



SAMHÄLLSEKONOMISKT VÄRDE AV BIOGAS

En studie av nyttan med biogas i Sverige

Biogas är ett bränsle med stora miljönyttor. Syftet med denna studie är att beskriva nyttorna som uppstår vid produktion och användning av biogas och värdera dessa i ekonomiska termer

2050 Consulting

Mars 2018

Bakgrund

Biogas är ett bränsle med stora miljönyttor, både i produktionen då avfall behandlas och en rötrest uppstår, en s.k. biogödsel, och i användningen då det kan ersätta fossila bränslen och därigenom leda till minskade utsläpp av växthusgaser och andra luftföroreningar. Men vad är olika miljönyttor värda och hur kan de vägas mot andra nyttor i samhället? En samhällsekonomisk värdering kan hjälpa beslutsfattare att prioritera och är ett sätt att förbättra förståelsen för vilka nyttor en åtgärd ger upphov till och vad dessa nyttor är värda i ekonomiska termer.

Denna studie är utförd på uppdrag av Energigas Sverige som underlag till arbetet med Nationell biogasstrategi. Biogas kan vara ett avgörande bidrag för att nå miljö- och klimatmålen. Enligt Energigas Sverige kan användningen av biogas uppnå 15 TWh år 2030.

Syfte

Syftet med denna studie är att beskriva nyttorna som uppstår vid produktion och användning av biogas och värdera dessa i ekonomiska termer. Nyttorna värderas baserat på den totala produktionen och användningen av biogas i Sverige. Den samhällsekonomiska analysen kan användas som ett faktabaserat underlag för beslut om nuvarande och framtida miljömål, investeringar och styrmedel. Målet är att resultaten från denna studie kan användas i framtagandet av en Nationell Biogasstrategi.

Samhällsekonomisk analys

Nedan följer en genomgång av de samhällsnyttor som uppstår vid produktion och användning av biogas. Underlag i form av insamlade data redovisas endast översiktligt, för mer detaljerat underlag hänvisas till bilaga.

I denna studie sammanställs de samhällsekonomiska nyttorna som skapas med produktion och användning av biogas utifrån;

- Värdet av minskade utsläpp av växthusgaser.
- Värdet av minskade utsläpp av luftföroreningar.
- Värdet av den rötrest som används som gödning i jordbruket.
- Värdet av ökad energitrygghet.
- Värdet av ökad sysselsättning och produktion (BNP).
- Värdet av ökad resurshushållning med matavfall.

Metod och avgränsningar

Denna studie bygger i huvudsak på kostnads-nyttoanalysens (cost-benefit analysis, förkortat CBA) angreppssätt. Eftersom sysselsättning inte betraktas som en nytta i en CBA har detta värderats utifrån en s.k. analys av ekonomisk aktivitet.

I en CBA jämförs fördelarna (nyttor) med kostnaderna ur ett samhällsperspektiv. Då alla kostnader och nyttor värderas monetärt kan de jämföras och ett netto kan räknas fram. Denna studie fokuserar på ej marknadsbaserade nyttor. Det är alltså inte i sig själv en CBA, utan skulle behöva kompletteras med såväl kostnader som privatekonomiska nyttor för att kunna kallas CBA.

Den samhällsekonomiska analysen är uppdelad utifrån följande metoder för värdering av miljönyttan:

Samhällsnytta	Metod
Klimat effekter	CBA
Luftkvalitet	CBA
Ersättning av konstgödsel	CBA
Ökad energitrygghet	CBA
Ökad sysselsättning	Analys av ekonomisk aktivitet
Resurshushållning	CBA (genom livscykelanalys)

För beräkningar har Trafikverkets analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn används, dvs. ASEK 6.0. Övriga källor som används kommer bland annat från SCB och Naturvårdsverket samt Energimyndigheten. Samtliga nyttor har värderats kvantitativt för den biogas som producerades och användes i Sverige under 2016, enligt Energimyndighetens rapport *Produktion och användning av biogas och rötresten år 2016* (ES 2017:07).

Ett grundläggande antagande i denna studie är också att de samhällsekonomiska nyttorna är linjära mot mängden producerad biogas, dvs. för varje tillkommande GWh biogas ökar den samhällsekonomiska nyttan lika mycket.

Substratfördelning

En avgörande faktor för att beräkna samhällsnyttan med biogas är vilka råvaror (substrat) som används vid produktionen, samt fördelningen mellan dessa. Detta beror inte minst på att klimatnyttan skiljer sig åt mellan olika substrat, särskilt när ett livscykelperspektiv används.

Den fördelning som ligger till grund för beräkningarna i denna studie anges i tabellen nedan och är baserat på Energimyndigheten samt ett antagande om biogasutbyte.¹ Substratfördelningen baseras på uppgifter utifrån anläggningstyper (avloppsreningsverk, samrötningsanläggning, gårdsanläggningar, industrianläggningar, förgasningsanläggningar) och råvarutyper (matavfall, avloppsslam, gödsel, avfall från livsmedelsindustri, slakteriavfall, energigrödor samt övrigt avfall).

Råvarutyp	Andel av producerad gas
Matavfall	7,4%
Avloppsslam	53,0%
Gödsel	11,8%
Avfall livsmedelsind	8,0%
Slakteriavfall	12,2%
Energigrödor	6,7%
Övrigt	1,0%

¹ Biogasutbytet definieras som energimängd producerad biogas i watt-timmar per ton substrat (våtvikt). Antagande om biogasutbytet är baserat på ett verktyg som kallas HBK Biogasredovisning som tas fram av Energigas Sverige, Svenskt Vatten och Avfall Sverige.

Biogasens klimateffekter

Beräkningarna av klimatnytta bygger på utsläpp/utsläppsminskningar för bensin, diesel samt biogas från i sammanhanget relevanta substrat. Ett livscykelperspektiv används för att beräkna utsläppen "well-to-wheel". Utsläppsminskningen av biogasen kan vara mer än 100 procent, då bränslet inte bara leder till lägre utsläpp av fossil CO₂ i användningsfasen (biogas som drivmedel) utan även ger minskade utsläpp i produktionsfasen när det produceras från gödsel². Utsläppsberäkningarna är gjorda på mängden såld fordonsgas i Sverige under 2016, och inkluderar därför även den fossila gasen som blandas in i fordonsgasen.

Total produktion i riket (2016): 2 018,00 GWh/år

Såld fordonsgas i riket (2016): 1 576,00 GWh

Varav biogas: 1 103,20 GWh

Varav naturgas: 472,80 GWh

I beräkningen av klimateffekterna används ASEK 6.0 värde 1,14 kr/kg CO₂, vilket överensstämmer med den svenska koldioxidskatten. Med denna beräkning innebär fordonstrafikens biogasanvändning en samhällsekonomisk besparing värd omkring 433 miljoner kronor per år till följd av lägre utsläpp av växthusgaser. För att få ett intervall för kostnaden av klimateffekterna används även Nicholas Sterns (2006) beräkning av skadekostnaden för växthusgasutsläpp samt ett högre värde som anges i ASEK 6.0, där koldioxid värderas till 3,50 kr/kg CO₂. I Sterns beräkning inkluderas i princip inte riskerna för stora katastrofala effekter (t ex självförstärkande mekanismer, "tipping points") i värderingen. Kostnad per kg utsläpp av CO₂ är då beräknat till ca 0,60 kr/kg CO₂. Räknat med den lägre kostnaden blir det samhällsekonomiska värdet cirka 271 miljoner kronor årligen. Utifrån den högre kostnaden skulle det samhällsekonomiska värdet bli mer än 1,3 miljarder kronor årligen.

Den samhällsekonomiska besparingen – fordonsrelaterade

	ASEK (3,5 kr/ kg CO ₂) MSEK	ASEK 6 (1,14 kr/kg CO ₂) MSEK	Stern (0,6kr/kg CO ₂) MSEK
Vi går från kostnad (fossil bränsle)	1 704,0	555,0	292,1
Till (biogas)	375,4	122,3	21,4
Samhällsekonomisk besparing	1 328,5	432,7	270,6

Detta är baserat på 2016 års produktion och fördelning av biogas och naturgas (70/30). Om man däremot skulle göra beräkningen för 2017 där det är en högre andel förnybar gas av såld fordonsgas (ca 86% biogas) skulle den samhällsekonomiska besparingen bli ännu högre, omkring 489 miljoner – räknat med ASEK 6 värde om 1,14 kr/kg CO₂.

Utöver de fordonsrelaterade utsläppsminskningarna leder användningen av biogödsel även till minskade utsläpp av växthusgaser, framför allt eftersom produktionen av handelsgödsel är relativt utsläppsintensiv. Totalt tillfördes jordbruket ca 3 700 ton växttillgängligt kväve (NH₄-N) i form av biogödsel från biogasanläggningar, enligt uppgift från Avfall Sverige. Att ersätta detta med konventionellt handelsgödsel skulle innebära produktionsutsläpp på omkring 18 747 ton CO₂e. Med

² Utöver att ersätta bensin och diesel i transportsektorn undviks de utsläpp som annars hade avgått från gödselstacken vid konventionell hantering.

ASEK:s standardvärderingen innebär det ett samhällsekonomiskt värde på 21,4 miljoner kronor per år (med ett spann mellan 11 miljoner och 66 miljoner kronor per år).

Klimat effekt för industriell användning

Under 2016 använde industrisektorn 53 MWh biogas. Klimatnyttan är stor om detta ersätter ett fossilt bränsle. I denna studie har biogas jämförts med gasol, olja och naturgas. Detta visar på utsläppsminskningar mellan 11 200 – 14 700 ton CO₂, motsvarande ett värde mellan 6,2 miljoner till 48,5 miljoner kronor årligen (se bilaga).

Biogasens effekt på luftkvalitet

Värdet av minskade luftföroreningar är uträknat för partiklar (PM 2.5) samt kväveoxider (NO_x) och dessutom uppdelat per bussar och personbilar.

Beräkningarna grundar sig i ett antagande från Energigas Sverige om att 80 procent av biogasen i trafiken används i tätort och 20 procent på landsbygd samt att mängden trafik är proportionerligt till population i staden. Fördelningen av fordonsgasvolymen är baserad på ett antagande om att 50 procent använts i busstrafiken, 40 procent i personbilar och 10 procent tung trafik.

Baserat på 20% landsbygd, 80% stad	
Stad	% av körning
Stockholm	9,4%
Göteborg	5,7%
Malmö	3,3%
Referenstätort (Kristianstad)	61,6%
Landsbygd	20,0%

En av de viktigaste faktorerna för att beräkna det samhällsekonomiska värdet av luftföroreningar är folkmängden i det område där utsläppen sker. Det beror på att en viss förorening drabbar fler personer om den sker i ett mer tätbefolkat område och på så sätt orsakar större samhällsekonomisk skada.

Som referenstätort används Kristianstad som har 35 700 invånare. Referenstätorten används med motiveringen att Sveriges "mediantätortsbo" bor i en tätort av Kristianstads storlek.

Minskade utsläpp av partiklar (PM_{2.5}) och kväveoxider (NO_x) innebär utifrån beräkningarna en samhällsekonomisk besparing värd omkring 177 miljoner kronor årligen. Värderingen baseras på hälsoeffekter av luftföroreningar från fossila bränslen, vilka bland annat består av ökad ohälsa och symptom i luftvägar och andningsorgan samt ökad cancerrisk. Utöver det uppstår även lokala effekter på till exempel bebyggelse med nedsmutsning och materiella skador.

Rötresten ersätter konstgödsel

Från de svenska biogasproducenterna levererades rötrest innehållandes totalt 3700 ton rent kväve och 650 ton ren fosfor under 2016³. Vi beräknar dessa mängders värde genom att multiplicera med marknadspriser för kväve och fosfor från Jordbruksverket (se bilaga för marknadspriser).

Värdet av rötresten som produceras kan därför anses ligga någonstans mellan 41 och 115 miljoner kronor. Det lägre värdet om rötresten ersätter konventionell gödning, det högre värdet om rötresten ersätter ekologisk växtnäring. Vid ett antagande om att hälften av näringsämnen ersätter

³ Källa: Avfall Sverige, ur SPCR 120:s årsrapport för 2016

konventionella alternativ och hälften ekologiska alternativ blir det uppskattade värdet 78,4 miljoner kronor.

Levererade näringsämnen 2016	Mängd (ton)	Värde min	Värde max
Ren kväve	3700	29 600 000	103 802 410
Fosfor	650	11 700 000	11 700 000
	Summa	41 300 000	115 502 410

Ökad energitrygghet

Energimyndigheten värderade år 2010 att samhällsvärdet av den inhemskt producerade biogasens bidrag till energitryggheten uppgick till 1,5 öre/kWh biogas. Detta beräknades utifrån att Sverige har ett lagkrav på att de aktörer som importerar oljeprodukter ska lagerhålla vissa mängder, i syfte att stärka den svenska energitryggheten. Kostnaden på 1,5 öre/kWh ansågs motsvara kapitalkostnader för lager samt hyreskostnader för de cisterner som användes för lagring. Lagkravet för energitrygghet visar att samhällets bedömning av det samhällsekonomiska värdet av energitrygghet är åtminstone så högt som kostnaden för att upprätthålla de lagstiftade lagren.

Med Sveriges biogasproduktion 2016 (2018 GWh) är det samhällsekonomiska värdet av minskad lagerhållning av olja, och därmed biogasproduktionens bidrag till energitryggheten, drygt 30 miljoner kronor.

Värde av energitrygghet (öre/kwh)	1,5
Biogasproduktion 2016 (GWh)	2 018
Totalt värde (SEK)	30 270 000

Ökad sysselsättning och BNP-effekter

Att byta ut bensin eller diesel mot biogas innebär att byta ut en vara som i stort sett helt produceras utomlands mot en lokalt producerad vara, vilket innebär arbetstillfällen och BNP-tillväxt.

Två studier⁴ från region Skåne och Biogas Öst ligger till grund för beräkningen av direkt och indirekt sysselsätta. Baserat på genomsnittet av dessa tidigare studier bör produktionen av 2018 GWh i Sverige sysselsätta ungefär 1960 personer direkt och 1313 personer indirekt. Direkta effekter är exempelvis arbetstillfällen som uppstår i en rötningsanläggning medan indirekta effekter exempelvis kan vara arbeten som uppstår inom logistik till följd av ökad biogasproduktion. Den totala sysselsättningen som kan kopplas till biogas bör därför ligga omkring 3273 heltidstjänster.

Baserat på genomsnittet av de två studierna gör vi även antagandet att BNP-effekten torde ligga på 1,99 MSEK/GWh, vilket skulle innebära att biogasens tillskott till BNP i Sverige var omkring 4 018 miljoner SEK under 2016. Detta motsvarar cirka 1 promille av Sveriges totala BNP, som uppgick till cirka 4 405 miljarder kronor under 2016.

⁴ Biogas Öst, 2011: Biogas, tillväxt & sysselsättning SAMT Region Skåne, 2012: Skånes färdplan för biogas: Biogas, tillväxt och sysselsättning

	Direkt sysselsatta	Indirekt sysselsatta	Total
Antal sysselsatta	1960	1313	3273 Heltidsekvivalenter (HTE)
BNP-effekt			4018 Mkr

Ökad resurshushållning med matavfall

Det finns stora miljövinster med att matavfall kan undvikas eller minimeras, men givet att avfallet uppstår kan det vara en värdefull resurs. För att få fram nyttorna av biogasproduktion från matavfall ställs detta i relation till om matavfall bränts för energiändamål.

I en vetenskaplig studie från 2011⁵ studeras en situation där miljöeffekten av förbränning av matavfall ställs mot biogasframställning genom livscykelanalys. I en livscykelanalys studeras effekter i hela kedjan, från att avfallet uppkommer till ersättning av genomsnittlig elproduktion eller fordonsbränsle. Även effekten av att rötrest används som gödsel är inberäknat.

Den totala undvikna miljöskadestkostnaden blir med denna beräkning i Sverige närmare 44 miljoner kronor årligen, varav den största delen består av undvikna klimatutsläpp som värderats med schablonen Ecovalue (2,85 kr/kg CO₂). Siffrorna bygger på en LCA-beräkning av rötning och förbränning av biologiskt avfall på en ort i Skåne, se bilaga.

Då beräkningarna bygger på nyckeltal från en livscykelanalys innefattar dessa nyttor och kostnader hela kedjan från primärproduktion till slutlig användning och miljöpåverkan, exempelvis i form av användandet av biogas som drivmedel. Detta innebär att denna nytta inte kan adderas till övriga nyttor i denna studie då det skulle innebära att flera nyttor dubbelräknades. Önskar man studera den samlade nyttan med insamling och återvinning av matavfall som råvara för biogasproduktion är dock detta värde relevant.

Slutsatser - Sammanvägning av nyttor

Nyttorna med minskade växthusgasutsläpp (omkring 468 miljoner kronor per år), minskade utsläpp av partiklar och kväveoxider (omkring 177 miljoner kronor per år), ökad tillgång på biogödsel (78 miljoner kronor per år) och ökad energitrygghet (30 miljoner kronor per år) kan adderas ihop och har i denna studie beräknats ligga i intervallet 557 – 1 765 miljoner kronor per år, med det troligaste värdet på omkring 753 miljoner kronor.

	Lägsta (MSEK)	Troligaste	Högsta	Kommentar
Partiklar – Bussar	31,2	31,2	31,2	Användning, fordonsgas
Partiklar – Personbilar	41,0	41,0	41,0	Användning, fordonsgas
Partiklar – Lastbilar	6,7	6,7	6,7	Användning, fordonsgas
Nox – Bussar	64,0	64,0	64,0	Användning, fordonsgas
Nox – Personbilar	24,0	24,0	24,0	Användning, fordonsgas
Nox – Lastbilar	9,54	9,54	9,54	Användning, fordonsgas
Summa minskade luftföroreningar	176,6	176,6	176,6	
Minskade utsläpp av GHG i trafiken	292,1	432,7	1 328,5	Användning, fordonsgas
Minskade utsläpp av GHG rötrest	11,2	21,4	65,6	Användning, rötrest

⁵ A. Bernstad och J. la Cour Jansen, A life cycle approach to the management of household food waste – A Swedish full-scale case study, 2011.

Minskade utsläpp av GHG i industrin	6,2	13,7	48,5	Användning, biogas
Summa minskade utsläpp av GHG	309,6	467,8	1 442,6	
Värdet av röresten	41,3	78,4	115,5	Produktion biogas
Värdet av energitrygghet	30,2	30,2	30,2	Produktion biogas
Summa samtliga adderbara nyttor	557,7	753,1	1 765,0	
Ökad resurshushållning med matavfall	43,9	55,1	66,2	Produktion biogas
	Lägsta	Troligaste	Högsta	
Sysselsättning	3 273 HTE	3 273 HTE	3 273 HTE	Produktion biogas
Bidrag till BNP	4 018 MSEK	4 018 MSEK	4 018 MSEK	Produktion biogas

Diskussion

Fossilfritt Sverige har uppskattat den svenska biogaspotentialen till 7700 GWh. Denna uppskattning bygger på följande substratfördelning.

Substrat - biogaspotential	GWh	Fördelning	Substrat – dagens användning	Gwh	Fördelning
Matavfall	800	10,4%	Matavfall	138	7,4%
Avloppsslam	700	9,1%	Avloppsslam	993	53,0%
Gödsel	2800	36,4%	Gödsel	220	11,8%
Avfall livsmedelsind	1100	14,3%	Avfall livsmedelsind	150	8,0%
Odlingrester	800	10,4%	Slakteriavfall	2278	12,2%
Ytterligare vallodling (1-2 TWh)	1500	19,5%	Energigrödor	1248	6,7%
			Övrigt	17	1,0%
Totalt	7700	100%		1872	100%

Om denna potentiella produktion skulle realiseras skulle det innebära en samhällsekonomisk besparing på 2,8 miljarder kronor (spann mellan 1,4 miljarder och 8,6 miljarder kronor) baserat på minskade växthusgasutsläpp. De totala samhällsnyttorna vid produktion av 7 700 GWh beräknas uppgå till mer än fyra miljarder kronor. Den motsvarande BNP-effekten, givet samma antaganden som ovan, uppgår till 15,3 miljarder kr, vilket motsvarar cirka 3,5 promille av svensk BNP.

Kommentarer till resultatet

Den sammantagna bilden är att de samhällsekonomiska nyttor och besparingar som skapas med produktion och användning av biogas är betydande. De sammanlagda nyttorna som uppstod till följd av Sveriges biogasproduktion under år 2016 (2 018 GWh) beräknas till ett spann mellan 557,7 MSEK och 1 765,0 MSEK med det troligaste värdet på 753 miljoner kronor årligen.

Det finns flera osäkerhetsfaktorer i denna typ av analys, men de samhällsekonomiska värdena är väsentliga och bör ligga inom det presenterade intervallet. Samtidigt bör det noteras att de samhällsekonomiska värderingar som presenteras i denna studie bara utgör en del av den totala analys som behövs för att bedöma hur mycket biogas som vore samhällsekonomiskt optimalt att producera. Detta avgörs inte minst av efterfrågan på gas i transportsektorn, vilket i sin tur beror på utvecklingen av olika fordonstyper. Det beror också på produktionskostnaden för gas. Så länge betalningsviljan samt den samhällsekonomiska nyttan tillsammans överstiger produktionskostnaden är det samhällsekonomiskt lönsamt att producera mer biogas.

Litteraturförteckning

Energigas Sverige, Produktion och användning av biogas och rötresten år 2016, 2017.

<http://www.energigas.se/library/1955/produktion-och-anvaendning-av-biogas-och-roetrester-aar-2016.pdf>

Biogas Öst, Biogas, tillväxt & sysselsättning, 2011.

Region Skåne, Skånes färdplan för biogas: Biogas, tillväxt och sysselsättning, 2012.

A. Bernstad och J. la Cour Jansen, A life cycle approach to the management of household food waste – A Swedish full-scale case study, 2011.

Jordbruksverket, Rekommendationer för gödsling och kalkning 2017, 2016.

Naturvårdsverket, Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter - Goda svenska exempel, 2012.

Statistik

<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/befolkning/befolkningens-sammansattning/befolkningsstatistik/pong/tabell-och-diagram/kvartals--och-halvarsstatistik--kommun-lan-och-riket/kvartal-4-2016/>

http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__BE__BE0101__BE0101S/HushallT03/table/tableViewLayout1/?rxid=3ede72c2-e5ed-4ded-afa7-e2f0b4251031

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-8765-4.pdf?pid=18807>

Bilaga

Klimat effekt fordonsgas

Beräkningarna av klimatnytta bygger på följande utsläpp/utsläppsminskningar för bensin, diesel, naturgas samt biogas från i sammanhanget relevanta substrat.

Tabell 1 : CO₂-utsläpp från olika bränslen. Källor: Energimyndigheten (2016) samt Börjesson et al (2013).

Bränslen	g/MJ
Bensin	91,50
Diesel	83,80
Biogas från vall	4,80
Biogas från avloppsslam (-82%)	13,00
Biogas från hushållsavfall (-106%)	-2,30
Biogas från gödsel (-122%)	-20,00
Biogas från industriavfall **	-15,80
Biogas från slakteriavfall	-15,80
Biogas från energigrödor och odlingsrester*	21,00
Biogas från övriga råvaror	4,80
Naturgas	56,90

Ökad resurshushållning med matavfall

Tabell 2 Ökad resurshushållning med matavfall

Skattad effekt (Bernstad & La Cour Jansen, 2011) per hushåll		Effekt per kg avfall	Total miljöeffekt i Riket	Total monetär nytta
Övergödning	22,8	0,000104322	42041,78372	9 165 109
Försurning	-82,6	-0,000377939	-152309,2691	-4 752 049
Klimat effekt (kr/kg CO ₂ e)	-9199,2	-0,042091199	-16962753,37	-48 343 847
Summa				-43 930 787

Industriell användning

Tabell 3 klimat effekt industriell användning

Byter ut	CO ₂ -besparing (ton)	Samhällsek. Värde (ASEK 6 3,5 kr/kg CO ₂)	Samhällsek. Värde (ASEK 6 1,14 kr/kg CO ₂)	Samhällsek. Värde (Stern 0,60 kr/kg CO ₂)
Värde		3500	1140	600
Gasol	-11920,1	-41 720 197 kr	-13 588 864 kr	-7 152 034 kr
Olja	-13852,9	-48 485 011 kr	-15 792 261 kr	-8 311 716 kr
Naturgas	-10378,4	-36 324 373 kr	-11 831 367 kr	-6 227 035 kr

Tabell 4 Genomsnittliga emissionsfaktorer

Naturvårdsverket (Excel genomsnittliga emissionsfaktorer för växthusgaser etc.)	
Emissionsfaktor (CO ₂)	Kg CO ₂ per MWh
Gasol	234,36
Olja (medelvärde av eldningsolja 1 + 2-5)	270,828
Naturgas	205,272
Biogas (viktat medelvärde av råvaror, bygger på substratfördelning)	-6,47573

Tabell 5 Industriell användning- CO₂

	GWh	CO ₂ om gasol (ton CO ₂)	CO ₂ om olja (ton CO ₂)	CO ₂ om naturgas (ton CO ₂)	CO ₂ om biogas (ton CO ₂)
Industriell användning (2016)	53	12421,08	14353,884	10879,416	-343,2135539

Luftföroreningar

Värdet av minskade luftföroreningar är uträknat för partiklar (PM 2.5) samt kväveoxider (NO_x) och dessutom uppdelat per bussar och personbilar.

Värdet per utsläpp av partiklar (PM 2.5) bör, enligt ASEK 6, beräknas genom att multiplicera värdet per kg utsläpp med människors exponering. Det sistnämnda beräknas per tätort enligt följande formel: Exponering = $0,029 F_v B^{0,5}$ där F_v är en s.k. ventilationsfaktor och B är tätortens befolkning. Ventilationsfaktorn är en siffra mellan 1 och 1,6 och beror på var i landet en ort befinner sig.

Partikelutsläpp bussar

Tabell 6 Lokala kostnader per utsläpp av partiklar

	Befolkning i tätorten	Ventilationsfaktor	Exponering	Värde per exponeringsenhet PM (ASEK 6, 2014)	Kr/kg PM
Stockholm	93765	1	8,880110641	585,9	10 668,00
Göteborg	573000	1	21,95206141	585,9	6 430,86
Malmö	328500	1	16,62132666	585,9	4 869,22
Referenstäort (Kristianstad)		1			3 210,00
Landsbygd	4000	1	1,834121043	585,9	0,00

Tabell 7 Partikelutsläpp: EURO-klass från Fridaportalen, utsläppsfaktorer från EURO-klassreglerna.

	EURO III	EURO IV och V	Euro VI
Om dieselbussarna uppfyller viss EURO-klass (g/kwh)	0,1	0,02	0,01
Genomsnitt stadsbuss diesel (Biogas Väst) (kwh/km)	4,2	4,2	4,2
Gram PM/km	0,42	0,084	0,042
Fördelning EURO-klasser i riket 2016	5,9%	69,5%	23,4%

Tabell 8 Samhällsekonomisk kostnad av PM-utsläpp från bussar

Stad	Antal km	PM-utsläpp om diesel (kg)	Samhällsekonomisk kostnad om diesel (kr)
Stockholm	19 236 762	1 788,79	19 082 791
Göteborg	22 470 783	2 089,51	13 437 359
Malmö	51 080 409	4 749,87	23 128 127
Referenstäort (Kristianstad)	22 690 849	2 109,98	6 773 025
Landsbygd	28 869 701	2 684,54	0
Total			62 421 302

Eftersom det saknas etablerade kalkylvärden för gasbussars utsläpp av partiklar och kväveoxider har vi gjort ett antagande om att utsläppen från dieselbussar halveras med gasbussar. Detta torde vara konservativt räknat, givet att ASEK 6 anger att gasdrivna personbilar har en fjärdedel av NOx-utsläppen och en 1/17 av partikelutsläppen av en dieselbil. Det totala värdet blir därmed drygt 31 miljoner kr.

NOx-utsläpp bussar

Tabell 9 Lokala kostnader för utsläpp av kväveoxider

	Befolkning i tätorten	Ventilationsfaktor	Värde per exponeringsenhet NOx (ASEK 6, 2014)	Regional effekt	Exponering	Kr/kg NOx
Stockholm	935619	1	2	86	28,05094613	142,10
Göteborg	573000	1	2	86	21,95206141	129,90
Malmö	328500	1	2	86	16,62132666	119,24
Referenstäort (Kristianstad)	35700	1	2	86	5,479388652	96,96
Landsbygd	4000	1	2	86	1,834121043	86,00

Tabell 10 NOx-utsläpp: EURO-klass från Fridaportalen, utsläppsfaktorer från EURO-klassreglerna.

	EURO III	EURO IV	EURO V	Euro VI
Om dieselbussarna uppfyller viss EURO-klass (g/kwh)	5	3,5	2	0,4
Genomsnitt stadsbuss diesel (Biogas Väst) (kwh/km)	4,2	4,2	4,2	4,2
Gram PM/km	21	14,7	8,4	1,68
Fördelning EURO-klasser i riket 2016	5,9%	5,2%	64,3%	23,4%

Tabell 11 Samhällsekonomisk kostnad av NOx-utsläpp från bussar

Stad	Antal km	NOx-utsläpp om diesel (kg)	Värde (kr)
Stockholm	19 236 762	150 002,88	21 315 694
Göteborg	22 470 783	175 220,87	22 761 914

Malmö	51 080 409	398 310,73	47 495 628
Referenstäort (Kristianstad)	22 690 849	176 936,89	17 155 584
Landsbygd	28 869 701	225 117,84	19 360 135
Total			128 088 954

Eftersom det saknas etablerade kalkylvärden för gasbussars utsläpp av partiklar och kväveoxider har vi gjort ett antagande om att utsläppen från dieselbussar halveras med gasbussar. Detta torde vara konservativt räknat, givet att ASEK 6 anger att gasdrivna personbilar har en fjärdedel av NOX-utsläppen och en 1/17 av partikelutsläppen av en dieselbil. Det totala värdet blir därmed drygt 64 miljoner kr.

NOx-utsläpp bilar

Till grund för beräkningen av lokala kostnader för utsläpp av kväveoxider från bilar ligger *Tabell 9 Lokala kostnader för utsläpp av kväveoxider*.

Detta är beräknat med följande utsläppsnivåer för olika biltyper, vilket kommer från ASEK 6.

Tabell 12 Emissionsfaktorer NOx

Biltyp	Stadstrafik	Landsbygd
Emissionsfaktor NOx bensinbil (handbok) (g/km)	0,44	0,22
Emissionsfaktor NOx dieselbil (handbok) (g/km)	0,43	0,42
Emissionsfaktor fördelning bensin/diesel	0,44	0,29
Emissionsfaktor NOx gasbil (g/km)	0,11	0,05

Samhällsekonomisk beräkning NOx bil

Tabell 13 NOx - samhällsekonomisk värdering

Stad	% av körning (motsv bef)	Antal km	NOx-utsläpp fossil (kg)	NOx-utsläpp gas (kg)	Utsläppskostn. Fossilbilar	Utsläppskostnad gas	Diff
Stockholm	9,4%	98 302 370	42 912,64	10 813,26	6 097 967	1 536 585	4 561 382
Göteborg	5,7%	60 203 200	26 280,94	6 622,35	3 414 002	860 271	2 553 731
Malmö	3,3%	34 514 400	15 066,82	3 796,58	1 796 607	452 715	1 343 893
Referenstäort (Kristianstad)	61,6%	647 513 364	187 297,36	71 226,47	18 160 123	6 906 031	11 254 092
Landsbygd	20,0%	210 133 333	60 782,40	10 506,67	5 227 287	903 573	4 323 713

Partikelutsläpp (PM 2.5) bilar

Till grund för beräkningen av lokala kostnader för utsläpp av partiklar från bilar ligger *Tabell 6 Lokala kostnader per utsläpp av partiklar*.

Detta är beräknat med följande utsläppsnivåer för olika biltyper, vilket kommer från ASEK 6.

Tabell 14 Emissionsfaktorer PM 2.5

Biltyp	Stadstrafik	Landsbygd
Emissionsfaktor PM bensinbil (handbok) (g/km)	0,0017	0,0028
Emissionsfaktor PM dieselbil (handbok) (g/km)	0,0304	0,0190
Emissionsfaktor fördelning bensin/diesel	0,0116	0,0084
Emissionsfaktor PM gasbil (g/km)	0,0017	0,0028

Samhällsekonomisk beräkning PM bilar

Tabell 15 PM - samhällsekonomisk värdering

Stad	% av körning (motsv bef)	Antal km	NOx-utsläpp fossil (kg)	NOx-utsläpp gas (kg)	Utsläppskostn. Fossilbilar	Utsläppskostnad gas	Diff
Stockholm	9,4%	98 302 370	1 144,07	167,11	18 802 869	2 746 527	16 056 341
Göteborg	5,7%	60 203 200	700,66	102,35	9 011 716	1 316 338	7 695 378
Malmö	3,3%	34 514 400	401,69	58,67	3 911 818	571 398	3 340 420
Referenstäort (Kristianstad)	61,6%	647 513 364	5 445,44	1 100,77	17 481 884	3 533 892	13 947 992
Landsbygd	20,0%	210 133 333	1 767,17	588,37	0	0	0

Rötrest

Marknadspriser från Jordbruksverkets skrift *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2017*.

Tabell 16 Marknadspriser för kväve & fosfor

Marknadspris ickeekologiskt kväve (kr/kg)	8
Marknadspris ekologiskt kväve	28
Marknadspris fosfor	18