

## BILAGA 1 – BERÄKNINGAR OCH REFERENSER

WSP Analys & Strategi har under våren 2017 genomfört uppdraget "Åtgärder för minskad klimatpåverkan – Kostnadseffektivitet och synergieffekter" på uppdrag av Stadsledningskontoret i Stockholms stad. Bakgrunden är att Stockholms stad har satt som mål att Stockholm ska vara fossilbränslefritt år 2040. Detta kommer att kräva åtgärder för att minska växthusgasutsläppen på ett antal olika områden. I rapporten till Stadsledningskontoret redovisas kommunalekonomiska och samhällsekonomiska beräkningar för ett urval av 22 potentiella åtgärder. Syftet med beräkningarna är att analysera den kommunalekonomiska och samhällsekonomiska kostnadseffektiviteten för att minska utsläppen. I detta PM som är bilaga till rapporten redovisas vilket underlag som använts för beräkningarna. Promemorian börjar med en allmän del som förklarar hur reducerade koldioxidutsläpp beräknats och vad som ingår i en kommunal- respektive samhällsekonomisk kalkyl. Därefter beskrivs detaljer för beräkningarna för de 22 åtgärder som redovisas i rapporten.

### Emissionsfaktorer för beräkningar av reducerade CO<sub>2</sub>-e-utsläpp

För att göra beräkningar av olika åtgärders reducerade koldioxidutsläpp jämförbara har samma emissionsfaktorer använts genomgående. De redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 Emissionsfaktorer

Vad	CO <sub>2</sub> -e utsläpp	När	Referens
<b>Fjärrvärme</b>	82,1 g/kWh	2016	Miljöförvaltningen
<b>Nordisk elmix</b>	66,5 g/kWh	Medelvärde 2011-2016	Miljöförvaltningen
<b>Personbil</b>	54,33 g/fkm		Miljöförvaltningen
<b>Biogas</b>	0,82 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Personbil</b>	283 g/fkm		Miljöförvaltningen
<b>Bensin</b>	2,94 kg/l		
<b>Personbil</b>	153 g/fkm		Miljöförvaltningen
<b>Diesel</b>	2,94 kg/l		
<b>Solel</b>	45 g/kWh		Wiksell, M. 2015

## Kommunalekonomi respektive samhällsekonomi

I beräkningarna av de kommunalekonomiska kalkylerna ingår alla de poster som påverkar kommunens budget (via förvaltningar, bolag etc.). Nästan alla åtgärder har en investeringskostnad som påverkar driftskostnaderna, antingen nedåt eller uppåt.

De samhällsekonomiska kalkylerna har ett bredare perspektiv än de kommunalekonomiska genom att alla aktörer ingår. Det betyder att i den samhällsekonomiska kalkylen ingår förutom den kommunalekonomiska kalkylen även investerings- och driftskostnader som berör andra parter i samhället (privat näringsliv, fastighetsägare, privatpersoner, andra offentliga aktörer etc.). Ibland förekommer det att åtgärder har en intäkt i den kommunalekonomiska kalkylen. I den samhällsekonomiska kalkylen kommer den kommunala intäkten att uppvägas av motsvarande kostnad i den samhällsekonomiska kalkylen. Detta eftersom den part som betalar också omfattas. I det samhällsekonomiska perspektivet kallas detta för en transferering där en aktör betalar och en annan får en intäkt. Därutöver finns värderade effekter för tex. restidsförändringar, förbättrad trafiksäkerhet och minskat utsläpp av partiklar.

Tabell 2 Poster som förekommer i kommunalekonomisk respektive samhällsekonomisk kalkyl

Kommunalekonomisk kalkyl	Samhällsekonomisk kalkyl
Poster som belastar kommunens budget	Kommunalekonomiska kalkylen +
Investeringskostnad - Anslutningsavgift?	Investerings- och driftskostnader som tas av andra parter
Driftskostnad - Energianvändning? - Elanvändning? - Underhåll?	Förändrade skatteintäkter (moms, bränsleskatter)
Förändrade intäkter	Restidsförändringar
Ökat arbete för tjänstemän	Förbättrad trafiksäkerhet Minskade utsläpp av partiklar och avgaser i stadsmiljö Minskat buller

### Generella antaganden för samtliga beräkningar:

- Ränta: 5 %
- Effekterna på utsläpp och kostnader beräknas uppkomma från och med år 2020. Detta är en förenkling
- för att åtgärdernas effekter ska bli jämförbara.
- Alla åtgärder analyseras oberoende av varandra<sup>1</sup>.
- De flesta åtgärder är beräknade över deras tekniska livslängd. I de fall den ekonomiska livslängden är kortare än den tekniska har ett restvärde dragits av från kostnaden.

<sup>1</sup> Undantaget är öppen fjärrvärme och biobränsle i fjärrvärmens där det finns ett inbördes beroende. Minskad förbränning av plast är beroende av att den sorteringsanläggning som behövs för ökad sortering av matavfall är byggd.

- Åtgärderna införs under antagande om befintliga styrmedel (under våren 2017). Det är ett vanligt antagande som görs i samhällsekonomiska analyser eftersom det råder osäkerhet om exakt vilka styrmedel som beslutas och införs framöver.

## Allmänna schabloner för värderingar

För att göra beräkningar av olika åtgärders kostnader och intäkter jämförbara har samma schabloner för värdering använts genomgående. Schablonerna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3 Schabloner för värdering

Vad	Kostnad	Tidpunkt	Källa
<b>Biogas</b>	17,35 kr/kg	100 % biogas, pris 170620	Eon, 2017
<b>Bensin</b>	14,21 kr/l	Medelpris: 170101-170620	SPBI, 2017a
<b>Diesel</b>	13,92 kr/l	Medelpris: 170101-170620	SPBI, 2017a
<b>Fjärrvärme</b>	906,3 kr/MWh		Energiföretagen, 2016
<b>Nordisk elmix</b>	1,20 kr/kWh		Stockholms stad, 2016a

### Trafikens externa effekter och budgeteffekter

De åtgärder som påverkar transportsektorn, antingen genom att minska antalet fordonskilometer eller genom byte av bränsle, påverkar inte bara utsläpp av koldioxid utan också externa effekter från luftföroreningar, buller och trafiksäkerhet. Dessa effekter beräknas med hjälp av Trafikverkets riktlinjer för samhällsekonomiska beräkningar inom transportsektorn (Trafikverket, 2016). De värderingsschabloner som används redovisas i tabellen nedan. Beräkningarna utgår från antalet fordonskilometer som utförs av olika fordonstyper. I fallet med buller för elbilar antas kostnaden vara 54 procent av en bil med förbränningsmotor, vilket bygger på en bedömning utifrån hur stor del av personbilars buller som genereras från motorn respektive däckens kontakt med asfalten.

Tabell 4 Externa effekter från personbilar med olika bränslen. Källa: Trafikverket, 2016.

Extern effekt	Bensin (kr/fkm)	Diesel (kr/fkm)	Gas (kr/fkm)	El (kr/fkm)
<b>Luftföroreningar</b>	0,74	0,86	0,18	0
<b>Buller</b>	0,2	0,2	0,2	0,11
<b>Trafiksäkerhet</b>	0,19	0,19	0,19	0,19

Utöver förändringarna i de externa effekterna påverkas statens skatteintäkter från drivmedel. Detta är dels en följd av att olika bränslen är olika beskattade och dels en följd av att mängden bränsle som krävs för att transportera en bil en kilometer varierar då olika bränslen har olika energiinnehåll och motorer har olika verkningsgrad. I tabellen nedan visas skatten för olika drivmedel (notera att enheten skiljer sig något). Det krävs sedan olika mycket bränsle att flytta en bil beroende på

hastighet, körmönster osv. I de fall beräkningarna utgått från en genomsnittlig bil har skatten antagits motsvara 0,51 kronor per fordonskilometer.

Tabell 5 Skatter för olika bränslen. Källa: SPBI (2017b), Skatteverket (2017) och Regeringen (2017)

	Bensin (kr/l)	Diesel (kr/l)	Biogas (kr/kg)	El (kr/kWh)
<b>Energiskatt</b>	3,88	2,49	0	0,33
<b>Koldioxidskatt</b>	2,62	3,24	0	0
<b>Total skatt</b>	6,50	5,73	0	0,33

### Lönekostnader

I de åtgärder som innebär en merkostnad i form av arbetskraft beräknas kostnaden utifrån månadslön (i respektive bransch). Utifrån månadslönen beräknas årslönen, till vilken en faktor om 1,69 multipliceras för att täcka arbetsgivaravgifter och skatter. Detta motsvarar arbetsgivaravgifter under brytpunkten för statlig inkomstskatt. För inkomster över brytpunkten görs alltså en underskattning av lönekostnaden. Kostnaden belastar den part som arbetstagaren är anställd hos.

Tabell 6 Månadslöner för olika yrken

Befattning	Månadslön	Källa
<b>Ingenjör (i stadens tjänst)</b>	38 800 kr	Stockholms stad, 2016b
<b>Energitekniker</b>	29 340 kr	Lönestatistik, utan årtal

### Skattefaktor

För att den offentliga sektorn ska kunna finansiera sin verksamhet samlar de in skatter. En stor del av skatteintäkterna kommer från skatter på arbete. Eftersom arbetet beskattas får arbetstagarna inte hela sin lön. Att de inte får hela sin lön leder till att arbetstagarna är villiga att arbeta mindre än de annars skulle gjort. Arbetskraftsutbudet i en ekonomi med skatter på arbete är därför lägre än det hade varit om arbetet inte varit beskattat, allt annat lika. Att arbetskraftsutbudet är lägre än det skulle varit leder till att det finns för lite arbetskraft, något som är kostsamt för samhället.

All offentligt finansierad verksamhet bidrar därför till denna kostnad. Därför appliceras, i den samhällsekonomiska kalkylen, en skattefaktor om 1,3 på de kostnader och intäkter som bekostas av det offentliga (Trafikverket 2016). Skattefaktorn ska också appliceras på intäkter som gör att man kan undvika att samla in skatter på arbete. Det betyder att i den mån avgifter eller skatter samlas in som ger en inkomst till staden eller dess bolag (så de på marginalen slipper samla in skattemedel) så ska skattefaktorn användas.

Det betyder en skattefaktor appliceras på samtliga poster som är intäkter eller utgifter för den offentliga sektorn.

## Räkneexempel – Energikrav vid markanvisning

För att illustrera hur en beräkning går till, redogör vi här mer ingående för beräkningsgången i åtgärden "energikrav vid markanvisning". Källhänvisningar för finns i avsnittet om energikrav vid markanvisning senare i detta PM.

### Utsläppsminskningen

Det första steget i beräkningen är att definiera åtgärden och ta reda på hur den leder till utsläppsminskningar. Utsläppsminskningen behövs både för att beräkna den kommunalekonomiska och den samhällsekonomiska effekten.

Denna åtgärd innebär att staden villkorar markanvisningar med att bostäderna har en bättre energiprestanda, dvs. kräver mindre uppvärmning, än de krav som är enligt byggnormen (BBR). Åtgärden innebär alltså att vi jämför hus byggda enligt byggnormen med hus byggda enligt de högre energikraven. För att ta reda på hur många hus som omfattas av kraven har vi utgått från stadens bostadsmål om 10000 bostäder per år.

Eftersom byggnormerna anges som energibehov per kvadratmeter behöver antalet bostäder räknas om till kvadratmeter. För att göra det utgår vi från SCBs statistik över den genomsnittliga storleken på lägenheter färdigställda i Storstockholm, som vi antar stämmer överens med storleken i staden. Därefter justerar vi för biutor, t.ex. trapphus, tvättstugor, soprum och korridorer. Ur detta erhåller vi det totala antalet kvadratmeter som färdigställs varje år, 962 000 m<sup>2</sup>.

Stadens krav innebär ett uppvärmningsbehov om 55 kWh/m<sup>2</sup> och år och det jämförs med byggnormens om 80 kWh/m<sup>2</sup> och år. Det innebär att uppvärmningsbehovet för de 10 000 lägenheter som omfattas av kravet minskar med 24 050 MWh/år. Dessa 24 050 MWh/år är fjärrvärmeproduktion som inte behöver produceras om kraven ställs och givet den fjärrvärme vi har idag innebär det också minskade utsläpp.

För att ta reda på hur stora dessa utsläpp är multipliceras det minskade fjärrvärmebehovet med emissionsfaktorn för fjärrvärme, 82,1 g/kWh. Det resulterar i minskade utsläpp om 1 975 ton koldioxid per år, detta är åtgärdens årliga besparing. Denna besparing ackumuleras för varje år eftersom 10 000 nya bostäder med kraven tillkommer varje år men för att beräkna kostnadseffektiviteten utgår vi från ett års produktion.

### Den kommunalekonomiska kostnadseffektiviteten

När utsläppsminskningen är beräknad är det möjligt att beräkna den kommunalekonomiska kostnadseffektiviteten genom att ställa utsläppsminskningen mot de kommunala kostnaderna.

De kommunala kostnaderna till följd av denna åtgärd består endast i kostnaden av att administrera kraven. Enligt kontakt med exploateringskontoret arbetar en person 20 procent av en heltid med att hantera dessa krav. Detta multipliceras sedan med

lönekostnaden för en ingenjör i stadens tjänst, 38 800 kr/månad. Till detta adderas sociala avgifter och den totala kostnaden för kommunen erhålls, 157 400 kr/år.

Nu kan den kommunalekonomiska kostnadseffektiviteten beräknas genom att dividera kostanden med utsläppsminskningen. Detta ger en kommunalekonomisk kostnadseffektivitet på 0,12 kr/kgCO<sub>2</sub>-e.

## Den samhällsekonomiska kostnadseffektiviteten

Den samhällsekonomiska kostnadseffektiviteten beräknas på samma sätt som den kommunalekonomiska genom att ställa de samhällsekonomiska kostnaderna mot utsläppsminskningen. De samhällsekonomiska kostnaderna är inte lika avgränsade som de kommunalekonomiska. Skillnaden ligger just i att de kommunalekonomiska kostnaderna är avgränsade till kommunens kostnader medan de samhällsekonomiska utgörs av alla relevanta aktörers kostnader och nyttor.

För att beräkna de samhällsekonomiska kostnaderna måste vi först ta reda på hur kraven påverkar samhället. När det gäller husen som byggs påverkar åtgärden dem som äger husen. Eftersom husen har en högre energiprestanda och kräver mindre uppvärmning minskar driftskostnaderna och eftersom det minskade fjärrvärmebehovet redan är beräknat är det enkelt att beräkna driftskostnadsminskningen. Detta sker genom att multiplicera det minskade fjärrvärmebehovet (24 050 MWh/år) med fjärrvärmepriset på 906,3 kr/MWh vilket ger en besparing på 21,8 miljoner per år eller ca 23 kr/m<sup>2</sup>.

Att bygga hus med högre energiprestanda kostar emellertid mer än att bygga hus med låg prestanda. Hur mycket mer är inte helt lätt att ta reda på eftersom de flesta byggbolag har intresse av att inte gå ut med den informationen. Det saknas en allmänt etablerad merkostnad för energieffektivt byggande men det finns en rad olika studier som räknat på kostnaden för att bygga energieffektivt. Dessa kommer fram till merkostnader på 1 till 5 procent där 2 procent anses vara en rimlig bedömning. Genom att utgå från den genomsnittliga byggkostnaden per kvadratmeter lägenhet i Storstockholm på 39 582 kr/m<sup>2</sup> är det möjligt att beräkna merkostnaden för energikraven vilka uppgår till ca 865 kr/m<sup>2</sup>. Den genomsnittliga kostnaden per kvadratmeter i huset är emellertid lägre till följd av att det finns en del biutor. Med en avskrivningstid på 60 år innebär detta en årlig kostnad på ca 31 kr/m<sup>2</sup>.

Utöver dessa kostnader som består i att mer och dyrare material leder till tjockare väggar och till att byggbolagen antingen får en minskad försäljningsbar area eller att konstruktionen måste förstöras för att bibehålla den försäljningsbara arean. Denna kostnad beräknas uppgå till ytterligare ca 23 kr/m<sup>2</sup> för ett energieffektivt hus.

Vi har alltså dels en besparing i form av minskade driftskostnader motsvarande 23 kronor per kvadratmeter och år samt ökade byggkostnader motsvarande 31+23=54 kronor per kvadratmeter och år. Utöver dessa kostnader utgör de kommunalekonomiska kostnaderna för att administrera kraven även dessa en samhällsekonomisk kostnad, staden är ju även den en del av samhället.

De kommunalekonomiska kostnaderna var tidigare beräknade till 157 400 kr/år. Detta är emellertid inte detsamma som den samhällsekonomiska kostnaden. Eftersom det är skattemedel som används för att administrera kraven belastas kostnaden med skattefaktorn för att ta hänsyn till de samhällsekonomiska kostnaderna som är förknippade med att samla in skatter på arbete. Detta innebär att den samhällsekonomiska kostnaden är 204 600 kronor per år. Dividerat på antalet kvadratmeter blir kostnaden 0,21 kr/m<sup>2</sup> färdigställt hus.

Det är rimligt att anta att dessa kostnader utgör de huvudsakliga kostnaderna för energikrav vid markanvisning. Genom att summera dessa kan vi alltså räkna ut den totala samhällsekonomiska kostnaden. Notera att summan inte riktigt stämmer till följd av avrundningar i texten.

Tabell 7 Sammanhällsekonomiska kostnader av energikrav vid markanvisning (avrundade värden gör att summan inte stämmer med de redovisade posterna)

Kostnadspost	Kostnad (kr/m <sup>2</sup> )
Minskade uppvärmningskostnader	-23
Ökade byggkostnader	31
Minskad försäljningsbar area	23
Kostnad för att administrera kraven	0,2
<b>Totalt</b>	<b>31,5</b>

Kostnaden per kvadratmeter multipliceras därefter med antalet kvadratmeter vilket ger en samhällsekonomisk kostnad om 30,3 miljoner kronor per år. När den samhällsekonomiska kostnaden divideras med utsläppsminskningen om 1 975 ton ger det en samhällsekonomisk kostnad på 15,4 kr/kg CO<sub>2</sub>-e.

## Referenser

Energiföretagen, 2016. Priser Fjärrvärme 2016.

<https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatik/fjarrvarmepriser/> [2017-06-20]

EON, 2017. Vad kostar det med Biogas? <https://www.eon.se/privat/for-bilen/koera-pa-biogas/vad-kostar-det.html> [2017-06-20]

IVL, 2015. Översyn och uppdatering av emissionsfaktorer för Naturvårdsverkets underlag för beräkning av koldioxidutsläpp i rapporteringen enligt miljöledningsförordningen. PM. <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/vagledning/miljoledning/rev-emissionsfaktorer-for-koldioxidutslapp-o-metadata.pdf> [2017-06-20]



Lönestatistik (utan årtal). Energitekniker löner.

<http://www.lonestatistik.se/loner.asp/yrke/Energitekniker-7332> [2017-06-20]

Regeringen, 2017. Förlängda statsstödsgodkännanden för skattebefrielse av biodrivmedel. <http://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2015/12/forlangda-statsstodsgodkannanden-for-skattebefrielse-av-biodrivmedel/> [2017-05-12]

Skatteverket, 2017. Skattesatser på bränslen och el under 2017.

<https://www.skatteverket.se/foretagochorganisationer/skatter/punktskatter/energiskatter/skattesatserochvaxelkurser.4.77dbcb041438070e0395e96.html> [2014-05-12]

SPBI, 2017a. Priser och Skatter. Tillgänglig:

<http://spbi.se/statistik/priser/?gb0=year&df0=2005-01-01&dt0=2017-12-31&ts0=>  
[2017-06-20]

SPBI, 2017b. Skatter. <http://spbi.se/statistik/skatter-2/skatter/> [2017-05-12]

Stockholms stad, 2016. Klimatstrategins mål för solexproduktion till år 2040 och vad staden kan göra för att nå målet. Miljöförvaltningen, PM 2017-03-03

Stockholms stad, 2016b. Lönestatistik, Stockholms stad, per 2016-10-27

<http://www.stockholm.se/Arbete/Att-arbeta-i-Stockholms-stad/Lonestatistik/> [2017-06-20]

Trafikverket, 2016. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för

transportsektorn: ASEK 6.0. <http://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/gallande-fortsattningar-och-indata/> [2017-05-12]

Wiksell, M., 2015. Underlag för solcellsproducerad el i Stockholm: Potential och klimatpåverkan. Masteruppsats, Uppsala universitet.



UPPDRAGSNAMN  
Klimatutredning

UPPDRAGSNUMMER  
10248770

FÖRFATTARE  
Ulrika Isberg, Anders Bondemark, Calle Malmström

DATUM  
2017-10-20

## INNEHÅLL

EMISSIONSFAKTORER FÖR BERÄKNINGAR AV REDUCERADE CO <sub>2</sub> -E-UTSLÄPP	1
KOMMUNALEKONOMI RESPEKTIVE SAMHÄLLSEKONOMI	2
Generella antaganden för samtliga beräkningar:	2
Allmänna schabloner för värderingar	4
RÄKNEEXEMPEL – ENERGIKRAV VID MARKANVISNING	6
Utsläppsminskningen	6
Den kommunalekonomiska kostnadseffektiviteten	6
Den samhällsekonomiska kostnadseffektiviteten	7
REFERENSER	8
HÅLLBAR ENERGIANVÄNDNING	12
1-2. Biobränslen i fjärrvärmen & Öppen fjärrvärme	12
3. Sänkt returtemperatur i fjärrvärmen	14
4. Biobränsle i fjärrvärmens spetslast	16
5. Energieffektivisering av fastigheter	17
6. Energitkrav vid markanvisning	20
7. LED-armatur i gatubelysning	21
8. Solceller på stadens fastigheter	22
MILJÖEFFEKTIVA TRANSPORTER	25
9. Framkomlighetspaket för bussar	25
10. Samlastning av gods	28
11. Höjda p-avgifter	28
12-13. Fler biogas- och elbilar i stadens flotta	29
14. Flera laddplatser för elbilar	31
15. Upphandla fossilbränslefria transporter	35
16. Inrätta en miljözon 3	35
17. Elanslutning av fartyg	35
RESURSEFFEKTIVA KRETSLOPP	39
18. Ökad produktion av biogas från matavfall	39
19. Minskad förbränning av plast och metall	40
20. 20 % av skolmåltidernas kött ersätts med vegetarisk motsvarighet	42
KOLSÄNKOR	46
21. BECCS	46
22. Ökad produktion av biokol	47

## Hållbar energianvändning

### 1-2. Biobränslen i fjärrvärmerna & Öppen fjärrvärme

Beräkningarna för de här två åtgärderna är utförda av Fortum. Fortum Värme har analyserat effekterna av åtgärder i fjärrvärmesystemet utifrån en s.k. Impact analysis, där effekten i omgivande energisystem utav en åtgärd analyserats. I förekommande fall tar analysen hänsyn till utvecklingen av omgivande elsystemet, bl. a. att fler anslutningar görs till det nordiska elsystemet och kontinenten och att kol och olja succesivt ersätts av naturgas på marginalen. Att undersöka effekten på marginalen skiljer sig från Stockholms stads metod för att beräkna åtgärders effekter på växthusgasutsläpp. Stockholms stad använder en genomsnittlig elmix för hela den nordiska elmarknaden. Denna åtgärd har således inte gjorts i enlighet med Stockholms stads beräkningsmetodik. Alla uppgifter kommer från personlig kommunikation med Fortum Värme.

Kraftvärmeverket KVV6 släpper ut 400 000 ton växthusgaser per år. För att kunna stänga KVV6 måste dess kapacitet ersättas. Fortum Värme har gjort antagandet att detta kan göras med mer biobränslen i fjärrvärmerna och öppen fjärrvärme. Därmed tillskrivs hela klimatnyttan av att stänga KVV6 de båda åtgärderna. Det går dock inte att säga hur stor utsläppsreduktion de två åtgärderna bidrar med var för sig. Beräkningstekniskt är det inget problem då alla ingående beräkningsförutsättningar anges per MW.

Kraftvärmeverket KVV6 har en värmeeffekt på 320 MW. Förutom värme genereras årligen 500 GWh el. De två kombinerade åtgärderna måste ersätta denna kapacitet, men det är i dagsläget oklart hur stor effekt respektive åtgärd kan bidra med.

#### *Biobränsle i fjärrvärmerna*

Åtgärden innebär att fossila bränslen byts ut mot förnybara bränslen för att producera fjärrvärme.

- Teknisk livslängd: 25 år

#### **UTSLÄPPSREDUKTION**

Utsläppen minskar med 1 250 ton CO<sub>2</sub>-e per år och MW, förutsatt att biobränslet är klimatneutralt.

#### **POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN**

Fortum Värme finansierar hela kostnaden och bedömer i dagsläget åtgärden som företagsekonomiskt lönsam, men kalkylen är inte offentlig. Istället har ett antagande gjorts om att åtgärden antas gå plus minus noll sett till den företagsekonomiska kalkylen.

Då Fortum ägs till hälften av Stockholm stad, och till hälften privat, hamnar hälften av kostnaderna och intäkterna från den företagsekonomiska kalkylen i den kommunalekonomiska kalkylen. I just det här fallet spelar det ingen roll då åtgärden antas gå plus minus noll.

### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

Därefter adderas de intäkter och kostnader som tas av andra aktörer i samhället. För den här åtgärden rör det sig om den andra hälften av Fortum värmes kostnader och intäkter, som kan sägas tas av den privata ägaren av Fortum värme. Dessa sätts till noll då kalkylen antas gå plus minus noll.

Inga ytterligare poster ingår i kalkylen.

### Öppen fjärrvärme

Öppen fjärrvärme är ett koncept där kunder eller samarbetspartners med spillvärme har möjlighet att leverera denna till Fortum värmes fjärrvärmesystem mot en ersättning.

- Alla beräkningsförutsättningar anges per år

### UTSLÄPPSREDUKTION

Genom att ansluta serverhallar reduceras utsläppen med 250-1 250 ton CO<sub>2</sub>-e per MW och år. Intervallet beror på vilken alternativ teknik värmekällan har och därmed hur stor tillkommande elproduktion som krävs för värmeåtervinning.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Då Fortum värme är till hälften ägt av Stockholm stad, och till hälften privat, hamnar hälften av Fortum värmes kostnader och i den kommunalekonomiska kalkylen.

Fortum Värmes kostnad för inköp av värme: Fortum betalar i dagsläget 1,7 miljoner kronor per MW och år som ansluten värmeproducent levererar. Under ett år ger 1 MW potentiellt 8 760 MWh vilket innebär att Fortum betalar 194 kr/MWh. Eftersom Fortum är till hälften ägt av kommunen så belastas den kommunalekonomiska kalkylen med 97kr/MWh.

Fortum Värmes intäkt från försäljning av värme till slutkund: Den värme som Fortum köper säljer de sedan vidare till en värmekonsument (slutkunden). Fortum säljer värme för 906,3 kr/MWh. Eftersom Fortum är till hälften ägd av kommunen belastas den kommunalekonomiska kalkylen med 442,5kr/MWh.

Fortum Värmes intäkt av att värmeproducenter ansluter till fjärrvärmenätet: När värmeproducenter ansluter sig till fjärrvärmenätet måste de betala en anslutningsavgift. Avgiftens storlek beror på hur stor effekt som levereras och hur långa ledningar som måste dras för att ansluta fastigheten. Det finns inga standardiserade kostnader för effekter över 350 kW (se Tabell 8 för anslutningskostnader för värmekonsumenter). För att inkludera anslutningskostnaden i beräkningarna antas 20 000 euro (192 500 kr) som lägsta skattning vilket motsvarar en årlig kostnad om 44 000 kr/MW. Eftersom Fortum är till hälften ägt av kommunen så ger det kommunen en intäkt om 22 000 kr per år.

Tabell 8 Anslutningskostnad till fjärrvärmenät för värmekonsumenter (Fortum, 2017)

Effekt (kW)	Anslutningsavgift (euro)
25-60	7 300
61-190	12 500
191-350	20 000

### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

Därefter adderas de intäkter och kostnader som tas av andra aktörer i samhället. För den här åtgärden rör det sig om den andra hälften av Fortum Värme kostnader och intäkter, som kan sägas tas av den privata ägaren av Fortum Värme. Dessa är identiska med dem som beskrivs ovan under "Poster i den kommunalekonomiska beräkningen".

*Därutöver tillkommer:*

Värmeproducentens intäkt från försäljning av värme: 194 kr/MWh (detta motsvarar den kostnad Fortum Värme har för att köpa värmen).

Värmeproducentens kostnad för att leverera värme: En värmepump används för att leverera värmen ut på fjärrvärmenätet. Att ha denna i bruk innebär en elförbrukning om 1,47 GWh/MW värme varav 70 procent av detta är tillkommande förbrukning jämfört med alternativa kylmetoder för spillvärmen. Med en elkostnad om 80 öre/kWh blir den årliga extra elkostnaden ca 200 000 kronor.

Värmeproducentens kostnad för anslutning till fjärrvärmenätet: 192 500 kr (detta motsvarar den intäkt Fortum Värme har för anslutningen)

Anslutningsavgiften till fjärrvärmenätet är antagligen en underskattning. En värmeproducent kan förväntas vara villig att investera (nästan) upp till den punkt då kostnaden är lika stor som intäkten från försäljningen av värmen. Eftersom producentens anslutningskostnad varierar från fall till fall ger dessa extrempunkter oss ett intervall inom vilket det är sannolikt att nettoytan kommer hamna.

### REFERENSER

Fortum (2017). Priser för företagskunder.

<https://www.fortum.com/countries/fi/sv/varme/produkter-och-tjanster/priser-for-foretagskunder/pages/default.aspx> [2017-10-04]

## 3. Sänkt returtemperatur i fjärrvärmen

Beräkningarna av åtgärden "Sänkt returtemperatur i fjärrvärmen" är utförda av Fortum Värme. För beskrivning av Fortums beräkningsantaganden, se åtgärd 1 "Biobränslen i fjärrvärmen". Alla uppgifter kommer från personlig kommunikation med Fortum Värme.

För att sänka returtemperaturen behövs åtgärder i fastigheterna. Genom att sänka returtemperaturen kan en effektivare fjärrvärmeproduktion åstadkommas. Beräkningarna baseras på 5-gradig sänkning av returtemperaturerna.

- Teknisk livslängd: 20 år.

### UTSLÄPPSREDUKTION

Den totala utsläppsminskningen av detta uppgår i 32 000 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Då Fortum Värme är till hälften ägt av Stockholm stad, och till hälften privat, hamnar hälften av Fortum Värmes kostnader och i den kommunalekonomiska kalkylen.

Nyttan för åtgärden består för Fortum Värme i att fjärrvärmeproduktionen blir effektivare (dvs kan göras till lägre kostnader) om returtemperaturen är lägre. För Fortum Värme är det företagsekonomiskt lönsamt att sänka returtemperaturen, eftersom investeringskostnaden tas av fastighetsägaren samtidigt som fjärrvärmeproduktionen blir effektivare. Hur lönsam åtgärden är för Fortum Värme, är dock osäkert varför ingen kommunalekonomisk beräkning kan göras. Eftersom det enbart innebär en vinst för Fortum Värme, kan slutsatsen dras att åtgärden är kommunalekonomiskt lönsam.

Fjärrvärmens prissystem är utformat så att fastigheter med en returtemperatur över genomsnittet betalar en avgift på 5 kr/kWh vilket finansierar de fastigheter som ligger under genomsnittet med en rabatt på 5 kr/kWh. Antagandet är att rabatten finansieras genom prissystemet.

### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. Eftersom den kommunalekonomiska vinsten ej har gått att uppskatta kan motsvarande värde för samhällsekonomin inte heller beräknas.

*Därutöver tillkommer:*

Fastighetsägarens investeringskostnad och fastighetsägarens minskade driftkostnad. Dessa beskrivs i mer detalj nedan. I beräkningarna antas fastighetsägaren genomföra åtgärden precis när deras totala netto nytta är noll, dvs när den minskade driftkostnaden är lika stor som kostnaden för arbetsinsatsen. Fastighetsägarens investeringskostnad och minskade driftkostnad kan därmed sägas ta ut varandra, och för den samhällsekonomiska kalkylen ska endast Fortum Värmes vinst ingå. Slutsatsen som kan dras att åtgärden är kommunalekonomiskt lönsam. Det är dock osäkert med hur mycket.

Fastighetsägarens investeringskostnad: Varje enskild fastighet kan påverka sin returtemperatur genom ett enklare justeringsarbete av värmecentralen. Arbetet uppskattas till 2-5 arbetstimmar enligt Fortum. Antagandet ska tolkas med försiktighet då det finns risk att det är en låg uppskattning av arbetsinsatsen. Dessutom utgår beräkningen av investeringskostnaden endast från arbetskostnaden. I de fall termostater eller liknande behöver installeras blir kostnaden högre. Under antagande om att arbetstiden tas som utgångspunkt och Fortum levererar värme till ca 10 000

fastigheter uppgår investeringskostnaden till 6-15 miljoner kronor. Kostnaden baseras på en energiteknikers månadslön (se Tabell 6). Se sid 5 för beräkningsmetodik.

Fastighetsägarens minskade driftskostnad: Fortum Värme har infört ett rabattsystem för att uppmuntra fastighetsägare att utföra dessa åtgärder. Systemet är utformat så att fastigheter med en returtemperatur över genomsnittet betalar en avgift på 5 kr/kWh vilket finansierar de fastigheter som ligger under genomsnittet med en rabatt på 5 kr/kWh.

#### 4. Biobränsle i fjärrvärmens spetslast

Beräkningarna för åtgärden är utförda av Fortum Värme. För beskrivning av Fortums beräkningsantaganden, se åtgärd 1 "Biobränslen i fjärrvärmens". Alla uppgifter kommer från personlig kommunikation med Fortum Värme.

Åtgärden innebär att fossila bränslen (olja) vid Fortum Värmes reserv- och spetsanläggningar byts ut mot förnybara motsvarigheter.

- Teknisk livslängd: 30 år  
Den tekniska livslängden för dessa anläggningar varierar mellan 20 till 40 år.

#### UTSLÄPPSREDUKTION

Genom att ersätta fossila oljor med bioolja kan utsläpp av 50 000 ton CO<sub>2</sub>-e per år förhindras.

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Då Fortum Värme är till hälften ägt av Stockholm stad, och till hälften privat, hamnar hälften av Fortum Värmes kostnader och i den kommunalekonomiska kalkylen.

Merkostnaden för att övergå till biobränslen i fjärrvärmens spetslast är 0,5 miljoner kronor per MW, givet en naturlig omsättning av anläggningarna. Totalt måste en kapacitet om 708 MW ersättas, vilket betyder att den totala merkostnaden blir 354 miljoner kronor. Eftersom Fortum är till hälften ägt av kommunen så belastas den kommunalekonomiska kalkylen med halva kostnaden om 177 miljoner kronor.

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

Därefter adderas de intäkter och kostnader som tas av andra aktörer i samhället. För den här åtgärden rör det sig om den andra hälften av Fortum Värmes kostnader och intäkter, som kan sägas tas av den privata ägaren av Fortum Värme. Dessa motsvaras av den andra halvan av den totala merkostnaden som beskrivs ovan, det vill säga 177 miljoner kronor.

Inga ytterligare poster ingår i kalkylen.



## 5. Energieffektivisering av fastigheter

Åtgärden innebär att stadens fastighetsbestånd energieffektiviseras.

- Teknisk livslängd: 30 år

Beräkningarna utgår från Stockholms stads "Förslag till färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050" (Stockholms stad, 2014). I rapporten presenteras tre olika scenarier (Låg, Mellan och Hög) för att energieffektivisera vilka legat till grund för beräkningarna.

Uppskattningsvis har 40 % av Stockholms stads bostäder bevarandekrav. Dessa bedöms av Stockholms stad inte vara möjliga att energieffektivisera med åtgärderna i högscenariot utan är begränsade till scenario Mellan. I beräkningarna för scenario Hög är därför enbart 60% av ytan åtgärdade i enlighet med scenario Hög, resterande andel är åtgärdad enligt scenario Mellan.

Tabell 9 Åtgärder i Stockholms stads (2014) tre scenarier

Scenario Låg	Scenario Mellan <sup>2</sup>	Scenario Hög <sup>3</sup>
Injustering av styr- och reglerutrustning	Byte av styr- och reglerutrustning	Byte av fönster
Byte av radiatortermostater	Uppgradering av fönster med byte av glas alt. komplettering med ett extra glas	Tilläggsisolering av fasad
Tätning av fönster och dörrar	Installation av värmepump på utgående ventilationsluft alt FTX-system	Tilläggsisolering av källare/grund
Byte till vattensnåla munstycken på vattenkranar och duschar	Tilläggsisolering av vind	Bygga bort köldbryggor
	Värmeåtervinning från avloppsvatten	

### UTSLÄPPSREDUKTION

Beräkningarna i Stockholms stad (2014) baseras på  $A_{temp}$ -arean och energiförbrukningen för år 2010, vilken uppgick till 8,5 miljoner kvadratmeter och en total energiförbrukning om 1 360 GWh (vilket ger en genomsnittlig energiförbrukning om 160 kWh/kvm/år).

Enligt uppgifter från Stockholms stad förvaltar staden i dagsläget ca 10 miljoner kvadratmeter ( $A_{temp}$ ) vilket utöver allmännyttiga bostäder inkluderar skolor, kontor, idrottshallar, museum, mm (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen). Under antagandet att energiförbrukningen är lika stor i dessa fastigheter uppgår den totala

<sup>2</sup> Inklusivt åtgärder i "Scenario Låg".

<sup>3</sup> Inklusivt åtgärder i "Scenario Låg" och "Scenario Mellan".

energiförbrukningen i staden till 1 600 GWh/år, förutsatt att inga betydande energibesparande åtgärder genomförts från 2010 fram till idag.

Beräkningarna av CO<sub>2</sub>e-utsläpp utgår från att all uppvärmning sker med fjärrvärme och hänsyn har tagits till att elförbrukningen ökar 4 kWh/m<sup>2</sup> vid installation av FTX-system (Energiforsk, 2016) vilket alltså enbart berör scenario Mellan och Hög.

Den totala utsläppsreduktionen för de tre scenarierna redovisas i Tabell 10 nedan och är beräknad utifrån emissionsfaktorerna för fjärrvärme och el.

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Både investerings- och driftskostnader belastar den kommunalekonomiska kalkylen då åtgärden gäller energieffektivisering av stadens egna fastigheter. Totala kostnader för respektive scenario redovisas i Tabell 10 nedan

Investeringskostnad: Energieffektiviseringen kostar 100 kr/m<sup>2</sup> i scenario Låg, 1 000 kr/m<sup>2</sup> i scenario mellan och 2 500 kr/m<sup>2</sup> i scenario Hög. I beräkningarna finansierar de kommunala bostadsbolagen samtliga kostnader. (Stockholms stad, 2014).

Minskad driftskostnad fjärrvärme: Minskade uppvärmningsbehov leder till mindre uppvärmningskostnader. Detta är värderat med medelpriset för fjärrvärme enligt Tabell 3.

Ökad driftskostnad el: FTX-installation i scenario mellan och hög innebär ett ökat elbehov, vilket är värderat med stadens elpris enligt Tabell 3.

Tabell 10 Resultat för kommunen

	Scenario låg	Scenario mellan	Scenario hög
<b>Energieffektivisering (%)</b>	15	30	42
<b>Sparad energi fjärrvärme (GWh/år)</b>	240	480	595
<b>Ökad elanvändning (GWh)</b>	0	40	40
<b>Inbesparad uppvärmningskostnad/år (Mkr)</b>	212	435	539
<b>Kostnad (kr/m<sup>2</sup>)</b>	100	1 000	1900
<b>Total kostnad (Mkr)</b>	1 000	10 000	19 000
<b>Annuitet (Mkr/år)</b>	65	651	1 236
<b>Reducerade CO<sub>2</sub>e-utsläpp (ton/år)</b>	19 700	37 000	44 600

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår i det här fallet endast de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska

beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

Inga ytterligare poster ingår i kalkylen.

### KOSTNADER FRÅN JÄRVA

En stor del av stadens fastigheter har bevarandekrav vilket begränsar möjligheten till energieffektiviserande åtgärder och riskerar att fördyra projekten. Med andra ord finns det risk för att åtgärderna beräknade med scenario Mellan är för billiga för fastigheterna med bevarandekrav. För att ta hänsyn till detta har en separat kalkyl gjorts med ett scenario där 40 % av bostäderna i Stockholm energieffektiviseras som i Järva och resterande 60 % enligt scenario Hög i Stockholms stad (2014). Erfarenheter från renoveringar i Järva har visat att kostnaden för energieffektiviserande åtgärder ligger i intervallet 1 300-3 300 kr/m<sup>2</sup> och en reducerad energianvändning på 31-40% (Stockholms stad, 2015). Huvuddelen av de åtgärder som genomförts syftar till att reducera värmeförbrukningen. Uppskattningsvis 40 % av Stockholms stads bostäder har bevarandekrav (Stockholms stad, 2014) vilket antas vara representativt för stadens fastigheter. I beräkningen antas en energibesparing av 35% vara möjlig att uppnå till en kostnad av 2 000 kr/kvm.

Tabell 11 Resultat för fastigheter med bevarandekrav - Scenario Järva

	Scenario Järva
<b>Energieffektivisering (%)</b>	46
<b>Sparad energi fjärrvärme (GWh/år)</b>	627
<b>Ökad elanvändning</b>	40
<b>Inbesparad uppvärmningskostnad/år (Mkr)</b>	568
<b>Kostnad (kr/m<sup>2</sup>)</b>	2300
<b>Total kostnad (Mkr)</b>	23 000
<b>Annuitet (Mkr/år)</b>	1 500
<b>Reducerade CO<sub>2</sub>e-utsläpp (ton/år)</b>	45 100

### REFERENSER

Energiforsk (2016). Samband mellan inomhusmiljön, energieffektivisering och fjärrvärmeproduktion. Rapport 2016:305

Stockholms stad (2014). Förslag till färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050. Miljöförvaltningen.

Stockholms stad (2015). Hållbara städer: Ekonomi och energisatsningar. Miljöförvaltningen

## 6. Energikrav vid markanvisning

Denna åtgärd bygger på att de lägenheter som byggs i Stockholm de närmaste åren byggs med en bättre energiprestanda än de gjort om staden inte hade krävt det.

- Teknisk livslängd: 60 år

Stadens bostadsmål innebär att 10 000 bostäder ska byggas varje år. Enligt SCBs statistik var den genomsnittliga storleken på färdigställda lägenheter i Storstockholm 65,4 m<sup>2</sup> år 2015. Detta innebär att ett antagande om att 654 000 m<sup>2</sup> boyta färdigställs per år. Detta antas motsvara 68 procent av fastigheternas yta (WSP, 2014). Den totala byggytan är därmed 962 000 m<sup>2</sup> per år.

### UTSLÄPPSREDUKTION

Energibesparingen för nybyggnationen är given av byggkraven, det vill säga skillnaden mellan BBR:s 80 kWh/m<sup>2</sup> och år och höjda krav om 55 kWh/m<sup>2</sup> och år. Totalt sparas 24 050 MWh per år.

Givet emissionsfaktorn för fjärrvärme, motsvarar det en total utsläppsminskning om 2 000 ton per år.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

De kommunalekonomiska kostnaderna för åtgärden utgörs endast av stadens ökade administration för att ställa krav i markanvisningar. Övriga kostnader (och minskade driftskostnader) tas av andra intressenter.

Ökad administration hos staden: Kostnaden baserar sig på en person som arbetar 20 procent av en heltid. Lönekostnaden antas motsvara en ingenjör i stadens tjänst. Se sid 5 för beräkningsmetodik.

### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*). Därutöver tillkommer:

Lägre driftskostnad: Beräknas utifrån medelpriset för fjärrvärme i Tabell 3.

Byggkostnad: Byggkostnaden uppgår till 39 582 kr/m<sup>2</sup> enligt statistik från SCB och motsvarar genomsnittlig byggkostnad per kvadratmeter i Storstockholm.

Merkostnad för att bygga energisnålare: Det saknas enhetliga uppgifter om merkostnaden för att bygga de energisnålare husen. Enligt byggkravsutredningen (SOU 2012:86) uppgår merkostnaden till 10-15 procent. Författaren till underlagsrapporten indikerade vid intervju att kostnadsskillnaden idag är lägre (Personlig kommunikation, våren 2017). Enligt Boverket och Energimyndigheten (2015) är merkostnaden för den aktuella byggnadstypen 865 kronor, alltså ca 2 procent. Enligt en annan uppskattning (WSP 2014) är ökningen endast cirka 1 procent. De 5 stora bostadsentreprenörerna i Stockholmsregionen har kontaktats för att ge en kostnadsbedömning. Endast en har återkommit med svar och uppger att

fördyrningen är ca 5-10 procent. Efter kontakt med WSP:s husbyggnadsexperter och Sofie Iveroth på exploateringskontoret har ett kostnadsintervall satts till 1-5 procent, där 5 antagligen är en relativt sett hög skattning och ca 2 procent är den bästa.

#### REFERENSER

Boverket och Energimyndigheten (2015). Utvärdering av lågenergibygnader – en fallstudie. Ett gemensamt regeringsuppdrag för Boverket och Energimyndigheten

Byggkravsutredningen (2012). Ökat bostadsbyggande och samordnade miljökrav - genom enhetliga och förutsägbara byggregler. Näringsdepartementet

WSP (2014). Merkostnader och mervärden med Stockholms stads särkrav för energianvändning i nybyggda bostadshus.

## 7. LED-armatur i gatubelysning

Staden planerar att byta ut alla kvicksilverarmaturer ur gatubelysningen. Detta genomförs i två etapper som båda ingår i beräkningarna. Den första etappen pågår redan.

- Teknisk livslängd: 25 år.

#### UTSLÄPPSREDUKTION

I etapp 1 beräknas energibesparingen till 2 407 528 kWh/år och i etapp 2 till 2 973 224 kWh/år vilket motsvarar en besparing på 61 respektive 62 procent för den berörda belysningen.

Givet emissionsfaktorn för el, motsvarar det en total utsläppsminskning om 160 respektive 197 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Både investerings- och driftskostnader belastar den kommunalekonomiska kalkylen då åtgärden är inom stadens egen rådighet. De kostnadsposter som ingår i beräkningarna är investeringskostnad och minskad driftskostnad pga. minskad förbrukning och förbättrad styrning av belysning. Kostnaderna redovisas i tabellen nedan. För etapp 2 särredovisas investeringskostnad, arbetskostnad och lagerkostnader, vilka för etapp 1 är sammanslagna i posten Investeringskostnad.

Tabell 12 Kostnadsposter i beräkningar för LED-armatur i gatubelysning

	Etapp 1: 2017–2018	Etapp 2: 2019–2020
Investeringskostnad	48 miljoner kronor	37 miljoner kronor
Arbetskostnad	(inkluderad i investeringskostnad)	6,5 miljoner kronor
Lagerkostnad	(inkluderad i investeringskostnad)	0,6 miljoner kronor
Besparing minskad förbrukning	3 miljoner kronor/år	2,9 miljoner kronor/år
Besparing pga bättre styrning	0,8 miljoner kronor/år	0,7 miljoner kronor/år

### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår i det här fallet endast de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

### REFERENSER

Stockholm stad, Trafikkontoret (2016). Byte till energisnålare gatubelysning 2017-2018. Genomförande beslut. Tjänsteutlåtande. Dnr T2016-03136. (inklusive bilagor)

Personlig kommunikation, Trafikkontoret, maj och september 2017. Utkast till Byte till energisnålare gatubelysning 2019-2020. Genomförande beslut. Tjänsteutlåtande. (inklusive bilagor).

## 8. Solceller på stadens fastigheter

Enligt klimatstrategin har staden som mål att producera 10 % av den kommunala verksamhetens energibehov med solceller (Stockholms stad, 2016).

- Teknisk livslängd: 30 år

Beräkningarna rörande solelproduktion i Stockholms stad baseras på Stockholms stads PM om möjligheten att nå klimatstrategins målsättning om att *uppnå en egen elproduktion baserad på solenergi som motsvarar 10% av Stockholms stads elanvändning*. Det betyder att 67 000 MWh ska produceras från solel 2040 givet att elanvändning håller sig konstant (vilket har varit trenden de senaste åren).

Utbyggnaden är tänkt att ske från idag fram till 2039 vilket innebär en utbyggnadstakt om 2 900 MWh per år. Beräkningarna är baserade på en installerad kapacitet på just 2 900 MWh.

### UTSLÄPPSREDUKTION

När solcellerna är installerade är elproduktionen koldioxidneutral men vid en livscykelanalys, där bl. a. utsläpp i produktionen ingår, har även solel ett koldioxidavtryck. Enligt Wiksell (2015) rör det sig om 45 g CO<sub>2</sub>-e/kWh.

Givet emissionsfaktorn för nordisk elmix, motsvarar det en total besparing av minskade utsläpp är 62 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Eftersom åtgärden görs på stadens egna fastigheter för att täcka en del av stadens egna elbehov, är alla poster förutom driftskostnader kommunalekonomiska. Driftkostnaderna antas istället bäras av hyresgästerna.

Investeringskostnad: Staden har gjort egna kostnadsuppskattningar (Stockholms stad 2016) vilka varierar beroende på anläggningens kapacitet. I beräkningen antas små anläggningar svara för 75% av elproduktionen. Med den senaste tekniken genererar installerad effekt (kWp<sup>4</sup>) ca. 950 kWh per år<sup>5</sup>. Solcellerna antas handlas upp centralt av staden.

<sup>4</sup> kWp står för kilowatt peak och är vad solcellen producerar vid optimala förhållanden.

<sup>5</sup> Charlotta Winkler, solcellsexpert, personlig kommunikation 2017-10-17

Samtliga solcellsanläggningar antas få statligt investeringsstöd om 30% vilket betyder att 70% av investeringskostnaden belastar den kommunalekonomiska kalkylen. Uppgifter från Lindahl (2017) visar samtidigt att dessa kostnader riskerar att vara överskattade. En känslighetsanalys har därför gjorts med en kostnad för små anläggningar om 12 300 kr/kWp och för stora anläggningar 11 600 kr/kWp, exklusive moms. Enligt Charlotta Winkler (personlig kommunikation, 2017-10-17) minskar solcellspriserna inte lika fort längre men bedömer att det finns utrymme för ytterligare kostnadssänkningar till 2020, mycket beroende på ifall tullavgifterna på kinesiska solcellsmoduler består eller inte. Ytterligare en känslighetsanalys görs därför där kostnaden på stora solcellsanläggningar kostar 8000 kr/kWp och mindre kostar 10 000 kr/kWp, exklusive moms.

Drift och underhållskostnader för installerade solceller: Drift- och underhållskostnader ingår ej i beräkningarna vilket underskattar de totala kostnaderna.

Kostnadsbesparing i minskat inköp av el: Genom att producera sin egen el reduceras stadens behov av att köpa in el vilket i dagsläget görs till en kostnad av 120 öre/kWh, inklusive moms, se Tabell 3.

Av flera orsaker är det svårt att matcha anläggningarnas produktion med respektive fastigheters konsumtion och i sina beräkningar antar Stockholms stad (2016) en 25-procentig överproduktion vilken säljs för 17öre/kWh (priset är lägre då överproduktionen sker på sommaren då el är billigt). Det innebär att staden säljer 16,8 GWh och minskar inköpsbehovet med 50,3 GWh.

Skattepåslaget för el som elproducent förbrukar antas ha tagits bort år 2020.

Osäkerheter i antagandena: I beräkningarna har dagens priser för el och solceller använts. Trenden är att priset för solceller sjunker medan elpriset stiger. Dessa trender bidrar till att öka lönsamheten i solcellsproducerad el vilket således minskar kostnaden för att reducera koldioxidutsläpp. För att ta hänsyn till detta har ovan nämnda scenario om lägre framtida kostnader använts.

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna samt statens utgifter genom investeringsstödet. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*). I den samhällsekonomiska beräkningen ingår även kostnader för drift och underhåll. Dessa ingår inte i den kommunalekonomiska kostnaden eftersom de antas bäras av hyresgästerna. Drifts- och underhållskostnaderna utgörs huvudsakligen av tillsynskostnader och kostnader för en ny växelriktare vilket vanligtvis krävs var 15:e år. Schablonkostnaden för tillsyn är 50 kr/kW/år och schabloner för kostnaden för växelriktare varierar med anläggningens storlek. Här används en kostnad om 2000 kr/kW för små anläggningar och 1500 kr/kW för stora anläggningar, inklusive moms.

Därtill tillkommer de 30 % av investeringen som finansieras av statligt investeringsstöd för solceller. Även denna post belastas med en skattefaktor om 1,3 då det är skattemedel som finansierar investeringsstödet.

Den kommunalekonomiska kostnaden per CO<sub>2</sub>-e är betydligt lägre än den samhällsekonomiska. Orsaken är att i den kommunalekonomiska kalkylen så vägs kostnaderna nästan helt upp av nyttorna, medan detta inte är fallet i den samhällsekonomiska kalkylen eftersom dess kostnader är betydligt högre.

#### REFERENSER

Lindahl, J. (2017). Svensk sammanfattning av: IEA-PVPS National Survey report of PV power applications in Sweden 2016. Energimyndigheten

Stockholms stad. (2016). Klimatstrategins mål för solexproduktion till år 2040 och vad staden kan göra för att nå målet. Miljöförvaltningen, PM 2017-03-03

Wiksell, M. (2015). Underlag för solcellsproducerad el i Stockholm: Potential och klimatpåverkan. Masteruppsats, Uppsala universitet.



## Miljöeffektiva transporter

### 9. Framkomlighetspaket för bussar

Stockholm har under åren 2012-2016 arbetat med åtgärder för att skapa bättre framkomlighet för stombussarna nummer 1-4 samt nya stombuss nummer 6. Staden ska arbeta vidare med framkomlighetsåtgärder för buss 178 och 179, samt ytterligare två paket: linje 172 och 173 samt 176 och 177. Det är effekterna av dessa kommande åtgärder som studeras.

- Teknisk livslängd: 15år

Åtgärderna i åtgärds paketet skiljer sig åt vilket gör det är svårt att hitta en allmängiltig teknisk livslängd. I beräkningarna har den schabloniserade tekniska livslängden för riktade trafiksäkerhets- och miljöåtgärder om 15 år enligt ASEK använts (Trafikverket 2016).

I dagsläget finns det inga beräkningar på förväntade effekter av de kommande åtgärderna. Det finns dock utvärderingar av redan genomförda framkomlighetspaket. Dessa används som utgångspunkt för att uppskatta de effekter som kommande åtgärder kan väntas få. Ett sådant tillvägagångssätt är givetvis förknippat med en viss osäkerhet då olika framkomlighetspaket kan vara mer eller mindre jämförbara.

I ÅF:s (2016) utvärdering av vidtagna åtgärder 2012-2016 redovisas de förändrade körhastigheterna (exklusive hållplatstid) för buss 1-4. I genomsnitt ökade hastigheten på bussarna med 7%. Förutom kortare restid rapporteras ett flertal övriga positiva effekter: biltrafikens snitthastighet ökade med 15%, jämnare ankomstintervaller vilket lett till kortare väntetider. För att uppskatta nyttorna i de kommande projekten antas hastighetsökningen bli 7% medan övriga faktorer förblir konstanta.

#### UTSLÄPPSREDUKTION

Åtgärden bidrar till att minska utsläpp av koldioxid genom att fler bilister väljer att istället ta bussen. Detta sker när restiden för bussresor minskar och det blir mer attraktivt att välja buss. För att beräkna antalet tillkommande resenärer används ett effektsamband från Trafikverket som innebär att när restiden minskar med 1 % så ökar antalet resande kollektivtrafikresenärer med ca 0,5 % (Kottenhoff & Byström 2010).

Restidsminskningen antas vara i genomsnitt 5 procent.

Det är dock osäkert var dessa extra resenärer kommer från; är de före detta bilister, cyklister eller helt nya resenärer? Här antas hälften av de nytillkomna resenärerna vara tidigare bilister. Detta i enlighet med Trafikverkets kalkylverktyg Bansek.

Den reslängd med bil som ersätts med buss antas vara medelreslängden för samtliga bussresor i Stockholms län, vilken är 5,6 kilometer (Stockholms lokaltrafik, 2016).

Vidare antas 1,2 resenärer per ersatt bil.

Det totala antalet resenärer per linje redovisas nedan (Figur 1 i SL, 2016). I och med restidsförkortningen tillkommer ca 800 000 resor per år vilket ersätter 2,5 miljoner fordonskilometer med personbil.

Påstigande per dygn Hösten 2016				
Linje	Avtal	Vardag	Lördag	Söndag
172	Huddinge/Botkyrka/Söderort	19 400	8 900	8 300
173	Huddinge/Botkyrka/Söderort	11 700	8 600	6 900
176	Ekerö	10 400	5 700	4 800
177	Ekerö	9 300	5 700	4 800
178	Norrort	12 000	5 300	5 400
179	Solna/Sundbyberg	20 500	12 400	11 600

Figur 1 Antal påstigande 2016

För att beräkna utsläppen av CO<sub>2</sub>-e från dessa resor används emissionsfaktorer, se Tabell 1. Då antalet resande som ersätts per dag är relativt lågt görs antagandet att inga extra bussturer behöver sättas in, istället ökar belägningsgraden på bussarna. Totalt uppnås en reduktion om 340 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den kommunalekonomiska kalkylen ingår endast den del av investeringskostnaden som stadens finansierar.

Investeringskostnad: De senaste kostnadsuppskattningarna från Stockholms stad anger en kostnad om totalt 15 miljoner kronor där 9 miljoner utgörs av gatukostnader och 6 miljoner av kostnader för interntid, konsulter, signalåtgärder och byggledning. Åtgärdskostnaden delas på fyra parter: Trafikkontoret, Trafikförvaltningen (Landstinget), Trafikverket och operatören. I nuläget finns enbart ett förslag på hur finansieringen ska fördelas, men som inte exakt redovisar hur fördelningen ska ske (Personlig kommunikation, Trafikförvaltningen). WSP har därför gjort en antagande om finansieringen i linje med förslaget (Tabell 13).

Tabell 13 Fördelning av åtgärdskostnad

	Gatuåtgärder	Övriga kostnader	Sammanlagda Kostnader (Mkr)
Trafikkontoret	50%	50%	7,5
Trafikförvaltningen	0%	25%	1,5
Trafikverket	50%	20%	5,7
Operatören	0%	5%	0,3

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av Skattefaktor).

Därefter tillkommer den del av investeringen som finansieras av Trafikförvaltningen och Trafikverket. Totalt rör det sig om 14,7 miljoner kronor. Även denna post belastas med en skattefaktor om 1,3 då det är skattemedel som finansierar investeringsstödet. Till sist tillkommer Operatörens del av de övriga kostnaderna, motsvarande 0,3 miljoner kronor.

Därtill tillkommer följande poster:

Minskad driftskostnad för busstrafiken: Kortare körtid innebär också en lägre tidsberoende driftskostnad om 480 kr per timme (Trafikverket, 2016). Den uppgår till 5,6 miljoner kronor per år.

Restidsvinster: Baserat på hastighetsökningar från tidigare åtgärdsprogram har de totala restidsvinsterna på de aktuella busslinjerna uppskattats. Den genomsnittlige resenären reser dock inte från ändhållplats till ändhållplats och ett antagande måste göras för längden på resenärernas resor och de antas därmed resa lika långt som medelreslängden för samtliga bussresor i Stockholms län (SL, 2016). Antagandet innebär sannolikt en överskattning då långpendlare drar upp genomsnittet som därför inte blir helt representativt för resor inom stadens gränser. Nyttan av restidsvinsten beräknas med medelrestidsvärdet av privat- och arbetsresor (Trafikverket 2016) och beräknas till 18,9 miljoner kronor per år.

Trafikens externa effekter: (se sid 4 för beräkningsmetodik)

- Bilarnas minskade emissioner: 0,2 miljoner kronor per år
- Minskat buller: 0,36 miljoner kronor per år
- Ökad trafiksäkerhet: 0,35 miljoner kronor per år
- Lägre infrastrukturkostnader: 0,05 miljoner kronor per år

Flera av åtgärdens nyttor har inte kvantifierats utan beskrivs enbart kvalitativt. Åtgärden ökar pålitligheten och regulariteten i busstrafiken vilket utöver den kortare restiden ökar dess attraktivitet. Att dessa nyttor inte ingår i den samhällsekonomiska beräkningen gör att åtgärdens totala nytta underskattas.

Osäkerheter i antagandena: Lönsamheten i projektet ska tolkas med viss försiktighet då flera kostnadsposter inte ingår i beräkningarna. Till exempel har inte kostnaden för den eventuellt ökade trängsel ombord på bussarna eller de ökade driftskostnaderna som skulle uppstå om extrabussar sattes in för att undvika ökad trängsel kunnat beräknas. Det är även osäkert om samma effekter kan uppnås för 170-bussarna som för busslinjerna 1-4.

Å andra sidan beräknas busslinjerna som ingår i den här åtgärden stå för ungefär 4% av samtliga utbudskilometrar i Stockholms län. Om samtliga busslinjer åtgärdades skulle utsläppsreduktionen bli betydligt större, förutsatt att samma effekter kan uppnås för samtliga busslinjer.

#### REFERENSER

Kottenhoff, K. & Byström, C. (2010). När resenärerna själva får välja: Sammanställning av attityder, perceptioner och värderingar. WSP rapport

Stockholms lokaltrafik (SL). (2016). Fakta om SL och länet 2015. 2016-10-25.

Trafikverket (2016). Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn ASEK 6.0: Kapitel 7 Värdering av kortare restid och transporttid och Kapitel 13 Operativa trafikeringskostnader för persontrafik, .

ÅF (2016). Slutrapport: Handlingsplan för bättre framkomlighet för innerstadens stombussar 2012-2016.

## 10. Samlastning av gods

Inga beräkningar har gjorts.

## 11. Höjda p-avgifter

Åtgärden avser införandet av nya parkeringsavgifter på kommunala gator i staden som ingår i stadens parkeringsstrategi men ännu inte införts (Stockholms stad 2016). Detta innebär höjda avgifter i innerstaden och införande av parkeringsavgifter i stora delar av närförorten. De högre avgifterna kommer att leda till en trafikminskning, vilket i sin tur leder till bland annat minskade utsläpp av koldioxid.

- Teknisk livslängd: 10 år

Trafikminskningen är mycket svår att bedöma. WSP (2017) bedömde effekten av den nya parkeringsstrategin till 1-10 procent. Efter samråd med författarna av rapporten bedöms 3 procent vara en rimlig, ganska konservativ, uppskattning. Med hjälp av trafikarbete för Stockholm från WSP (2016) beräknades den absoluta minskningen av trafikarbetet. Trafikarbetet 2020 prognosticeras till 2,8 miljarder fordonskilometer, vilket innebär att parkeringsavgifterna bidrar med en minskning om 84,5 miljoner fordonskilometer per år.

### UTSLÄPPSREDUKTION

Utsläppen av koldioxid per fordonskilometer enligt tabell 1. Ett antagande om 50 procent bensinbilar och 50 procent dieslbilar har använts.

Totalt beräknas åtgärden bidra till 18 400 ton minskade utsläpp av CO<sub>2</sub>-e per år.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Både investerings- och driftskostnader belastar den kommunalekonomiska kalkylen då åtgärden är inom stadens rådighet. För den kommunalekonomiska kalkylen är den största posten de ökade intäkterna från de höjda p-avgifterna.

Intäkter från p-avgifter: Ökade parkeringsintäkter efter att plan för gatuparkering är slutförd beräknas till 400 miljoner kronor per år. (Stockholms stad, 2016)

Investeringskostnader: Inköp och montering av parkeringsautomater och vägs skyltar, motsvarande 80 miljoner kronor. (Personlig kommunikation, Trafikkontoret, maj 2017)

Driftskostnader: Ökad driftkostnad succesivt i samband med genomförandet och beräknas till cirka 70 miljoner kronor per år när strategin och planen är fullt

genomförd. Framst avser kostnaderna utgifter för ökad parkeringsövervakning, (Stockholms stad, 2016)

### POSTER I DEN SAMHÄLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

De bilister som betalar parkeringsavgifter drabbas av en tillgänglighetsförlust motsvarande kostnaden för parkeringsavgifterna på mellan 5 och 10 kronor, totalt 400 miljoner kronor. Alla bilister betalar dock inte parkeringsavgiften utan väljer istället att anpassa sitt beteende genom att t.ex. börja resa kollektivt, cykla, avstå från att resa eller parkera någon annanstans. Dessa bilister drabbas endast av en tillgänglighetsförlust på i genomsnitt halva parkeringsavgiften, dvs 2,5-5 kronor per resa.

Utöver dessa tillkommer Trafikens externa effekter: (se 4 för beräkningsmetodik)

- Bilarnas minskade emissioner: 67 miljoner kronor per år
- Minskat buller: 17 miljoner kronor per år
- Minskade skatteintäkter för staten för minskad försäljning av drivmedel: -44 miljoner kronor per år (vilka belastas med skattefaktor)
- Ökad trafiksäkerhet: 16 miljoner kronor per år

Minskad trängsel är en potentiellt stor effekt, som inte ingår i kalkylen.

### REFERENSER

Stockholms stad (2016). Parkeringsstrategi och plan för gatuparkering. Antagande – Investeringar för genomförande av ny plan för gatuparkering. Genomförandebeslut. Tjänsteutlåtande Dnr T2012--310-02254.

WSP (2016). Ny plan för gatuparkering – modellanalys

WSP (2017). Påverkan på persontrafikarbetet – Konsekvenser av Stockholms stads nya gatuparkeringsplan.

## 12-13. Fler biogas- och elbilar i stadens flotta

Åtgärden avser att byta fossildrivna bilar i stadens tjänst till biogas- och eldrivna bilar.

- Ekonomisk livslängd: 4 år (motsvarande leasingtiden)  
I den här kalkylen ingår ett restvärde för fordonet, som ges av stadens verktyg för bilbeställning.

### UTSLÄPPSREDUKTION

Berörda fordon: Större delen av stadens fordonsflotta är redan fossilfri. För att identifiera vilka fordon som omfattas av beräkningen har stadens register över bilar i verksamheten använts (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen). För att bilarna ska omfattas av beräkningen krävs att de inte är avyttrade, inte ingår i någon av kategorierna el, etanol eller gas samt att de ska ha tankats med något fossilt drivmedel. Totalt omfattas 215 fordon.

Antal berörda fordonskilometer: Antalet fordonskilometer bygger på den genomsnittliga körsträckan för de fordon som tankat diesel respektive bensin.

Drivmedelsförbrukning: Drivmedelsförbrukningsminskningen utgör den mängd fossilt drivmedel som tankats av ej avyttrade fordon i staden. Den mängden uppgår till 29 476 liter diesel och 121 733 liter bensin (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen). Utifrån energiinnehållet i drivmedlet är det möjligt att med hjälp av verkningsgrader beräkna behovet av gas respektive el.

En biogasbils motor antas ha en verkningsgrad på 25 procent och en elbil ha 70 procent.

Tabell 14 Bränsle- och energiåtgång före och efter åtgärd

	Bränsleåtgång Nuläge (l/år)	Energiåtgång Nuläge (kWh/år)	Bränslebehov biogas (kg/år) /el (kWh/år)	Energibehov El/Biogas (kWh/år)
<b>Diesel</b>	29 476	276 943		
<b>Bensin</b>	121 733	101 103		
<b>Biogas</b>			77 992	189 023
<b>El</b>			189 023	189 023

Se Tabell 1 för emissionsfaktorer.

Total utsläppsminskningen beräknas till 368 ton CO<sub>2</sub>-e per år

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den kommunalekonomiska kalkylen ingår den ökande investeringskostnaden som det innebär att använda biogas- och elbilar (dvs. merkostnaden jämfört med motsvarande dieselbil) samt de förändrade kostnaderna för drivmedel.

Investeringskostnad för bilar: För att beräkna kostnaden för bilarna har stadens excelverktyg för bilbeställning använts (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen). Ur detta har kostnaden för en mindre hybridbil (nuläge), biogasbil och elbil hämtats. Från detta har kapitalkostnads-ökningen som en biogas- respektive elbil innebär beräknats. Därefter har denna kapitalkostnad-sökning applicerats på en hybridbil i det medelstora segmentet som antas vara genomsnittsbilen i stadens flotta. Därigenom har kostnaden för bilarna per månad erhållits.

Tabell 15 Total cost of ownership för olika fordonstyper

	TCO kr/månad	
	Liten bil	Mellanstor bil
<b>Hybrid</b>	1 528	3 006
<b>Elbil</b>	2 437	4 794
<b>Gasbil</b>	1 958	3 852

Försäkringar och liknande antas oförändrat med biltyp.

Minskad kostnad för drivmedel: Utifrån tabell ovan med drivmedelsförbrukning beräknas den förändrade kostnaden med hjälp av Tabell 3.

Den totala kostnadsminskningen för drivmedel beräknas till 450 000 kr/år.

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

*Därtill tillkommer trafikens externa effekter:* (se sid 4 för beräkningsmetodik)

- Bilarnas minskade emissioner: 1,75 miljoner kronor per år
- Minskat buller: 100 000 kronor per år

#### REFERENSER

Malgeryd, J. (utan årtal). Bensin, etanol, biogas, RME eller diesel? – CO2utsläpp, praktiska erfarenheter och driftsekonomi. (Jordbruksverket). Tillgänglig:

[http://www.greppa.nu/download/18.510b667f12d3729f91d8000715/1370096827008/4\\_Johan+Mal-geryd+-+Alternativa+fordonsbr%C3%A4nslen.pdf](http://www.greppa.nu/download/18.510b667f12d3729f91d8000715/1370096827008/4_Johan+Mal-geryd+-+Alternativa+fordonsbr%C3%A4nslen.pdf) [2017-06-20]

Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017 – Bifogade filer i mail: Stockholm stads fordon\_helår\_2016\_v,1,0.xlsx samt Bilbeställning 2017-05-05.xlsx

## 14. Flera laddplatser för elbilar

Åtgärden utgår från stadens kortsiktiga mål om utbyggnad av laddpunkter. Målet innebär att 1 000 publika laddpunkter ska etableras till år 2020. Av dem ska 500 sättas upp på gatumark av privata aktörer och 500 av Stockholm parkering i deras garage och på andra parkeringsytor. (Stockholm stad, 2017).

- Teknisk livslängd: 15 år

Beräkningarna utgår från att den laddning som antas genomföras vid de 1 000 publika laddpunkterna ersätter ett visst antal fordonskilometer, som annars skulle haft diesel som bränsle. Ett antagande om att 30 av de laddpunkter som sätts upp av privata aktörer kommer vara snabbbladdare har gjorts tillsammans med Miljöförvaltningen. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)

Dataunderlag om hur befintliga laddpunkter i Stockholm stad har använts under perioden 2015 kvartal 4 - 2016 kvartal 3 för att uppskatta användning av laddpunkter i framtiden. Då orsak-verkan mellan åtgärden att sätta upp laddpunkter och övergång till eldrift i privata bilar är osäker har ett försiktigt antagande om att mängd laddning inte kommer öka under tidsperioden fram till år 2020 gjorts.

En elbil antas dra 0,2 kWh/km.

Tabell 16 Grundläggande indata i beräkningar

	Normalladdning	Snabbbladdning
<b>Tid per laddning (min)</b>	120	22
<b>Energi per laddning (kWh)</b>	8	4

<b>Antal laddningar per dygn och laddpunkt</b>	0,5	2,7
--	-----	-----

### UTSLÄPPSREDUKTION

Utsläppsreduktionen beräknas utifrån de antal km som ersätts med eldrift, från att ha varit dieseldrift tidigare. För emissionsfaktorer, se Tabell 1.

Tabell 17 Utsläppsreduktion för laddplatser

	Stockholm Parkering AB	Privat aktör	
	Normalladdning	Normalladdning	Snabbladdning
<b>Antal laddpunkter</b>	500	470	
<b>Totalt kWh laddat/år</b>	365 000	343 100	236
<b>Antal km ersatta med eldrift</b>	1 825 000	1 715 500	1 182
<b>Utsläppsminskning (ton/år)</b>	255	240	

Totalt sparas 660 ton CO<sub>2</sub>-e per år med uppförandet av de 1000 laddpunkterna.

### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den kommunalekonomiska kalkylen ingår investeringskostnaden för Stockholm Parkerings 500 laddpunkter och för de 500 laddpunkterna som privata aktörer sätter upp ingår merkostnader för staden i form av arbetskraft och skyltning.

Investeringskostnad inklusive anslutningsavgift (till elnätet): För Stockholm Parkering kostar en laddpunkt 45 000 kr, inklusive grävning, anslutning till elnätet m.m.. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)

Intäkt för laddning: Stockholm parkering AB tar inte någon avgift för laddning. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)

Kostnad för el: Elförbrukningen värderas med kostnaden för el enligt Tabell 3.

Merkostnad för staden i arbetskraft för urval av lämpliga platser och skyltning: En helårsarbetskraft antas arbeta med urval av lämpliga platser inom stadens förvaltning. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)  
Lönekostnaden antas motsvara en ingenjör i stadens tjänst. Se sid 5 för beräkningsmetodik.

För skyltning antas en kostnad om 10 000kr/laddplats för de platser som privata aktörer sätter upp laddpunkter på, samt en engångskostnad för konsultsats om 400 000kr. För Stockholm parkering AB ingår skyltning i investeringskostnad. (Personlig kommunikation, Trafikkontoret, våren 2017)



Tabell 18 Kommunalekonomisk kalkyl för laddplatser

	Stockholm Parkering AB	Privat aktör	
	Normalladdning	Normalladdning	Snabbladdning
<b>Antal laddpunkter</b>	500	470	
<b>Antal laddplatser</b>		40	
<b>Investeringskostnad</b>	2,17 MSEK/år		
<b>Anslutningsavgift</b>	Inkluderas ovan		
<b>Intäkt för laddning</b>	0		
<b>Kostnad för el</b>	0,44 MSEK/år		
<b>Merkostnad för urval av platser</b>			0,79 MSEK/år
<b>Merkostnad för skyltning</b>		-	0,95 MSEK
<b>Total kommunalekonomisk kostnad</b>		3,48 MSEK/år	

#### POSTER I DEN SAMHÄLLESEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår först de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas de med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

*Därtill tillkommer:*

Investeringskostnad inklusive anslutningsavgift (till elnätet): För privata aktörer kostar en normalladdare 50 000 kr (inklusive grävning) och en snabbladdare 500 000 kr (inklusive grävning). Till detta tillkommer en anslutningsavgift per laddplats. Anslutningsavgiften kan vara allt från 50 000 kr till 500 000kr, men vid högre belopp blir platsen inte av. Ett antagande om 60 000 kr/laddplats för normalladdare och 300 000 kr/laddplats för snabbladdare har gjorts. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)

De 500 laddpunkterna som sätts upp har antagits fördelas på totalt 55 laddplatser, där 40 stycken är för normalladdare och 15 för snabbladdare. (Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, våren 2017)

Kostnad för el: Eftersom de privata aktörernas elavtal (och därmed elpris) är okända, värderas elförbrukningen med stadens kostnad för el, enligt Tabell 3.

### Förändrad kostnad för drivmedel

Den el som ersätter dieseln medför lägre kostnader för drivmedel.

Trafikens externa effekter: (se sid 4 för beräkningsmetodik)

- Bilarnas minskade emissioner
- Minskat buller
- Minskade skatteintäkter för staten för minskad försäljning av drivmedel (vilka belastas med skattefaktor)

Tabell 19 Samhällsekonomiska kostnader

SEK/år	Stockholm Parkering AB	Privat aktör	Totalt
	Normalladdning	Normal- och snabbladdning	Normal- och snabbladdning
<b>Investeringskostnad</b>	2 818 012	4 373 940	7 191 952
<b>Minskad dieselkostnad</b>	-1 371 816	-2 178 444	-3 550 260
<b>Elkostnad</b>	569 400	695 544	1 264 944
<b>Merarbete urval av lämpliga platser</b>		1 022 923	1 022 923
<b>Skyltning</b>		118 983	118 983
<b>Minskade luftföroreningar</b>	-1 577 123	-2 504 471	-4 081 594
<b>Minskat buller</b>	-167 703	-266 312	-434 015
<b>Minskade skatteintäkter</b>	820 306	1 302 646	2 122 952
<b>Totalt</b>	1 091 076	2 564 809	3 655 885

### REFERENSER

Stockholm stad, (2017). Långsiktigt mål för laddinfrastruktur i Stockholm stad. Redovisning av uppdrag från kommunfullmäktige. Tjänsteutlåtande. Dnr T2016-00421. Dnr M2016-13075.

Stockholms stad (2016). Lönestatistik, Stockholms stad, per 2016-10-27 tillgänglig: <http://www.stockholm.se/Arbete/Att-arbeta-i-Stockholms-stad/Lonestatistik/>

Personlig kommunikation, Miljöförvaltningen, maj-juni 2017

Personlig kommunikation, Trafikkontoret, juni 2017.

## 15. Upphandla fossilbränslefria transporter

Inga beräkningar har gjorts.

## 16. Inrätta en miljözon 3

Inga beräkningar har gjorts.

## 17. Elanslutning av fartyg

I Stockholms stad finns flertalet hamnar där de fyra största är Frihamnen, Värtahamnen, Skeppsbron och Stadsgården. Anslutning till landström undersöks enbart för dessa hamnar. Frihamnen-Värtahamnen har färjetrafik till Finland, Estland och Ryssland, en containerterminal och cirka hälften av kryssningsfartygen i Stockholm anlöper där. Stadsgården har också färjetrafik till Finland och tar även emot ett stort antal kryssningsfartyg. Vid Skeppsbron anlöper ett antal mindre kryssningsfartyg och militära fartyg.

- Teknisk livslängd: 20 år (IVL, 2016)

Inga beräkningar av kostnadseffektivitet har kunnat göras då den största kostnadsposten ej kunnat uppskattas. I det här avsnittet beskrivs vad vi vet om kostnader och utsläppsreduktioner för att elansluta fartygen. Detta baseras på resultaten i en studie av IVL (2016), som är baserad på 2013 års trafik och har gjorts antagandet att trafikmängden är oförändrad till 2020.

I Frihamnen behandlar IVL (2016) enbart effekten av att ansluta containerfartyg och kryssningsfartyg. Därmed utesluts en del av trafiken i hamnen, huvudsakligen färjetrafiken till Finland, Estland och Ryssland. Vidare planeras containertrafiken i Frihamnen att flyttas till nya Norviks hamn i Nynäshamn 2020.

### UTSLÄPPSREDUKTION

Potentiell utsläppsminskning vid de fyra hamnarna redovisas i Tabell 20 nedan.

Tabell 20 Potentiell utsläppsminskning vid övergång till landström (IVL, 2016)

	Minskning av CO <sub>2</sub> e-utsläpp (ton)
<b>Frihamnen</b>	5 600
<b>Skeppsbron och Stadsgården</b>	8 900

Utsläppen från containertrafiken i Frihamnen kommer inte påverkas av landströmsåtgärden varför reduktionen av CO<sub>2</sub>-e-utsläpp i Frihamnen är överskattad. När containertrafiken i Frihamnen flyttar, kommer utsläppen från kvarvarande trafik att minska med 4 500 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

I beräkningarna för reducerade utsläpp i Stadsgården och Skeppsbron ingår samtliga anlöpta fartyg dvs färjor, kryssningsfartyg, mindre kryssningsfartyg och övriga passagerarfartyg.

Den totala potentiella utsläppsminskningen uppgår till 13 400 ton CO<sub>2</sub>-e.

#### POSTER FÖR EN KOSTNADSEFFEKTIVITETS BERÄKNING

Kostnaden för att möjliggöra anslutning till landström kan kostnaderna delas upp i tre delar:

- *Kostnader för fartygen*
- *Kostnader för hamnen* innefattar en mottagarstation, transformatorer och eventuell frekvensomriktare
- *Då fartygen konsumerar stora mängder energi kan även elnätet behöva effektförstärkas*

Den sista delen, om att kapacitetförstärka elnätet, har inte gått att uppskatta, och därför kan inte åtgärdens kostnadseffektivitet beräknas.

Kostnader för fartygen: Fartygen behöver anpassas för att kunna ansluta till elnätet, men å andra sida kommer driftskostnaden att gå ner då el är billigare än den diesel som används för att generera el med fartygens hjälpmotorer. Kostnaden för att anpassa ett fartyg uppgår till mellan 4 och 15 miljoner kronor. Antagandet görs här att kostnaden för att anpassa ett kryssningsfartyg är 15 miljoner kronor och övriga fartyg 4 miljoner kronor.

Uppgifter om antal anlöp i respektive hamn för respektive fartygsgrupp har hämtats från IVL:s rapporter (2015; 2016). Även antalet färjor är känt från IVL (2016) och Stockholms hamnar har även bistått med uppgifter om det totala antalet enskilda kryssningsfartyg som anlöpt i någon av Stockholms hamnar under 2014. Genom att anta att de enskilda kryssningsfartygen fördelar sig proportionellt mot antal anlöp kan enskilda kryssningsfartyg i respektive hamn uppskattas. För kategorin Övriga fartyg är endast antalet anlöp är känt. För att uppskatta antal Övriga fartyg antas besöksrotation för dessa vara lika stor som för kryssningsfartyg (

Tabell 22).

Tabell 21 Antal anlöp 2014

	Frihamnen	Skeppsbro- kajen	Stadsgårds- hamnen
<b>Kryssningsfartyg</b>	88	14	118
<b>Färjor</b>	Inkluderas ej	0	1 771
<b>Små kryssnings-fartyg, örlogs-fartyg, andra passagerarfartyg</b>	0	136	32

Tabell 22 Antal enskilda fartyg

	Frihamnen	Skeppsbro- kajen	Stadsgårds- hamnen
<b>Kryssningsfartyg</b>	28	4	37
<b>Färjor</b>	Inkluderas ej	0	6
<b>Små kryssnings-fartyg, örlogs-fartyg, andra passagerarfartyg</b>	0	43	10

De totala kostnaderna för att anpassa alla befintliga fartyg som anlade i Stockholms hamn 2014 uppgår till närmare 1 300 miljoner kronor där anpassning av kryssningsfartygen står för störst del, 1080 miljoner kronor. Dessa investeringar kommer (förhoppningsvis) även kunna nyttjas i hamnar i andra städer (i Sverige och i andra länder). Att vid en kostnadseffektivitets beräkning belasta åtgärden "Att elansluta fartyg i Stockholms hamnar" med hela denna kostnad skulle inte bli helt rättvist. Exakt hur en fördelning av kostnaden ska göras är dock inte helt självklart och beror kanske på hur stor del Stockholm hamnar har i att fartygen börjar anpassas.

IVL (2016) uppskattar de förändrade driftskostnaderna för fartygen vid Skeppsbrokajen och Stadsgårdshamnen till 7 miljoner kronor lägre per år. Reduktionen följer av att det är billigare att ansluta fartygen till landström än att generera el med diesel. Då Frihamnen mottar färre fartyg antas de reducerade driftskostnaderna motsvara 50% av kostnaderna för Skeppsbrokajen och Stadsgårdshamnen, dvs 3,5 miljoner kronor per år.

Kostnader för hamnen: I IVL (2016) har kostnaden för att möjliggöra högspänningsmatning till kryssningsfartyg i hamn uppskattats:

- Skeppsbrokajen: kostnaden för en kaj uppgår till 15-20 miljoner kronor
- Stadsgårdshamnen: kostnaden för två kajer uppgår till 25-30 miljoner kronor .
  - Kostnaden för att anpassa de två färjekajerna (Birka Cruises och Viking Line) har ej inkluderats eftersom de redan i dagsläget erbjuder anslutning till landström, om än enbart lågspänning.
- Värtahamnen: samtliga fem kajer har nyligen anpassats till att kunna leverera landström till fartygen och ingår därför inte i kalkylen.
- Frihamnen: Uppskattas utifrån antalet kajer genom att tillämpa kostnaden om 15-20 miljoner per kajplats, vilket troligtvis är en underskattning.

Storleken på en kaj är dock inget absolut mått utan beror på fartygens storlek. Vad som räknas som två kajer för kombinerade passagerar- och gods-fartyg (Ropax) kan t ex räknas som en kaj för de större kryssningsfartygen. Enligt uppgifter från Stockholms hamnar kan troligtvis tre kryssningsfartyg lägga till i Frihamnen, dvs. det finns tre potentiella kajplatser för kryssningsfartyg. Kryssningsfartygen är dock större än de fartyg som vanligtvis lägger till vid Värtahamnens fem kajer så det lägre antalet

kajer ska inte tolkas som att behovet av infrastruktur för elanslutningen är mindre. Vidare behövs fler angoringsplatser installeras vid större kajer eftersom fartygen är större och deras angoringspunkt varierar med fartygsmodellen.

Med den låga kostnadsuppskattningen för Frihamnen blir den totala kostnaden för att anpassa samtliga hamnar till 100-110 miljoner kronor.

Kostnader för förstärkt kapacitet i elnätet: Kostnader för att förstärka kapaciteten i elnätet har inte varit möjliga att uppskatta. Enligt uppgift från Ellevio kan dagens elnät inte hantera anslutningen av fartygen och en kapacitetsförstärkning är därför nödvändig för att åtgärden ska vara möjlig att genomföra. Det skulle enligt Ellevio handla om mångmiljardbelopp men en mer exakt uppgift saknas. Då denna kostnad inte inkluderar kostnaden för att kapacitetsförstärka elnätet innebär den en kraftig underskattning av den verkliga kostnaden för att minska koldioxidutsläppen.

#### REFERENSER

IVL, 2015. Emissionsberäkningar för fartygen i Stockholms hamnar 2014. Rapport Nr u 5111

IVL, 2016. Hamnar i Stockholm: Prövotidsutredning rörande buller och tekniska förutsättningar och konsekvenser av landelanslutning vid kajer i Stockholm.

## Resurseffektiva kretslopp

### 18. Ökad produktion av biogas från matavfall

Staden har ett mål om att 70 % av allt matavfall ska samlas in för att bli till biogas. För att uppnå det här målet har det beslutats om att en ny sorteringsanläggning för hushållsavfall ska byggas i Högdalen.

- Teknisk livslängd: 25 år

#### UTSLÄPPSREDUKTION

Det insamlade matavfallet ska rötas för att bli till biogas. Tanken är att CO<sub>2</sub>-e utsläppen minskar då fordonsgas får en högre andel biogas och en mindre andel naturgas. Totalt uppgår utsläppsminskningen till 30 000 ton per år. (Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017).

#### POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Både investerings- och driftskostnader belastar den kommunalekonomiska kalkylen då åtgärden är inom stadens egen rådighet.

Kostnadsunderlag från Stockholm vatten och avfall har använts för beräkningarna (Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017).

Tabell 23 Kostnadsposter i beräkningar för ökad insamling av matavfall

Kostnadspost	
Investeringskostnad	684 Mkr
Driftskostnad	63.5 Mkr / år

**Intäkter**

0 Mkr / år

**POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN**

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår i det här fallet endast de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas dem med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

De som producerar av biogasen har två intäktskällor; vid mottagande av matavfall och vid försäljning av biogasen. Dock är inte produktion av biogas speciellt lönsamt. Det är inte troligt att biogasproducenterna kommer att få förbättrade möjligheter att tjäna pengar när Stockholm stad börjar samla in mer matavfall.

Någon eventuell merkostnad för Trafikförvaltningen i Stockholms län från en potentiell prisökning då fordonsgasen blir renare (högre andel biogas kontra naturgas) är inte heller inkluderat i den samhällsekonomiska kostnaden.

**REFERENSER**

Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017

Stockholms stad, 2016. Strategi för fossilbränslefritt Stockholm 2040, beslutad 28 november 2016

**19. Minskad förbränning av plast och metall**

Den nya sorteringsanläggningen för hushållsavfall som planeras i Högdalen med det primära syftet att öka matavfallsinsamlingen (se föregående åtgärd) kan utformas så att även andra avfallsfraktioner kan sorteras ut.

- Teknisk livslängd: 25 år

**UTSLÄPPSREDUKTION**

Den minskade CO<sub>2</sub>-e besparingen utgörs av att plast och metall materialåtervinns istället för att förbrännas. Mängder samt besparing av koldioxidequivaler anges i tabellen nedan. Idag samlas plast och metall redan in via återvinningsstationer (och fastighetsnära insamlingssystem) och det som anges i tabellen är den ytterligare volym som sorteringsanläggningen kan bidra med. (Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017)

Tabell 24 Besparing av CO<sub>2</sub>-e ton per år och material

Material	Besparing CO <sub>2</sub> -e (ton/år)
Plast	35 078
Metall	7598

Totalt blir utsläppsreduktionen 42 700 ton CO<sub>2</sub>-e kg per år.

**POSTER I DEN KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN**

Både investerings- och driftskostnader belastar den kommunalekonomiska kalkylen då åtgärden är inom stadens egen rådighet.





UPPDRAGSNAMN  
Klimatutredning

UPPDRAGSNUMMER  
10248770

FÖRFATTARE  
Ulrika Isberg, Anders Bondemark, Calle Malmström

DATUM  
2017-10-20

Kostnadsunderlag från Stockholm vatten och avfall har använts för beräkningarna (Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017) .

Tabell 25 Kostnadsposter i beräkningar för sortering av övriga fraktioner (merkostnad)

Kostnadspost	
Investeringskostnad	214 Mkr
Driftskostnad	10,8 Mkr / år
Intäkter	10,3 Mkr / år

För beräkningarna av kostnaden för den här åtgärden är merkostnaden att anlägga en sorteringsanläggning som även sorterar ut andra fraktioner avfall än matavfall.

De sorterade fraktionerna kan säljas till de privata aktörer som återvinner material. Det betyder att staden får en intäkt för att bli av med avfallet. Dessa intäkter ingår i stadens kalkyl i posten intäkter i tabellen ovan.

Genom att plast skiljs ur avfallet och går till återvinning går en mindre mängd avfall till förbränning för energiproduktion till fjärrvärmenätet. Enligt Fortum är det rimligt att anta att i och med att Stockholm växer så ökar mängden avfall vilket kompenserar plastbortfallet. En följd effekt blir att insamlingskostnaderna ökar då mer avfall måste samlas in för att bibehålla effekten i fjärrvärmesystemet. Det är dock troligt att detta avfall hade samlats in ändå varför dessa extra kostnader ej belastar åtgärden för utsortering av plast. (Personlig kommunikation, Fortum Värme)

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår i det här fallet endast de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. I den samhällsekonomiska beräkningen belastas dem med en skattefaktor om 1,3 (se s.5 för beskrivning av *Skattefaktorn*)

#### REFERENSER

Personlig kommunikation, Stockholm vatten och avfall, oktober 2017

## 20. 20 % av skolmåltidernas kött ersätts med vegetarisk motsvarighet

Åtgärden innebär att stadens skolor serverar 20 % mer vegetariska måltider (20 % mindre kött).

- Alla beräkningsförutsättningar anges per år

Beräkningarna bygger på ett antal antaganden:

1. Ingen vidareutbildning krävs för matlagningsspersonalen, de kan redan laga näringsriktig vegetarisk mat.
2. Åtgärden påverkar inte mängden svinn.
3. Elevernas hälsa påverkas ej.

Antal elever i för-, grund- och gymnasieskola år 2020 har uppskattats med Stockholms stads (2016) befolkningsprognos för åldrarna 6-15 och 16-18år. Köttkonsumtionen per elev antas vara konstant över denna period.

Tabell 26 Elever i stadens skolor

	Kommunal regi	Fristående
<b>Grundskola</b>	69 429	23 699
<b>Gymnasieskola</b>	11 638	11 151
<b>Förskola</b>	34 276	20 733

### UTSLÄPPSREDUKTION

Alla kommunala enheter i Stockholms stad upphandlar via centrala avtal vilket gör det möjligt att få fram data på hur mycket kött skolorna har beställt per kvartal.

Upphandlat kött delas upp i oberett kött i kategorin "köttslag" och beredda produkter av kött (t ex köttbullar) i "köttprodukter". Samma databas genererar även uppgifter om de växthusgasutsläpp som köttet gett upphov till.

I Tabell 27 och redovisas det kött<sup>6</sup> som köpts in för kommunala för- och grundskolor under 2016 samt Stockholms stads uppgifter om utsläpp av CO<sub>2</sub>e. Genom uppgifter om antal elever i de kommunala för- och grundskolorna har köttkonsumtion per elev beräknats. Eftersom gymnasieelevernas köttkonsumtion saknas i underlaget måste denna uppskattas på annan väg. Det har gjorts genom ta hänsyn till det totala antalet gymnasieelever i Stockholm (Tabell 26) samt till deras köttkonsumtion vilken uppskattats utifrån livsmedelsverkets (2017) uppgifter om genomsnittligt kaloriintag för barn och ungdomar i olika åldrar. På så vis har de totala utsläppen för samtliga för-, grund- och gymnasieskolor inom kommunen beräknats.

Tabell 27 Köttkonsumtion av "köttslag" och köttprodukter i kommunala grund-/förskolor 2016

	kg	kg CO <sub>2</sub> e
<b>Fläskkött</b>	116 667	848 376
<b>Viltkött</b>	6 065	6 195
<b>Lammkött</b>	11 490	232 807
<b>Nötkött</b>	348 282	8 867 817
<b>Fågelkött</b>	369 022	1 114 065
<b>Nöt- och fläskkött</b>	187 919	2 242 342
<b>Totalt</b>	1 039 445	13 311 602

20 % av det kött (proportionellt fördelat per typ av kött) som konsumeras i skolorna idag genererar utsläpp om ca 15 000 ton per år.

Kött är dock en viktig proteinkälla och det protein som går förlorat måste ersättas med alternativa källor. I kategorin "köttprodukter" är det dock okänt vilken typ av kött det är som konsumeras, och därmed är dess proteininnehåll okänt. I beräkningarna av proteininnehåll har därför antagandet gjorts att enbart förstekt köttfärs konsumeras

<sup>6</sup> Fisk har ej inkluderats i beräkningarna

eftersom utsläppen det ger upphov till (23,92 kg CO<sub>2</sub>-e/kg) är ungefär lika stora som genomsnittet för "köttprodukter" (24,25 kgCO<sub>2</sub>/kg).

I beräkningarna ersätts det animaliska proteinet med fem vegetariska proteinkällor: hårdost, ägg, gula ärtor, röda bönor och gröna linser. Eftersom det är stora skillnader i växthusgasutsläpp från dessa livsmedel (Tabell 28) skiljer sig reduktionen av utsläpp mycket åt beroende på vilka livsmedel skolorna väljer att ersätta köttet med. Två olika kombinationer av dessa livsmedel har undersökts (Tabell 29).

Tabell 28 Utsläpp från vegetariska proteinkällor

	kg CO <sub>2</sub> e/kg (Unilever, 2017)
Hårdost	12,2
Ägg	1,7
Ärtor, gula	0,7
Bönor, röda	1
Linser, gröna	0,29

Tabell 29 Utsläpp från olika kombinationer av ersättningsprodukter

	Kombination 1		Kombination 2	
	Andel	Utsläpp (kg CO <sub>2</sub> e)	Andel	Utsläpp (kg CO <sub>2</sub> e)
Hårdost	20%	1 523 622	40%	3 047 243
Ägg	20%	469 677	20%	469 677
Ärtor, gula	20%	281 367	10%	140 683
Bönor, röda	20%	386 793	20%	386 793
Linser, gröna	20%	157 038	10%	78 519
<b>Totalt</b>		<b>2 818 496</b>		<b>4 122 915</b>

Kombination 1 reducerar utsläppen av CO<sub>2</sub>-e med ca 12 000 ton per år medan kombination 2 bidrar till en något mindre reduktion om 10 800 ton CO<sub>2</sub>-e per år.

Utsläppen från köttproduktionen är baserade på stadens egna uppgifter och utsläppen från de vegetariska ersättningsprodukterna på Unilevers (2017) koldioxidkalkylator. Det är viktigt att ha i åtanke att utsläppen från båda dessa grupper varierar beroende på hur de produceras. Dessa samband är dock mycket komplexa varför resultatet ska tolkas med viss försiktighet.

Den svenska nötköttsproduktionen bidrar till öppna landskap och förutsättningar för en hög biologisk mångfald. En minskning av svensk nötköttsproduktion kan därför ge sämre förutsättningar för att hålla landskapen öppna och den biologiska mångfalden.

#### POSTER I KOMMUNALEKONOMISKA BERÄKNINGEN

Stockholms stad har tagit fram generella kostnadsuppskattningar på vegetarisk respektive icke-vegetariska skolluncher vilka visar att båda kostar ca 10 kr per måltid

(Personlig kommunikation, Magnus Naess 2017-04-28. Med andra ord kan dessa utsläppsminskningar uppnås utan kostnad.

Det är dock oklart vilka ingredienser som ersatt köttet i de vegetariska rätterna. Generellt för livsmedlen i vår beräkning (Tabell 28) är att de som ger upphov till lägre växthusgasutsläpp även är billigare. Situationen är således sådan att kostnaden blir lägre ju större utsläppsminskningar som uppnås. Men, då ingen exakt kostnad tagits fram för kombination 1 och 2, utgår vi från Stockholms stads kostnadsuppskattningar där kostnaden är densamma för vegetarisk och icke-vegetarisk kost. Detta innebär ett antagande om att skolmatspersonal inte behöver någon utbildning i att laga näringsriktig vegetarisk mat. Detta är ett osäkert samband och det är troligt att en sådan kostnad kan tillkomma.

#### POSTER I DEN SAMHÄLLSEKONOMISKA BERÄKNINGEN

I den samhällsekonomiska beräkningen ingår i det här fallet endast de kommunalekonomiska kostnaderna och intäkterna. Eftersom kostnaden för kommunen är noll, är även kostnaden för samhället för dessa utsläppsminskningar noll.

#### REFERENSER

Steinfeld, Henning et al. (2006). Livestock's long shadow. Rom. FAO. ISBN 987-92-105571-7. Hämtat 2017-05-17 från: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>

Bryngelsson, D., Hedenus, F., Larsson, J. (2013). Scenarier för klimatpåverkan från matkonsumtionen 2050. Mistra Urban Futures, rapport 2013:3

Livsmedelsverket (2017). Energi, Kalorier. Hämtat 2017-05-17  
<https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/naringsamne/energi-kalorier>

Stockholms stad (2016). Statistik om Stockholm – befolkningsprognos 2016. Hämtat 2017-05-17  
<http://statistik.stockholm.se/attachments/article/155/Befolkningsprognos%202016.pdf>

Unilever (2017). CO2-kalkylatorn. Hämtat 2017-05-17  
<http://www.unileverfoodsolutions.se/inspiration-foer-dig/your-menu/klimatsmart-mat/kalkylatorn>

Återvinningsindustrierna (utan år). Återvinningens klimatnytta  
<http://www.recycling.se/branschfragor/atervinningens-klimatnytta>

## Kolsänkor

### 21. BECCS

Bio energy carbon capture and storage (BECCS) är en teknik för att separera CO<sub>2</sub> från övriga rökgaser i kraftvärmeverk. Fortum Värme har genomfört beräkningar för åtgärden samt bidragit med följande beskrivning.

*”Sammanfattningsvis baseras tekniken på att CO<sub>2</sub> separeras från rökgaserna från ett kraftvärmeverk. I vanliga fall är förbränningen av biomassa till stora delar CO<sub>2</sub>-neutral, eftersom trädet växer genom att koldioxid från atmosfären genom fotosyntesen binds upp. Då trädet förbränns återförs CO<sub>2</sub> till atmosfären vilket skapar ett cirkulärt flöde där i princip inget eller väldigt lite tillskott av CO<sub>2</sub> sker. Genom att ta ut CO<sub>2</sub> ur detta cirkulära system minskar koncentrationerna i atmosfären, vilket är målet med BECCS.*

*I Stockholm finns stora möjligheter att skapa kolsänkor tack vare den utbyggda kraftvärmekapaciteten och stora spridningen av fjärrvärme. Exempelvis skulle en implementering av BECCS på det nya kraftvärmeverket i Värtahamnen, KVV8, innebära en lokal kolsänka om cirka 900 000 ton CO<sub>2</sub> per år. Totalt är potentialen i hela regionen i storleksordningen 2 000 000 ton per år vid en storskalig utbyggnad.*

*Då en del av elenergin vid kraftvärmeverket går åt till att driva avskiljningsprocessen vid BECCS minskas nyttan sett ur ett systemperspektiv. I exemplet med KVV8 minskas därmed kolsänkan ur ett globalt perspektiv till cirka 700 000 ton. Om nya kraftvärmeverk byggs med BECCS finns både nyttan av det nya kraftvärmeverket och CO<sub>2</sub>-avskiljningen. Därmed uppskattas att den globala nyttan av BECCS ur ett systemperspektiv medför koldioxidreduktioner motsvarande cirka 2 300 000 kton CO<sub>2</sub> per år.*

*Det finns lämpliga platser att lagra CO<sub>2</sub> i Östersjön. På kort sikt är dock lagring i det redan etablerade Sleipnerfältet utanför Norge mer troligt och lämpligt, då det finns befintlig infrastruktur där. Båttransport är även på kort sikt mest kostnadseffektivt jämfört med pipelines.*

*Fortum Värmes initiala beräkningar pekar mot att kostnaden blir cirka 500–1000 kronor per ton lagrad CO<sub>2</sub>. Den lägre siffran hänför sig till skalfördelar vid en storskalig implementering av teknologin och den högre till kostnader som uppkommer i ett tidigt pilotskede. Ungefär hälften utgör kostnader för transport och lagring. Den andra hälften är investeringar i avskiljningsanläggningar samt den energiförlust som uppstår då koldioxiden avskiljs, kyls och komprimeras inför transport. Fortum Värme följer löpande den tekniska utvecklingen inom området, men bedriver för närvarande inga skarpa projekt.”*

Koldioxid som lagras med BECCS är troligt att förbli i berggrunden i över 1 000 år. Trots den långa tidsperioden kan det anses tveksamt att likställa detta med en faktisk

utsläppsreduktion som ju säkerställer att koldioxid förhindras att nå atmosfären helt och hållet istället för i enbart 1 000 år. I beräkningarna har ingen hänsyn tagit till detta utan lagrad koldioxid behandlas som permanent lagrade.

Planer finns att inleda försöksverksamhet med att avskilja koldioxid ur rökgaser från ett kraftvärmeverk i Oslo. Beslut om pilotverksamhet tas tidigast 2020. Denna åtgärd kommer inte att kunna implementeras inom en snar framtid utan ska ses som en framtida vision och inte något som i realiteten kan vara i bruk förrän efter 2020-talet.

Det ska noteras att åtgärden inte är aktuell i dagsläget. Istället är det något som kan förverkligas på sikt och då troligtvis med fler aktörer än Fortum och Stockholms stad som driver frågan.

## 22. Ökad produktion av biokol

Åtgärden om ökad produktion av biokol har beräknats av Fortum Värme utifrån deras investeringskalkyleringsverktyg. I samråd med Fortum har två scenarier för framtiden beräknats: ett småskaligt och ett storskaligt. Detta angreppssätt har valts då utvecklingen av biokol kan sägas vara i ett teknikutvecklingsskede idag. Exakt hur en utbyggnad bör göras kommer att visa sig genom det pilotprojekt som nu genomförs i Högdalen och en utveckling av detta.

Det småskaliga projektet innebär att fyra ytterligare anläggningar installeras likt pilotprojektet i Högdalen. Denna åtgärd är möjlig redan i perspektivet 2020 och skulle resultera i att 2 300 ton koldioxid per år kan bindas. I scenariot är det Stockholm Vatten och Avfall som står för investeringskostnaden. Fortum får en intäkt genom försäljning av biokol och den värme som alstras i pyrolysisprocessen.

Det storskaliga projektet är mer långsiktigt eftersom teknikutveckling kommer att behövas innan det kan förverkligas. Uppskattningsvis kan det storskaliga projektet innebära att 250 000 ton koldioxid fångas per år. Anläggningen skulle mottaga bl. a. halm, avloppsrester och hästgödsel. Dock finns inga sådana anläggningar i dagsläget utan tekniken behöver utvecklas. I beräkningarna antas Fortum Värme stå för investeringskostnaden. Likt i det småskaliga projektet får Fortum Värme en intäkt genom att sälja biokol och värmen vilket täcker investerings- och driftkostnaden. Trots detta har den kommunalekonomiska effekten antagits vara noll.