär minskningen av utsläppen av SO_x att mängden sekundära partiklar som bildas av en given mängd NO_x kan ha minskat. En annan förklaring härrör från det antagande som gjorts om hur stor andel av de sekundära partiklarna som orsakas av utsläpp av NO_x. Ytterligare en orsak är att beräkningarna inte inkluderat påverkan i hela Europa utan ett mer avgränsat beräkningsområde; i huvudsak fångar modelleringen spridningen till länder runt Östersjön. Med tanke på de övriga faktorer som skiljer mellan studierna är betydelsen av denna aspekt osäker.

Den centrala slutsatsen som resultaten i IVL, SAMKOST 1 samt 2 pekar på är att ASEKs värdering av NO_x på 86 kr/kg i 2014 års penningvärde överskattar kostnaden. Bedömningen är att detta förhållande skulle kvarstå även om effekter på miljöpåverkan inkluderades i beräkningarna och om man tog hänsyn till att beräkningarna i SAMKOST 2 underskattar kostnaden för NO_x (se ovan). Bedömningen är alltså att kostnaden inte skulle öka nämnvärt om miljöeffekter inkluderades i beräkningarna, dock med viss reservation för att påverkan på havet ännu så länge är oklar.

Ytterligare en slutsats är från en jämförelse mellan resultaten för Stockholm i SAMKOST 1 och Bassäng Syd. Jämförelsen pekar på att utsläpp från vägtrafik på land kan medföra en betydligt högre befolkningsexponering per enhet utsläpp, och därmed kostnad, än utsläpp som sker till sjöss. En orsak kan vara skillnader i sammansättningen av bränslen mellan vägfordon och fartyg och dess konsekvenser för att bilda sekundära partiklar. Endast en mer detaljerad jämförelse mellan spridningsmodelleringar och exponeringsberäkningar kan avslöja vad som ligger bakom denna skillnad.

Vid granskningsseminariet 2016-08-31 gjorde Stefan Åström (opponent) och Lena Nerhagen bedömningen att detta innebär att de samhällsekonomiska marginalkostnaderna kopplade till sjöfartens luftföroreningar (på regional nivå) kan vara ca 20 procent högre om effekterna relaterade till försurning, övergödning, och ozon inkluderades. Vi utgår därför ifrån en *låg värdering* av skadekostnaderna som enbart innehåller ohälsokostnaderna till följd av exponering för sekundära partiklar på 1 288 kr/ton bränsle och en *hög värdering* på 1 545 kr/ton bränsle som därutöver innehåller skadekostnader relaterade till försurning, övergödning, och ozon. I nästa steg multipliceras bränsleförbrukningen (i ton) 20 med de genomsnittliga värdena för ohälsokostnaderna till följd av exponering för sekundära partiklar i Sverige på i genomsnitt 1 288 i kr/ton bränsle (*lågalternativ*) resp. 1 545 i kr/ton bränsle (*högalternativ*). Vi beräknar samhällsekonomiska kostnader till ca 477 miljoner kr per år i *lågalternativet* och till ca 573 miljoner kr per år i *högalternativet*.

8.5.2. Marginalkostnader för lokala utsläpp från sjöfart

Inom ramen för SAMKOST 2 har inget eget spridningsmodelleringsarbete gjorts för att belysa betydelsen av sjöfartens utsläpp vid hamn för halter av direktemitterade förbränningspartiklar och NO_x i tätorter. Däremot har tre studier diskuterat denna fråga. Den första har genomförts på uppdrag av Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbund och undersöker sjöfartens bidrag till ett antal hamnar på östkusten (SLB analys, 2013). Slutsatsen är att högst bidrag till de totala halterna finns nära kajerna och att det mesta av de utsläpp som sker i hamnarna sprids ut till havs med vindarna. För exempelvis Gävle bidrar sjöfarten till 1–2 µg/m³ av NO₂ att jämföra med bidraget från vägtrafik som är 20–28 µg/m³ av NO₂ på flera vägar i centrala Gävle.

I en andra studie där modelleringarna är genomförda av SMHI (Bergström, 2008) gav utgångspunkten för beräkningarna i SAMKOST 1. Fokus låg på utsläpp från vägtrafiken men också kostnaderna för utsläpp från andra utsläppskällor i Stockholm kunde belysas. I Stockholm var utsläppen av förbränningspartiklar från sjöfart 33 ton vilket medför en kostnad på 207 kr per kg förbränningspartiklar om vi använder samma beräkningsunderlag som tabell 30.

Den tredje studien är genomförd av SMHI (2012) och modellerar hur utsläpp från sjöfart i Göteborg påverkar luftkvaliteten i staden. Vi använder denna för att genomföra beräkningar för Göteborg. De

beräkningar vi gjort i denna studie visar, liksom studierna för Stockholm, att trots att det är utsläpp av NO_x som ger det största haltbidraget så är det kostnaderna för sjöfartens haltbidrag av förbränningspartiklar som har den högsta marginalkostnaden. Resultaten av dessa beräkningar är en kostnad på 183 kr per kg utsläpp av förbränningspartiklar. Resultatet är dock något osäkert eftersom det baseras på ett antagande om hur bidraget till halterna påverkar befolkningens exponering.

Studierna för lokal påverkan visar alltså att förbränningspartiklar medför den största marginalkostnaden både för utsläpp från vägtrafik och från sjöfart. De beräknade kostnaderna för sjöfart är dock lägre än kostnaderna för vägtrafik vilket förklaras av att utsläppen sker längre från mer tätbefolkade områden. Till grund för nu gällande ASEK-värden användes i SIKA (2010) ett beräkningsexempel för minskade utsläpp i hamn en kostnad på 3 564 kr/kg förbränningspartiklar i 2006 års penningnivå. Detta värde överstiger kraftigt nu beräknade kostnader för utsläpp från sjöfart i hamn men även kostnader för utsläpp av förbränningspartiklar från vägtrafiken. Förklaringar till varför denna partikelvärdering som nu används i ASEK är så hög jämfört med mer aktuella beräkningar med IPA diskuteras utförligt i Nerhagen m. fl. (2005).

8.6. Resultat⁴²

Tabell 31 sammanfattar resultaten av de kostnadsskattningarna som gjorts. Beräkningen av kostnaden för klimatgaser behandlas i kapitel 9. En jämförelse görs också med Trafikanalys senaste skattningar. Person- och godstrafik särbehandlas inte.

Bedömningen pekar på att sjöfartens samhällsekonomiska kostnader är mellan 1,5 och 1,8 miljarder kr medan Trafikanalys bedömning ligger på en nivå som är ca 0,7 något högre. Den viktigaste förklaringen till denna skillnad avser bedömningen av sjöfartens kostnader för luftföroreningar. VTI:s kostnadsberäkningar för luftföroreningar ligger i linje med de beräkningar som redovisades i Sjöfartsverket (2002) och Ricardo-AEA (2014) och beskrivs i kapitel 5.

Tabell 31. Samhällsekonomiska marginalkostnader i Sveriges sjöterritorium, miljoner kr per år. Bedömningar i SAMKOST 2 och i Trafikanalys (2016).

| | VTI (prisnivå 2014) | | Trafikanalys (prisnivå 2015) | |
|-----------------------------------|---------------------|-------|------------------------------|-------|
| | Låg | Hög | Låg | Hög |
| Lotsning | 166 | 166 | 0 | 214 |
| Isbrytning | 95 | 170 | 123 | 123 |
| Olyckor | 85 | 207 | 0 | 45 |
| Luftföroreningar på regional nivå | 477 | 572 | 1 397 | 1 397 |
| Växthusgaser | 731 | 731 | 844 | 844 |
| Summa | 1 554 | 1 846 | 2 241 | 2 500 |

⁴² Beräkningarna i detta avsnitt baseras genomgående på den värdering av växthusgaser som gjordes under arbetet med SAMKOST 1, dvs. 66 öre per kilo CO₂. Till följd av de förändringar av värderingen som redovisas i kapitel 10 har detta värde räknats om i den sammanfattning som redovisas i kapitel 11 till nu gällande värde, 1,12 kr/kg.

Samtidigt som VTI:s resultat ligger på en något lägre total kostnadsnivå är bedömningen av kostnaderna för växthusgaser väsentligt högre. En överslagsberäkning pekar på att Trafikanalys gör bedömningen att ca 240 000 ton bränsle förbrukas, vilket ska jämföras med att resultatet av de AIS-beräkningar som VTI:s bedömningar baseras på är 370 000 ton.

Medan tabell 31 ställer de nya beräkningar som gjorts inom ramen för SAMKOST 2 mot de bedömningar som görs av Trafikanalys (2016) innehåller tabell 32 en avstämning mellan Sjöfartsverkets avgiftsintäkter och sjöfartens beräknade samhällsekonomiska marginalkostnader. Med reservation för de osäkerheter som finns på flera punkter pekar jämförelsen på att avgifterna ligger på en nivå som är cirka två tredjedelar av kostnaderna. Samtidigt finns skäl att notera att bilden kan påverkas av regeringens förslag i höstbudgeten att anslaget till isbrytning på 200 miljoner kr som tilldelades Sjöfartsverket 2014–2016 inte ska fortsätta också under 2017. Enligt industrin skulle detta innebära detta ca 17 % högre farledsavgifter för att täcka intäktsbortfallet.

Tabell 32. Internaliseringsgrad för sjötransporter per år på Sveriges sjöterritorium.

| | Låg | Hög |
|----------------------------------------|-------|-------|
| Summa marginalkostnader | 1 554 | 1 846 |
| Summa lots- och farledsavgifter (2014) | 1400 | 1400 |
| Därav lotsavgifter | 460 | 460 |
| Därav farledsavgifter | 940 | 940 |
| | | |
| Internaliseringsgrad | 90% | 76% |

Tabell 33 pekar på de förhållanden som driver kostnaden för olika delar av de samhällsekonomiska marginalkostnaderna. Det mest uppenbara sambandet finns mellan fartygstyp och -storlek och drivmedelsförbrukning som i sin tur påverkar mängden luftföroreningar och växthusgaser; ju större fartyg och ju högre hastighet desto mer bränsle förbrukas och desto större är utsläppen per fartygskilometer (men inte nödvändigtvis per passagerarkilometer eller tonkilometer).

Lotsavgifter baseras på fartygstyp och -storlek. En beställningsavgift och reseersättningar tillkommer och en viss regional differentiering finns. Farledsavgifterna baseras på fartygstyp och -storlek och NO_x-utsläpp samt antalet lastade/lossade ton gods. Farledsavgifterna differentieras inte regionalt (vilket är relevant för isbrytning, olyckor och luftföroreningar) eller på tid på året (vilket är relevant för isbrytning). Lots- och farledsavgifterna samvarierar inte direkt med den sträcka fartygen färdas och därmed de avståndsberoende kostnaderna för isbrytning, olyckor, luftföroreningar och växthusgaser.

Tabell 33. Huvudsakliga kostnadsdrivare för de samhällsekonomiska kostnaderna.

| | Fartygs- kategori | Fartygs- storlek | Tid på året | Region | Kommentar |
|------------------|----------------------|---------------------|----------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lotsning | X | x | | x | Användning av lots beror på om befäl har dispens, hur ofta fartyg anlöper vissa hamnar, hur svårt det är att navigera mm. |
| Isbrytning | X | | x | x | Assistans behövs under vinterhalvåret i vissa regioner och av vissa fartyg |
| Olyckor | X | x | | x | Risken för och konsekvenser av olyckor av skiljer mellan olika fartygstyper och farleder/farvatten beroende på trafikomfattning och typ av trafik |
| Luftföroreningar | X | x | | x | Bränsleförbrukning och därmed luftföroreningar skiljer mellan olika fartygskategorier och -storlekar, det är även avgörande var utsläppen sker (t ex om regional eller lokal påverkan) |
| Växthusgaser | x | x | | | Bränsleförbrukning och därmed luftföroreningar skiljer mellan olika fartygskategorier och -storlekar. |

9. Luftfartens marginalkostnader⁴³

På samma sätt som när vägar och järnvägar hålls öppna för trafik är det förenat med kostnader för att en flygplats ska kunna tillhandahålla tjänster för starter och landningar. Avsnitt 9.1 innehåller en diskussion av i vilken utsträckning kostnaderna för Swedavia och Luftfartsverket varierar beroende på antalet starter och landningar respektive i förhållande till antalet flygningar både inom, från och till samt över Sverige. Avsnitt 9.2 diskuterar om flygtrafiken är förenad med externa kostnader för trafikolyckor. Redan tidigare analyser pekar på att flygets storleksmässigt viktigaste kostnads-komponent härrör från det buller och de utsläpp flygningarna ger upphov till. I avsnitt 9.3 behandlas därför externa kostnader för luftföroreningar medan diskussionen om bullerkostnader ligger i kapitel 4 som tar ett samlat grepp om bullerproblematiken. Avsnitt 9.4 sammanfattar resultaten av analysen och inkluderar också bulleraspekterna.

9.1. Marginalkostnader för trafik

På motsvarande sätt som för sjöfarten ger luftfartens organisation en utgångspunkt för att identifiera de kostnader som hänger samman med tillhandahållande av infrastruktur för flygning. Detta gör det möjligt att fördjupa förståelsen av i vilken utsträckning dessa kostnader varierar med trafikens omfattning. Avsnitt 9.1.1 redovisar därför kostnaden för den verksamhet som bedrivs av Swedavia och Luftfartsverket (LFV). Många av dessa kostnader är på kort sikt fasta men kan på eventuellt påverkas av verksamhetens omfattning. Avsnitt 9.1.2 innehåller därför ett kort principresonemang om hur osäkerhet om efterfrågan kan påverka kostnadsbilden och hur detta ska hanteras i bedömningen av marginalkostnader. I ljuset av dessa resonemang redovisas i avsnitt 9.1.3 de slutsatser som är möjliga att dra om storleken av de kostnader som följer av variationer i antalet starter och landningar, dvs. om storleken på flygets marginalkostnader för att använda infrastruktur.

9.1.1. Organisation, genomsnittsinntäkter och genomsnittskostnader

De statliga aktörerna på luftfartsområdet har i uppdrag att bekosta sin verksamhet genom uttag av avgifter från användarna. De samlade intäkterna från dessa avgifter måste därför åtminstone återspegla de samlade kostnaderna för olika typer av aktiviteter.⁴⁴

Som utgångspunkt för den fortsatta bedömningen av storleken på luftfartens marginalkostnader redovisas i tabell 34 Swedavias intäkter. Swedavia är en statlig koncern som äger, driver och utvecklar 10 flygplatser i hela Sverige. Med 2 400 medarbetare i hela Sverige uppgår koncernens intäkter till drygt 5 miljarder kronor varav 643 miljoner kronor hänförs till intäkter från flygplansrörelser.

⁴³ Framställningen baseras på Österström (2016).

⁴⁴ Detta är samma sak som att säga att den genomsnittliga avgiften för exempelvis en start åtminstone måste täcka den genomsnittliga kostnaden för att låta flygplanet starta. Jämförelsen av intäkter och kostnader, eller genomsnittsinntäkt (-avgift) och genomsnittskostnad kompliceras av om flera avgifter tas ut och/eller av att verksamhetens kostnader uppstår i flera dimensioner.

Tabell 34. Swedavias intäkter 2015 och 2014. Miljoner kronor. Källa: Swedavia (2016b).

| | 2015 | 2014 |
|--------------------------------------|-------------|-------------|
| Aviation Business | | |
| Passagerarrelaterade intäkter | 2142 | 2058 |
| Flygrörelserrelaterade intäkter | 643 | 609 |
| Ground handling & flygplansparkering | 344 | 296 |
| Övrig Aviation | 11 | 10 |
| Summa Aviation Business | 3140 | 2973 |
| Commercial Services | | |
| Bilparkering och angöring | 796 | 741 |
| Retail Food & Beverage | 635 | 660 |
| Fastighetsintäkter | 480 | 620 |
| Reklam | 90 | 82 |
| Övrig Commercial Services | 274 | 308 |
| Summa Commercial Services | 2276 | 2410 |
| Summa | 5416 | 5384 |

LFV är ett statligt affärsverk som genomför flygledning och trafikledning på 23 flygplatser i landet. LFV har 1 000 medarbetare och hade 2015 intäkter på drygt 3 miljarder kronor. Av tabell 35 framgår att nästan 2 miljarder kronor av omsättningen hänförs till undervägsavgifter som syftar till att täcka kostnader för trafik utanför flygplatserna, också för flyg som passerar över svenskt luftrum.

Tabell 35. LFV:s intäkter 2015 och 2014, miljoner kronor. Källa: LFV (2016a).

| | 2015 | 2014 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Luffartsintäkter | | |
| - Undervägsavgifter | 1990 | 1228 |
| - Terminalavgifter | 167 | 97 |
| - Ersättning för flygtrafiktjänst | 508 | 303 |
| Summa luffartsintäkter | 2465 | 1627 |
| Övriga rörelseintäkter | | |
| - Hyror och arrenden | 12 | 15 |
| - Kommersiell service | 754 | 795 |
| - Erhållna bidrag | 52 | 64 |
| - Tjänsteexport | 57 | 70 |
| - Övrigt | 24 | 9 |
| Summa övriga rörelseintäkter | 899 | 953 |
| Summa | 3364 | 2580 |

Som framgår av tabellerna har både Swedavia och LfV intäkter som är relaterade till luftfarten och intäkter från övrig (kommersiell) verksamhet. I den jämförelse som kommer att göras av avgiftsnivåer och marginalkostnader är enbart luftfartsrelaterade intäkter relevanta. Detta följer av samma logik som då järnvägssektorn som helhet har intäkter för sina terminaler, exempelvis i form av (stora) stationer, utan att dessa intäkter direkt kan kopplas till kostnaderna för att använda järnvägens infrastruktur. Till följd av separationen mellan Trafikverket och Jernhusen framstår logiken i denna separation tydligare inom järnvägssektorn. G av

På luftfartssidan finns det (till skillnad från sjöfarten) ingen redovisning som beskriver den interna fördelningen av kostnader på olika verksamhetsgrenar, t.ex. för flygledning (LfV) eller hantering av flygplan på flygplatsen (Swedavia). Det går således inte att beskriva hur stora kostnaderna är inom olika delar av verksamheten, eller om olika verksamhetsgrenar inom Swedavia eller LfV korssubventioneras. Det är därför möjligt att de faktiska kostnaderna kan vara något högre eller lägre än de ovan redovisade beloppen, om det är så att det sker subventionering (i någon riktning) mellan de luftfartsrelaterade och de övriga intäktskällorna.

Informationen om luftfartens intäkter från infrastrukturanvändning speglar en övre teoretisk gräns för luftfartens kostnader på samma sätt som genomsnittsintäkten approximativt fångar genomsnittskostnaden. Detta innebär inte att genomsnittskostnaden (indirekt härledd från verksamhetens genomsnittliga intäkt) ger en approximation om marginalkostnaden för att använda infrastrukturen. Detta beror på att de flesta kostnader inom luftfarten är fasta, dvs. de varierar inte med trafikens omfattning. Marginalkostnaden är därför lägre än den genomsnittliga kostnaden.

En viktig förklaring är att huvuddelen av de kostnader som lagts ner för att bygga infrastruktur inte kan fås åter. Merparten av svensk flygplatsinfrastruktur kan inte användas för något annat ändamål, vilket innebär att dess andrahandsvärde är lågt. Samma logik gäller för övrigt också för huvuddelen av all infrastruktur. Ett lågt andrahandsvärde i kombination med att flertalet anläggningar har långt kvar till sitt kapacitetstak är huvudmotivet för fokuseringen på kortsiktiga marginalkostnader i SAMKOST; det är endast de kostnader som kan påverkas som har betydelse för de beslut som behöver fattas om framtiden. Det viktigaste undantaget från denna princip är Bromma flygplats vars lokalisering gör området intressant för exploatering. Flygplatsen skulle därför kunna användas för andra ändamål och har därmed ett ekonomiskt värde.

Det finns en ytterligare betydelsefull skillnad mellan genomsnittlig kostnad och marginalkostnad. När ett beslut fattats om att hålla en flygplats eller en järnvägssträcka öppen för trafik under det (eller de) kommande året(-n) förutsätter detta att en mängd aktiviteter genomförs. Trafikledning av tåg, av flygplansrörelser på marken och av flygningar mellan flygplatser dimensioneras av de förhandsbedömningar som görs av trafikens omfattning. Med lämpliga säkerhetsmarginaler bestäms både inköp av maskinell utrustning och antalet flyg- eller tågledare som anställs av hur många flygningar respektive tåg som kan förväntas.

Sådana förhandsbedömningar kan slå fel och trafiken kan bli både mindre och mer omfattande än förväntat. Om trafiken minskar kanske behovet av personal blir något mindre än beräknat medan en oväntad snabb trafikökning skapar behov av övertid eller nyanställningar. Frågan om förekomsten av marginalkostnader i dessa typer av trafik beror därför på flexibiliteten i den dimensionering som gjorts: Ju mer flexibel verksamheten är, desto större är sannolikheten för att besparingar eller merkostnader uppstår till följd av variationer i trafikens omfattning; omvänt har en organisation där stora investeringar i trafikledning etc. nyligen gjorts tämligen små möjligheter att anpassa verksamhetens omfattning till variationer i antalet trafikrörelser. Detta är särskilt betydelsefullt med tanke på att den utrustning etc. som införskaffas för denna typ av ändamål normalt inte kan användas på något annat sätt.

Slutsatsen för såväl flyginfrastruktur som för övrig infrastruktur är att det är en empirisk fråga att klargöra *hur mycket* av verksamhetens kostnader som varierar med omfattningen av den trafik som

bedrivs. Marginalkostnaden utgör normalt en mycket liten del av den genomsnittliga kostnaden för att hålla flygplatser eller järnväg öppna för trafik.

9.1.2. Hur beror kostnaderna för underhåll av flygplatser, för flygledning och för trängsel på antalet flygplansrörelser?

Luftfartsverket (2002) gjorde bedömningen att mängden flygningar inte påverkar hur fort *landningsbanans* ytskikt slits ned. Den huvudsakliga nedbrytningen härrör i stället från asfaltens oxidering och inverkan av väder och vind och är därmed oberoende av antalet starter och landningar. Landningsbanor med många landningar måste emellertid rengöras från gummiavlagringar för att bibehålla nödvändig friktion. Kostnaden bedömdes till 6–24 kr per start- och landningsfas (LTO) (i 2000 års priser) på flygplatser vars landningsbanor har mer än 25 000 landningar per år. Några nyare beräkningar har inte identifierats under arbetet med denna studie. I avsaknad av analyser som gjorts i närtid är bedömningen att denna marginalkostnadskomponent är negligerbar.

Det centrala syftet med *flygledningen* är att upprätthålla hög säkerhet. Varje nytt flygplan medför ett ökat antal potentiella konflikter med redan befintliga flygplan på marken och i luften. Komplexiteten i uppgiften att övervaka och upprätthålla säkerheten genom flygledning ökar därför sannolikt snabbare än antalet flygplan i luften ökar.

Den ökande komplexiteten hanteras genom system som med marginal är anpassade till den belastning som systemet utsätts för av den trafik som förväntas under de närmaste åren. Det innebär att dagens olika system för flygledning har tillräcklig kapacitet för att under rådande trafikeringsförutsättningar hantera denna komplexitet. LFV har något mer än 500 anställda flygledare (LFV 2016a), och det går inte att utesluta att omfattningen av deras arbete till viss del är trafikberoende. Företrädare för LFV menar också att det finns tydliga tröskeleffekter förknippade med kostnaderna för flygledningen, där kostnaden ökar stegvis om kapaciteten i en sektor⁴⁵ tar slut och en ny sektor behöver öppnas (LFV 2016b). Det har inom ramen för detta arbete inte varit möjligt att kvantifiera och värdera denna kostnadskomponent.

Principerna för att mäta flygets *knapphet och trängsel* har tydliga paralleller till motsvarande företeelser inom tågtrafiken. Begreppet knapphet innebär att alla flygbolag inte kan få de start- och landningstider man skulle vilja ha. I förlängningen finns en risk för att somliga önskemål inte alls kan tillgodoses. Kostnaden för knapphet definieras som den samhällsnytta som inte kan realiseras till följd av att alla önskemål inte kan tillgodoses.

Innan ett flygplan lyfter har det från flygledningen fått sig tilldelad en färdväg eller en sektor ända fram till dess att planet landar. Flygplanet måste befinna sig inom denna sektor under hela färden. Detta system har likheter med det signalsystem som används på järnvägen där varje tåg ges en kanal/ett tågläge i tid och rum som spärrar blocksträckor på spåren. Storleken på kravet på både blocksträckor och sektorer påverkas av vilka tåg (tågens hastighet) respektive flygplan (hastighet, höjd, etc.) som används. Systemen styrs dessutom med utgångspunkt från de säkerhetsavstånd som krävs mellan tåg respektive flygplan. Den viktigaste skillnaden mellan sektorerna är att flygtrafiken har en frihetsgrad i kapacitetsanvändningen med avseende på flyghöjd som helt saknas för tågen.

Efter hand som antalet flygningar ökar så ökar också konkurrensen om att få attraktiva avgångstider och kortast tänkbara flygsträcka. I tungt belastade geografiska områden kan finnas upp till fem vertikala lager med sektorer för att rymma den trafik som finns i luftrummet (LFV 2016b). Luftrummet kan därför bli en begränsad resurs. Problemet med knapphet löses med den tidtabell som läggs fast för flygningar. Trängseln i luftrummet och uppdelningen i vertikala sektorer leder till att flygplanen flygs på en mer ineffektiv flyghöjd, alternativt på rutter som innebär omvägar.

⁴⁵ För att möjliggöra flygledning är luftrummet horisontellt och vertikalt indelat i sektorer.

Samtidigt som lösningen på knapphetsproblemet dokumenteras i en tidtabell som anger tider för olika bolag, kan det under genomförandet av trafiken uppstå problem i form av störningar och förseningar. Detta kan ses som en trängselkostnad. Om det, trots fastställd tidtabell, bildas en kö av flygplan som ska starta samtidigt, eller om flygplan behöver cirkla över en flygplats innan landning i väntan på att landningsbanan ska bli ledig föreligger trängsel. Förklaringen till sådana avvikelser kan ibland härledas till tekniska problem hos flygplanen, andra gånger kan de vara en följd av ofördelaktigt väder etc.

Risken för förseningar ökar ju fler önskemål som initialt tillgodosätts, dvs. ju fler starter och landningar per timme från respektive till en flygplats som tidtabellen medger. I en tidtabell med många flygplansrörelser per tidsenhet får oväntade störningar större spridning i systemet och ger därmed upphov till ytterligare förseningar än i en tidtabell med färre avgångar.

Det är svårt att få en entydig bild av hur stora problemen med knapphet och trängsel är i svensk luftfart. I en utredning om flygkapacitet och bostäder i Stockholm (Sundström 2016) är slutsatsen att den kombinerade kapaciteten på Bromma och Arlanda idag är tillräcklig. Därutöver utnyttjas infrastrukturen, framförallt i luften, i dagsläget i lägre grad än vad som är fallet på och omkring t.ex. flygplatser i centrala Europa. Dock är uppskattningen om att trängselkostnaderna är låga endast en rimlighetsbedömning då ingen empiriskt grundad studie som berör denna fråga har påträffats. Kostnaden för knapphet på vissa strategiska flygplatser kan vara mycket hög. Exempelvis har SAS sålt ett start- och landningspar på Heathrow för 60 miljoner dollar (ca 500 miljoner kronor; Routes Online 2015).

I delar av Europas luftrum är kapacitetsutnyttjandet högt, exempelvis under sommartid med många charterflygningar mellan norra och södra Europa. Också svenska flygningar kan då drabbas av betydande förseningar. Dessa problem uppstår emellertid utanför svensk jurisdiktion och kan inte hanteras via åtgärder i landet.

9.2. Externa olyckskostnader

Det finns en mängd administrativa bestämmelser om hur flygplanens status ska kontrolleras, om krav på piloter och om i grunden all verksamhet kopplad till i första hand kommersiell men också icke-kommersiell flygning. Flyget har dessutom lagt ner stora kostnader för styrning av trafiken både på marken (på flygplatser) och i luften.

Luftfarten har därför en hög säkerhet och Transportstyrelsens statistik visar att det under de senaste 10 åren inträffat tre olyckor. Eftersom ingen dödats eller skadats svårt pekar detta på att marginalkostnaden – sannolikheten för en olycka multiplicerat med kostnaden för en olycka, om denna inträffar – är nära noll. Om olyckor ändå inträffar blir konsekvenserna ofta stora. Den svenska statistik som spänner 20 år tillbaka innehåller olyckan på Linateflygplatsen 2001 (Transportstyrelsen 2014b). Olyckan inträffade på hemväg från Italien, men ingår i den svenska statistiken eftersom ett svenskt flygplan var inblandat.⁴⁶ I olyckan dog 110 personer. En överslagsmässig beräkning ger vid handen att om en olycka med motsvarande konsekvenser som Linateolyckan inträffar en gång var 20:e år (givet nuvarande trafik), så blir den externa olyckskostnaden för en flygning mellan Arlanda och Landvetter ca 270kr.⁴⁷

⁴⁶ Därmed ingår denna olycka inte i den avgränsning som valts i denna studie, då det är flygningar med utgångspunkt i Sverige som ska räknas.

⁴⁷ $23\,558\,293$ (värdet av ett statistiskt liv 2014) * 110 (antal förolyckade) / 20 (antaget antal år mellan olyckor) / $212\,000\,000$ (antal fordonskilometer 2015) * 444 (kilometer mellan Arlanda och Landvetter inklusive ICAO-påslag) = 271 kr

Samtidigt bör det vägas in att över tre fjärdedelar av olyckorna sker under LTO-fasen (ICAO 2014). Möjligen är det således mer relevant att beskriva olyckskostnaden per LTO-fas snarare än per fordonskilometer, då risken inte är proportionell mot hur lång en flygning är. Utöver detta bör flygplanstyp och säkerhetsarrangemangen på och omkring flygplatsen vara viktiga faktorer att väga in.

I arbetet med underlagsrapporten för SAMKOST 2 har inga fördjupade analyser gjorts med syfte att kvantifiera och värdera denna kostnad för svenska förhållanden.

9.3. Externa kostnader för utsläpp

Luftfartens utsläpp påverkar dels klimatet, dels hälsa och ekosystem. Klimatpåverkande utsläpp handlar till stor del om koldioxidens påverkan i atmosfären, men också om andra s.k. klimatgasers påverkan. Luftfartens utsläpp påverkar även luftkvaliteten, dvs. att människor och ekosystem påverkas på ett negativt sätt.

Koldioxid bidrar till växthuseffekten och utsläppen utgör en extern kostnad. Utgångspunkten för de följande kostnadsberäkningarna är emellertid att EU:s handelssystem innebär att koldioxidkostnaden internaliseras för flygningar inom EU. De flygningar som går till länder utanför EU innefattas ännu inte av något handelssystem och orsakar därmed koldioxidutsläpp som ingår i denna studies marginalkostnadsberäkningar. Att beräkna den uppvärmande effekt som utsläpp av koldioxid får i atmosfären underlättas av att det inte spelar någon roll var eller när utsläppet sker. Varje nytt kilo koldioxid bidrar till uppvärmningen på samma sätt som det föregående och oavsett var utsläppet sker (Ahlberg 2014).

Utöver koldioxidens direkta påverkan orsakar flygplan som förbränner bränsle på hög höjd i atmosfären en större klimateffekt än vad som blir resultatet om förbränningen sker på marknivå. Det är andra ämnen än koldioxid, t.ex. kväveoxid, sot och vattenångor, som bidrar till denna ytterligare klimateffekt. Utsläpp av dessa ämnen på hög höjd orsakar fortsatta reaktioner i atmosfären som leder till att ytterligare uppvärmning på hög höjd uppstår.

I litteraturen har en så kallad höghöjdsfaktor definierats för att beskriva förhållandet mellan enbart koldioxidens klimatpåverkan och den samlade effekten av alla klimatgaser. Azar och Johansson (2012) gör en bedömning av klimateffekten av ett nytt flygplan för den framtida uppvärmningen av atmosfären. Som centralt estimat presenteras ett värde på flygets klimatpåverkan på i genomsnitt 1,7–1,8 gånger effekten av enbart koldioxiden. Det innebär att ett utsläpp av ett genomsnittligt kilo koldioxid från flyget motsvarar ett utsläpp på 1,7–1,8 kilo på marknivå.

I denna studie används faktorn 1,7 gånger effekten av enbart koldioxiden. Detta värde tillämpas för de delar av varje enskild flygning då ett flygplan befinner sig högre än 8 000 meter över havet. Genomsnittsvärdet skiljer sig från höghöjdsfaktorn till följd av att flygplanen befinner sig på lägre nivå under stigning och inflygning. Vid vissa flygningar används också turbopropflygplan som inte når hög höjd.

Till skillnad från klimatpåverkan är luftfartens påverkan på människors hälsa beroende av var utsläppen sker. Platsen för utsläppen markerar utgångspunkten för spridningen, men var föroreningarna landar beror på vindar och väder vid den aktuella platsen. Spridningen av utsläppen avgör i sin tur vilken befolkning som kommer att exponeras, vilket tillsammans med utsläppets koncentration avgör vilka konsekvenserna blir i termer av t.ex. försämrad hälsa eller förtidig död. En del forskning (t.ex. Barrett et al. 2010 och Yim et al. 2015) pekar på att såväl utsläppen under LTO-fasen som under flygning påverkar människors hälsa.

9.3.1. Beräkning av flygsträckor

För att kunna beräkna marginalkostnader för flygets utsläpp krävs information om hur många flygningar som utförs, mellan vilka start- och målpunkter flygningarna görs samt vilken flygplanstyp

som används. Då denna statistik omfattas av sekretess har alternativa metoder använts för att få ut ett approximativt resultat.

Tillvägagångssättet baseras på statistik över antalet starter/landningar och flygplanstyper fördelat på Sveriges flygplatser, den nationella statistiken för luftfart och statistik över antalet flygningar till utlandet fördelat på landnivå (Transportstyrelsen 2016a, Trafikanalys 2016c, Transportstyrelsen 2016b). För inrikes flygningar har först linjenätet kartlagts. Därefter har de flygplatser där det enbart finns en större linje sorterats ut. Antalet flygningar på linjerna som trafikerar dessa flygplatser antas vara ungefär dubbelt så stort som antalet starter. På dessa flygplatser utgör listan över de vanligaste flygplanstyperna även grunden för fördelningen av flygplanstyper på den linje som trafikerar flygplatsen. För det återstående resandet skapas en fördelningsnyckel baserad på avgångar under en veckas tid.

Data har samlats in på de delar av Swedavias webbplats som beskriver avgångar för dessa flygplatser. Utifrån detta stickprov har därefter antalet flygningar under hela året fördelats på flygplatser med flera inrikeslinjer. För att avgöra avståndet som flygs mellan två flygplatser har storcirkelavståndet använts, vilket är den närmsta väg ett flygplan kan ta sig från punkt A till B med hänsyn tagen till jordklotets rundning. Ovanpå detta har ett påslag adderats enligt ICAO:s rekommendationer.

För utrikes flygningar finns aggregerade uppgifter (Transportstyrelsen 2016b) om hur många flygningar som avgår från Sverige till ett annat land under 2015. Samtidigt som denna statistik har hög tillförlitlighet avseende antalet flygningar är bedömningen av hur långa avstånd som flygs inte lika exakt. Avståndet approximeras genom att anta att de flesta flygningar går från huvudstad till huvudstad. Denna sträcka används som approximation för alla flygningar mellan Sverige och ett annat land. För att bedöma vilka flygplanstyper som trafikerar olika linjer utrikes har olika flygplanstyper klassificerats med avseende på vilken distans de är avsedda att flyga och kapacitet. Dessutom används flygbolagens beskrivningar av sin egen flygplansflotta liksom av sina respektive linjenät.

Med utgångspunkt från vilka flygplanstyper som används på vilka linjer beräknas utsläpp av koldioxid, kväveoxider, svaveloxider och partiklar utifrån den bränsleåtgångs- och utsläppsdata som finns i *the European Monitoring and Evaluation Programme* och Europeiska miljöbyråns (EMEP/EAA) databas. I denna redovisas förbränningen av bränsle och utsläpp i LTO-fasen samt vid undervägsflygning⁴⁸ för ett stort antal flygplanstyper. Den bränsleförbränning som beräknas multipliceras med 3,16 per liter bränsle, vilket är den faktor som Internationella civila luftfartsorganisationen (ICAO) rekommenderar för att beräkna mängden koldioxidutsläpp för förbränningen.

De värden som beräknats med de approximationer som beskrivits har validerats genom att jämföra med Transportstyrelsens uppgifter om totalt antal fordonskilometer för inrikesflyget. Dessutom görs en avstämning mot Naturvårdsverkets statistik över koldioxidutsläpp för inrikes- och utrikesflyget. Båda dessa jämförelser pekar på små skillnader på aggregerad nivå jämfört med de approximationer som gjorts.

9.3.2. Externa kostnader för klimatpåverkan

Tabell 36 redovisar de externa kostnaderna för den icke internaliserade klimatuppvärmning som orsakas av koldioxidutsläpp och höghöjdsfaktorn. Eftersom EU:s handelssystem för utsläppsrätter internaliserar den externa kostnaden för koldioxid inom EU är denna del av kostnaden låg. Innebörden av detta system framgår närmare av kapitel 10. Som komplement presenteras en beräkning baserad på ASEK:s värdering av koldioxid inom parantes.

⁴⁸ Förenklat kan detta beskrivas som flygning på marschhöjd.

Tabell 36. Extern kostnad per fordonskilometer och genomsnittlig flygning för klimatpåverkande utsläpp, kr.

| | Koldioxid* | | Höghöjdseffekt | | Summa | |
|---------------------|------------|--------------|----------------|--------------|---------|--------------|
| | per fkm | per flygning | per fkm | per flygning | per fkm | per flygning |
| Inrikes | 0,0 (11,3) | 0 (5 867) | 3,4 | 1 979 | 3,4 | 1 979 |
| Utrikes inom EU | 0,0 (13,6) | 0 (16 490) | 8,7 | 11 958 | 8,7 | 11 958 |
| Utrikes utanför EU | 17,0 | 73 021 | 14,8 | 66 437 | 31,8 | 139 458 |
| Samtliga flygningar | 4,1 | 4 140 | 6,4 | 10 156 | 10,5 | 14 296 |

*Värden redovisade inom parentes gäller under antagandet att EU ETS inte internaliserar koldioxidkostnaden

Den prissättningsrelevanta marginalkostnaden för utsläpp av koldioxid inklusive höghöjdseffekter är 10,50 kr per flygplanskilometer. Detta är ett genomsnitt för flygningar som startar i Sverige oavsett destination. Summerat över genomsnittlig flygsträcka motsvarar detta en kostnad om 14 296 kr för en flygning som utgår från en flygplats i Sverige. Den stora variationen i marginalkostnad beroende på destination innebär att genomsnittet för samtliga flygningar döljer denna skillnad.

I en jämförelse av de tre huvudkategorierna framgår att de externa kostnaderna för inrikesflyget är knappt 2 000 kr, ca en sjättedel av den genomsnittliga externa kostnaden för europaflyget (11 958 kr). Den externa kostnaden för flygningar med mål utanför EU är i sin tur mer än tio gånger högre. Flera faktorer förklarar skillnaderna. Den mest uppenbara orsaken är att kostnaden för koldioxid anses internaliserad för inrikes- och Europaflyget. Den andra orsaken är att inrikesflyget flyger mycket kortare genomsnittliga distanser än Europaflyget, som i sin tur flyger kortare genomsnittliga distanser än utrikes flyg utanför EU. En tredje orsak är att flygplansflottorna skiljer sig mellan kategorierna; längre avstånd innebär att större och därmed mer bränsleförbrukande flygplan används. Slutligen skiljer sig höghöjdseffektens storlek markant, dels på grund av att kortare flygningar ofta utförs av turbopropflygplan som inte skapar någon höghöjdseffekt, dels på grund av att kortare sträckor innebär att en mindre andel av sträckan sker på högre höjd.

En jämförelse mellan jet- och turbopropflygplan visar på att den senare typen inte har någon relevant klimatberoende marginalkostnad. Dessa flygplan kommer inte upp på hög höjd och dessutom hanteras utsläppen av koldioxiden via EU ETS. Marginalkostnaden för inrikes jetflyg uppgår däremot till ca 4 600 kr per flygning och ca 8 kr per fordonskilometer.

De flygningar från svenska flygplatser som avser de längsta avstånden, t.ex. till Thailand, Kina och USA, ger upphov till mycket höga klimatrelaterade marginalkostnader. Av de värden som redovisas i tabell 9.3 framgår att det inte bara är den långa sträckan som gör att långflygningar har höga externa kostnader. Utsläppen från de stora flygplan som sätts in på dessa sträckor samt frånvaron av ett handelssystem för koldioxid gör att kostnaden per kilometer är tre gånger högre på dessa flygningar jämfört med flygningar inom EU.

9.3.3. Luftfartens externa hälsopåverkan; räkneexempel

För att kunna genomföra en tillförlitlig beräkning av marginalkostnaderna för hälsopåverkande utsläpp krävs fördjupade analyser av utsläppens spridning och hur olika befolkningar påverkas. I frånvaro av ett sådant underlag presenteras här mer preliminära resultat som bygger på vilka utsläpp som svensk luftfart står för kombinerat med en generell värdering av dessa utsläpp som redovisas i EU-handboken för externa kostnader (Korzhenevych et al. 2014); se tabell 37. Denna generella värdering har differentierats så att flygningar till EU har högre kostnader på grund av den högre befolkningstäthet

som flygningar över Europa generellt sett påverkar. Detta beräkningsätt överensstämmer med det som används av Trafikanalys på exempelflygningar i de årligen återkommande analyserna av marginalkostnader (Trafikanalys 2016b).

Kostnaden för hälso- och miljöpåverkan är 2,60 kr för inrikes flyg, och 4,40 kr per fordonskilometer för utrikes flyg utanför EU. Skillnaden beror på sammansättningen av flygplanstyper, framför allt därför att inrikesflyget i Sverige till större del genomförs med turbopropflygplan. Flyget inom EU har markant högre externa kostnader för hälsopåverkande utsläpp (7,70 kr), vilket beror på att dessa flygningar passerar generellt sett mer tätbefolkade områden, och av det skälet är värderingen av utsläppstyperna högre.

Tabell 37. Räkneexempel utifrån Korzhenevych et al. 2014, externa kostnader för hälsopåverkan från utsläpp av kväveoxid, svaveloxid och partiklar, kr

| | Kväveoxider | | Svaveloxider | | Partiklar (PM 2.5) | | Summa | |
|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| | <i>per fkm</i> | <i>per flygning</i> | <i>per fkm</i> | <i>per flygning</i> | <i>per fkm</i> | <i>per flygning</i> | <i>per fkm</i> | <i>per flygning</i> |
| Inrikes | 2,4 | 1 287 | 0,2 | 83 | 0,1 | 24 | 2,6 | 1 394 |
| Utrikes inom EU | 7,1 | 8 350 | 0,4 | 455 | 0,2 | 226 | 7,7 | 9 031 |
| Utrikes utanför EU | 4,1 | 17 896 | 0,2 | 1 029 | 0,1 | 427 | 4,4 | 19 353 |
| Samtliga flygningar | 4,6 | 5 429 | 0,2 | 305 | 0,1 | 139 | 5,0 | 5 873 |

De utsläpp som ges av EMEP/EEA-data, samt de värderingar som anges i EU-handboken för externa kostnader resulterar i att kväveoxid blir den helt dominerande externa kostnaden när det gäller luftfartens hälsopåverkande utsläpp.

9.4. Sammanfattning av kostnadsberäkningarna

Tidigare svenska studier av flygets marginalkostnader har redovisat olika typer av exempelberäkningar av marginalkostnaderna för enskilda flygplan och linjer. Detta har inneburit att det bara har gått att gissa hur de generella marginalkostnaderna för luftfarten fördelar sig i förhållande till dessa exempel.

Det saknas uppenbarligen flera centrala definitioner i den tillgängliga forskningslitteraturen för att beräkningar av genomsnittliga marginalkostnader ska kunna göras. För att kunna tolka resultaten av nu redovisade beräkningar som – vad gäller luftföroreningar – ska ses som ett räkneexempel är det viktigt att bedöma rimligheten av de definitioner som använts. Den helt centrala definitionsfrågan avser hanteringen av externa effekter av luftfartens internationella flygningar i ljuset av ett nationellt perspektiv på marginalkostnader.

De beräkningar som redovisas utgår från marginalkostnaderna för flygningar som avgår från Sverige och hela vägen fram till (första) landning. Returflygningen ingår inte i beräkningen. Vidare används värderingar som baseras på den betalningsvilja för bättre miljö som utvecklats för svenska tillämpningar. I beräkningen av marginalkostnaderna för utsläpp av klimatgaser är det också angeläget att ta hänsyn till att samtliga flygningar inom Europa hanterar koldioxidens kostnader – exklusive dess höghöjdseffekt – via handelssystemet EU ETS. För dessa flygningar är det enbart kostnaderna för höghöjdseffekten från andra klimatgaser än koldioxid som ingår i nedanstående kostnadsbedömningar.

Med hänsyn tagen till att studien på flera punkter tvingats använda grunduppgifter som kommer att behöva vidareutvecklas är det främst två aspekter som bör uppmärksammas inför det framtida arbetet med att utveckla relevant kunskapsunderlag.

- De räkneexempel som redovisas indikerar att flygets kostnader för utsläpp är större än, eller för inrikesflygningar åtminstone i samma storleksordning som, de avgifter flyget betalar för att använda infrastrukturen. Det är motiverat att ta hänsyn till detta vid eventuella policybeslut eller vid val av inriktning för fortsatt forskning.
- De externa kostnaderna varierar så mycket mellan olika flygningar att det inte är relevant att tala om en genomsnittlig marginalkostnad för hela den svenska luftfarten.

Studien har också resulterat i konkreta resultat i termer av kronor och ören. Genomsnittet för inrikesflyget är ca 2 000 kr per flygning. För europaflyget är genomsnittet ca 12 000 kr. Flyget med destination utanför Europa har de i särklass högsta kostnaderna för klimatpåverkan, ca 140 000 kr per flygning. Räknat per fordonskilometer är kostnaden drygt 3 kr för inrikes flyg, ca 9 kr för flyg inom Europa och ca 32 kr för flyg utanför Europa.

Marginalkostnaden för buller redovisas i kapitel 6 och avser kostnaden för en LTO-fas vid de större flygplatserna i Sverige. De flygplatser som har studerats kan delas in i tre övergripande kategorier utifrån kostnad. Malmö, Skavsta, Säve och Visby flygplatser har en genomsnittlig marginalkostnad per LTO på 40–60 kr. Flygplatserna Arlanda, Landvetter och Umeå har en något högre marginalkostnad på mellan 90 och 180 kr. Bromma flygplats har de i särklass högsta kostnaderna på 6 200 kr per LTO.

9.5. Kostnader och avgifter inom flyget

I avsnitt 9.1.1 förs en diskussion om principerna för att bedöma om flygets avgifter ska ses som instrument för att approximera och i slutänden internalisera marginalkostnader. Tabell 38-40 tar denna principdiskussion ett steg vidare genom att redovisa strukturen på de avgifter som Swedavia och Luftfartsverket tar ut. Den första av de tre tabellerna identifierar avgifter som kan kopplas till terminalrelaterade kostnader, och därmed inte ska ingå i jämförelsen mellan (marginal-)kostnader och avgifter för användningen av infrastruktur (38). De avgifter som redovisas i tabell 40 kan direkt eller indirekt kopplas till infrastrukturens användning och påverkar trafikens omfattning och sammansättning. Tabell 39 redovisar två avgifter där det är osäkert om de bör ses som internaliserande av någon marginalkostnadspost eller ej.

Luftfartens avgifter kan ha styrande effekter utan att detta är det primära syftet, men också det omvända är möjligt; avgiften ges en beteckning som framstår som syftande till att påverka beteende utan att detta faktiskt sker. Motsvarande tankegångar finns i vägsektorn där skatten på drivmedel kallas koldioxid- respektive energiskatt. Bortsett från dessa benämningar innebär skatteuttaget att kostnaden för drivmedel vid pump blir högre och därmed kan trafikanternas beslut komma att påverkas. Likaså tas en tonnageavgift ut som bidrar till Sjöfartsverkets finansiering. Som framgår av diskussionen i kapitel 8 är det nödvändigt att klargöra i vilken utsträckning en sådan avgift bidrar till att verksamhetens (annars) externa kostnader internaliseras.

Tabell 38. Avgifter som avser terminalhantering och som inte påverkar internaliseringsgraden (Swedavia 2016a, Transportstyrelsen 2015d).

| Avgift | Bas för uttag | Beskrivning |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Passageraravgift - lokalt avresande | Utrikes eller inrikes flygningar x antal passagerare | |
| Passageraravgift – transfer | Utrikes eller inrikes flygningar x antal passagerare | |
| PRM-avgift | Antal passagerare | Assistans till funktionshindrade och personer med nedsatt rörlighet |
| Passenger Handling Infrastructure Charge | Antal passagerare | Passagerarhantering (förvaringsutrymmen, bagage, boarding, "self service") |
| Ramp Handling Infrastructure Charge | Antal ton | Glykolhantering, dricksvatten, toalettömning och elanslutning |
| Avgift för Säkerhetskontroll | Antal passagerare | Säkerhetskontroll av passagerare |
| Myndighetsavgift | Antal passagerare | Transportstyrelsens tillståndsprövning, tillsyn och registerhållning |

Tabell 39. Avgifter med osäker tolkning (Swedavia 2016a, Transportstyrelsen 2015d).

| Avgift | Bas för uttag | Beskrivning |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Slot Coordination Charge | Per start | Organisationen ACS:s koordinering av flygningar från Bromma och Arlanda |
| Terminaltjänstavgift | Enhetspris per flygplats x vikt | Lokal flygtrafiktjänst. Flygledning vid start och landning samt flyginformation (t.ex. väder) |

Tabell 40. Avgifter som antas vara internaliserande (Swedavia 2016, Transportstyrelsen 2015d).

| Avgift | Bas för uttag | Beskrivning |
|-----------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Startavgift | Start x vikt | Påverkar kostnaden för starter och landningar. |
| Bulleravgift | LTO x bullerprestanda x bullerstörning | Differentierar beroende på vilket buller LTO-cykeln ger upphov till |
| Avgasavgift | LTO x antal motorer x bränsleförbrukning x NOx-index | Differentierar beroende på vilka utsläpp LTO-cykeln ger upphov till |
| Undervägsavgift | Distans x vikt | Den enda avståndsberoende avgiften. |

Genom att summera de avgifter som redovisas i 39 och 40 har det sammanlagda avgiftsuttaget för tre exempelflygningar tagits fram i tabell 41. Den tolkning av avgifterna som görs är samma som Trafikanalys använder (Trafikanalys 2016b).

Tabell 41. Summering av samhällsekonomiska kostnader i förhållande till avgifter.

| | Samhällsekonomiska kostnader | | | | | Summa avgifter*** | Undervägsavgifter i utlandet**** |
|--------------------|--------------------------------------------|---------|--------|----------|-----------------|-------------------|----------------------------------|
| | Slitage, trängsel, flygledning och olyckor | Klimat | Hälsa* | Buller** | Summa kostnader | | |
| Inrikes | - | 1979 | 1394 | 959 | 4 331 | 3 912–5 175 | - |
| Utrikes inom EU | - | 11958 | 9031 | 959 | 21 948 | 4 589–6 145 | ca 6 400 |
| Utrikes utanför EU | - | 139 458 | 19353 | 959 | 159 769 | 9 336–13 786 | ca 33 800 |

*Detta är värdet från det lägre av de två räkneexempel som tagits fram i denna studie, båda exemplen omfattas av stor osäkerhet.

**För buller har ingen kostnad beräknats som är differentierad på ovanstående kategorier. Genomsnittet för hela den svenska luftfarten redovisas för samtliga tre kategorier.

*** Bygger på exempelberäkningar och är därmed ej helt representativa för ett genomsnitt. Tabellen speglar ett spann mellan enbart de fyra avgifter som antas vara internaliserande (endast tabell 9.6c) samt både dessa och avgifterna vars tolkning är osäker (både 39 och 40).

**** Beräknat utifrån genomsnittligt flugen sträcka utanför svenskt luftrum med en antagen genomsnittlig enhetsavgift på 60 euro (inom Europa) respektive 50 euro (utanför Europa).

Det finns flera skäl till att jämförelsen i tabellen haltar. Marginalkostnaderna för slitage, trängsel, flygledning och olyckor är inte beräknade och finns därmed inte med och de exempelflygningar som valts för att beräkna avgifterna motsvarar inte genomsnittet för den grupp av flygningar som de jämförs med. Tabellen kan ändå ge en indikation på att de externa kostnaderna för inrikesflyg är av en storleksordning som motsvarar de avgifter som tas ut. Däremot är utrikesflygets kostnader, både inom och utanför EU, flera gånger större än det totala avgiftsuttaget.

Tabellen redovisar även en bedömning av undervägsavgifter i utlandet. Dessa redovisas för att peka på den totala påverkan som avgiftsuttaget kan förväntas få på trafikanternas beteende. Dock tas dessa avgifter ut för att täcka flygledningens verksamhet i utlandet, och bör i första hand ses som hänförliga till detta ändamål utifrån ett marginalkostnadsperspektiv. Även med dessa avgifter inkluderade påverkas inte den övergripande tolkningen att kostnaderna är väsentligt större än avgifterna på internationella flygningar.

Utöver frågan om avgifter täcker flygets totala marginalkostnader är det väsentligt att diskutera huruvida avgifternas utformning är sådan att det finns en naturlig koppling till de underliggande samband som ger upphov till kostnader. Till exempel är avgasavgiften utformad på ett sätt som relativt väl speglar de utsläpp av kväveoxider som orsakas, men endast under LTO-fasen. Detta gör att de utsläpp som beror av flygsträcka inte återspeglas i en ökad avgift. Ett annat exempel är bulleravgiften som är utformad så att den fångar upp de dimensioner som är relevanta ur ett marginalkostnadsperspektiv, dvs. flygplanets bullerprestanda samt vid vilken flygplats som bullret orsakas. Problemet med denna avgift är dock att den inte varierar i tillräcklig grad för att motsvara den mycket stora variation i bullerkostnad som uppstår vid Bromma kontra övriga flygplatser.

10. Kostnaderna för transportsektorns utsläpp av koldioxid

Det svenska transportsystemet är beroende av fossila drivmedel och inrikes transporter svarar för en tredjedel av svenska utsläpp av växthusgaser. Efter slutförandet av SAMKOST 1 har klimatmötet COP21 i Paris höjt ambitionsnivån för att minska risken för dramatiska klimatförändringar. Det nya avtalet pekar ut ambitioner och visioner och bildar därmed en grund för ländernas klimatarbete under lång tid framöver. Samtidigt överlät man åt varje land eller grupp av länder – dvs. för Sveriges del EU – att själv avgöra vilka styrmedel som ska användas för att bidra till att visionen ska bli verklighet. Inga nya beslut om styrmedel har därför fattats samtidigt som kraven på utsläppsminskningar i transportsektorn sannolikt kommer att skärpas. Konsekvenserna av detta redovisas i detta kapitel.

Några nya analyser av kostnaden för klimatstörningar har inte gjorts i SAMKOST 2. Med tanke på frågeställningens stora betydelse för transportsektorn redovisas emellertid i avsnitt 10.1 en kondenserad version av de resonemang som fördes i SAMKOST 1. Som en del av SAMKOST 2 har också synpunkter inhämtats på det förslag som lämnades i förra rapporten, och dessa slutsatser refereras i korthet i avsnitt 10.2. Slutsatsen är att värderingen av utsläpp av CO₂ nu ligger på en högre nivå än i SAMKOST 1.

10.1. Principresonemang

Alla utsläpp av CO₂, oavsett om dessa kommer från fossila eller andra bränslen, kan påverka klimatet. Redan idag tyder mycket på att klimat och väder kan hålla på att förändras till följd av redan gjorda utsläpp. Konsekvenserna av ytterligare ackumulering av kol i atmosfären kan komma att öka.

Det finns olika tillvägagångssätt för att värdera de kostnader som fortsatta växthusgasutsläpp kan förorsaka. Den så kallade *skadekostnadsansatsen* innebär att man söker beräkna värdet av de miljöskador som fortsatta utsläpp ger upphov till. Denna ansats förutsätter att det finns kunskap om hur en viss mängd utsläpp påverkar miljön liksom att det är möjligt att värdera dessa effekter. De många studier som genomförts inom ramen för denna ansats visar på en mycket stor spridning mellan det högsta och det lägsta skattade värdet. Det har därför varit svårt för forskarsamhället att denna väg komma fram till en konsensus om hur stor denna kostnad är.

Ett alternativt tillvägagångssätt är att uppskatta de kostnader för att minska utsläppen som följer av beslut som redan fattats av demokratiskt valda församlingar. Tanken att den nyttan av att genomföra en åtgärd som minskar belastningen på klimatet måste vara *minst lika stor* som kostnaden. Ett sådant baklänges framräknat värde brukar omtalas som en prislapp på CO₂ baserat på *minskningskostnadsansatsen*.⁴⁹

Utgångspunkten för denna ansats är att regering och riksdag har ett övergripande önskemål om att samhällets resurser ska användas på ett effektivt sätt. Med detta avses att man vill maximera utrymmet för hushållens konsumtion av nyttigheter, däribland god miljö och stabilt klimat, i den meningen att ingens konsumtion kan öka utan att någon annans minskar. Det finns anledning att understryka – inte minst då det gäller klimatpolitik – att sådana önskemål inte bara avser dagens hushåll utan också framtida generationer.

Ansatsen utgår vidare från det klimatpolitiska ramverk EU arbetat fram, och att detta ramverk kommer att bestå. EU har, närmare bestämt, satt upp mål för växthusgasutsläppen i unionen som helhet. Till år

⁴⁹ Ofta används benämningen *skuggprisansatsen* som synonym. Innebörden är att kombinationen av kunskap om kostnader för att minska utsläppen och de politiska beslut som fattas ”baklänges” värdera utsläppen. Detta är dock något missvisande eftersom skuggpriser endast utgör en delmängd av möjliga minskningskostnadsansatser. Därför används den mer heltäckande termen minskningskostnadsansatsen.

2020 ska de årliga utsläppen minska med 20 procent och utsläppen ska till år 2050 minska med åtminstone 80 procent i förhållande till 1990 års nivå.

Målen har brutits ner i två delar. Den första delen består av ett tak för hur stora utsläppen från energiintensiva verksamheter får vara 2020 och 2050. Den andra delen av målet består av de utsläpp som görs från huvuddelen av medlemsländernas övriga utsläpp, ofta kallad övrigsektorn. Denna sektor består främst av bostäder och service, (delar av) jordbruket och lätt industri. Även transporter ingår i övrigsektorn.

Inom de två sektorerna används olika typer av styrmedel. Den energiintensiva delen av samhället ska minska sina utsläpp genom utsläppshandel via EU:s system för handel med utsläppsrätter (*EU Emission Trading System* förkortat EU ETS). De företag som använder mycket energi får (eller i växande omfattning får köpa) rätten att släppa ut ett visst antal ton CO₂. Över tid kommer antalet sådana utsläppsrätter gradvis att minska för att nå det uppställda målet.

Företagen kan handla utsläppsrätter med varandra, och därmed fastställs ett pris per utsläppsrätt eller ton CO₂. Detta pris representerar nyttan för innehavaren av att få göra utsläpp. Under förutsättning att taket ligger på den nivå som krävs för att minska hotet mot klimatet representerar priset också marginalkostnaden för ytterligare utsläpp.

Medlemsstaterna har kommit överens om den totala mängden utsläpp också inom övrigsektorn och hur stora dessa utsläpp får vara från varje land. Medlemsländernas regeringar kan i viss utsträckning handla också dessa kvotenheter med varandra och på så sätt fördela om bördan mellan de två sektorerna.⁵⁰

Det står medlemsländerna fritt att välja vilka styrmedel som ska användas inom övrigsektorn. I Sverige är koldioxidskatten av central betydelse för att påverka mängden utsläpp. För närvarande uppgår skatten till 1,08 kr per kg koldioxid.

Baserad på Mandell & Hansen (2010) har också detta värde använts som approximation till kostnaden för växthusgaser. Trafikverkets bedömningar som sammanfattas i ASEK manifesterar denna bild. En årlig uppräknings av skatten för att hantera förändringar av konsumentpriser görs, och för 2015 uppgår skatten till 1,12 kronor per kilo koldioxid. Eftersom de underlagsrapporter som tagits fram baseras på skattens tidigare nivå, 1,08 kronor per kilo, görs inga förändringar i den löpande texten. Däremot görs en justering av de beräkningar som redovisas i den slutliga avstämningen mellan kostnader och avgiftsuttag i kapitel 11.⁵¹

10.2. Vilket värde ska användas?

Huvudbudskapet i SAMKOST 1 var att alla aktörer inom övrigsektorn inte betalar samma CO₂-skatt. Både den del av den tillverkande industrin som inte omfattas av EU ETS och jordbruks- och gruvverksamheter har nedsatt skatt. Avsikten har varit att skydda delar av samhället från konsekvenserna av en hög, enhetlig skattenivå, dvs. att minska risken för att verksamheter flyttar till andra länder med mindre långtgående reningskrav. Utsläppen skulle i så fall vara oförändrade och innebära att svensk industri slås ut. Skatten har för dessa delar av samhället från och med 2015 varit 66 öre i stället för 1,08 kr per kg.

⁵⁰ Övrigsektorn kallas ibland den icke handlande sektorn. Eftersom det är möjligt för länderna att köpa utsläppsrätter från, eller sälja till den energiintensiva delen av samhället för att balansera om utsläppen mellan de två sektorerna är begreppet något missvisande.

⁵¹ Principerna för dessa beräkningar framgår av nedanstående länk. Här refereras det beräkningsunderlag som avser 2015. <http://www.regeringen.se/rapporter/2015/10/berakningskonventioner-2016/>

Tanken i SAMKOST 1 var att skillnaden mellan den skatt hushåll och transportörer betalar och den skatt tillverkningsindustrin (utanför EU ETS) betalar kan ses som fiskalt betingad. Bedömning var därför att det är värdet 66 öre snarare än hela skatten på 1,08 kr som fångar den politiska värderingen av minskade utsläpp av CO₂. Mellanskillnaden uttrycker inte någon värdering av koldioxidutsläppen.

Oavsett vilket värde som rekommenderas så finns ett tvingande behov av att minska utsläppen av växthusgaser. Även om det saknas konsensus om hur stor denna minskning bör vara har det politiska systemet, i Sveriges fall inom ramen för den Europeiska unionens klimatpolitik, fattat beslut i denna fråga: Så här mycket får släppas ut år 2020 och 2050. Systemet har också anvisat i huvudsak två instrument för att uppnå dessa mål, dvs. utsläppshandel och (för Sverige) skatt på CO₂.

Den nu refererade bedömningen som gjordes i SAMKOST 1 har granskats av Runar Brännlund, professor i miljöekonomi vid Umeå universitet (jfr. bilaga 1) och av Per Kågesson, pensionerad professor i miljösystemanalys (bilaga 2). Medan Brännlund i allt väsentligt gett stöd för denna tolkning menar Kågesson att värdet 1,08 kr per kilo utsläpp kan vara ett mera rimligt mått på den långsiktiga marginalkostnaden för koldioxidutsläpp. Vår samlade bedömning är att i SAMKOST 2 ansluta oss till denna uppfattning. Samtidigt som de motiv som framfördes i SAMKOST 1 kvarstår, ger inte minst Paris-överenskommelsen från 2016 uttryck för en höjd ambitionsnivå i klimatpolitiken.

Sverige har också anslutit sig till *Carbon Pricing Leadership Coalition* vilket signalerar en framtida skärpning av politiken.⁵² Så länge som Riksdagen inte fattat nya bindande beslut i dessa frågor finns emellertid inte utrymme att på forskar- eller tjänstemannanivå skärpa slutsatserna om vilket värde som ska användas. Däremot blir det svårare att argumentera för en värdering som ligger under den officiella skattenivån.

⁵² <http://www.carbonpricingleadership.org/>

11. Sammanfattning

I åtta kapitel har marginalkostnadsskattningar redovisats för olika externa effekter och för olika trafikslag. Med syfte att ge en samlad bild av trafikens externa effekter summeras i detta kapitel de värden som tagits fram. Dessutom ställs de beräknade marginalkostnaderna mot de skatter och avgifter som tas ut inom respektive trafikslag.

Marginalkostnaderna varierar med flera olika faktorer för olika externa effekter. För buller och luftföroreningar är exempelvis antalet exponerade personer av avgörande betydelse för kostnadsnivån. Marginalkostnaderna för drift och underhåll av, och reinvesteringar i väginfrastruktur varierar i stället mellan olika typer av vägar och beläggningar. I flertalet fall är variationerna mellan olika typer av fordon stora liksom mellan ett och samma fordon som framförs i olika hastighet.

För att kunna ge en samlad bild av marginalkostnaderna är det nödvändigt att bortse från en del av dessa variationer. I stället presenteras resultat för några typfordon och för vissa typförutsättningar. Läsningen av de olika tabellerna ska ske med denna underliggande variation i åtanke.

En viktig del i SAMKOST 1 var att lyfta fram den geografiskt betingade variationen i marginalkostnader och slutrapporten innehöll därför en kartologisk redovisning, i synnerhet av kostnadsvariationer i väg- och järnvägsnäten. Inga tydliga slutsatser kunde dras av detta sätt att särredovisa resultaten varför några nya redovisningar av motsvarande natur har gjorts i SAMKOST 2. I flera av underlagskapitlen redovisas emellertid kostnadsvariationer som hänger samman med på *var* trafiken. Detta görs emellertid för respektive extern effekt, inte för trafikslaget som helhet.

Redovisningen i avsnitt 11.1 – 11.4 avser i tur och ordning användning av vägar, av järnvägar, av sjöfartens infrastruktur och av luftfartens infrastruktur. En fylligare beskrivning av resultaten från sjö- och luftfart finns i slutet av respektive kapitel.

11.1. Vägtrafik

11.1.1. Vägtrafikens samhällsekonomiska kostnader

Tabell 11.1 sammanfattar beräkningarna av kostnader för olika externa effekter och den skatt på drivmedel som tas ut hämtat från tre olika källor; den tidigare avrapporteringen av VTI:s uppdrag, dvs. SAMKOST 1; de bedömningar som gjorts av Trafikanalys (2016) och; resultaten från SAMKOST2. I SAMKOST 1 beräknades kostnaden för en lätt lastbil utan släp. För att underlätta jämförelser redovisas i SAMKOST 2 också kostnaden för den typ av tungt fordon med släp som definierats av Trafikanalys.

Det betänkande som lämnas av Vägslitageskattekommittén i februari 2017 baseras bland annat på de beräkningar som gjordes av den tunga trafikens *vägslitage* i SAMKOST 1. Medan de resultat som redovisats i avsnitt 3.2.1 avser ett genomsnittligt tungt fordon, innehåller betänkandet uppgifter om slitagekostnad för tunga fordon och för fordonskombinationer med olika skattevikt och antal axlar. Möjligheterna att göra en sådan mera detaljerad analys är av stor betydelse till följd av att slitaget ökar mycket snabbt med vikt per fordonsaxel.

I tabell 42 redovisas en lägre slitagekostnad för en tung lastbil i SAMKOST 2 än i SAMKOST 1. Som framgår av beskrivningen i kapitel 3 beror detta på att hanteringen av de olika databaser som låg till grund för de ursprungliga beräkningarna förändrats för att undvika snedvridning av resultaten.

Tabell 42. Genomsnittliga marginalkostnader vägtrafik (prisnivå) från tre olika källor för personbil (bensin) samt tunga fordon, kronor per fordonskilometer.

| | SAMKOST 1; (2012) | | Trafikanalys; (2015) | | SAMKOST 2; (2015) | | |
|---------------|-------------------|----------|----------------------|------------------|-------------------|----------|------------------|
| | Personbil | Tung lb* | Personbil | Tung lb m släp** | Personbil | Tung lb* | Tung lb m släp** |
| Slitage | 0,06 | 0,63 | 0,05 | 1,08 | 0,04 | 0,41 | 1,69 |
| -Därav drift | 0,01 | 0,04 | | | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| -Därav reinv. | 0,05 | 0,59 | | | 0,03 | 0,39 | 1,67 |
| Olyckor | 0,01 | 0,02 | 0,10 | 0,17 | 0,00 | 0,25 | 0,25 |
| Emissioner*** | 0,02 | 0,20 | 0,02 | 0,38 | 0,02 | 0,14 | 0,22 |
| Buller | 0,02 | 0,09 | 0,07 | 0,37 | 0,02 | 0,06 | 0,15 |
| Koldioxid | 0,12 | 0,7 | 0,21 | 0,93 | 0,21 | 0,24 | 1,28 |
| Trängsel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUMMA | 0,22 | 1,64 | 0,45 | 2,93 | 0,29 | 1,10 | 3,59 |
| Skatt | 0,45 | 1,02 | 0,47 | 2,01 | 0,47 | 0,38 | 2,00 |

* Trafikverkets system för att väga tung trafik visar att ett genomsnittligt tungt fordon väger 0,83 ESAL. Detta kan exempelvis vara en lastbil med totalvikt 14 ton och 2 axlar.

** Dragbil med 3 axlar, släp med fyra axlar, totalvikt 62 ton.

*** I beräkningen antas att genomsnittslastbilen är EURO-klass IV. Den separata redovisningen för olika kategorier av tunga fordon baseras på ett särskilt underlag som tagits fram för Vägslitageskatteutredningen.

Kostnaderna för vägtrafikolyckor har redovisats i kapitel 4. Där framgick att den bästa bedömningen av den tunga trafikens *olyckskostnader* är högre än i den tidigare analysen. Detta värde är förenat med betydande osäkerhet.

Eurovignettedirektivet (1999/62/EG) kräver att en skatt för att fånga den tunga trafikens slitage på vägen också ska hantera skillnader i fordonens kostnader för *luftföroreningar* (ej koldioxid). Också på denna punkt har arbetet i SAMKOST 1 legat till grund för en promemoria som tagits fram för Vägslitageskatteutredningen och som breddar förståelsen av luftföroreningarnas samhällsekonomiska kostnader. Förutom att underlagspromemorian särbehandlar fordon med olika vikt har det också varit möjligt att redovisa kostnaderna för varje EURO-klass. Där framgår bland annat att utsläppskostnaderna för de nyaste typerna av lastbilar är mycket låga. Eftersom i synnerhet de tyngsta fordonen byts ut relativt snabbt kommer slutsatserna avseende denna kostnadskomponent påverkas. Som framgår av diskussionen i kapitel 5 har det däremot inte varit möjligt att klargöra skillnaderna i kostnader för luftföroreningar mellan bensin- och dieselfordon.

Beräkningen av kostnader för *buller* baseras på i huvudsak samma underlag som i SAMKOST 1. Det finns skäl att betona att både buller och luftföroreningar skiljer sig från övriga kostnadskomponenter i det att kostnaden är lokal. Som noterades redan i kapitlets inledning fångar det genomsnittresultat som redovisas i tabell 42 inte denna heterogenitet.

Som framgår av kapitel 10 saknas konsensus om den marginella skadekostnaden av *växthusgaser*. De skattningsresultat som redovisats i den internationella litteraturen varierar från några enstaka ören per kilo CO₂ till flera kronor med ett medianvärde runt 40 öre.

Inom transportsektorn används den skatt som tas ut på kolinnehållet i bränsle som värdering av kostnaden för CO₂. Det värde som används i Sverige, för närvarande 1,12 kr/kg CO₂ är den svenska

regeringens bedömning av vad som krävs för att utsläppen av växthusgaserna år 2030 ska ha minskat med 40 procent jämfört med 1990 års nivå. CO₂-skatten utgör därmed den kostnad som den svenska politiken bedömer ska åsättas vägtransporter för att nå de uppsatta målen.

Bedömningen i SAMKOST 1 var att det i CO₂-skatten ligger en fiskal komponent och approximationen var därför att kostnaden i realiteten var ca två tredjedelar av nivån på skatten. De höjda ambitioner som signalerades i COP 21 i Paris kommer att kunna få konsekvenser för både EU:s och Sveriges nationella målnivåer, därmed få konsekvenser också för hanteringen av klimatfrågor i svensk transportsektor. Ju större tryck som sätts på att minska risken för klimatförändringar, desto mer talar för att värderingen av CO₂ kan komma att förändras.

Parallellt med denna utveckling har vissa undantag från CO₂-beskattningen upphört att gälla. Samtidigt som flera av de inkonsistenser som påtalades i SAMKOST 1 kvarstår, är den samlade bedömningen att det inte längre finns lika starka motiv för att avvika från det gällande värdet på utsläpp. Redovisningen i tabell 42 baseras därför på kostnaden 1,12 kr/kg CO₂.

Flertalet ekonomer anser att en världsomfattande skatt på CO₂, också på nivåer långt under den skatt som tas ut i Sverige, skulle få ett snabbt genomslag på utsläppsnivåerna. Det betyder att det i svenskt perspektiv finns en stor mängd åtgärder runt om i världen som skulle kunna genomföras till låga kostnader, samtidigt som utsläppsminskningarna i Sverige kostar mycket mer. Att i ett sådant perspektiv argumentera för en (ännu) högre svensk värdering av minskade klimatutsläpp framstår som ineffektivt.

VTI har inget svar på hur världens problem med växthusgaser ska hanteras eller vad som är en rimlig bedömning av kostnaderna för sådana utsläpp. Avsikten med redovisningen i SAMKOST 2 är lyfta fram analytikerns utmaningar i hanteringen av denna fråga. De värden som ingår i tabell 42 baseras på nu gällande politik i Sverige som en del av politiken inom den Europeiska unionen. Till dess att bindande parlamentariska beslut om en ny politik har fattats saknas stöd för att basera bedömningarna på dagens debatt.

De nya beräkningarna av den totala nivån på *persontrafikens* kostnader är i samma storleksordning som i SAMKOST 1. Däremot ligger Trafikanalys kostnadsnivå på en nivå som är ungefär 50 procent högre än i SAMKOST 2. Skillnaden ligger framför allt i den del som avser kostnader för trafikolyckor.

Genom att jämföra kostnaderna för *tung trafik* utan släp mellan de två versionerna av SAMKOST framgår att vissa värden nu är högre och andra lägre än i de tidigare bedömningarna. Av utrymmesskäl hänvisas läsaren till respektive kapitel för att förklara förändringarna. Tack vare att tabell 42 nu också redovisar kostnaden för tung trafik med släp underlättas jämförelsen med den redovisning som görs av Trafikanalys. Både kostnaden för vägslitage, för olycksrisk och för klimatutsläpp är högre i SAMKOST 2 än i Trafikanalys överväganden i denna del.

11.1.2. Vägtrafikens kostnader i förhållande till skatt på drivmedel

För att jämföra vägtrafikens samhällsekonomiska kostnader med dagens uttag av skatter ges utgångspunkten av de punktskattesatser som gällde 2015 och som redovisas i tabell 43. Skatten per liter har dessutom räknats om till en kostnad per körd kilometer med stöd av de uppgifter om bränsleförbrukning som redovisas i tabell 44. Samma ingångsvärden har också använt för att beräkna kostnaden för klimatpåverkan i tabell 42.

Tabell 43. Punktskattesatser 2015, kronor per liter. Källa: Beräkningskonventioner 2015, Finansdepartementet.

| | Bensin | Diesel |
|----------------|--------------|--------|
| | miljöklass 1 | |
| Energiskatt | 3,25 | 1,83 |
| Koldioxidskatt | 2,60 | 3,22 |
| Summa | 5,85 | 5,05 |

Tabell 44. Bränsleförbrukning för fordon, år 2012. Liter per km. Källa: Nerhagen, m.fl (2015).

| Fordon | Drivmedel | Medelvärde |
|-------------------------|-----------|------------|
| Personbil | Bensin | 0,08 |
| Personbil | Diesel | 0,06 |
| Lätt lastbil | Diesel | 0,07 |
| Tung lastbil, utan släp | Diesel | 0,18 |
| Tung lastbil, med släp | Diesel | 0,40 |

En första observation är att den bedömning som gjordes i SAMKOST 1 kvarstår; persontrafiken är överbeskattad. Detta resultat skiljer sig från den bedömning som görs i Trafikanalys redovisning. Hanteringen av samhällets kostnader för växthusgaser innebär att värdet i övre delen av tabell 11.1 är samma som skatten på CO₂ i tabellens nedre del. Observationen att persontrafiken är överbeskattad beror därför enbart på att energiskatten på drivmedel är högre än den samlade kostnaden för slitage, olyckor buller och luftföroreningar.

De tre rapporter som refereras i tabell 42 indikerar att den tunga trafiken är underbeskattad. Det finns, med anledning av denna observation, skäl att notera att skatten på diesel höjdes med ca. en krona per liter från och med januari 2016. Riksdagen har dessutom beslutat att skatten kommer att räknas upp med ett årligt index. Eftersom de analyser som redovisats här avser 2015 års pris- och kostnadsnivå påverkas inte de jämförelser som görs i tabellen. Däremot har beslutet konsekvenser för de framtida analyserna av kostnader i förhållande till uttag av drivmedelsskatter. Så har också de olika undantagsregler som successivt införs för att hantera skillnader i utsläpp mellan fossila och icke-fossila bränslen.

Vägslitageskattekommittén kommer att i sitt betänkande att utforma ett förslag till vägskatt som ska ta hänsyn till det slitage olika tunga fordon ger upphov till. Skatten kommer även att fånga de skillnader som finns mellan fordon i olika EURO-klass med avseende på luftföroreningar. Om en sådan skatt införs kommer också detta att påverka bedömningen av i vilken omfattning den tunga trafikens samhällsekonomiska kostnader fångas upp av trafikbeskattningen.

11.2. Järnvägstrafik

11.2.1. Järnvägstrafikens samhällsekonomiska kostnader

Tabell 45 sammanfattar resultaten av de beräkningar som gjorts av marginalkostnaderna för tågtrafik. För att underlätta diskussionen har resultaten rundats av till tredje decimalen. Kostnaderna för utsläpp

från trafik med dieselfordon har inte beräknats. Denna trafik utgör en begränsad del av den totala tågtrafiken i Sverige.

Tabell 45. Genomsnittliga marginalkostnader för järnvägstrafik (prinsnivå) från tre olika källor, kronor. Marginalkostnaderna är uppdelade i person- (P) och godståg (G).

| | | SAMKOST 1 (2012) | | Trafikanalys (2015) | | SAMKOST 2 (2015) | |
|----------------------------------------------|----------|------------------|-------|---------------------|-------|------------------|-------|
| | | P | G | P | G | P | G |
| Underhåll | Kr/brtkm | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,012 | 0,012 |
| Reinvestering | Kr/brtkm | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 0,034 | 0,034 |
| Olyckor, plankorsning vägfordon | Kr/tågkm | 0,9 | 0,9 | 0,65 | 0,65 | 0,92 | 0,92 |
| Olyckor, plankorsning oskyddade trafikanter* | Kr/tågkm | | | | | 0,49 | 0,49 |
| Olyckor, övriga | Kr/tågkm | - | - | 0,94 | 0,94 | | |
| Buller | Kr/tågkm | 2,33 | 4,12 | 1,04 | 4,28 | 2,38 | 4,22 |
| Trängsel | | + | + | + | + | + | + |

* Exklusive självmord

De marginalkostnader tågtrafiken ger upphov till för *löpande infrastrukturunderhåll* mäts per bruttoton. Kostnaden är i samma storleksordning för både de tidigare och de nya bedömningarna och ligger också i linje med Trafikanalys bedömning. Däremot är trafikens påverkar på kostnaden för *reinvesteringar* högre än tidigare. Den viktigaste anledningen är att kostnaden för spårbyte nu också inkluderar de övriga åtgärder som genomförs samtidigt med spårbytet, dvs. den upprustning som görs av elförsörjning, signalanläggningar etc. På denna punkt skiljer sig kostnaden från Trafikanalys bedömning vilket är naturligt till följd av den nya uppgiften om genomsnittskostnad.

De uppskattade kostnaderna för plankorsningsolyckor mellan tåg och fordon skiljer sig marginellt mellan SAMKOST 1 och SAMKOST 2. I SAMKOST 2 görs dessutom en analys av kostnaden för plankorsningsolyckor mellan tåg och oskyddade trafikanter, uppdelat på olyckor inkl./exkl. självmord. Någon motsvarande analys har inte gjorts tidigare. Övriga olyckor avser ett resultat från SAMKOST 1 som visar kostnaden för ”andra olyckor längs spåret”, alltså inte olyckor vid plankorsningar.

Hela kostnadsskillnaden jämfört med SAMKOST 1 för *tågbuller* går att hänföras till en generell pris- och inkomstökning. Marginalkostnader för tågbuller för varje bandel har tidigare beräknats (Ögren m.fl., 2011), och ingen separat uppräknig av dessa värden redovisas här. Det finns i detta sammanhang också skäl att upprepa att det genomsnittliga värde som anges döljer de mycket stora variationer i störningar som bullret förorsakar. I stora delar av landet passerar järnvägen områden utan bebyggelse medan spåren på somliga platser, inte minst i större städer, förorsakar betydande störningar. En avgiftssättning som tar stöd i sådana variationer kan åtminstone i princip påverka operatörernas val av sträckning för ett tåg som ska förflyttas långa sträckor.

Det mesta talar för att det finns *knapphetsproblem* i det svenska järnvägsnätet, dvs. att alla önskemål om att få bedriva järnvägstrafik inte fullt ut kan tillgodoses. Eftersom det saknas vedertagen metodik

för att beräkna dessa kostnader innehåller tabell 45 enbart ett plus-tecken för att markera förekomsten av sådana kostnader. Storleken på trängsel- eller knapphetskostnaderna diskuteras ytterligare i den kommande jämförelsen mellan järnvägstrafikens samhällsekonomiska kostnader och de banavgifter som tas ut.

11.2.2. Järnvägstrafikens kostnader i förhållande till banavgifter

Tabell 46 redovisar 2015 års banavgifter, exklusive avgifter som tas ut för användning av diesellok. Tåglägesavgiften tas ut med olika nivå beroende på var i järnvägsnätet ett tåg körs. Som framgår av kartan i figur 5 tas en hög avgift ut för att använda de delar av järnvägsnätet som är högst belastat medan den låga (bas-)avgiften betalas för de tåg som använder de lägst utnyttjade delarna av järnvägsnätet. Dessutom debiteras en passageavgift ut av de tåg som använder järnvägsnätet i Stockholm, Göteborg och Malmö, klockan 06:00–09:00 och 15.00–18.00, måndag–fredag, helgfria vardagar.

Som framgår av tabell 46 tas banavgifter ut på grundval av tre kriterier; per körd bruttotonkilometer, per körd tågkilometer och per passage i Stockholm, Göteborg och Malmö. Tåglägesavgiften är dessutom olika hög beroende på var i landet trafiken bedrivs på det sätt som framgår av figur 5.

Tabell 46. Banavgifter 2015. Kronor Avgifterna avser person- (P) och godståg (G).

| | | P | G |
|----------------|---------|------|-------|
| Spåravgift | brtkm | 0,05 | 0,014 |
| Tåglägesavgift | Tågkm | | |
| | Hög | 6,00 | 6,00 |
| | Mellan | 2,30 | 2,30 |
| | Bas | 1,90 | 1,90 |
| Passageavgift | Passage | 2980 | 2980 |

För att få en samlad bild av järnvägstrafikens samhällsekonomiska kostnader i förhållande till de avgifter som tas ut måste de olika kostnadskomponenterna räknas om till en gemensam nämnare. Konventionen är att låta detta bli ett person- och ett godståg med viss antagen vikt. I tabell 47 antas ett persontåg väga 300 ton medan godstågen väger dubbelt så mycket. I förbigående kan man notera att varje enskilt tåg vägs och det blir därmed möjligt att ta ut olika mycket av ett tåg som är lastat respektive som i returriktning går tomma eller med reducerad last. Detta är ännu inte möjligt i vägtrafiken.

För ett persontåg som använder den del av järnvägsnätet som har en avgift i mellan-kategorin uppstår kostnader som är ca 17 kronor per tågkilometer och operatören erlägger en avgift i samma storleksordning. Avgiften är något lägre än kostnaden i basalternativet och väsentligt högre än kostnaden i högalternativet. Godståget erlägger en avgift som är mindre än hälften av kostnaden oavsett vilken del av järnvägsnätet som används.

Denna jämförelse är emellertid förenad med problem, varav tolkningen av den differentierade tåglägesavgiften skapar ett första frågetecken. I SAMKOST 1 fanns inte denna differentiering och i Trafikverkets Järnvägsnätbeskrivning förklaras inte bakgrunden till att låta avgiftsuttaget variera på detta sätt. En tänkbar tolkning är att man försöker avbilda skillnader i kostnader för slitage i olika delar

av järnvägsnätet. I de analyser som redovisas i kapitel 3 finns emellertid inga tecken på att kostnaden för slitage på infrastrukturen varierar på det sätt som avgiften ger uttryck för.

Tabell 47. Kostnader och avgift för ett person- (P) och gods-(G)tåg. Kronor per tågkilometer.

| | Antagen vikt, Ton | Avgift | | | Samhällsekonomisk Kostnad |
|---|----------------------|--------|--------|-------|------------------------------|
| | | Bas | Mellan | Hög | |
| P | 300 | 16,90 | 17,30 | 21,00 | 17,59 |
| G | 600 | 10,30 | 10,70 | 14,40 | 33,23 |

En annan möjlighet är att differentieringen söker fånga upp en knapphet på bankapacitet. För denna tolkning talar att den höga avgiftsnivån tas ut i delarna av järnvägsnätet med högst trafikbelastning. För att förhålla sig till en sådan tolkning är det nödvändigt att kommentera den passageavgift som tas ut men som inte ingår i beräkningen i tabell 47. En tolkning är att avgiften på knappt 3 000 kr per passage är ett försök att fånga upp trängselsituationen i landets största städer och, tillsammans med den differentierade tåglägesavgiften, därmed är ett försök att via banavgiftssystemet påverka efterfrågan på tåglägen eller med andra ord önskemålen om att få bedriva trafik.

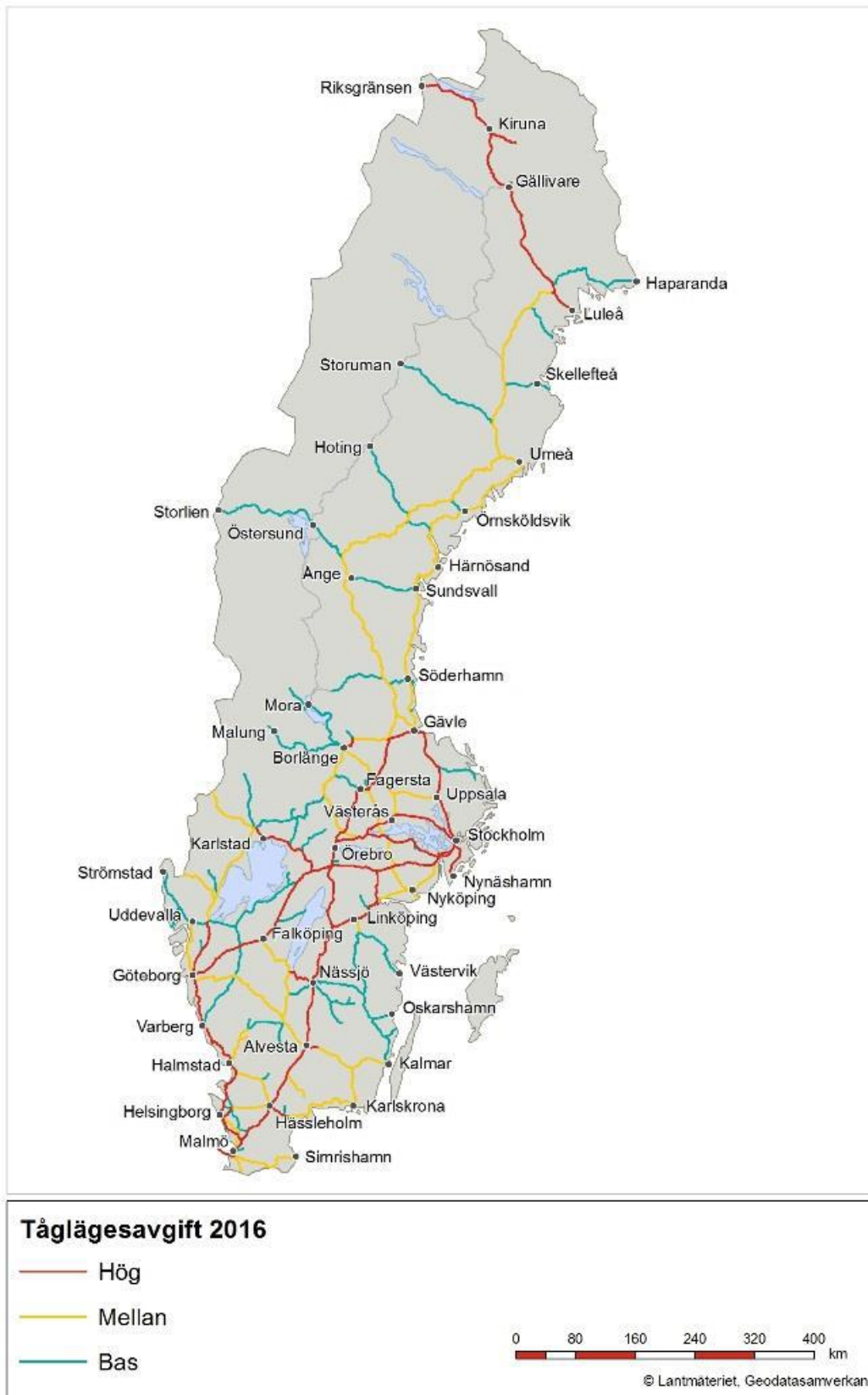
Med denna tolkning finns det emellertid skäl att återknyta till tabell 45 och de plus-tecken som använts för att representera förekomsten av trängsel i järnvägssystemet. Om passageavgiften ska ses som ett sätt att hantera trängsel är det också korrekt att bortse från passageavgiften i jämförelsen mellan samhällsekonomiska kostnader och banavgifter.⁵³ Men det finns, med denna tolkning, också skäl att bortse från skillnaden mellan tåglägesavgift bas och de två högre nivåerna: Med en sådan tolkning skulle spegla skillnaden mellan avgiftens basnivå och mellan- och högnivån kostnaden för knapphet, och skulle därmed också behöva infogas som en kostnadspost i tabell 45. Sammantaget skulle detta stärka de tidigare slutsatserna, dvs. att godstrafiken betalar väsentligt mindre än de kostnader man ger upphov till.

En sådan argumentation är emellertid möjlig att göra endast om kombinationen av differentierad tåglägesavgift och passageavgift får till följd att det inte kvarstår någon knapphet⁵⁴, dvs. att det inte längre finns något tryck på att få använda spårkapacitet i de aktuella stråken respektive i de tre största städerna. Om det ändå skulle finnas önskemål som inte kan tillgodoses är knappetskostnaden högre än avgiften på ca 3 000 kr.

Jämförelsen mellan samhällsekonomiska kostnader och uttag av banavgifter hanteras på ett delvis annorlunda sätt i rapporten från Trafikanalys (2016). Huvudslutsatsen är där att de avgifter som i genomsnitt betalas av persontrafiken ligger i paritet med, och till och med 25 procent högre än de kostnader trafiken förorsakar. Däremot betalar godstrafiken avgifter som endast motsvarar cirka 40 procent av de kostnader man förorsakar. Det är uppenbart att dessa bedömningar lider av samma problem som redovisats ovan, dvs. vissa avgifter kan ses som ett sätt att betala för knapphet samtidigt som det saknas en bedömning av hur stor denna kostnadskomponent är.

⁵³ Detta kan i så fall ses som samma förhållningssätt som då skatten på CO₂ på vägtrafikens olika bränslen ger ett uttryck för kostnaden för klimatförändringar.

⁵⁴ En sådan situation föreligger om en knapphetsavgift avspeglar marginella knappetskostnader. I detta fall väljer endast operatörer som har högre värdering av tåglägen än knappetskostnaden. Dessa operatörer upplever då ingen knapphet. De som har lägre värdering vill då inte betala priset.



Figur 6. Tåglägesavgifter.

11.3. Sjöfartens samhällsekonomiska kostnader och de avgifter som erläggs

I kapitel 8 redovisades de beräknade samhällsekonomiska kostnaderna som kommersiell sjöfart ger upphov till liksom de olika typer av avgifter som erläggs. Med en skillnad återger tabell 48 samma jämförelse mellan Sjöfartsverkets avgiftsintäkter och sjöfartens beräknade samhällsekonomiska marginalkostnader som i kapitel 8. Skillnaden består i att beräkningarna där baserades på samma värdering av CO₂ som i SAMKOST 1, dvs. 66 öre per kilo, medan motsvarande värdering i tabell 48 utgår från det reviderade, högre värdet dvs. 1,12 kr per kilo. Konsekvensen är att internaliseringsgraden minskar ytterligare jämfört med resultaten i kapitel 8.

Tabell 48. Internaliseringsgrad för sjötransporter per år på Sveriges sjöterritorium.

| | Låg | Hög |
|----------------------------------------|-------|-------|
| Summa marginalkostnader | 2 853 | 3 145 |
| Summa lots- och farledsavgifter (2014) | 1400 | 1400 |
| Internaliseringsgrad | 49% | 45% |

Av kapitel 8 framgår att säkerheten i de slutsatser som redovisas om sjöfartens internaliseringsgrad är lägre än bedömningen åtminstone av motsvarande förhållande för vägtrafik. Dels finns oklarheter vad gäller bedömningen av kostnaderna för isbrytning och lotsning, dels vad gäller de avgränsningar som gjorts i beräkningen av hur utsläpp sprids. Dessa tolkningsfrågor påverkar emellertid inte huvudslutsatsen att handelssjöfarten betalar väsentligt lägre avgifter än de kostnader trafiken ger upphov till.

11.4. Luftfartens samhällsekonomiska kostnader och de avgifter som erläggs

På motsvarande sätt som för sjöfarten sammanfattas här de bedömningar som gjorts i huvudtexten vad gäller luftfartens samhällsekonomiska kostnader och de avgifter som erläggs. Tabell 49 finns därför i kapitel 9. Beräkningen av avgiftsnivåer baseras på två typer av flygplan och behöver därför inte vara representativa för ett genomsnitt av flygrörelser. Det intervall som anges speglar den osäkerhet som finns kring vilka avgifter som kan antas påverka flygets användning av offentligt tillhandahållen infrastruktur, dvs. osäkerheten om avgränsningen gentemot avgifter för att använda terminalanläggningar. I kapitel 9 redovisas också en bedömning av de undervägsavgifter som betalas vid flygningar genom andra länders luftrum. För att underlätta resultatjämförelsen ingår inte denna avgift i tabell 49.

Det finns flera skäl till att jämförelsen mellan kostnader och avgifter inte är heltäckande. En anledning är att det inte varit möjligt att beräkna storleken på samtliga relevanta marginalkostnadsposter. En annan förklaring är att det inte finns möjlighet att stämma av avgifterna för de flygplanstyper som använts mot genomsnittet för samtliga flygningar. Inte heller ingår undervägsavgifter som tas ut för överflygningar i summeringen av avgifter.

Tabell 49. Samhällsekonomiska kostnader i förhållande till avgifter för starter och landningar för två typer av flygplan.

| | Samhällsekonomiska kostnader | | | | | Summa avgifter |
|--------------------|------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|----------------|
| | Slitage | Klimat | Hälsa* | Buller | Summa kostnader | |
| Inrikes | - | 1979 | 1394 | 959 | 4 331 | 3 912–5 175 |
| Utrikes inom EU | - | 11958 | 9031 | 959 | 21 948 | 4 589–6 145 |
| Utrikes utanför EU | - | 139458 | 19353 | 959 | 159 769 | 9 336–13 786 |

*Värdet avser den lägre av de två bedömningar som tagits fram.

Med dessa reservationer i åtanke indikerar tabellen ändå att de externa kostnaderna för inrikesflyg är av en storleksordning som motsvarar de avgifter som tas ut. Däremot är utrikesflygets kostnader, både inom och utanför EU, flera gånger större än det totala avgiftsuttaget.

Luftfartens avgifter kan ha styrande effekter utan att detta är det primära syftet, men också det omvända är möjligt; avgiften ges en beteckning som framstår som att ändamålet är att påverka beteende utan att detta faktiskt sker. Motsvarande företeelser finns också i beskattningen av övriga färdmedel. I vägsektorn kallas den skatt som betalas på drivmedel koldioxid- respektive energiskatt samtidigt som båda skatterna påverkar priset vid pump, och därmed köparnas beteende på samma sätt. Likaså tas en tonnageavgift ut som bidrar till Sjöfartsverkets finansiering.

Som bland annat framgår av diskussionen i kapitel 8 är det nödvändigt att belysa i vilken utsträckning en skatt eller avgift bidrar till att verksamhetens (annars) externa kostnader internaliseras. Detta har mindre med benämningen och mer med utformningen av pålagan att göra.

Referenser

- AEA (2009) *Cost Benefit Analysis to support the impact assessment accompanying the revision of Directive 1999/32/EC on the sulphur content of certain liquid fuels*. Report to European Commission ED45756, Issue 3.
- Ahlberg, J. (2014) *Luffartens samhällsekonomiska marginalkostnader: delstudie inom Samkost* (VTI rapport 833). Linköping: VTI
- Andersson, H. & Ögren, M. (2011) Noise charges in road infrastructure: A pricing schedule based on the marginal cost principle. *Journal of Transport Engineering*, Vol. 137 (12) ss. 926-933.
- Andersson, H. & Ögren, M. (2013) Charging the Polluters - A Pricing Model for Road and Railway Noise. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 47 (3) ss. 313–333.
- Andersson, P. (2007) *Prissättning och finansiering av lotstjänster i Sverige, Delrapport på uppdrag av Lotsutredningen SOU 2007:106.*, u.o.: u.n.
- Antikainen, T. (2016) *Information om finska lösningar*. u.o.:u.n.
- Årnell, T. & Gullne, U. (2015) [Intervju] (2015-09-01).
- ASEK. Ibland refererat som Trafikverket (2016). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn.
- Azar, C., & Johansson, D. J. (2012) Valuing the non-CO2 climate impacts of aviation. *Climatic Change*, 111(3-4), ss. 559-579.
- Bach, A. (2015) *Epost: Ämne: SV: Marginalkostnader för lotsning*, u.o.: Sjöfartsverket.
- Bångman, G., 2016. *Trafikverket* [Intervju] (2016-05-10)
- Barrett, S. R., Britter, R. E., & Waitz, I. A. (2010) Global mortality attributable to aircraft cruise emissions. *Environmental science & technology*, 44(19), 7736-7742.
- Berglund, C. & Ericsson, R. (2003) *På väg mot marginalkostnadsprissättning inom sjötransportsektorn*, VTI meddelande 956., u.o.: Linköping: VTI
- Bergström R. (2008) TESS, part 2: Exposure of the European population to atmospheric particles (PM) caused by emissions in Stockholm. *Meteorologi Nr 132*. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
- Bickel, P. & Friedrich, R. (2005) *ExternE – Externalities of Energy, Methodology 2005 Update*. (Report to the European Commission).
- Bickel, P. & Friedrich, R. (2005) *ExternE. Externalities of energy. Methodology 2005 update, Brussels: European Commission Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems (EUR 21951)*, u.o.: European Commission Directorate-General for Research Sustainable Energy Systems (EUR 21951)
- Bickel, P. et al. (2006) *Marginal cost case studies for air and water transport, Deliverable 4 of GRACE (Generalisation of Research on Accounts and Cost Estimation)*. Leeds: ITS, University of Leeds.
- BRISK, 2013. *BRISK*, u.o.: <http://www.brisk.helcom.fi/home/en_GB/home/> (Läst 2013-11-27)
- CAFE Working Group on Particulate Matter (2004) Second Position Paper on Particulate Matter.
- Carlén, B. (2014) *Värdering av koldioxidutsläpp från svenska transporter – en kommentar*, u.o.: (VTI rapport 835/2014). Linköping: VTI
- Coase, R. (1960). The Problem of Social Cost, *Journal of Law and Economics* 1–44

- Corbet, J. J. & Koehler, H. (2003) Updated emissions from ocean shipping. *Journal of Geophysical Research*, Volym 180 (D20), pp. 4650-4666.
- Corbett, J. J., Wang, H. & Winebrake, J. J. (2009) The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 14, Issue 8, pp. 593-598., Volym 14 (Issue 8), pp. 593-598.
- Cullinane, K. & Cullinane, S. (2013) Atmospheric Emissions from Shipping: The Need for Regulation and Approaches to Compliance. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, Volym 33 (No 4), pp. 377-401.
- DNV-GL (2014a). *Miljøtiltak for maritim sektor. Teknisk vurdering av skip og infrastruktur for forsyning av driftstoff till skip, Rapport till Miljø- og klimadepartementet*, u.o.: DNV-GL (Rapport 2014-1669).
- DNV-GL (2014b). *Miljøtiltak for maritim sektor. Sammenstilling av grunnlagsdata om dagens skiptrafikk og driftstoffforbruk Rapport till Miljø- og klimadepartementet*, u.o.: DNV-GL (Rapport 2014-1667).
- ECON (2003) *Eksterne marginale transport ved transport*, u.o.: ECON (ECON rapport 2003-054).
- Ellis, J., L. M., W. K. & Arola, T. (2012) *Methods to Quantify Maritime Accidents for Risk-based decision making*, u.o.: EfficienSea (Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea), Document No. W_WP6_4_01.
- Eriksson, G.; Gullne, U.; Lindvall, J.; Karvonen, T.; Saurama, A.; Göthe-Lundgren, M.; Mellin, A.; Lindberg, G. (2009) *D10-Allocation of infrastructure cost in the maritime sector, CATRIN, Funded by the European Commission Sixth framework programme*.
- Erlingsson, S. (2016) *Tunga trafikens samhällsekonomiska kostnader: Accelererade tester av tre vägkonstruktioner*. (VTI PM 05 juni 2016 / SE)
- Fastland, M. (2016) *Kostnader isbrytning (EXCEL-fil 2016-07-07)*. u.o.: Sjöfartsverket.
- Forsström, L. & Bach, A. (2015) *Affärsområdeschef [Intervju]* (2015-09-01).
- Friedrich, R. & Bickel, P. (2001) *Environmental external costs from transport*, Berlin und Heidelberg: Springer Verlag.
- Göteborg City Airport (2016) *Pricelist 2016-07-01*.
- Gynther, L. o.a. (2012) *Liikenteen päästökustannukset*, (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012). Helsinki: Liikennevirasto
- Hämeikoski, K., Tervonen, J., Otterström, T. & Anton, P. (2002) *Estimation of marginal environmental emission costs of maritime transport. Pilot study based on the ExternE methodology. Study commissioned by SIKKA*, u.o.: Elektrowatt- Ekono, Jaako Pöyry Group, 2002-05-08
- Haraldsson, M. (2012) *Marginalkostnader för drift och underhåll av det nationella vägnätet. Skattningar med data från 2004–2009*. VTI notat 29-2011
- Hjelle, H. M. (2006) *Sjø, marginale eksterne kostnader och avgifter. En vurdering av muligheter for ett mer effektivt avgiftsregime for sjøfarten*, Møreforskning (Rapport 0616).
- Holland, M. (2014) *Cost-benefit Analysis of Final Policy Scenarios for the EU Clean Air Package*, (Report to the European Commission). EMRC.
- Ibenholt, K., Magnussen, K., Navrud, S. & Skjelvik, J. M., (2015). *Marginale eksterne kostnader ved enkelte miljøpåvirkninger*. (Rapport 2015/19) Vista Analyse
- ICAO (2014) *Safety Report – 2014 edition*.

- Idar Angelov, E., F. Hansen. & S. Mandell (2010). *Hantering av klimatvärdering i infrastrukturprojekt*. (VTI-rapport 692/2010). Linköping: VTI
- IMO (2008) *Amendments to the annex of the protocol of 1997 to amend the international convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as modified by the protocol of 1978 relating thereto. MEPC 58/23/Add.1 ANNEX 13*.
- IMO (2014) *Third IMO GHG Study*, London: IMO.
- Isacsson, G. & V. Liss (2016) *Externa marginalkostnader för olyckor i vägtrafik – uppdaterade beräkningar för det statliga vägnätet i Sverige* (VTI Rapport 896). Linköping: VTI
- IVL (2014c) *Kostnadsnyttoanalyser av kväveutsläppsområden i Östersjön och Nordsjön – med fokus på Sverige* (Rapport U 4976). IVL Svenska Miljöinstitutet AB
- Jonsson, L. & G. Björklund (2016). Accident risks and marginal costs for railway level crossings: Evidence from Sweden 2000-2012. *CTS Working Paper 2016:22*
- Jussila Hammes, J. (2015) *Styrmedelsinventering – Delstudie inom SAMKOST*. (VTI rapport 841/2015). Linköping: VTI
- Kephalopoulos, S., Paviotti, M. & Anfosso-Lédée, F. (2012) *Common noise assessment methods in Europe (Cnossos-EU)*, EUR 25379 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., & Cox, V. (2014) *Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final Report*. (Report for the European Commission, Directorate-General Mobility and Transport).
- LFV (2016a) Årsredovisning 2015.
- LFV (2016b) Telefonmöten med Lars Wedback 2016-03-07 och Åsa Rosencrantz 2016-02-12.
- Lina Jonsson & Gunilla Björklund (2016) Accident risks and marginal costs for railway level crossings: Evidence from Sweden 2000-2012, *CTS Working Paper 2016:22*
- Lindberg, G. (2002) *Deliverable 9: Accident Cost Case Studies, Case Study, 8e: Marginal external accident costs in Maritime transport on the Baltic sea*. UNITE project. May 2002.
- Ljungberg, A. (2016) *Detaljinformation om Trafikanalys beräkningar. Muntlig information (2016-08-21)*
- Luftfartsverket (2002) *Slutredovisning av 2002 års regeringsuppdrag avseende luftfartens samhällsekonomiska marginalkostnader*. LFV Dnr 2002-0089-051.
- Lundkvist, M. (2010) *Riskvärdering av sjötrafikinformation*. Sjöfartsverket .
- Lundkvist, M. (2011) *Insegling Gävle, Riskvärdering av olyckor*, Sjöfartsverket. (2011-02-28)
- Magnussen, K. et al. (2015) *Marginale externe kostnader ved transport av gods på sjo og bane*, VISTA Analyse (Rapport 2015/54).
- Maibach, M. et al. (2008) *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector. Produced within the study Internalisation Measures and Poli*
- MariTerm (2002) *Utsläpps- och skadekostnadsberäkningar för anlop på Sverige*, MariTerm AB (2002-12-12).
- Meersman, H.; Pauwles, T.; Van de Voorde, E;T. Vanelslander (2010) Applying SMC pricing in PPPs for the maritime sector. *Research in Transportation Economics*, Volym 30, p. pp. 87101.

- Meister K., Johansson C. & Forsberg B. (2012) Estimated short-term effects of coarse particles on daily mortality in Stockholm Sweden. *Environmental Health Perspectives*, Vol 120, No. 3, ss. 431-436
- Mellin A. & Nerhagen L. (2010) Health effects of transport emissions – A review of the state of the art of methods and data used for external cost calculations. *CTS working paper 2010:7*
- Mellin, A. & Creutzer, C. (2014) *SJÖSAM - sjöfartens samhällsekonomiska marginalkostnader*, (VTI rapport 807/2014). Linköping: VTI
- MSB (2005) *Samhällets kostnader för vägtrafikolyckor, Beräkningar*, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. (MSB 0048-49).
- N2015/533/TS (2015) *Uppdrag att ta fram kunskapsunderlag om trafikens samhällsekonomiska kostnader*. Regeringen.
- Näringsdepartement & Trafikministeriet (2001) *Joint Pilot Study on Transport Pricing*
- Näringsdepartementet (2003) *Nya farledsavgifter*, Näringsdepartementet (Ds 2003:41).
- Näringsdepartementet, (2000) *Isbrytarförordning (2000:1149)*, http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Isbrytarforordning-20001149_sfs-2000-1149/.
- Näringslivets Transportråd, IKEM, Jernkontoret, Skogsindustrierna, SveMin (2016) *Remissyttrande över Sjöfartsverkets förslag till nya föreskrifter om farleds- och lotsavgifter, dnr. 16-00810*.
- Nerhagen L., & Janhäll S. (2015) *Exhaust emissions and environmental classification of cars. What indicators are relevant according to external cost calculations?* (VTI notat 3A). Linköping: VTI
- Nerhagen L., Bergström R., Forsberg B, Johansson, C & Eneroth K. (2009) *The mortality cost of particulate matter due to emissions in the Stockholm area – an investigation into harmfulness, sources and the geographical dimension of their impact*. (VTI rapport 635A). Linköping: VTI
- Nerhagen, L, B. Forsberg, C. Johansson & B. Lövenheim (2005) *Luftföroreningarnas externa kostnader – Förslag på beräkningsmetoder för trafiken utifrån granskning av ExternE-beräkningar för Stockholm och Sverige*. (VTI rapport 517). Linköping: VTI
- Nerhagen, L. (2016) *Externa kostnader för luftföroreningar - Kunskapsläget avseende påverkan på ekosystemet i Sverige, betydelsen av var utsläppen sker samt kostnaden för utsläpp från svensk sjöfart*. (VTI notat 24-2016). Linköping: VTI
- Nerhagen, L., Björketun, U., Genell, A., Swärdh, J-E. & Yahya, M-R. (2015) *Externa kostnader för luftföroreningar och buller från trafiken på det statliga vägnätet – Kunskapsläget och tillgången på beräkningsunderlag i Sverige samt några beräkningsexempel*. (VTI notat 4-2015). Linköping: VTI
- Nilsson, J.-E. & Johansson, A. (2014). *SAMKOST - Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader*. (VTI rapport 836/2014). Linköping: VTI
- Nilsson, J-E., K. Svensson, M. Haraldsson (2016). *Estimating the marginal costs for road wear. Working Paper*
- Odolinski, K. & J-E. Nilsson (2016) *Estimating the marginal maintenance cost of rail infrastructure usage in Sweden; does more data make a difference? CTS Working Paper 2016:27* Stockholm: Centre for Transport Studies.
- Odolinski, K. (2016a) *The impact of axle loads on rail infrastructure maintenance costs. CTS Working Paper 2016:21*. Stockholm: Centre for Transport Studies.
- Odolinski, K. (2016b) *The impact of cumulative tons on rail infrastructure maintenance costs. CTS Working Paper 2016:28*. Stockholm: Centre for Transport Studies.

Ögren, M., Andersson, H., Jonsson, L. & Swärdh, J-E. (2011) Noise charges for Swedish railways based on marginal cost calculations, *Working Paper*, VTI.

Olgemar, M., 2016. *Sjöfartens marginalkostnader* [Intervju] (2016-09-01).

Olofsson, S., K. Gralén, K. Macheridis, K-O. Welin, U. Persson & L. Hultkrantz (2016) *Personskadekostnader och livskvalitetsförlust till följd av vägtrafikolyckor och fotgängarolyckor singel. Fullständig rapport.* (Rapport till Trafikverket 29 augusti, 2016). Institutet för hälsoekonomi, Lund.

Olofsson, S., U. Persson, L. Hultkrantz & U. Gerdtham (2016a). *Riskvärden för vägtrafikolyckor. En studie av betalningsviljan med kedje-ansatsen.* (Rapport till Trafikverket 29 augusti, 2016). Institutet för hälsoekonomi, Lund.

Olofsson, S., U. Persson, L. Hultkrantz & U. Gerdtham (2016b). Value of a QALY and VSI estimated with the Chained Approach, *Working paper*, Institute of Health Economics, Lund.

Olofsson, S., U. Persson, L. Hultkrantz & U. Gerdtham (2016c). *Riskvärden för vägtrafikolyckor. En pilotstudie av betalningsvilja härledd via CV och kedje-ansats.* Rapport till Trafikverket 29 augusti, 2016. Lund: Institutet för hälsoekonomi.

Olofsson, S., U. Persson, L. Hultkrantz & U. Gerdtham (2016d). Chained Approach vs Contingent Valuation for Estimating the Value of Risk Reduction. *Working paper*, Lund: Institute of Health Economics.

Österström, J. (2016) *Luftfartens marginalkostnader - En delrapport inom Samkost 2*, (VTI rapport 907). Linköping: VTI

Reinvang, R. et al. (2014) *Evaluering av regelverket for bruk av vannscooter*, u.o.: Vista Analyse (Rapport 2014/19).

Ricardo (2014) *Update of the Handbook on External Costs of Transport (Final Report)*, London: Ricardo-AEA.

Ricardo-AEA (2014) *Update of the Handbook on External Costs of Transport*, Final report, Ricardo-AEA/R/ED57769, Issue Number 1,

Rødset, K. L. & Wangsness, P. B. (2015) *Data availability for traditional and environmental productivity and efficiency analysis in Norwegian ports.* TOI report 1461/2015.

Rødseth, K. L. & Killi, M. (2014) *Marginale eksterne kostnader for godstransport på sjø og jernbane - en forstudie.* (TØI-rapport 1313/2014).

Rosander, J. (2015) [Intervju] (2015-09-11).

Routes Online (2015). *SAS sells Heathrow slot pair for \$60 million.*

SAMKOST 1, även publicerat som Johansson, A. & J-E. Nilsson (2014). SAMKOST - Redovisning av regeringsuppdrag kring trafikens samhällsekonomiska kostnader. (VTI Rapport 836). Linköping: VTI

SFÖFS 2014:9 (2014) *Sjöfartsverkets föreskrifter om tillhandahållande av lots, lotsställning, tilldelning av lots och lotsavgifter, SFÖFS 2014:9*

SIKA (2010) *Sjöfartens externa effekter.* (SIKA PM 2010:1).

Sjöfartsverket & SMHI (2015) *Sammanfattning av isvintern och isbrytningsverksamheten 2014/2015*, Norrköping: LFV Tryck.

Sjöfartsverket (2002). *Sjöfartens avgiftsrelevanta marginalkostnader, Utveckling av kunskapsläget, Redovisning av regeringsuppdrag.* Norrköping: Sjöfartsverket

- Sjöfartsverket (2002a). *Sjöfartens avgiftsrelevanta marginalkostnader, Utveckling av kunskapsläget, Redovisning av regeringsuppdrag*. Norrköping: Sjöfartsverket (2002-12-31).
- Sjöfartsverket (2002b). *Sjöfartsverkets avgiftsrelevanta marginalkostnader, Utvecklingsarbete under 2002*. Norrköping: Sjöfartsverket
- Sjöfartsverket (2003) *Sjöfartens avgiftsrelevanta marginalkostnader, Slutrapport 2003, Redovisning av regeringsuppdrag*, Norrköping: Sjöfartsverket.
- Sjöfartsverket (2012) *Isbrytning Sjöfartsverket*. http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Isbrytarforordning-20001149_sfs-2000-1149/.
- Sjöfartsverket (2014) *Sjöfartsverkets föreskrifter om tillhandahållande av lots, lotsbetällning, tilldelning av lots och lotsavgifter (SJÖFS 2014:9)*, Norrköping: Sjöfartsverket
- Sjöfartsverket (2015a). *Årsredovisning 2014*. Norrköping: Sjöfartsverket.
- Sjöfartsverket (2015b). *Sjöfartsverket treårsplan 2016-2018*, Norrköping: Sjöfartsverket.
- Sjöfartsverket (2015c). *Sjöfartsverkets webbplats*. [Online] Available at: <http://www.sjofartsverket.se/sv/Sjofart/Isbrytning/>
- Sjöfartsverket (2016a). *Årsredovisning 2015*, Norrköping: Sjöfartsverket
- Sjöfartsverket (2016b). *Konsekvensutredning med anledning av nya föreskrifter för farledsavgift samt tillhandahållande av lots, lotsbeställning, tilldelning av lots och lotsavgifter (Dnr. 16-008-10, Thomas Ljungström, PM 2016-03-17)*. Norrköping: Sjöfartsverket
- Sjöfartsverket (2016c). *Föreslagen ny avgiftsmodell, PM 2016-03-15 (Dnr. 16-00810)*. Norrköping: Sjöfartsverket
- Sjöfartsverket (2016d). *AIS transpondersystem*. <http://www.sjofartsverket.se/sv/Sjofart/Sjotrafikinformation/AIS-transpondersystem/> [2016-06-06].
- SJÖFS2014:8 (2014) *Sjöfartsverkets föreskrifter om farledsavgift*. Sjöfartsverkets författningssamling. Norrköping: Sjöfartsverket
- SJÖFS2014:9 (2014) *Sjöfartsverkets föreskrifter om tillhandahållande av lots, lotsbeställning, tilldelning av lots och lotsavgifter*; Sjöfartsverkets författningssamling. Norrköping: Sjöfartsverket
- SLB-Analys (2013) Luftkvalitet i hamnområden – sjöfartens bidrag*. (LVF rapport 2013:31). Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbund
- SMHI (2012) *Sjöfartens påverkan på luftmiljön i Göteborg*, SMHI Rapport nr 19 .
- SMHI (2012) Sjöfartens påverkan på luftmiljön i Göteborg*. (Rapport nr. 19, version 2). Dnr. 2012/704.95. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
- SMHI (2016) Underlag till uppskattning av marginalkostnader för svensk sjöfart. Modellering av ozon, sekundära partiklar och deposition av svavel och kväve*. (Rapport nr 2016/30). Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
- SMHI (2016) *Underlag till uppskattning av marginalkostnader för svensk sjöfart. Modellering av ozon, sekundära partiklar och deposition av svavel och kväve*, SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) Rapport nr. 2016/30 .
- Smith, A.S.J., K. Odolinski, S.H. Nia, P-A. Jönsson, S. Stichel, S. Iwnicki, & P. Wheat (2016) *Estimating the marginal cost of different vehicle types on rail infrastructure, CTS Working Paper 2016:26*, Stockholm: Centre for Transport Studies

Smith, A.S.J., S. Iwnicki, A. Kaushal, K. Odolinski, & P. Wheat (2014) Estimating the damage and marginal cost of different vehicle types on rail infrastructure combining economic and engineering approaches, *In: The Stephenson Conference: Research for Railways*, 21-23 April 2015, London. (Unpublished)

Söderbaum, F. (2015) *Trafikanalys* [Intervju] (2015-05-13).

SOU 2015:27 (2015) Skatt på dubbdäcksanvändning i tätort? Betänkande från Partikelhaltsutredningen

SSPA (2016) *AIS-underlag till VTI:s regeringsuppdrag "Trafikens samhällsekonomiska kostnader"*, SSPA.

Statskontoret (2013) *Myndighetsanalys av Sjöfartsverket*, Statskontoret (Rapport 2013:1).

Stockholm Skavsta Airport (2016) <http://www.skavsta.se/sv/content/8/153/landningsavgifter-mm.html>. (2016-11-28)

Sundström, A. (2016). Mer flyg och bostäder. Näringsdepartementet Dnr. N2016/02702/PUB.

Swahn, H. (2011) *Insegling Gävle, Riskvärdering av olyckor*, (2011-02-28)

Swahn, H. (2013) *Samhällsekonomisk analys och värdering av en lättnad i lotsplikten på Väneren*, (Slutrapport 2013-12-19).

Swärdh, J-E. & Genell, A. (2016) *Estimation of the marginal cost for road noise and rail noise*. (VTI notat 22A-2016). Linköping: VTI

Swedavia (2016a). Airport Charges – Airport Charges for Swedavia AB.

Swedavia (2016b) Års- och Hållbarhetsredovisning 2015.

T L Yip (2008) Port traffic risks: A study of accidents in Hong Kong waters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Volym 44, pp. 921-931.

TFK, (M. Mustonen) (2013) *Noise as an Environmental Challenge for Ports*.

Trafikanalys (2015) *Sjötrafik 2014, Trafikanalys Beskrivning av statistiken*. Trafikanalys (2015-05-25).

Trafikanalys (2016a). *Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader 2016*, Trafikanalys (Rapport 2016:6).

Trafikanalys (2016b). *Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader -bilagor*. Trafikanalys (PM 2016:2).

Trafikanalys (2016c) Luftfart 2015 (excelformat). Statistik 2016:7.

Trafikverket (2016a). *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorns: ASEK 6 Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader (Version 2016-04-01)*, Trafikverket.

Trafikverket (2016b). *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: Kapitel 11: Kostnad för luftföroreningar (Version 2016-04-01)*,

Trafikverket (2016c). *Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: Kapitel 12: Kostnad för climateffekter (Version 2016-04-01)*,

Trafikverket (2016d). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.0, Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader* Trafikverket (Version 2016-04-01).20

Transportstyrelsen (2014a) *Transportstyrelsens säkerhetsöversikt luftfart och sjöfart 2014*. TSG 2015-387.

- Transportstyrelsen (2014b) *Indikator för källbuller från trafik*. Transportstyrelsen 2014-07-01.
- Transportstyrelsen (2015a) *Lotsning Transportstyrelsen*. [Online] Available at: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Sjotrafik-och-farleder/Lotsning/>
- Transportstyrelsen (2015b) *Lotsdispenser Transportstyrelsen*. <http://www.transportstyrelsen.se/sv/Om-transportstyrelsen/Finansiering/Avgifter/Sjofart/Avgifter-for-personliga-tillsstand/Lotsdispenser/>
- Transportstyrelsen (2015c) *Trafiksäkerheten i Sverige - Statistik och analys över järnväg, luftfart, sjöfart och väg för 2014*, Transportstyrelsen.
- Transportstyrelsen (2015d) *Luftfartens avgifter – Kartläggning över de avgifter som flygföretag betalar till statliga aktörer*. TSG 2015-2093.
- Transportstyrelsen (2016) *Trafiksäkerheten i Sverige - Statistik och analys över järnväg, luftfart, sjöfart och väg för 2015*, Transportstyrelsen.
- Vierth, I. (2016) *Sjöfartens policyrelevanta samhällsekonomiska marginalkostnader*. (VTI rapport 908). Linköping: VTI
- Vierth, I., Landergren, M. & Sowa, V. (2015) *Svenska sjöolyckors samhällsekonomiska kostnader. Värdering av fartygsskador, oljeutsläpp och personskador*. (VTI Notat 32/2015). Linköping: VTI
- Vierth, I.; Sowa, V. (2015) *Externa kostnader i transportsceanrier med utökad användning av sjöfart*, VTI (Rapport 848/2015). Linköping: VTI
- Vierth, I; McDaniel, J; Lindberg, G. (2007) *Underlag till hamnstrategiutredningen*, (VTI Notat 11-2007). Linköping: VTI
- Wahlström, Johan (2015) *FB-TS-RES-PEC-LOTSDISPENSER*. (E-mail 2015-11-16): Transportstyrelsen.
- WHO (2011) *Burden of disease from environmental noise – Quantification of healthy life years lost in Europe*. Report.
- Winslott-Hiselius, L (2014) Estimating the relationship between accident frequency and homogenous and inhomogenous traffic flows. *Accident Analysis and Prevention* 36, ss. 985-992
- Yarmukhamedov, S., J-E. Nilsson & K. Odolinski (2016). *The Marginal Cost of Reinvestments in Sweden's Railway network*. (VTI notat 23A-2016). Linköping: VTI
- Yarmukhamedov, Y. & J-E. Swärdh (2016). Marginalkostnader för drift och underhåll på väg. Skattningar på svenska data från 2004–2014. (VTI notat 15A, 2016). Linköping: VTI
- Yim, S. H., Lee, G. L., Lee, I. H., Allroggen, F., Ashok, A., Caiazza, F. & Barrett, S. R. (2015) Global, regional and local health impacts of civil aviation emissions. *Environmental Research Letters*, 10(3), 034001.

Bilaga 1. Värdering av koldioxidutsläpp – Runar Brännlund

Kommentarer på ”Värdering av koldioxidutsläpp från svenska transporter – en kommentar” av Björn Carlén

Undertecknad har fått i uppdrag att kommentera slutsatserna i ovan nämnda uppsats. Uppsatsens syfte är att diskutera problemet med att värdera svenska klimatutsläpp, givet EU:s klimatpolitiska ramverk, och utifrån detta föreslå en värdering som kan användas i samhällsekonomiska kalkyler inom det svenska transportområdet.

Analysen och diskussionen i uppsatsen landar i två huvudslutsatser. Den första är att priset på utsläppsrätter (inom EU-ETS) avspeglar kostnaderna väl för att ytterligare minska utsläppen där, och att priset därmed kan tolkas som den politiska marginalvärderingen av utsläpp inom detta system. Den andra slutsatsen, och som kan betraktas som ny, är att den skattesats som möter den del av industrin (i Sverige) som är utanför EU-ETS kan tolkas som den svenska politiska marginalvärderingen av koldioxidutsläpp. Denna andra slutsats bygger bl.a. på teorin om optimal beskattning, vilket betyder att den skillnad i skatt som föreligger mellan hushållssektorn och industrin utanför EU-ETS kan betraktas som en fiskalt betingad skatt.

Givet dessa slutsatser innebär det att en minskning av utsläpp inom den del som inte ingår i EU-ETS skall värderas till 66 öre/kg koldioxid.

Uppsatsen består väsentligen av tre delar; i den första delen diskuteras olika ansatser för att värdera utsläpp (eller minskning av utsläpp) av växthusgaser. I den andra delen diskuteras hur priset på utsläppsrätter inom EU-ETS skall tolkas, och i den tredje delen diskuteras tolkningar av den svenska koldioxidskatten. Uppsatsen avslutas med några avslutande kommentarer.

I den första delen diskuteras två möjliga värderingsansatser. Den första är skadekostnadsansatsen, och den andra är vad som i uppsatsen kallas minskningskostnadsansatsen. Skadekostnadsansatsen innebär helt enkelt att man försöker identifiera och värdera de skador som utsläpp av växthusgaser för med sig. Slutsatserna i uppsatsen vad gäller skadekostnadsansatsen är dels att det är en mycket informationskrävande ansats, men framförallt att det inte är en relevant metod för att ge vägledning för Trafikverkets val av koldioxidvärde i sina kalkyler eftersom Sverige utgör en del av EU's utsläppsmål. Dvs. en ökning (minskning) av utsläppen inom exempelvis svensk transportsektor innebär att någon annan inom EU minskar (ökar) sina utsläpp. Huvudslutsatsen vad gäller minskningskostnadsansatsen är att detta är den relevanta ansatsen för att värdera utsläpp givet hur klimatpolitiken är uppbyggd. Detta i sin tur leder till slutsatsen att EU-ETS priset speglar den (europeiska) värderingen av koldioxidutsläpp inom detta system, och att den koldioxidskatt som industrin utanför EU-ETS möter är den svenska politikens värdering av koldioxidutsläpp. Eftersom den svenska koldioxidskatten, minus den fiskala komponenten, är högre än EU-ETS priset så speglar det att den svenska ambitionsnivån (värderingen) är högre än den sammantagna europeiska.

Kommentarer

Uppsatsen är välskriven och analysen är rigorös, givet syftet att vara någorlunda lättillgänglig och pedagogisk.

Beskrivningen av ”skadestansansatsen” är i grunden korrekt, även de problem som är förknippade med den. Däremot kan jag inte hålla med om att användning av det globala skadestansvärdet enbart är av akademiskt intresse, vilket är den uppfattning man kan få när man läser rapporten. Vad som förmodligen avses är att skadestanssuppskattningar inte har någon direkt inverkan på värdet som bör användas inom svensk transportsektor. Givet denna tolkning så blir inte skadestansansatsen särskilt relevant. Sett ur ett något vidare perspektiv är skadestans dock inte enbart av akademiskt intresse eftersom de mål man sätter upp rimligtvis beror på globala skadestans, eller borde det i alla fall. Rimligen påverkar exempelvis EU-ETS bubblans storlek skuggpriset på koldioxid, vilket i sin tur kommer att påverka den marginella minskningskostnaden. Resonemanget kring detta föregås av en diskussion på sidan 12 som inte är helt klargörande. Det sägs där att den ”svenska unilaterala värderingen per definition är lägre än den globala”. Som stöd för detta anges att klimatförändringar är en global kollektiv onyttighet. Detta betyder förstås att det totala värdet, dvs. summan av alla länders värde, är större än om vi bara räknar värdet som tillfaller Sverige. Vidare sägs att vilket av värdena som ska användas är en komplicerad fråga med moraliska dimensioner, men att användning av det globala värdet innebär avsteg från hur internationella effekter hanteras i kostnads- nyttoanalyser av svenska investeringar. Det kan så vara, men det gör det knappast mindre korrekt för det. Om alla länder istället utgick från det globala värdet så skulle vi ju i slutändan få en politik som maximerar den globala nyttan, och därmed även en utsläppsbubbla med tillhörande skuggpris som korrekt reflekterar den globala nyttan. Detta förutsätter dock att det finns någon form av global klimatpolitik kommer på plats. Detta tycker jag inte bara har ett akademiskt värde. Däremot kan jag hålla med om att skadestansansatsen i någon mening saknar relevans givet att man bestämt sig för ett utsläppstak som är fixed.

Minskningstansansatsen beskrivs i uppsatsen som ett indirekt sätt att värdera utsläpp på. Detta är korrekt ifall nuvarande utsläppsnivå är den samhällsekonomiskt optimala. Är den inte det så reflekterar det just inget annat än minskningstans, som kan vara såväl högre som lägre än den marginella skadan. I uppsatsen argumenteras det för att minskningstansansatsen reflekterar värdet (varför skulle politikerna sätta ett utsläppsmål som kostar mer än det smakar, eller inte kräva mer utsläppsminskningar ifall det smakar mer än det kostar?). Problemet med det argumentet är att det motsäger argumentet mot skadestansansatsen. För att veta vad det ”smakar” så måste vi veta skadestans. I figur 2.2 på sidan 14 illustreras minskningstanssambandet och värdet på en marginell förändring av utsläppen ($p=(t)$). Implicit i tolkningen av p som värde är att det finns en marginell skadestanskurva som korsar MMK-kurvan i punkten p, q . Sammantaget håller jag dock med om att minskningstansansatsen är en korrekt metod för att uppskatta kostnaden för att minska utsläpp, och att den kan utgöra ett rimligt sätt att uppskatta värdet av minskade utsläpp inom EU. Vad jag vill ha sagt, dock, är att tolkningen av att minskningstans utgör den korrekta samhällsekonomiska värderingen av koldioxid bygger på ett antal antaganden som kan diskuteras.

Diskussionen och redogörelsen kring hur man i praktiken skall ta fram det relevanta minskningskostnadssambandet på sid 14-17 är klagörande och bra. På ett pedagogiskt sätt visas att priset på utsläppsrätter kan underskatta den faktiska marginalkostnaden för reduktioner, och att koldioxidskatten kan överskatta marginalkostnaden. Det betyder förstås, ifall utsläppsrättspris eller koldioxidskatt används som värdering av minskade utsläpp, att den politiska värderingen kan bli felaktig. Avgörande i detta sammanhang är hur stor av punktskatten på fossilbränsle som inte är motiverad av klimatskäl.

Vad gäller tolkningen av priset på utsläppsrätter i EU-ETS så är slutsatsen i uppsatsen att priset på utsläppsrätter i EU-ETS kan tolkas som den politiska värderingen av utsläpp inom detta system. Slutsatsen är väl underbyggd i uppsatsen, givet antagandet att den politiskt satta nivån på utsläppstaket speglar den samhällsekonomiskt optimala nivån. Argumentet i uppsatsen för att så är fallet är att det politiska systemet haft och har möjlighet att skärpa utsläppstaket och därmed prisnivån, men inte gjort det, vilket då skulle tyda på att nuvarande nivå är korrekt satt och att priset därmed reflekterar det marginella värdet av ytterligare utsläpp. Denna argumentation är naturligtvis i sak logisk, givet att man förutsätter att politikerna fattar beslut medvetna om vad dessa beslut de facto innebär.

Den sista delen i uppsatsen behandlar den svenska koldioxidskatten och hur den skall tolkas. Detta är uppsatsens viktigaste del och utgör grunden för den policyslutsats som gäller värdering av svenska utsläpp. Den svenska koldioxidskatten har varit och är differentierad mellan olika delar av "övrig sektor". Hushåll och transporter betalar full skatt, 108 öre/kg (2014), medan industri (utanför EU-ETS) betalar 60 procent av denna skatt 2015 (30% 2014). Differentieringen motiveras från det politiska systemet med risk för "läckage". Som det så riktigt påpekas i uppsatsen så är läckage inte förbehållet industrin. Utsläppsminskningar även i transporter frigör kvotenheter som kan sparas eller säljas, det sker med andra ord endast en omfördelning i tid och/eller rum. Författaren menar att sammantaget innebär detta att tolkningen att koldioxidskatten till sin helhet kan ses som en politisk värdering av minskade utsläpp i Sverige blir konstig. Det skulle innebära att den politiska värderingen av minskade utsläpp har varit relativt konstant senare år, att läckageeffekterna minskat över tid (differentieringen har minskat), och sist men inte minst att om värdet verkligen vore drygt 1 kr/kg så skulle det finnas enorma vinster med att köpa utsläppskvoter och annullera dem, eller vidta klimatåtgärder i andra delar av världen.

Den alternativa tolkningsramen som författaren föreslår utgår från teorin om optimal beskattning och det faktum att skatter motiveras av flera skäl, inte minst av ett intäktsbehov för staten. För att effektivt dra in pengar till staten bör stabila skattebaser beskattas relativt hårt, vidare bör skatterna i första hand läggas i konsumtionsledet. Utgår man från detta, som författaren gör, så blir slutsatsen att den koldioxidskatt som industrin inom övrig sektor i huvudsak består av den klimatrelaterade komponenten, och att skillnaden mellan den fulla koldioxidskatten som belastar hushållen och den lägre industriskatten är den fiskalt motiverade komponenten. Givet detta så hamnar på en värdering på 66 öre/kg, givet den beskattning som då gällde.

Logiken i argumentationen är i sak korrekt. Dvs. givet de antaganden som görs och att differentieringen av skatten inte är motiverad av att industrin har ett större läckage än hushållssektorn, utan av ett optimalt beskattningsskäl så är slutsatsen korrekt. Den kritik man möjligen kan anföra mot detta är att författarens tolkningsram de facto inte

nödvändigtvis överensstämmer med den intention eller syfte som beslutsfattarna haft. Lyssnar man på retoriken från beslutsfattarna så överensstämmer inte deras intentioner med tolkningen här. Men om man istället för att lyssna på vad de säger ser på de beslut som fattats över tid vad gäller koldioxidskatten så är tolkningsramen som presenteras här rimlig. Om författarens tolkningsram inte speglar beslutsfattarens intention och syfte så är jag inte övertygad om att det värde som föreslås speglar den politiska värderingen. Ifall det vore så att beslutsfattarnas intentioner sammanföll med tolkningsramen här så hade det väl ur ett beslutsfattarperspektiv varit mer naturligt att först bestämma den klimatmotiverade skatten, dvs i detta fall 66 öre/kg, för att i nästa steg fundera på hur mycket man måste lägga på för att få in de önskade skatteintäkterna?

Sammantaget är den tolkningsram som författaren ger intressant och logisk. En viktig fråga är om det är denna tolkningsram som väglett besluten om skattenivåer? Om så är fallet så är den värdering som presenteras här adekvat. Är det inte detta som väglett besluten om skattenivåer så kan man inte säga att skatten på 66 öre/kg nödvändigtvis är det korrekta värdet att använda. Författaren menar att om den fulla skatten är värdet av utsläpp så ger det upphov till en del underliga implikationer, vilket jag håller med om. En sådan är att det skulle vara mycket lönsamt att köpa och annuelleras utsläppskvoter, och/eller genomföra billiga reduktionsåtgärder i andra länder. Jag har svårt att se hur författarens förslag skulle ändra denna implikation på något avgörande sätt. Det skulle fortfarande vara lönsamt att köpa utsläppskvoter (i alla fall vid nuvarande prisnivå). Det betyder rimligen att politiken inte är kostnadseffektiv, och att den svenska ”nettokoldioxidskatten” överskattar värdet av minskade utsläpp.

Sammanfattningsvis är det en bra och välskriven rapport. Den förklarar på ett pedagogiskt sätt de två vanligaste ansatserna för att värdera utsläpp av växthusgaser. En slutsats är att skadestansansatsen inte är relevant om syftet är att anlägga ett värde på koldioxid i svenska transportkalkyler. Det betyder dock inte, menar jag, att metoden är endast akademiskt intressant. Jag menar att man aldrig helt kan komma undan skadestansansatserna. Hur ska man sätta mål vad gäller utsläppsreduktioner (till exempel tak i EU-ETS) om man inte har någon aning om värdet i form av minskade skador? Den alternativa tolkningsramen för den svenska koldioxidskatten och den värdering av koldioxidskatt som följer av detta är intressant och jag inga invändningar i sak mot de argument som presenteras.

Umeå den 22/11 2015

Runar Brännlund

Professor i Nationalekonomi, Umeå Universitet

Bilaga 2. Värdering av koldioxid – Per Kågesson

Är koldioxidskatten ett bra mått på värdet av att undvika utsläpp?

Promemoria på uppdrag av VTI

Per Kågeson
Nature Associates
2016-10-21

Uppdraget

I brist på vetenskaplig konsensus om hur stora skador växthusgaser förorsakar, nu och i framtiden, har VTI och ASEK antagit att den beskattningsnivå som politikerna har valt för kolinnehållet i bränslen kan användas som approximation för deras värdering av skadan (ett politiskt skuggpris). Koldioxidskattens generella nivå är idag 1,08 kr/kg CO₂.

VTI noterar emellertid förekomsten av undantag från den generella nivån i form av nedsättningar för utsläpp från vissa verksamheter i de sektorer som inte omfattas av utsläppshandelsystemet EU ETS. En slutsats av detta skulle, enligt Carlén (2014) kunna vara att den eftersänkta delen av den fulla skattesatsen knappast kan tolkas som en kostnad för CO₂ utan är fiskalt betingad. I så fall motsvarar kostnaden för växthusgaser ca två tredjedelar av skatten på utsläpp av CO₂. Carléns bedömning har granskats i två omgångar, senast av Brännlund (2015). Enligt VTI har ingen på något avgörande sätt invänt mot logiken i hans resonemang.

Grundantagandet om att koldioxidskatten satts på rätt nivå har dock inte skärskådats, och VTI vill nu få en bedömning av frågan om hur väl underbyggda besluten om skattenivån är? I uppdragsbeskrivningen ställs frågan om det är rimligt att anta att nivån avspeglar samhällets värdering av de skador som koldioxidutsläpp orsakar. VTI vill få frågeställningen belyst i ett lite bredare perspektiv i form av en kortare PM som dock inte förväntas ge några definitiva svar utan snarare att utveckla frågorna, och formulera tänkbara invändningar m.m.

Kan skadan uppskattas?

I sin formulering av det nu aktuella uppdraget ger VTI uttryck för uppfattningen att ett skuggpris på CO₂ skulle kunna ses som en värdering av framtida skador, men samtidigt hävdas att det inte finns någon vetenskaplig konsensus om skadornas omfattning och kostnaden för dem. Om det senare är sant, och det mesta talar för att så är fallet, kan skuggpriset inte vara något annat än marginalkostnaden för att undvika utsläpp över någon viss nivå eller koncentration av växthusgaser i atmosfären över viss nivå. De kausala sambanden är för dåligt kända för att medge någon mera exakt koppling mellan åtgärder och faktiska globala skadekostnader. De senare påverkas dessutom i hög grad av betalningsvilja (och förmåga) samt val av räntesats. Om klimatförändringen skulle leda till betydande svårigheter att försörja världsbefolkningen med mat kan man, t.ex., förmoda att detta påverkar betalningsviljan och därmed skadekostnadens storlek jämfört med värderingar baserade på dagens livsmedelspriser.

Min första slutsats blir således att ett svenskt skuggpris på koldioxid måste återspegla antingen de faktiska kostnader som vi idag tar på oss i syfte att reducera utsläppen eller en bedömning av den troliga marginalkostnaden för att nå ett visst framtida reduktionsmål. Någon tydlig koppling till skadekostnaden är inte möjlig.

En kritisk bedömning av ASEK-värdet

Det är inte självklart att den svenska skatten på koldioxid utgör ett skuggpris som återspeglar politikernas bedömning av hur mycket klimatpolitiken får kosta. Under perioden 1970 till 1990 innan skatten 1991 infördes reducerades utsläppen av koldioxid från svenska källor med mer än 40 procent. Medverkande till detta var bl.a. beskattning av drivmedel och olja för uppvärmningsändamål, skärpta bygg-

krav, en satsning på biobränslen i fjärrvärmesektorn och en snabb utbyggnad av kärnkraften vars produktion inte bara ersatte fossil kraft utan också i hög grad kom att användas för elektrisk uppvärmning av småhus. Under dessa 20 år halverades oljeanvändningen i fjärrvärmesektorn och den minskade med 85 procent inom industrin utan någon specifik beskattning av koldioxid.

Koldioxidskatt infördes i Sverige 1991 med 25 öre per kilo och nivån har sedan dess höjts till över en krona. Underlaget för skatten har under senare tid breddats till fler former av fossil energianvändning inom den icke-handlande sektorn samtidigt som utsläpp av kol från fossil energi som omfattas av det europeiska utsläppshandelsystemet undantagits från koldioxidskatt.

Ofta påstås i den svenska debatten, inte minst av ledande politiker, att koldioxidskatten (som nominellt är högst i världen) haft stor betydelse för att minska utsläppen av fossilt kol från källor i Sverige. Att detta är med sanningen överensstämmande är dock inte uppenbart.

De svenska utsläppen av koldioxid har minskat i långsammare takt under årtiondena efter 1990 jämfört med perioden 1970-1990. Under åren 1990-2014 uppgick reduktionen till 24 procent. Betydande skillnader föreligger dock mellan olika sektorer.

Transportsektorn

Beträffande bensin valde regering och riksdag under många år att sänka energiskatten i samma mån som koldioxidskatten höjdes så att den totala reala skatten på drivmedlet förblev oförändrad. Dieselskatten har emellertid höjts reellt i några små steg varvid dieselbilarnas ägare kompenserats genom sänkt fordonskatt. Den totala skatten på dieselolja är trots dessa höjningar fortfarande lägre än den samlade bensinskatten och detta trots ett högre kolinnehåll per liter.

Under de år då Sverige medgivit undantag från EU:s regler för beskattning av biodrivmedel har regeringarna konsekvent valt att söka undanta dessa drivmedel från både koldioxid- och energiskatt. Det har inneburit att drivmedelsbeskattningens uppdelning i två olika skatter och valet av deras inbördes skattesatser inte haft någon som helst betydelse för att främja en övergång till biodrivmedel. Det är först under de allra senaste åren som EU-kommissionens krav på att biodrivmedel inte får överkompenseras för kostnadsskillnaden mot fossila drivmedel som en del av dem bara fått partiell befrielse från energiskattedelen av den totala drivmedelsskatten. Utan nedsättning eller befrielse från energiskatt hade Sverige knappast haft några biodrivmedel utöver låginblandning av etanol. Befrielse från enbart koldioxidskatten skulle inte ha räckt.

Sverige har en förhållandevis hög total beskattning av drivmedel, men i juli 2015 hade sex EU-länder (med då aktuell kronkurs) högre skatt på bensin och två hade högre skatt på diesel.¹ Därtill har Schweiz och Norge drivmedelsskatter på svensk nivå. Det kan alltså ifrågasättas om införande av koldioxidskatt haft någon betydelse alls inom vägtrafiken jämfört med länder som inte gjort en sådan uppdelning.

Om förekomst av koldioxidskatt ska ses som en nations skuggpris uppkommer uppenbara problem vid jämförelse med länder som inte delat upp sina drivmedelskatter i energiskatt och koldioxidskatt. Är det verkligen rimligt att anta att ett land som saknar koldioxidskatt men har en högre total beskattning av drivmedel än Sverige har en lägre ambitionsnivå än vi och att deras skuggpris är noll?

¹ <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/fuel-prices-and-taxes/assessment-5>

Kraft- och värmesektorn samt industrin utanför EU ETS

Inom andra delar av den icke-handlande sektorn kan införande av koldioxidskatt ha haft betydelse under förutsättning att den samlade beskattningen av kol, olja och naturgas därigenom blivit högre än vad den annars skulle ha varit. Eftersom många ändringar av principer och skattesatser förekommit under de senaste 20 åren krävs ett relativt ingående studium för att bedöma i vilken utsträckning som koldioxidskatten faktiskt kan ha påverkat utsläppen. Den totala beskattningen av olja för uppvärmningsändamål är dock hög vid internationell jämförelse. Enligt en analys utförd av Energimyndigheten (2006) hade koldioxidutsläppen från energisektorn fram till år 2005 klart dämpats som en följd av den införda koldioxidskatten jämfört med om 1990 års skatter hade fortsatt att gälla, men den av myndigheten använda modellen redovisar den samlade effekten av energi- och koldioxidskatterna.

Eftersom el i många sammanhang kan utgöra ett substitut för bränslen måste man i analysen också beakta hur priset på el påverkats av beskattning och införande av utsläppshandel. Många andra åtgärder och styrmedel kan påverka utsläppen av koldioxid från olika samhällssektorer. Det innebär att en jämförelse mellan utsläppstrenden i olika länder inte enbart kan utgå från beskattningen av energi och koldioxid.

I myndigheternas underlag till Kontrollstation 2015 bedöms effekten av den svenska beskattningen vara stor, men ingen gör något försök att bedöma energi- och koldioxidskatterna var för sig (Naturvårdsverket och Energimyndigheten, 2014). Att effekten är betydande (jämfört med att inte beskatta alls) är ju självklart och men inga försök att jämföra beskattningen i Sverige med utvecklingen i andra länder görs i deras analyser.

Lin & Li (2011) har gjort en studie av koldioxidskattens effekt på utsläppen per capita i en empirisk jämförande ekonometrisk analys. De kommer fram till att skatten inte har haft någon statistisk signifikant effekt på utsläppen i Sverige. Detta förklarar de med att effekterna av koldioxidskatten försvagas av de undantag och nedsättningar av skatten som ges för vissa sektorer. En del av dessa har dock avvecklats sedan tidpunkten för deras studie.

Min bild av de höjningar av koldioxidskatten som genomförts är att de inte har varit direkt kopplade till en höjd ambitionsnivå i avsikt att uppnå bestämda mål, men jag har inom ramen för detta begränsade uppdrag inte kunnat återbesöka hela den relevanta litteraturen, inklusive alla budgetpropositioner. Det torde emellertid vara uppenbart att det inte räcker beteckna en ökad andel av den totala beskattningen som koldioxidskatt för att höja incitamentet. Det som ytterst avgör är det totala priset på fossil energi vid jämförelse med andra alternativ.

Min bedömning stöds av en kritisk analys av den svenska klimatpolitiken utförd av Jamet (2011) på OECD:s uppdrag. Hon anser att Sverige tydligare bör klargöra syftena med koldioxid- respektive energiskatten och att biobränslen bör omfattas av energiskatt. Jamet noterar bristen på ekonomisk utvärdering av den förda politiken, både ex ante och ex post, samt understryker att standards och andra typer av regleringar bidrar till skuggpriset liksom subventioner av anläggningar för produktion av biobrivmedel inom landet och utomlands.

Carléns alternativa bedömning

Carlén (2014) konstaterar att Sverige har en hög koldioxidskatt men att alla inte betalar samma skattesats. Industri utanför EU ETS betalade vid tidpunkten för hans studie endast 30 procent av den fulla

skatten. Utifrån tankar om optimal beskattning menar Carlén att skillnaden mellan den skatt som hushåll och transporter betalar och den skatt som betalas av industrier som inte omfattas av EU ETS är en fiskalt betingad komponent som inte uttrycker någon värdering av utsläppen. Till följd av en successiv nedtrappning av skattenedsättningen har den skatt som industrin erlägger ökat 22 öre 2010 till 66 öre per kilo 2015.

Carlén underkänner resonemang framförda av Finansdepartementet (2009) om att en lägre skattesats för utsläpp från industriella verksamheter skulle vara motiverad av syftet att undvika koldioxidläckage (genom utflyttning av produktion till andra länder eller förlorade marknadsandelar). Förhållandet att nedsättningen reducerats så påtagligt sedan 2010 talar dock för att regeringen inte haft underlag för en stor initial nedsättning, men det betyder, enligt min uppfattning, inte att läckage inte alls kan befaras. Men det är inte säkert att läckagerisken för industrier utanför EU ETS är större än för delar av transportnäringen. Riksrevisionen (2012) noterar att regeringen inte presenterat något underlag för en bedömning av läckagerisken och konstaterar att den skatteomläggningen som genomförs åren 2010–2015 visserligen ökar koldioxidskattens kostnadseffektivitet men får små långsiktiga effekter på såväl ekonomin som utsläppen och därigenom påverkar möjligheterna att nå klimatmålet endast marginellt.

Man bör också vara medveten om att olika regeringars bedömning av frågan om optimal nationell skattesats inte bara påverkas av risken för koldioxidläckage utan av det egna näringslivets samlade konkurrenskraft och risken för förlust av skatteintäkter genom ökad gränshandel med bensin och diesel. Storbritannien införde 1993 en real uppräknings av drivmedelsskatterna med 3 procent per år, men beslutet upphävdes redan efter sex år. Anledningen var att "the fuel tax escalator" mycket snabbt ledde till att den brittiska beskattningen kom att påtagligt överstiga nivåerna i grannländerna. En minoritet i den svenska riksdagen beslutade 2015 att skatten på bensin och diesel från 2017 ska höjas med två procentenheter per år utöver justering mot konsumentprisindex. Det återstår att se om detta kommer att förverkligas.

Carlén diskuterar inte bara beskattningen av drivmedel utan också funktionen hos EU ETS. Hans slutsats är att priset på utsläppsrätter väl avspeglar kostnaderna för att ytterligare minska utsläppen inom EU ETS och att priset därmed kan tolkas som den politiska marginalvärderingen av utsläpp inom detta system. Carlén anser att förhållandet att det finns andra energipolitiska styrmedel som också påverkar efterfrågan på fossil energi inte utgör inte hållbara argument mot denna slutsats trots att han noterar att sådana åtgärder medverkat till att pressa prisnivån på utsläppsrätter. Hans något motstridiga argumentation kan ifrågasättas.

Priset på utsläppsrätter har de senaste åren varit mycket lågt, delvis till följd av svag ekonomisk tillväxt i flertalet medlemsländer efter finanskrisen. En bidragande orsak till det låga priset har också varit att man utöver att köpa utsläppsrätter tillåtit att använda utsläppskrediter från biståndsprojekt i utvecklingsländerna. Krediterna har varit billiga och spätt på utbudet. En tredje faktor som hållit nere priset på utsläppsrätter är det omfattande stödet till utbyggnad av förnybar kraft i ett stort antal medlemsländer, i Sverige genom elcertifikaten. Därigenom har inte kostnaden för den fossilmåta kraftproduktionen tillåtit slå igenom på utsläppspriset. Från 2021 kommer inte längre utsläppskrediter att få användas inom EU ETS. På sikt utgör subventionerna av förnybar kraft och kärnkraft (i främst Storbritannien) det återstående hotet mot en ostörd prisbildning.

Man kan i motsats till Carlén således konstatera att priset på utsläppsrätter skulle ha varit högre om subventionerna och möjligheterna att köpa utsläppskrediter inte hade existerat. Samma problem föreligger när det gäller koldioxidskatten som mått på skuggpriset för koldioxid. Reduktionen av utsläppen påverkas också av andra styrmedel och åtgärder och kanske främst av energiskatten. Det verkliga skuggpriset, mätt som de svenska politikernas nuvarande beredskap för uppoffringar, är alltså högre än koldioxidskatten, inte lägre som Carlén tror.

Kan skuggpriset fastställas?

Som antytts ovan skulle fastställande av ett svenskt skuggpris för CO₂ antingen kunna utgå från den faktiska marginalkostnaden för dagens politik eller kunna bestämmas utifrån en bedömning av marginalkostnaden för att nå framtida utsläppsmål. I båda fallen uppkommer behov av att kunna särskilja incitament kopplade till den långsiktiga förändringen från mera kortsiktiga stimulanser motiverade av en önskan om att bidra till teknikutveckling. Eftersom lärcurvan för nya tekniker tillsammans med övergång från småskalig produktion till masstillverkning kan komma att reducera kostnaden avsevärt är det viktigt att se om stödet riktas mot innovationer eller om det även omfattar relativt mogen teknik.

Dagens kostnadsnivå

Enligt såväl Riksrevisionen (2011) som FFF-utredningen (2013) har den partiella övergången till biodrivmedel inom transportsektorn kostat ca 3 kronor per kg koldioxid² om hänsyn tas till både skatteundantag och olika former av produktionsstöd och bidrag till fordon som kan använda sådana drivmedel. Runt detta medelvärde finns en viss kostnadsspridning. Låginblandning av etanol i bensin har varit billigare än övergång till höginblandade bränslen. Den enskilt dyraste åtgärden har förmodligen varit biogasdrift av personbilar (Kågeson och Jonsson, 2012). I det fallet är det svårt att se bidragen som ett stöd till teknikutveckling av fordon eftersom fordonsgas förekommer i betydande omfattning i andra länder men då i form av fossil gas. Framställning av biogas genom rötning måste också betraktas som en relativt mogen teknik liksom anläggningar för uppgradering av sådan gas till fordonskvalitet.

Biogasens befrielse från energi- och koldioxidskatten för bensin och bensinersättande drivmedel motsvarar 2 kronor och 67 öre per kilo koldioxid (SEK 6:31 kr per liter/2,36 kg CO₂ per liter). Den samlade kostnaden för biogas i personbilar är emellertid betydligt högre. Utbyggnaden av produktions- och uppgraderingsanläggningar har i hög grad skett med statligt stöd och bilarna har befriats från fordonskatt. Dessutom är en stor andel av fordonen förmånsbilar med sänkt förmånsvärde. Kostnaden för fordonssubventionerna är betydande räknat per kilo utsläpp koldioxid som kunnat undvikas när hänsyn tas till att bilarna körs på en blandning av fossilgas och biogas samt i viss utsträckning på bensin. Till en förhållandevis hög användning av fossil gas under fordonens livstid bidrar att den svenska andrahandsmarknaden är utomordentligt svag vilket medfört att en betydande andel av de begagnade gasbilarna exporteras för användning i länder där de körs på naturgas (Trafikanalys, 2016). Någon beräkning av den totala marginalkostnaden i Sverige för biogas i fordon finns inte, men det förefaller mot bakgrund av det ovan anförda inte osannolikt att den kan överstiga 5 kronor per kilo koldioxid om hänsyn också tas till merkostnader för fordon och drivmedelsdistribution. Den samlade kostnaden för biogas i personbilar kan alltså ses som regeringens och riksdagens implicita bedömning av en acceptabel marginalkostnad för att klara transportsektorns del av klimatpolitiken.

² Hänsyn är då inte tagen till att klimatnyttan av att byta från ett fossilt drivmedel till ett förnybart inte uppgår till 100 procent till följd av utsläpp av fossilt kol under framställningsprocessen.

Marginalkostnaden för att nå framtida mål

Om man istället vill söka beräkna den framtida marginalkostnaden för att nå uppsatta reduktionsmål uppkommer problem med att bedöma hur mycket fortsatt teknikutveckling kan komma att reducera kostnaden per kilo koldioxid. På längre sikt kan betydande kostnadsreduktioner potentiellt uppkomma inom både kraftsektorn och transportområdet. Vid radikala mål avseende näraliggande årtal som 2030 hinner dock sannolikt bara en mindre del av denna potential för kostnadsreduktion förverkligas.

Miljömålsberedningen (2016) föreslog nyligen i total enighet att utsläppen i Sverige från den icke-handlande sektorn senast år 2030 bör vara minst 63 procent lägre än utsläppen år 1990, varvid högst 8 procentenheter av utsläppsminskningarna får ske genom kompletterande åtgärder i andra länder. Senast år 2040 ska utsläppen vara minst 75 procent lägre än 1990 och bara 2 procentenheter av utsläppsminskningarna får vid denna tidpunkt ske genom kompletterande åtgärder. Beträffande inrikes transporter (exklusive inrikes flyg som ingår i EU:s system för handel med utsläppsrätter) anger miljömålsberedningen att utsläppen ska minska med minst 70 procent till år 2030 jämfört med 2010.

Beredningen anser utan någon närmare analys att koldioxidskatten bidrar till en kostnadseffektiv minskning av utsläppen och även i fortsättningen bör utgöra basen för styrningen av utsläppen i den icke-handlande sektorn. Den föreslår att nivån på koldioxidskatten ska anpassas i den omfattning och takt som, tillsammans med övriga förändringar av styrmedlen, ger en kostnadseffektiv minskning av utsläppen av växthusgaser i den icke-handlande sektorn så att etappmålet till 2030 nås. Noterbart är att beredningen således inser att även andra åtgärder och styrmedel bidrar till måluppfyllelsen och rimligen också till kostnaden.

Den svenska målsättningen kan jämföras med EU:s som för transportsektorn i kommissionens transportpolitiska vitbok från år 2011 anges till 60 procent utsläppsminskning till år 2050 jämfört med år 1990. Målsättningen inkluderar även utsläpp från luftfart och sjöfart inom EU:s territorium. Unionens övergripande mål är 80–95 procent utsläppsreducering till 2050.

Europeiska rådet antog i oktober 2014 ett ramverk för den kortsiktiga klimat- och energipolitiken. Beslutet innefattar ett mål om att minska utsläppen av växthusgaser med minst 40 procent till 2030 jämfört med utsläppen 1990. Rådet beslutade även om hur utsläppsminskningarna till 2030 ska fördelas mellan den handlande och den icke-handlande sektorn. Utsläppen inom handelssystemet ska minska med 43 procent jämfört med 2005, medan utsläpp från verksamheter utanför handelssystemet ska reduceras med 30 procent jämfört med 2005. Ansvarsfördelning mellan medlemsländerna för utsläppsminskningarna utanför handelssystemet har ännu inte beslutats.

Efter EU:s nyligen genomförda ratificering av Parisprotokollet, som innebär att man åtar sig att söka bidra till att den genomsnittliga globala temperaturen inte ska tillåtas överstiga den förindustriella nivån med mer än ca 1,5 grader C, kan unionen behöva överväga åtgärder i syfte att reducera utsläppen i snabbare takt än vad som hittills beslutats. Det skulle i så fall minska gapet mellan den svenska och den europeiska ambitionsnivån och reducera skillnaden i marginalkostnad.

Det förefaller troligt att marginalkostnaden för reduktionsmål inom intervallet 70-90 procent i hög grad kommer att bestämmas av kostnader för att ersätta fossil kraftproduktion och fossila drivmedel. Genom partiell elektrifiering av vägtrafiken ökar utmaningen för elsystemet, medan de direkta utsläppen från den icke-handlande sektorn minskar.

Kostnaden för fossilfri elförsörjning

En total elektrifiering av vägtrafiken baserad på batterier och direktöverförd el skulle öka efterfrågan på elektricitet med 15-25 procent i flertalet medlemsländer. Att den procentuella ökningen blir större än i Sverige beror på att vi har mycket högre elanvändning per capita än EU28. Om elektrifieringen istället sker genom ett skifte till bränsleceller så kommer effekten på behovet av ny eltilförsel att bli ca faktor 2,5 större på grund av lägre total verkningsgrad (räknat från kraftverk till bilens hjul).

Att under sådana omständigheter på 2-3 årtionden ersätta all fossileldad kraft med förnybar kraft eller kärnkraft förefaller med tanke på ledtiderna som ett mycket svår genomförbart projekt, särskilt om man också betänker att snabbt stigande bidrag från intermittent kraftproduktion kräver en skyndsamt utbyggnad av det europeiska kraftledningsnätet och därtill betydande investeringar i lagring av el. Det innebär sannolikt att målsättningen bara kan uppnås om man parallellt med en snabb utbyggnad av ny kraftproduktion förser betydande delar av den kvarvarande fossilbaserade produktionen med CCS (Carbon Capture & Storage).

Utnyttjandet av CCS-teknik medför kostnader för avskiljning, transport och lagring av koldioxiden samt för de energiförluster som processen ger upphov till. Kostnaden för CCS vid 80-90 procents avskiljning uppskattas i bästa fall komma att hamna något under 40 euro per ton CO₂, men osäkerheten är stor (ZEP, 2011, Global CCS Institute, 2015). Det finns bedömare som menar att det kan bli fråga om betydligt högre kostnader, kanske uppemot det dubbla. Om inte priset på utsläppsrätter når tillräcklig nivå för att stimulera utbyggnaden måste även CCS subventioneras av skattebetalarna.

Noterbart i sammanhanget är också att det garantipris som den brittiska regeringen lovat det fransk-kinesiska konsortium som ska bygga kärnreaktorerna i Hinkley motsvarar ca SEK 1 per kWh, vilket innebär en merkostnad jämfört med kolkondens (utan CCS) på ca 60 öre/kWh.³ Det ger en reduktionskostnad för CO₂ på 70-75 öre per kilo (beroende på det bortfallande kolkraftverkets energiverkningsgrad). Kostnaden för solkraft ligger ännu så länge högre och kommer vid omfattande produktion att behöva kompletteras med kostnadskrävande lagring.

Fallande kostnader kan förstås öka investeringsutrymmet för ny kraftteknik. Men det krävs en omfattande reduktion för kommersiell lönsamhet. Med dagens svenska regler får solkraft stöd med 103 - 167 öre per kWh beroende på om produktionen är storskalig eller småskalig och om elen används internt eller matas ut på nätet (Edfeldt & Damsgaard, 2015). Det kan jämföras med att den osubventionerade kostnaden för elproduktion i stora landbaserade vindkraftverk i goda lägen uppgår till ca 45 öre/kWh. Därtill kommer att regeringens i årets budgetproposition föreslår att privatpersoner som investerat i solceller ska kunna få bidrag med 60 procent av godkända kostnader för energilagring. Som mest kan 50 000 kronor betalas ut per anläggning. Detta kan vara början på stora statligt subventionerade satsningar på energilagring.

Ett betydande problem med en större satsning på solkraft i Sverige är dessutom att kraftproduktionen kommer att äga rum när den minst behövs och att den i mycket ringa grad kommer att bidra till försörjningen under de kallaste och mörkaste månaderna då efterfrågan på el kan vara upp till 50 procent högre än på sommaren. Fallande produktionskostnader till följd av teknikutveckling kommer i hög grad att motverkas av avtagande intjäningsförmåga när produktionsöverskott leder till mycket låga eller till

³ Kostnaden för ny kolkondens (exkl. skatter) anges av Elforsk (2014) till 42 öre/kWh vid 6 procents kalkylränta.

och med negativa elpriser. Hirth (2015) bedömer att osubventionerad solkraft av dessa skäl inte kan stå för mer än ca 4 procent av kraftmixen i Nordeuropa även om produktionskostnaden faller med 60 procent. Det innebär att en klimatmotiverad satsning på solkraft på våra breddgrader kan bli mycket dyr och ställa krav inte bara på kompletterande investeringar för lagring mellan dag och natt utan även former för långtidslagring.

Marginalkostnaden inom den inhemska transportsektorn

Trots en för europeiska förhållanden hög andel godstrafik på järnväg och kustsjöfart samt hög andel biodrivmedel hade Sverige 2012 ca 15 procent högre utsläpp av koldioxid per capita från den inhemska transportsektorn än genomsnittet för EU28 (och 6 % över nivån i EU15). Det är uppenbart att Sverige för att nå det av Miljömålsberedningen uppsatta målet för 2030 kommer att behöva acceptera kostnader för elektrifiering och biodrivmedel som i bästa fall (efter slopande av biogassubventionerna) kanske kan ge en marginalkostnad på 1,20 till 1,60 kronor per kilo, baserat på ett antagande om att biobensin och biodiesel kan framställas i betydande kvantiteter till en merkostnad jämfört med sina fossila motsvarigheter på 3-4 kronor per liter och att klimatnyttan blir mycket hög.

Elektrifiering kan på sikt potentiellt bli billigare men det förutsätter en betydande kostnadsreduktion för batterier och bränsleceller samt betydligt lägre förluster vid elektrolys än dagens teknik klarar. Även om elkostnaden (exklusive skatter men inklusive distribution) skulle bli så hög som SEK 1,20 per kWh blir den rörliga kostnaden för batteribilar väsentligt lägre än för bensin och diesel och det gäller även i ett läge där priset på (obeskattade) fossila drivmedel förblir lågt till följd av att klimatpolitiken på global nivå håller tillbaka efterfrågan.⁴ För bränsleceller och vätgas producerad genom elektrolys krävs ett mycket lägre elpris samtidigt som drivlinans kostnad måste vara jämförbar med den förbränningsmotordrivna bilens.

En del kompletterande åtgärder kan reducera genomsnittskostnaden för att nå målet. Trafikens utsläpp kan alternativt hållas tillbaka genom att med höjda skatter på bensin och diesel minska bilanvändningen. Enligt Trafikverket (2012) behöver kostnaden för att använda bil och lastbil öka med 50 procent för att trafikarbetet ska minska med 20 procent till 2030 (istället för att öka med lika mycket). Det innebär att den samlade drivmedelsskatten behöver fördubblas från dagens nivå vilket motsvarar en värdering över 5 kronor per kilo CO₂. Att döma av Bastian & Börjesson (2015) skulle skattehöjningen behöva bli ännu större. Nödvändigheten av sådana skattehöjningar nämns dock varken av FFF-utredningen (2013) eller Trafikverket (2016) som istället hemfaller åt önsketänkande om drastiska förbättringar genom transportsnäla lösningar. Andra exempel på potentiella kompletterande åtgärder är att slopa reseavdragen och reformera av beskattningen av förmånsbilar, men marginalkostnaden påverkas inte av sådana åtgärder.

Det förefaller inte som om politikerna medvetna om det implicita priset på CO₂ som deras åtgärder motsvarar och varken Miljömålsberedningen eller Energikommissionen har hittills presenterat någon sådan konsekvensanalys av sina ställningstaganden.

⁴ Baserat på ett antagande om en produktionskostnad inklusive bruttomarginal på SEK 4:50 per liter bensin (= ca SEK 0,45 per kWh) och att elbilens drivlina är ca fyra gånger så effektiv som den konventionella bilens.

Effekter på marginalkostnaden av insatser utomlands

Ibland framhålls att insatser utomlands i syfte att minska de globala utsläppen av växthusgaser kan vara mycket billigare än att vidta långtgående åtgärder på hemmaplan. I det korta perspektivet och med låg till måttlig ambitionsnivå är detta riktigt, men om Parisprotokollets mål ska uppnås kommer nästan hela världen inom några årtionden att behöva begränsa utsläppen från kraftsektorn och transporterna och de tekniker som då står tillbuds är i huvudsak desamma oavsett var de används. Lägre anläggningskostnader kan reducera kostnaden i länder med låga löner men utrustningen kommer att produceras för hela världsmarknaden. Det innebär att skillnaderna i långsiktig marginalkostnad kommer att bli små vid en hög ambitionsnivå.

Slutsatser

Man kan konstatera att den svenska klimatpolitiken sanktionerar åtgärder som har kostnader över 3 kronor per kilo CO₂ och i extremfall kostar uppemot 5 kronor per kilo. Några beräkningar ex ante av kostnaderna synes sällan föreligga och ekonomiska utvärderingar, ex post, är också sällsynta. Det är därför svårt att veta i vilken utsträckning som beslutsfattarna anser att de höga kostnaderna i vissa fall kan motiveras av förhoppningar om att det svenska stödet till den nya tekniken ska bidra till sjunkande tillverkningskostnader här hemma och globalt. Ett annat motiv för acceptans av hög kostnad kan vara att man bedömer att åtgärden utöver att minska utsläppen av växthusgaser har andra fördelar, t.ex. att bidra till renare luft, men då borde de positiva bieffekterna kunna redovisas och värderas.

Kanske bör man vid ett försök att beräkna marginalkostnaden för redan fattade eller övervägda beslut bortse från de värsta tokigheterna? Ett exempel kan vara höghastighetstågsprojektet som av många tillskyndare anses vara klimatpolitiskt motiverat trots att dess bidrag till minskade utsläpp via överföring av trafik från väg och flyg är ringa. Man kan också anta att uthålligheten blir begränsad för åtgärder med mycket hög marginalkostnad som t.ex. stöd i olika former för användning av biogas i personbilar. Eftersom 5-6 TWh fossil gas används per år i fasta svenska anläggningar som inte omfattas av EU ETS vore det i många fall mer rationellt att använda rötgasen där istället för att uppgradera den till fordonskvalitet och ta tillkommande merkostnader för distribution och fordon.

Marginalkostnaden för att nå ambitiösa framtida mål är utomordentligt svår att beräkna. Utfallet av sådana beräkningar påverkas i hög grad av antaganden om effekten på priserna av fortsatt teknikutveckling. Tekniksprång kan potentiellt påverka kostnadsbilden radikalt men för tidsmässigt näraliggande mål är sannolikheten för en sådan utveckling mindre än för mera avlägsna och man måste också beakta ledderna för storskalig introduktion av ny teknik.

Man bör också vara uppmärksam på att folkligt motstånd, inte sällan lokalt, mot kärnkraftverk, pumpkraftverk, dammar, kraftledningar och ledningar för transport av koldioxid kan fördröja eller i en del fall förhindra utnyttjandet av teknik som på ett kostnadseffektivt sätt skulle kunna bidra till uppfyllande av klimatpolitikens mål. Sådana problem kan medföra att man tvingas tillgripa alternativa åtgärder med högre marginalkostnad eller leda till omprövning av målen.

Mot bakgrund av dagens kostnader och den troliga framtida kostnaden efter viss kostnadsreducerande teknikutveckling förefaller det troligt att marginalkostnaden för användning av biodrivmedel som drop-in i diesel och bensin på sikt kan hamna i intervallet SEK 1,20 till 1,60 per kilo CO₂ och att den del av kostnaden som efter avdrag för positiva bieffekter kan sägas utgöra klimatkostnaden kan sättas

något lägre. Skärpt konkurrens om bioråvaror (mellan såväl sektorer som länder) kan dock verka i motsatt riktning liksom ett lågt oljepris.

Marginalkostnaden för att dekarbonisera den europeiska elproduktionen och öppna för en omfattande elektrifiering av vägtrafiken är svårare att bedöma. Osäkerheten är så stor att det blir nödvändigt att ange ett betydande spann, kanske så brett som 50-120 Euro per ton CO₂ för det långsiktiga europeiska målet.

Skatten på koldioxid utgör en transferering och säger inte så mycket om den faktiska kostnaden för klimatpolitiken så länge den kompletteras av många andra incitament och krav. Om koldioxidskatten skulle användas som enda styrmedel i den icke-handlande sektorn skulle de av Miljömålsberedningen uppsatta målen troligen kräva en kortsiktig ökning av skattesatsen med 50-100 procent. På längre sikt kan dock fortsatt teknikutveckling potentiellt reducera marginalkostnaden ungefär till det ovan redovisade intervallet.

En möjlig slutsats av ovan redovisade resonemang är att ASEK:s värdering av koldioxid baserat på vad som just nu råkar vara nivån för den svenska koldioxidskatten inte är helt orimlig som mått på den långsiktiga marginalkostnaden för en någorlunda rationell och kostnadseffektiv klimatpolitik. Men marginalkostnaden för den nu förda svenska klimatpolitiken är väsentligt högre.

Referenser

Bastian, A., & Börjesson, M. (2015), *Peak Car? – Drivers of the recent decline in Swedish car use*. Transport Policy, 42, 94-102.

Brännlund (2015), *Kommentarer på "Värdering av koldioxidutsläpp från svenska transporter – en kommentar" av Björn Carlén*.

Carlén, B (2014), *Värdering av koldioxidutsläpp från svenska transporter – en kommentar*. VTI rapport 835.

Edfeldt, E. & Damsgaard, N. (2015), *Skatter och subventioner vid elproduktion*. En rapport till IVA:s projekt Vägval El. Sweco.

Elforsk (2014), *El från nya och framtida anläggningar 2014*. Elforsk rapport 14:40.

Energimyndigheten (2006), *Ekonomiska styrmedel i energisektorn – en utvärdering av dess effekter på koldioxidutsläppen från 1990*. ER 2006:06.

FFF-utredningen (2013), *Fossilfrihet på väg*. Utredningen om fossilfri fordonstrafik. SOU 1983:84.

Finansdepartementet (2009), *Effektivare skatter på klimat- och energiområdet*. Ds 2009:24.

Global CCS Institute (2015), *The costs of CCS and other low-carbon technologies in the United States - 2015 update*.

Hirth, L. (2015), *The Optimal Share of Variable Renewables. How the Variability of Wind and Solar Power affects their Welfare-optimal Deployment*. The Energy Journal 36(1), 127-162.

Jamet, S. (2011), *Enhancing the CostEffectiveness of Climate Change Mitigation Policies in Sweden*. OECD Economics Department Working Papers, No. 841, OECD Publishing.

- Kågeson, P. och Jonsson. L. (2012), *Var inom transportsektorn får biogasen störst klimatnytta?* CTS Working Paper 2012:18
- Lin, B., & Li, X. (2011), *The effect of carbon tax on per capita CO2 emissions*. Energy Policy, 39, 5137-5146.
- Miljömålsberedningen (2016), *En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige*. SOU 2016:47.
- Naturvårdsverket och Energimyndigheten (2014), *Underlag till kontrollstation 2015. Analys av möjligheterna att nå de av riksdagen beslutade klimat- och energipolitiska målen till år 2020*. Naturvårdsverkets och Energimyndighetens redovisning av uppdrag från regeringen. ER 2014:17.
- Riksrevisionen (2011), *Biodrivmedel för ett bättre klimat. Hur används skattebefrielsen?* RiR 2011:10.
- Riksrevisionen (2012). *Klimatrelaterade skatter - vem betalar?* RiR 2012:1.
- Trafikanalys (2016), *Personbilsparkens fossiloberoende utveckling och styrmedel*. Rapport 2016:11.
- Trafikverket (2012), *Delrapport transporter underlag till färdplan 2050*. Trafikverket rapport 2012:224.
- Trafikverket (2016), *Styrmedel och åtgärder för att minska transportsektorns utsläpp av växthusgaser – med fokus på infrastrukturen*. Publikation 2016:43.
- ZEP (2011), *The Costs of CO2 Capture, Transport and Storage. Post-demonstration CCS in the EU*. European Technology Platform for Zero Emission Fossil Fuel Power Plants.

Bilaga 3. Underlagsrapporter

Underlagsrapporter

Erlingsson, S. (2016) *Tunga trafikens samhällsekonomiska kostnader: Accelererade tester av tre vägkonstruktioner*. (VTI PM 05 juni 2016 / SE)

Isacsson, G. & Liss, V. (2016) *Externa marginalkostnader för olyckor i vägtrafik: Uppdaterade beräkningar för det statliga vägnätet i Sverige*. (VTI rapport 896). Linköping: VTI

Jonsson, L. & Björklund, G. (2016) Accident risks and marginal costs for railway level crossings: Evidence from Sweden 2000-2012. *CTS Working Paper 2016:22*. Stockholm: Centre for Transport Studies

Kopsch, F. (2016) The cost of aircraft noise – does it differ from road noise? A meta-analysis. *Journal of Air Transport Management* 57, ss.138-142.

Nerhagen, L. (2016) *Externa kostnader för luftföroreningar: Kunskapsläget avseende påverkan på ekosystemet i Sverige, betydelsen av var utsläppen sker samt kostnader för utsläpp från svensk sjöfart*. (VTI notat 24-2016). Linköping: VTI

Odolinski, K. (2016b) The impact of cumulative tons on rail infrastructure maintenance costs. *CTS Working Paper 2016:28*, Stockholm: Centre for Transport Studies

Odolinski, K. & Nilsson, J-E. (2016) Estimating the marginal maintenance cost of rail infrastructure usage in Sweden; does more data make a difference? *CTS Working Paper 2016:27*. Stockholm: Centre for Transport Studies

Smith, A. S. J., K. Odolinski, S. H. Nia, P-A. Jönsson, S. Stichel, S. Iwnicki, & Wheat, P. (2016) Estimating the marginal cost of different vehicle types on rail infrastructure, *CTS Working Paper 2016:26*. Stockholm: Centre for Transport Studies

Swärdh, J-E. & Genell, A. (2016) *Estimation of the marginal cost for road noise and rail noise*. (VTI notat 22A-2016). Linköping: VTI

Vierth, I. (2016) *Sjöfartens policyrelevanta samhällsekonomiska marginalkostnader*. (VTI rapport 908). Linköping: VTI

Windmark, F., Jakobsson, M., Segersson, D. & Andersson, C. (2016) *Underlag till uppskattning av marginalkostnader för svensk sjöfart: Modeller av ozon, sekundära partiklar och deposition av svavel och kväve*. (SMHI rapport 2016/30). Norrköping: SMHI

Yarmukhamedov, S. & Swärdh, J-E. (2016) *Marginal cost of road maintenance and operation*. (VTI notat 15A-2016). Linköping: VTI

Yarmukhamedov, S., Nilsson, J-E. & Odolinski, K. (2016) *The marginal cost of reinvestments in Sweden's railway network*. (VTI notat 23A-2016). Linköping: VTI

Österström, J. (2016) *Luftfartens marginalkostnader: En delrapport inom Samkost 2*. (VTI rapport 907). Linköping: VTI

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
Box 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
Box 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
Box 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Medicon Village AB
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

