

SAMBU

- Samhällsekonomisk nytta av busskörfält



(Källa bild: Sveriges Bussföretag)

Av

Per Strömgren, Movea AB

Mats Sandin, M4Traffic AB

Förord

Samhällsekonomska analyser genomförs vid alla steg i planering av transportsystemet. Steg 1 och 2 åtgärder kan innebära bl. a policyförändringar (t.ex. ändrade regler, avgifter eller skatter), steg 3 och 4 innebär oftast infrastrukturåtgärder.

Trafikverket genomför nu utveckling av samhällsekonomska kalkylmetoder för steg 1- och 2-åtgärder. Med hjälp av dessa kalkylmetoder ska samhällsekonomska kalkyler kunna genomföras för steg 1- och 2-åtgärder på samma sätt som det görs för steg 3- och 4-åtgärder. Mer i detalj definieras steg 1-åtgärder som sådan som påverkar efterfrågan på transporter i syfte att minska antalet transporter, och steg 2-åtgärd som berör befintlig infrastruktur och leder till att den utnyttjas effektivare och klimatsmartare.

En steg 2-åtgärd som identifierats i pågående utvecklingsarbete är att anlägga kollektivtrafikkörfält, hädanefter benämnt busskörfält, för att på så sätt prioritera den kollektiva busstrafiken framför den privata biltrafiken.

Detta uppdrag består i att ta fram ett enkelt kalkylverktyg (Excelbaserat) som kan kvantitativt utvärdera den samhällsekonomska nyttan med att anlägga busskörfält. Vidare, att testa det framtagna verktyget genom tillämpning på ett till två fall. Ingående i ett sådant kalkylverktyg ska vara, t.ex., årsdygnstrafik, antal bussresenärer, skyltad hastighet, väglängd, priser för transporttjänster m.m.

En variabels elasticitet med avseende på en annan variabels elasticitet är en central fråga i detta utvecklingsarbete.

Uppdraget har inneburit att konsulten har deltagit i ett startmöte i april 2018 och därefter haft månatliga uppföljningsmöten med projektledningen på TrV. Leverans av resultat skedde den 30 september 2018. Under oktober har ett granskningsseminarium skett i Borlänge med inbjudna intressenter.

Kollektivtrafik är en del av ett större projekt för framtagande av effektsamband för steg 1 och 2 åtgärder. Uppdraget levererade underlagsrapport, användarhandledning (manual) och Excel-verktyg. Verktyget hanterar primärt steg 2 åtgärder men även steg 3 kan modularas. De miljöer som verktyget primärt omfattar är, statliga infartsleder i storstad.

Denna utredning är genomförd av Per Strömgren, Movea AB samt Mats Sandin M4Traffic AB.

Innehåll

SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING	4
1.1 Uppdraget	4
2 SAMHÄLLSEKONOMISKA KALKYLER	5
2.1 Bakgrund	5
3 UNDERLAG	7
3.1 Trafiksituationen före åtgärd	7
3.2 Hantering av olika trafiksituationer	7
4 BESKRIVNING AV BERÄKNINGSGÅNG	9
4.1 Arbetsbok i Excel	9
4.2 Generella kalkylvärden	10
4.3 Busskörfält på infartsled på motorväg	12
4.3.1 Indata	13
4.3.2 Trafiksäkerhet	13
4.3.3 Restid	13
4.3.4 Miljö	13
4.3.5 Överflyttning	14
4.3.6 Producentöverskott	14
4.3.7 Restid vid bussprio i form av trafiksignal	14
4.3.8 Kostnader	15
4.4 Egna indata	15
4.4.1 Trafiksäkerhet	15
4.4.2 Överflyttning	15
4.4.3 Kostnader	16
5 SLUTSATS OCH FORTSATT ARBETE	17
REFERENSER	19
BILAGA 1 UTFALL AV TILLÄMPNINGSTEST	20
Case 1	20
Case 2	22

Sammanfattning

Samhällsekonomiska analyser genomförs vid alla steg i planering av transportsystemet. Steg 1 och 2 åtgärder kan innebära bl. a. policyförändringar (t.ex. ändrade regler, avgifter eller skatter), steg 3 och 4 innebär oftast infrastrukturåtgärder.

I dagens metodik för samhällsekonomisk bedömning saknas vedertagna metoder för kollektivtrafikkörfältåtgärder (kollektivtrafikkörfält kallas härnäst för busskörfält). Ett problem med alla effektberäkningar tycks vara att de kräver alltför stort förarbete för att ta reda på omfattningen av åtgärden, hur stort trafikarbete som berörs och användarnas reaktion på åtgärden (elasticiteten).

Syftet med projektet är att underlätta genomförandet av översiktliga nytto-kostnadsanalyser av busskörfältimplementation.

Modellen som beskriver trafiksäkerhet, kapacitet, reshastigheter, värdering och dylikt är anpassad till de styrande dokument som Trafikverket har. Exempel på detta kan vara ASEK 6.1, VGU, kapacitetsmanual och Effektsamband.

De känslighetsanalyser som har gjorts visar att busskörfält har svårt att bli samhällsekonomiskt lönsamma om objektet har en belastningsgrad under 0,9. Förklaringen är att fördröjning närmast kan beskrivas av en exponentiell tillväxt och ökar drastiskt först efter belastningsgraden 0,9.

Detta gör att de positiva effekterna endast uppkommer under få timmar och endast på vägar med höga flöden. De stora effekterna fås genom att annan trafik än linjetrafik får tillgång till busskörfältet exempelvis taxi. Vidare innebär det att utöver bussar i linjetrafik ska ett lämpligt antal övriga fordon, inte för många, använda sig av busskörfältet för att öka reshastigheten i de ursprungliga körfälten. Optimeringen är inte lätt eftersom det gäller att få rätt mängd över i busskörfältet vid rätt tillfälle, det är då de största positiva effekterna uppkommer.

1 Inledning

1.1 Uppdraget

I dagens metodik för samhällsekonomisk bedömning saknas vedertagna metoder för kollektivtrafikkörfältåtgärder (kollektivtrafikkörfält kallas härnäst för busskörfält). Ett problem med alla effektberäkningar tycks vara att de kräver alltför stort förarbete för att ta reda på omfattningen av åtgärden, hur stort trafikarbete som berörs och användarnas reaktion på åtgärden (elasticiteten).

Projektet avser att ta fram en enkel schablonmetod för samhällsekonomisk bedömning för åtgärder av karaktären busskörfält. Den tänkta metoden i detta projekt är att utifrån tidigare försök till samhällsekonomisk bedömning av busskörfältsåtgärder iterativt ta fram en metodik som kan hanteras inom ramen för åtgärdsplaneringen.

Syftet med projektet är att underlätta genomförandet av översiktliga nytto-kostnadsanalyser av busskörfältsimplementation.

Målet är att fler översiktliga analyser genomförs i praktiken, antingen på förhand (ex-ante) för att prioritera åtgärder inom ramen för åtgärdsplaneringen eller i efterhand (ex-post) för att utvärdera genomförda åtgärder.

Uppdragets resultat består i att ta fram respektive leverera:

- ett enkelt, användarvänligt kalkylverktyg i form av Excel-ark utan makron
- projektrapport
- användarmanual
- kort PM innefattande utfallet av tillämpningstest.

Avgränsningar:

- Primärt hanteras steg 2 åtgärder men även steg 3 kommer att beröras.
- De miljöer som verktyget omfattar är, statliga infartsleder i storstad.
- Eventuella ITS-åtgärder är inte innefattade i modellen

2 Samhällseconomiska kalkyler

2.1 Bakgrund

Metodiken för samhällseconomiska kalkyler (SEK) beskrivs i Trafikverkets publikationer. En samhällseconomisk kalkyl ingår som en del av det totala beslutsunderlaget i Trafikverkets planeringsprocess och kan användas tillsammans med annat underlag i olika skeden och på olika nivåer i planeringen. I Trafikverket används den samhällseconomiska kalkylen framförallt för att analysera konkreta, fristående investeringsåtgärder. Det kan vara nya väginvesteringar, byggnationer eller trafiksäkerhetsåtgärder. Kalkylen redovisar projektets samhällseconomiska lönsamhet, vilket är ett underlag för beslut om en åtgärd ska genomföras, men även underlag vid val mellan olika alternativ för bästa utformning av projektet, eller för att eventuellt ändra utformning. Kalkylen kan användas för att analysera komplexa trafikpolitiska åtgärder på strategisk nivå, som exempelvis underlag för en samlad investeringsplanering (åtgärdsplanering), där kalkylen ger underlag om hur åtgärderna bör prioriteras ur en samhällseconomisk synpunkt.

Även om kalkylmetodiken hittills mest använts för fysiska åtgärder är det inget som hindrar att samma metodik används även för trafikledning. Ekonomistyrningsverket har i rapport 2004:29A "Räkna på lönsamheten!" (ESV 2004) beskrivit hur såväl samhällseconomiska kalkyler som andra former av kalkyler kan användas vid statlig verksamhetsutveckling. Fördelen med en samhällseconomisk kalkyl är att den kan ge en "objektiv" helhetsbild av vilka effekter som uppstår för samhället i samband med en åtgärd.

Syftet med kalkylen är att analysera kostnader och intäkter (nyttor) för att sedan kunna rangordna åtgärder efter hur effektivt samhällets knappa resurser utnyttjas genom att skapa så stor välfärd som möjligt för samhället (samhällseconomisk lönsamhet). Genom en samhällseconomisk kalkyl får man en bild av den samhällseconomiska lönsamheten. Det kan sägas att utförandet av samhällseconomiska kalkyler kan vara ett styrmedel för att uppnå största möjliga måluppfyllelse för samhället som helhet. Kalkylen kan även innehålla en utvärdering av fördelningseffekter mellan olika trafikantgrupper i samhället som resultat av åtgärden eller åtgärdspaketet. Se vidare Kapitel 2 Samhällseconomisk teori och metod i ASEK 6.1 (Trafikverket, 2018a).

Om en åtgärds fördelar överväger dess kostnader ökar välfärden i samhället och åtgärden bör därför genomföras och tvärtom om kostnaderna väger över. En åtgärd får med andra ord "inte kosta mer än den smakar".

Beräkningarna kan göras manuellt eller automatiskt. Här föreslås en mellanvariant i form av en halvautomatisk Excel-lösning, som baseras på schablonmässiga effektberäkningar men med möjlighet för användaren att tillföra eget underlag i den mån sådant finns tillgängligt.

3 Underlag

Viktiga förutsättningar för att kunna beräkna nyttan och kostnaden för busskörfält utgörs främst av:

- Kartläggning av trafiksituationen före åtgärd (trafikflöde, trafikvariationer, hastighetsbegränsningar, medelhastigheter, olyckor m.m.)
- Tydlig beskrivning och placering av föreslagen implementering (körfältskonfiguration, lösning i samband med trafikplats etc.)
- Elasticiteten vad gäller överflyttning från personbil till buss

Ju tydligare beskrivningen av trafiksituationen är, desto större är möjligheterna att bedöma nytta och kostnader.

3.1 Trafiksituationen före åtgärd

- trafikflöde
- trafikvariationer
- hastighetsbegränsningar
- medelhastigheter
- olyckor

Trafikflödet kan hämtas från trafikflödeskartan. Trafikvariationer är viktiga för att kunna skatta hur ofta busskörfältet ger en nytta för kollektivtrafiken.

Hastighetsbegränsningar och framför allt fordonshastigheter vid olika trafikförhållanden är viktiga för att beräkna restidsvinster av busskörfältet.

Kartläggning av olyckssituationen är viktig för att kunna bedöma säkerhetsvinsterna. För huvudanalysen används olyckor enligt Effektsamband och modellen från TS-EVA 3.0 (Trafikverket 2018b), analys baserat på "verkligt utfall" får användas vid känslighetsanalys. Nuläget kan kartläggas genom STRADA. Om det inte finns någon sammanställning från STRADA skattas förväntat antal olyckor genom TrV:s Effektsamband utifrån vägtyp, hastighetsgräns och ÅDT.

3.2 Hantering av olika trafiksituationer

De olika situationer som behöver hanteras är:

- Trafik före och efter åtgärd
- Tätt trafik och lågtrafik (rangerna över årets 8761 timmar)
- Hastighet före och efter åtgärd

Kalkylen bygger på erfarenheter från primärt Sverige, en liten del kan också sägas komma från Europa. Modellen kan därför anses vara representativ för genomsnittlig god standard.

4 Beskrivning av beräkningsgång

4.1 Arbetsbok i Excel



Figur 4.1 Beräkningsark för Busskörfält

Beräkningarna genomförs i en arbetsbok i Excel. I det första kalkylbladet "Indata & Resultat" anger man indata och får ut beräkningsresultat. Beräkningarna görs i "Anläggande av busskörfält". Vi har tänkt oss att det finns en befintlig motorväg som kompletteras med busskörfält. Översiktliga beräkningsresultat i siffror framgår av fliken "Samhällsekonomisk kalkyl" samt "Delresultat".

Indata & Resultat	Delresultat	Samhällsekonomisk kalkyl	Anläggande av busskörfält
-------------------	-------------	--------------------------	---------------------------

Figur 4.2 Flikar för indata och resultat för busskörfält

Till hjälp vid beräkningarna finns flikar för trafiksäkerhet, restid, miljö, investering & drift samt ASEK 6.1. I "Trafiksäkerhet" anges olycksrisker och olycksutfallet beräknas före och efter åtgärd. I "Restid" beräknas konsekvenser av överbelastning och effekter för kollektivtrafiken. I "Miljö" hämtas schabloner för bränsleförbrukning i normal trafik och vid kökörning. I "Investering & drift" hämtas schabloner för investering och drift av busskörfält. I "ASEK 6.1 & Övr. Parametrar" hämtas värderingar från ASEK 6.1 och liknande dokument exempelvis Effektsamband.

Trafiksäkerhet	Restid	Miljö	Investering & drift	ASEK 6.1 & Övr. Parametrar
----------------	--------	-------	---------------------	----------------------------

Figur 4.3 Flikar för grundberäkningar för busskörfält

Av de sista fem grå flikarna representerar de fyra första indexomräkning och kapitalisering av investeringskostnaden. Samtliga fyra flikar är implementerade på exakt lika sätt som i TrV:s enkla SEB. Den sista fliken är endast en enkel flik där själva syftet och metodiken med modellen i stort finns kort beskriven.

Instruktion	Indexomräkning kostnad	Kapitaliserad inv kost	Index	Metodik
-------------	------------------------	------------------------	-------	---------

Figur 4.4 Flikar för kapitalisering och indexomräkning för busskörfält

4.2 Generella kalkylvärden

Beräkningarna utgår från ASEK 6.1, kapitel 5 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden (Trafikverket 2018c).

prisnivå = 2014

infrastrukturkostnader uppräknas med anläggningskostnadsindex

trafikanteffekter uppräknas med KPI

Inkomsteffekter uppräknas med BNP/capita, vilket även gäller betalningsvilja

Drift- och underhållskostnader omräknas till basår (2014)

Ökning av skuggpriser antas till 1,5 % per år (2014-2060)

Bränslepris uppräknas 0,7 % för bensen, 0,8 % för diesel (2014-2040), 0,2 % under (2010-2060)

Busskörfält antas installeras under ett enda år.

Öppningsår i kalkylerna antas till år 2020.

Diskonteringsår är 2020.

Prognosår är 2060.

Avskrivningen är linjär och livslängden 40 år.

Samhällsekonomisk lönsamhet beräknas som NNK(idu) dvs kvot med drift och underhåll inkluderat på kostnadssidan.

Diskonteringsräntan är 3,5 %

Momspåslag 21 % för uppräknings till konsumentpriser

Skattefaktor = 1,3, som tillämpas för investering, drift och underhåll

Producentöverskottet beräknas med distansberoende kostnad 5,8 kr/km enligt typen normalbuss samt fordon- och tidsberoende kostnad á 480 kr/h som gäller både för normalbuss samt ledbuss.

4.3 Busskörfält på infartsled på motorväg

Ett beräkningsark (Figur 4.4) har tagits fram för att genomföra en samhällsekonomisk kalkyl av busskörfält. Färger hänvisar till olika flikar med underlagsvärden.

Anläggande av busskörfält på befintliga motorvägar			Indata	Egna värden	Kommentar/antagande
		vägtyp	4-kf		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		ÅMD	30362 f/d		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		% Lb	7		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		hastighetsgräns	70 km/h		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Trafikarbete som berörs	61,24 Mapkm/år	sträcka	5,0 km		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Olyckskostnad	92,1 Mkr/år	olyckor/år	13,0849	13,08	Hämtas från flik "Trafiksäkerhet" eller egen utredning
Minskning av olyckskostnad tack vare busskörfält	10 833 kr	minskning olyckor/år pga busskörfält	0,001605		
Delsumma, säkerhet	10 833 kr	värdering	6748024		Hämtas från "ASEK 6.1 & Övr. Parametrar" med skadeföljd enligt "Trafiksäkerhet"
Minskad fördröjning tack vare busskörfält	4 kr	Minskat TA	4,12		
Delsumma, framkomlighet	1 139 626 kr	värdering av extra fördröjning i rusningstrafik	0,0		Avser trängseltid och hämtas från flik "ASEK 6.1 & Övr. Parametrar"
Bränsleförbrukning före anläggande av busskörfält	54 296 liter		0,28 liter/mil		Hämtas från flik "Miljö"
Minskad bränsleförbrukning tack vare busskörfält	534 liter		3,08 liter/mil		Hämtas från flik "Miljö"
Minskat koldioxidutsläpp	1 267 kg		2,37 CO2/liter		Viktas mht andel lastbilar
Delsumma, miljö	1 444 kr	värdering	1,14 kr/kg CO2		Hämtas från flik "ASEK 6.1 & Övr. Parametrar"
Anläggningskostnad		reinvestering efter 20 år	2,3 Mkr	2,3	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Drift		per år	0,55 Mkr	0,6	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Delsumma, producentöverskott	30 553 kr				
Delsumma, kapitalkostnader	0,70 Mkr/år				
Summa, nytta	1,15 Mkr/år				
Summa, kostnad	0,70 Mkr/år				

Figur 4.4 Beräkningsark för Busskörfält på infartsled på motorväg

Beräkningsarket i Figur 4.4 är kodat med färger för att eventuella framtida förändringar ska bli lättare att utföra samt att förståelsen för beräkningsmetoderna ska bli mer transparenta.

Färgkod	Förklaring
	Justerbara celler (indata)
	värden för olika vägtyper enligt flik "Normalvärden"
	Värden enligt flik "Restid"
	Värderingar som hämtas från flik "ASEK 6.1 & Övr. Parametrar"
	Värden för olika fordonshastigheter enligt flik "Miljö"
	Schablonkostnader enligt flik "Investering & drift"

Figur 4.5 Förklaring till färgkoder för de olika flikarna och fälten i beräkningarna.

4.3.1 Indata

Län: område enligt basprognosen som sedan används för uppskrivningsfaktorn för fordonsflödet.

Trafiktillväxt: Trafiktillväxten enligt basprognosen som sedan används för uppskrivningsfaktorn för fordonsflödet.

Vägtyp: Antal körfält på motorvägen (MV 4kf eller MV 6kf)

Konsbyggnad: Avser om vägen är byggd på terrass, bro eller i tunnel

ÅDT: Trafikflöde (fordon/dygn) på sträckan öppningsåret (2020) enligt uppräknings från Trafikflödeskartan eller egna mätningar.

% Lb: Andel lastbilar på sträckan

Hastighetsgräns: Högsta tillåtna (föreskrivna) hastighet (km/h)

Typ av ombyggnad för busskörfält: vägren, breddning eller befintligt körfält

Kollektivtrafikåtgärdens längd: Väglängd enkelriktad motorväg (km) som ska föras med busskörfält

4.3.2 Trafiksäkerhet

Olyckskostnaden och antal olyckor/år hämtas från fliken "Trafiksäkerhet". Beräknat utfall beror av antal körfält, hastighetsbegränsning samt berört trafikarbete.

Beräkningsmodell och parametervärden är hämtade från TS-EVA 3.0 (Trafikverket 2018b).

4.3.3 Restid

Hastigheten påverkas av antal körfält, hastighetsbegränsning och trafikflödet (ÅMD). Modellen utgår från de styckvis linjära V/Q-sambanden från "Effektsamband" (Trafikverket 2018d).

För att beräkna restidsförändringarna vid anläggande av busskörfält görs en iterativ beräkning i tre steg för att se överflyttning från personbil till buss. För att göra detta används elasticiteten, se avsnitt 4.3.5, i kombination med restidsförändringen (hastighetsförändringen pga. av ändrat flöde i V/Q-sambanden).

4.3.4 Miljö

Bränsleförbrukningen är högre för kökörning än för normal trafik. Förbrukningen för normal trafik och vid kökörning hämtas från fliken "Miljö".

Koldioxidinnehållet i bränslet antas uppgå till 2,37 kg/liter för personbilar och 2,54 kg/liter för lastbilar. Därigenom kan minskat koldioxidutsläpp beräknas.

Den negativa effekten av koldioxidemissioner uppskattas till 1,14 kr/kg per kg CO₂. Med ledning av värderingen kan delsumma miljö beräknas.

4.3.5 Överflyttning

Elasticitetstal är ett förenklat sätt att förutsäga effekter av exempelvis generella pris- och utbudsförändringar inom kollektivtrafiken. En elasticitet uttrycker med hur många procent resandet (antalet resor, eller antalet passagerarkilometer) förändras, när en av förklaringsfaktorerna/förändringarna ändras med 1 %.

Elasticiteten är en "ögonblicksbild" och sammanfattar en efterfrågekurva vid ett visst givet utgångsläge på efterfrågekurvan. Denna elasticitet kallas i regel för "punktelasticitet", och lämpar sig egentligen bara för mycket små förändringar.

Nackdelen med denna typ av elasticitet (från enklare modeller) är att den egentligen bara gäller i en unik situation, för ett visst område, för en given kollektivandel och för givna nivåer på dessa förklaringsfaktorer. Man bör således använda elasticiteter från helt annorlunda trafiksituationer med stor försiktighet.

Kvantifierade effekter av åktid finns exempel på i såväl Kol-TRAST (Trafikverket 2012), Tiltakskatalog (TØI 2018) som Vägverkets Effektkatalog – Kollektivtrafik (Trafikverket 2014). I Skånetrafikens sammanställning av elasticitetstal har åktidselasticitetstal uppskattats till -0,6. Det betyder att om åktiden minskas med 10 % kan det potentiellt ge 6 % fler resande.

Noteras ska att tidsbesparingen som andel av total restid kan vara mycket marginell beroende på resenärernas restid för hela resan samt hur långt busskörfältet sträcker sig. Producentöverskott

4.3.6 Producentöverskott

Producentöverskottet beräknas med hjälp av restidsförändringen samt den överflyttning som görs. De tidsbaserade och kilometerbaserade kostnaderna hämtas från ASEK 6.1. Den nyttan som uppstår på grund av biljettintäktsförändringen samt den producentkostnad som uppstår för buss beräknas.

4.3.7 Restid vid bussprio i form av trafiksignal

Restiden vid användning av bussprio i någon form kan sägas minska med mellan 5 och 10 % för bussresenärer emedan effekten för övrig trafik ligger på en ökning i spannet 2-6 % (Wahlstedt 2014). Vid användning av SPOT/Utopia fås en liknande effekt för

bussresenärerna men även en minskning av restiden för övrig trafik på ca 5 %. Komplexiteten i form av busskörfält i tätort i kombination med trafiksignal är ganska stor och utförs bäst med hjälp av de till vardags mest använda hjälpmedlen mikrosimulering. Detta är en anledning till varför denna del inte implementerats i SAMBU. Den andra anledningen är att busskörfält på vanlig väg i kombination med trafiksignal ej förekommer på statlig väg.

4.3.8 Kostnader

Busskörfältsanläggningen uppdelas på investeringskostnad vid nyanläggning av körfält eller breddning samt enbart utnyttjande av befintlig "asfalt". Infrastrukturen antas ha 40 års livslängd.

Driftkostnaden har tagits fram i samarbete med TrV (Persson 2018). Schablonvärdet per år per körfält för flerfältsväg är 25 kr/m för beläggning (ny beläggning var 10:e år), 75 kr/m för drift (snö, sopning etc.) och 10 kr/m för belysning, avvattning, räcken etc. Detta en kostnad på 110 kr/m busskörfält. Vid anläggande av busskörfält på befintlig vägren är det bara merkostnaden som bör tas med, vägrenen i sig har en kostnad per år som motsvara ca 42,5 kr/m, vilket ger en kostnad på 67,5 kr/m.

Schablonvärde för anläggning av busskörfält hämtas från flik "Investering & drift". Även schablon för driftkostnader hämtas från flik "Investering & drift".

4.4 Egna indata

Beräkningsarket utgår från schablonvärden på hastighet och olyckskvot för typvägar. I de fall då egna mer representativa mätvärden finns kan dessa tillämpas för känslighetsanalyser.

4.4.1 Trafiksäkerhet

Olycksstatistik kan hämtas från STRADA, Swedish Traffic Accident Data Acquisition. Till detta informationssystem rapporterar polisen trafikolyckor med personskador. Känslighetsanalys kan genomföras för att studera effekterna av olika olycksutfall, men i normalfallet används standardvärden.

4.4.2 Överflyttning

Värdet för elasticitet som använts kommer från Kol-Trast (Trafikverket 2012) och omfattar värden från Skånetrafiken. Finns värden för det aktuella området som anses bättre ska detta användas istället för schablonvärdet.

4.4.3 Kostnader

Schablon för kostnader för anläggande av busskörfält samt drift och underhåll härrör sig från en sammanställning som har gjorts i samband med projektet. Kostnaderna har justerats till 2014 års prisnivå. Finns egen mer detaljerad kostnadsberäkning, exempelvis en grov kostnadsbedömning, bör denna givetvis användas.

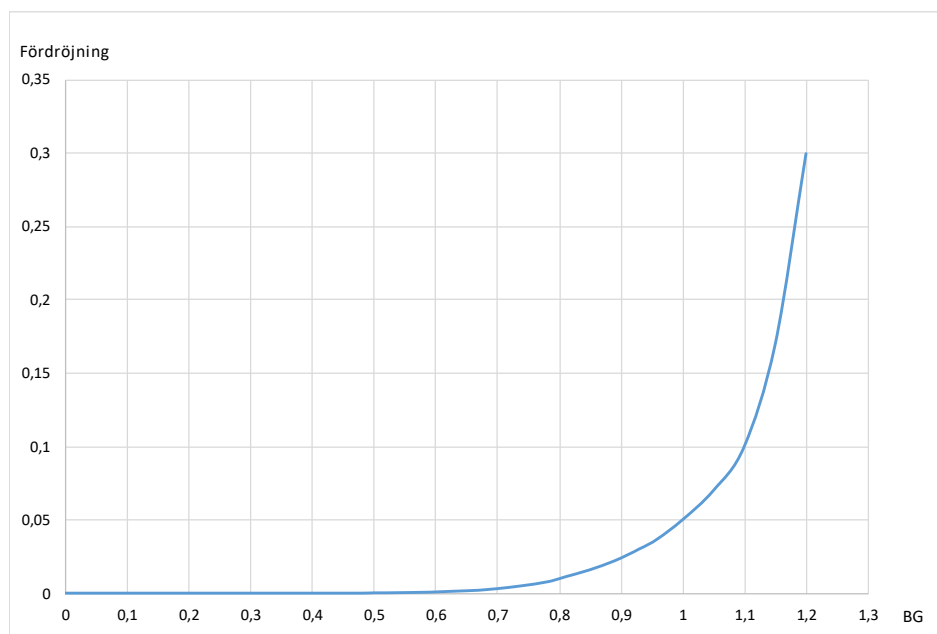
5 Slutsats och fortsatt arbete

Syftet med denna studie har varit att utveckla en samhällsekonomisk modell för busskörfält. Arbete har fokuserat på de i dag mest utredda miljöerna på det statliga vägnätet som omfattar motorväg i storstadsförhållande på infartsleder. Ett antal utredningar pågår under tiden denna modell har tagits fram.

Arbetsmetodiken har varit att samla ihop all (under den avsatta tiden för detta arbetsmoment) den kunskap som finns inom området. Detta omfattar allt från studier om restidselasticiteter till drift- och underhållskostnader. Empirins omfattning vad gäller de olika variablerna varierar givetvis, men bästa ansats har gjorts för att få en så heltäckande modell som möjligt.

Modellen som beskriver trafiksäkerhet, kapacitet, reshastigheter, värdering och dylikt är anpassade till de styrande dokument som Trafikverket har. Exempel på detta kan vara ASEK 6.1, VGU, kapacitetsmanual och Effektsamband.

De känslighetsanalyser som har gjorts visar att busskörfält har svårt att bli samhällsekonomiskt lönsamma om objektet har en belastningsgrad under 0,9. Förklaringen är att fördröjning närmast kan beskrivas av en exponentiell tillväxt, se Figur 5.1.



Figur 5.1 Fördröjning som funktion av belastningsgrad (BG).

Som den uppmärksamme läsaren kan se, så sker den kraftigt ökade fördröjningen först efter att belastningsgraden har nått ca 0,9. Hastigheten vid belastningsgraden är för

hastighetsgränsen 70 km/h ca 47 km/h, för att sedan minska ganska kraftigt. Detta innebär att fördröjningen ökar kraftigare efter det att kapaciteten har uppnåtts.

Som tidigare har nämnts sker effekterna av busskörfält i stor del vid högre belastningsgrader, över 0,9. Detta gör att de positiva effekterna endast uppkommer under få timmar och endast på vägar med höga flöden. De stora effekterna fås genom att annan trafik än linjetrafik får tillgång till busskörfältet exempelvis taxi. High-occupancy vehicle lane (också benämnt som HOV lane, carpool lane, diamond lane, 2+ lane samt transit lane eller T2 och T3 lanes i Australien och Nya Zeeland) är också ett alternativ.

Detta har testats på bl.a. Ekerövägen under perioden 2000-2004 (Vägverket 2002). Det utvärderades av dåvarande Vägverket. Under de två första åren då försöket pågick ökade antalet personbilar med tre eller fler passagerare från två procent till fyra procent av det totala antalet fordon på sträckan. Det gick inte att påvisa att försöket påverkade bussarnas framkomlighet negativt.

Ett problemet är att kapaciteten inte räcker till under en eller två timmar, då man primärt behöver busskörfältet, under övriga timmar klarar de ursprungliga körfälten av att hantera trafiken. Detta innebär att utöver bussar ska ett lämpligt antal övriga fordon, inte för många, använda sig av busskörfältet för att öka reshastigheten i de ursprungliga körfälten. Det är då de största positiva effekterna uppkommer.

Är det istället en flaskhals längre fram i system som är orsaken bör endast bussar i linjetrafik tillåtas. Flaskhalsar längre fram i systemet är komplicerat att hantera eftersom det inte bara är flödet på länken utan exempelvis påfartsflöde eller växlande flöde som påverkar kapaciteten och framkomligheten. Detta är en framtida utveckling som kan göras av modellen, men innebär att en makroskopisk flödesmodell antagligen behöver användas i kombination med den utvecklade modellen.

Referenser

- ESV (2004). Räkna på lönsamheten! rapport 2004:29A.
- Persson H. (2018). Telefonkontakt med Håkan Persson på UH, telefon 010-123 83 48.
- Trafikverket (2018a). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Kapitel 2 Samhällsekonomisk teori och metod.
- Trafikverket (2018b). Olyckskvoter beräknade med TS-Eva version 3.0.
- Trafikverket (2018c). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Kapitel 5 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden.
- Trafikverket (2018d). Effektsamband för transportsystemet, Fyrstegsprincipen Version 2018-04-01, Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, Kapitel 4 Tillgänglighet.
- Trafikverket (2014). Effektsamband för transportsystemet, Fyrstegsprincipen, Version 2014-04-01, Steg 3 och 4, Bygg om eller bygg nytt, Kapitel 10 Kollektivtrafik.
- Trafikverket (2012). Kol-TRAST, Planeringshandbok för en attraktiv och effektiv kollektivtrafik.
- TØI (2018). Marika Kolbenstvedt, redaktør for tiltakskatalog.no, mk@toi.no.
- Vägverket (2002). Samåknings försök i kollektivkörfältet på Ekerö - utvärdering hösten 2002.
- Wahlstedt (2014). Evaluation of bus priority strategies in coordinated traffic signal systems, Licentiate thesis in Infrastructure with specialisation in traffic and logistics, KTH Royal Institute of Technology, School of Architecture and the Built nvironment, Department of Transport Science, Division of Traffic and Logistics, SE-100 44 Stockholm, Sweden.

Bilaga 1 Utfall av tillämpningstest

Ett tillämpningstest har utförts där två olika case har testats. Det första caset är en 4-fältig motorväg där ett busskörfält lyckats anläggas på befintlig vägren. Det andra caset hanterar en 6-fältig motorväg där ett befintligt körfält tas i anspråk.

Case 1

Grundförutsättningarna är en 3 km lång befintlig sträcka med tvärsektion enligt följande: V 2.0+K1 3.75+K2 3.75+Vm 1.25. Hastighetsgränsen är 70 km/h, i övrigt se Figur B.1. I den riktning där busskörfältet anläggs på befintlig vägren kommer tvärsektionen att vara enligt följande: V 0.5+BK 3.25+K1 3.25+K2 3.25+Vm 0.5.

Generell indata		
Län (område enligt ASEK)	Stockholm	Årser, prognosår 2014-2040
Vägtyp	MV 4kf	Vägtyp är motorväg med 4 eller 6 kf dubbelriktat.
Konstruktionsbyggnad	Vanlig väg	Tre typer finns, vanlig väg, bro och tunnel.
Trafikflöde (ÅDT enkelriktat)	ÅDT 32000 [Rityta]	Antal fordon som passerar smittet per dygn år 2020.
Lastbilsandel	Lb 7.8 [%]	Andel lastbilar
Hastighetsgräns	V ₁ 70 [km/h]	Frimärvägens hastighetsgräns
Typ av ombyggnad för busskörfält	Typ Vägren	Vilken typ av ombyggnad sker för att anlägga ett busskörfält.
Kollektivtrafikåtgärdens längd	L 3.0 [km]	Längden på sträckan där busskörfältet ska implementeras. Minimal längd 1 km.
Antal olyckor per år	O _{avsnitt} 8 [st]	Normalt antal olyckor är 7,6 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns. Beräknat utifrån "Effektsamband". Egen utredning, kan användas vid känslighetsanalys.

Figur B.1 Generellas indata för Case 1.

Indata för busskörfältet innehåller default-parametersättning enligt Figur B.1.

Indata för busskörfält			
Beläggning	B	20 [P/buss]	Beläggning för buss är 20 före anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Turtäthet	T	12 [T/h]	Turtätheten för buss på sträckan är 12 före anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Medelrestid passagerare	P _{restid}	0,25 [h]	Restid för en genomsnittlig buss som trafikerar sträckningen 0,25.
Elasticitet	E _{restid}	-0,6	Restidselasticitetsstatet har uppskattats till -0,6 för anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Övrig överflyttad trafik (Exempelvis taxi m.fl.)	ÅDT _{överflyttad}	451	Antal fordon per dygn är 451 som flyttar över till busskörfältet.
Busskörfältets investeringskostnad	K _{invest}	1,4 [Mkr]	Investeringskostnad enligt de schablonvärden som har tagits fram är 1,4 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.
Prisnivå enligt anläggningskostnads kalkyl	P _{inv}	2015-06 [20ÅÅ-IMM]	Prisnivå enligt anläggningskostnads kalkyl är enligt schablon 2015-06.
Busskörfältets restvärde efter 20 år	K _{rest}	0,7 [Mkr]	Restvärdet år 2040 enligt de schablonvärden som har tagits fram är 0,7 Mkr.
Busskörfältets driftkostnad per år	K _{drift}	0,33 [Mkr/år]	Driftkostnader enligt de schablonvärden som har tagits fram är 0,33 [Mkr/år] för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.

Figur B.2 Indata för busskörfält för Case 1.

Görs en känslighetsanalys blir resultatet enligt Tabell B.1.

Tabell B.1 Resultat NNK(idu) för Case 1.

Hastighetsgräns (km/h)	Flöde (f/d)	NNK(idu) 2020-2040	NNK(idu) 2020-2060
70	10000	-1	-1
	20000	-0,98	-0,98
	30000	-0,8	-0,78
	32000	-0,58	-0,53
	33000	-0,15	-0,05
	34000	0,01	0,12
	35000	0,17	0,30
	36000	0,38	0,52
	37000	0,6	0,78
	38000	0,87	1,07
	39000	1,27	1,52
80	40000	2,99	3,42
	41000	6,32	7,1
	10000	-1	-1
	20000	-0,99	-0,98
	30000	-0,84	-0,83
	32000	-0,81	-0,79
	33000	-0,79	-0,77
	34000	-0,26	-0,18
	35000	-0,04	-0,13
	36000	0,01	0,12

	37000	0,17	0,3
	38000	0,36	0,5
	39000	0,56	0,73
	40000	0,82	1,01
	41000	1,28	1,53

Som tydligt kan ses infinner sig en positiv NNK(idu) först vid ca 34 000 (f/d) för 70 km/h och vid ca 36 000 (f/h) vid 80 km/h.

Case 2

Grundförutsättningarna är en 3 km lång befintlig sträcka med tvärsektion enligt följande: V 1.0+K1 3.5+K2 3.5+K3 3.5+Vm 1.0. Hastighetsgränsen är 70 km/h. I den riktning där busskörfältet anläggs i befintligt körfält kommer tvärsektionen att vara enligt följande: V 1.0+BK 3. 5+K2 3.5+K3 3.5+Vm 1.0.

Generell indata		
Län (område enligt ASEK)	Stockholm	Averse prognosår 2014-2040
Vägtyp	MV 6kf	Vägtyp är motorväg med 4 eller 6 kf dubbelriktad.
Konstruktions	Vanlig väg	Tre typer finns: vanlig väg, bro och tunnel.
Trafikflöde (ÅDT enkelriktat)	ÅDT 32000 [f/d]	Antal fordon som passerar snittet per dygn år 2020.
Lastbilsandel	Lb 7,8 [%]	Andel lastbilar
Hastighetsgräns	V ₁ 70 [km/h]	Primärvägens hastighetsgräns
Typ av ombyggnad för busskörfält	Typ Befintligt kf	Vilken typ av ombyggnad sker för att anlägga ett busskörfält.
Kollektivtrafikåtgärdens längd	L 3,0 [km]	Längden på sträckan där busskörfältet ska implementeras. Minimilängd 1 km.
Antal olyckor per år	O _{avsnitt} 8 [st]	Normalt antal olyckor är 7,6 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns. Beräknat utifrån "Effektsamband". Egen utredning, kan användas vid känslighetsanalys.

Figur B.3 Generellas indata för Case 2.

Indata för busskörfältet innehåller default-parametersättning enligt Figur B.4.

Indata för busskörfält			
Beläggning	B	20 [P/buss]	Beläggning för buss är 20 före anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Turtäthet	T	12 [T/h]	Turtätheten för buss på sträckan är 12 före anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Medelrestid passagerare	P _{restid}	0,25 [h]	Restid för en genomsnittlig buss som trafikerar sträckningen 0,25.
Elasticitet	E _{restid}	-0,6	Restidselasticitetsvärdet har uppskattats till -0,6 för anläggande av busskörfält på motorvägar, se källa (Kol-TRAST, 2012).
Övrig överflyttad trafik (Exempelvis taxi m. fl.)	ÅDT _{överflyttad}	451	Antal fordon per dygn är 451 som flyttas över till busskörfältet.
Busskörfältets investeringskostnad	K _{invest}	1,4 [Mkr]	Investeringskostnad enligt de schablonvärden som har tagits fram är 1,4 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.
Prisnivå enligt anläggningskostnadskalkyl	P _{pris}	2015-06 [20ÅÅ-MM]	Prisnivå enligt anläggningskostnadskalkyl är enligt schablon 2015-06.
Busskörfältets restvärde efter 20 år	K _{rest}	0,7 [Mkr]	Restvärdet är 2040 enligt de schablonvärden som har tagits fram är 0,7 Mkr.
Busskörfältets driftkostnad per år	K _{drift}	0,33 [Mkr/år]	Driftkostnader enligt de schablonvärden som har tagits fram är 0,33 [Mkr/år] för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.

Figur B.4 Indata för busskörfält för Case 2.

Görs en känslighetsanalys blir resultatet enligt Tabell B.2.

Tabell B.1 Resultat NNK(idu) för Case 1.

Hastighetsgräns (km/h)	Flöde (f/d)	NNK(idu) 2020-2040	NNK(idu) 2020-2060
70	10000	-1	-1
	20000	-1,05	-1,06
	30000	-2,34	-2,48
80	10000	-1	-1
	20000	-0,99	-0,99
	30000	-1,93	-2,03

Som tydligt kan ses blir aldrig NNK(idu) positiv oavsett hastighetsgräns eller flöde. Orsaken är att det skapas trängsel på de kvarvarande 2 körfälten som vida överstiger restidsvinsterna för de till bussen överflyttade individerna.