



MILJÖFÖRVALTNINGEN

Förslag till

**Färdplan för ett  
fossilbränslefritt  
Stockholm 2050**

# En rapport från Miljöförvaltningen

Förslaget till Färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050 har producerats av Plan och miljöavdelningen vid miljöförvaltningen i Stockholm. Projektledare har varit Örjan Lönngren och biträdande projektledare Lova André Nilsson. Arbetsgruppen har även bestått av Charlotta Hedvik, Emma Hedberg, Jon Möller och Jonas Ericson. Arbetet har letts av en styrgrupp bestående av Gustaf Landahl och Jonas Tolf. Stockholm 2013-02-05

## FÖRORD

I budget för 2012 fick miljöförvaltningen i uppdrag att ta fram en färdplan som visar hur staden kan bli fossilbränslefri till 2050. Slutsatsen i denna rapport är att det är möjligt uppfylla målet. För att lyckas fordras dock ett målmedvetet arbete. Staden rår inte över alla styrmedlen, utan för att åstadkomma detta krävs även en hel del beslut på statlig nivå, inom landstinget och av andra aktörer.

Miljöförvaltningen ansvarar för innehållet i detta förslag men under arbetets gång har avstämningar skett med tjänstemän på andra förvaltningar och bolag inom staden. Därtill har kontakter skett med Naturvårdsverket som har arbetat fram en nationell färdplan. Stockholms stadsmiljöråd har dessutom

varit aktiva vid framtagandet av färdplanen där de vid tre möten tagit del av de resonemang som vuxit fram till föreliggande rapport.

Vi är medvetna om att det kan finnas många sätt att nå målet om en fossilbränslefritt Stockholm. Inget av dem är självklara eller enkla att genomföra. Det är dessutom svårt att överblicka vad framtiden kan innebära för möjligheter och svårigheter. Föreliggande förslag till färdplan ska därför ses som en första ansats, tänkt för ett brett samråd och remisshantering. Då kan fler goda idéer fångas upp och flera synsätt föras fram om hur vi kan klara en av våra viktigaste och svåraste utmaningar under detta sekel.

Gunnar Söderholm

Gustaf Landahl

## Innehåll

<b>Förord .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Färdplanen i relation till andra dokument.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Förutsättningar för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050 .....</b>	<b>11</b>
<b>4 Färdplan 2050 .....</b>	<b>13</b>
<b>5 Energi till värme, komfortkyla och varmvatten .....</b>	<b>22</b>
<b>6 Energianvändning av värme och varmvatten i byggnader .....</b>	<b>27</b>
<b>7 Övrig el och gasanvändning.....</b>	<b>35</b>
<b>8 Transporter .....</b>	<b>38</b>
<b>Bilaga 1. Sammanställning av reduktion av växthusgaser.....</b>	<b>49</b>
<b>Bilaga 2. Beräkningsförutsättningar .....</b>	<b>50</b>
<b>Bilaga 3. Fossila rester och klimatkompensation .....</b>	<b>52</b>



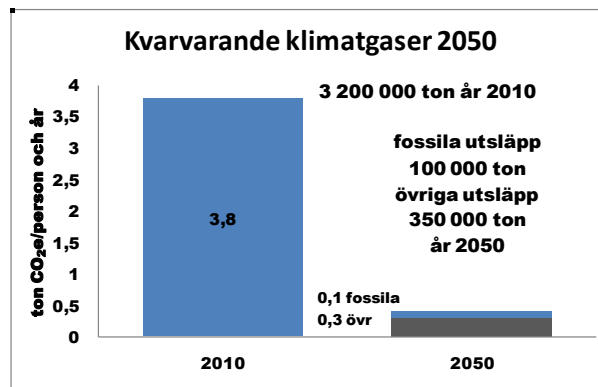
# 1 SAMMANFATTNING

Stockholm stad har ett beslutat mål om att staden ska vara fossilbränslefri år 2050. I budget för 2012 fick miljöförvaltningen i uppdrag att ta fram en färdplan som visar hur målet kan uppnås. Färdplanen utgår från samma systemgränser som följts upp sedan 1995 och som avrapporteras till Miljö- och hälsoskyddsnämnden varje år. Beräkningarna beskriver således utsläppen som uppstår vid användandet av energi för uppvärmning av byggnader, alla transporter inom stadens geografiska gräns samt övrig el och gasanvändning.

Slutsatsen i denna rapport är att det är möjligt uppnå målet om att ingen energi med fossilt ursprung används i Stockholm år 2050, sånär som på utsläpp från eldnings av fossil plast, flygbränsle och bränsle till sjöfarten (totalt cirka 100 000 ton CO<sub>2</sub>e). För att lyckas fordras dock ett målmedvetet arbete och att beslut som stödjer målet tas av staden, staten och enskilda aktörer i god tid och att adekvata ekonomiska medel och styrmekanismer måste finnas.

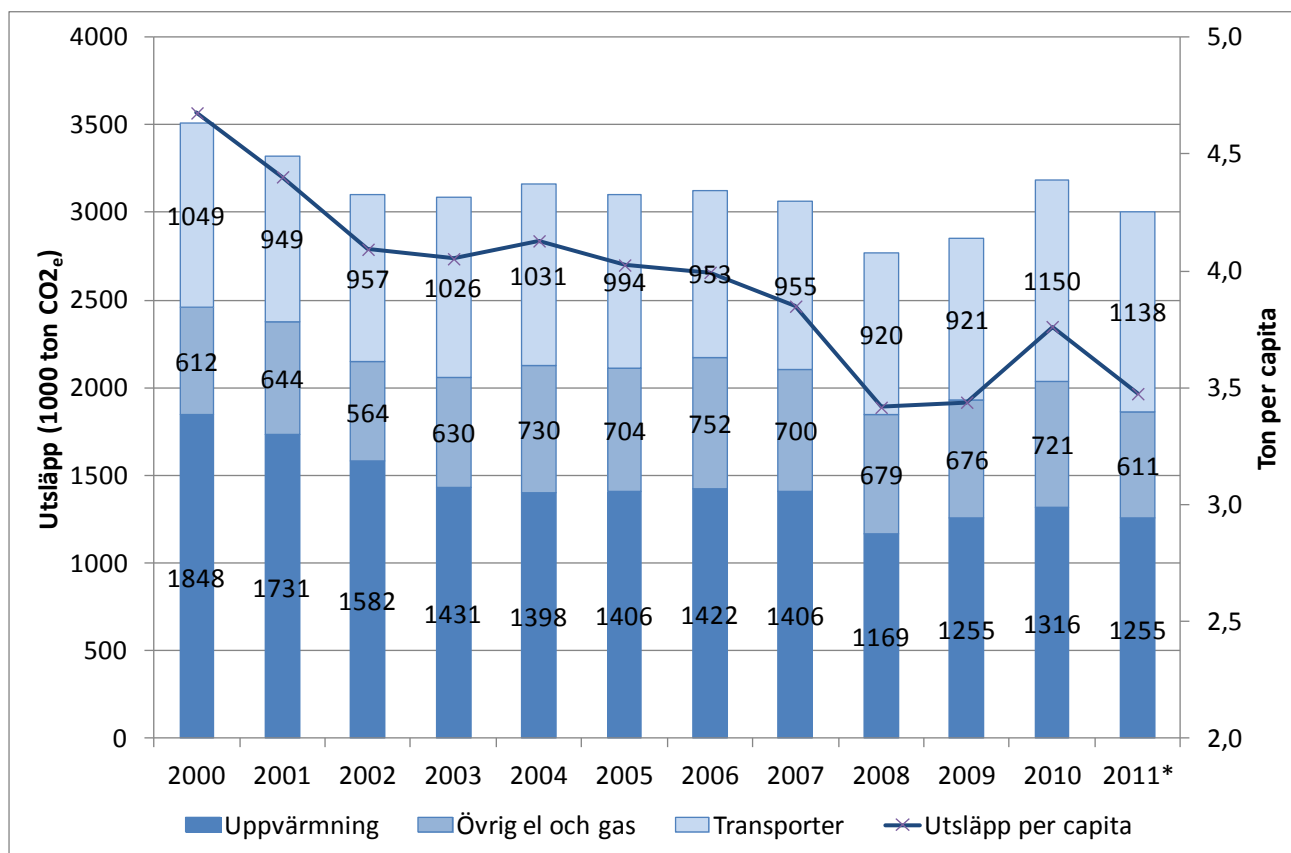
Enligt stadens beräkningar var utsläppen av klimatgaser (koldioxid, metan och lustgas) 3 200 000 ton år 2010. I färdplanen utreds åtgärder som skulle kunna eliminera användandet av fossila bränslen helt och hållet. Det betyder dock inte att utsläppen

av klimatgaser helt försvinner. Vid produktion och distribution av bibränslen sker ytterligare utsläpp av växthusgaser. Dessa utsläpp beräknas år 2050 bli runt 350 000 ton. Det betyder att utsläppen av klimatgaser minskar från 3,8 ton per person och år vid färdplanens basår 2010 till 0,4 ton per person och år sammantaget fossila och övriga utsläpp år 2050.



Beräknade utsläpp av klimatgaser i Stockholm 2010 och 2050; ton/invånare.

## 2 FÄRDPLANEN I RELATION TILL ANDRA DOKUMENT



Figur 1: Utvecklingen av växthusgasutsläppen och utsläpp per invånare i Stockholm år 2000 till 2011. \* Baseras delvis på prognoser.

Stockholm har en lång och obruten tradition av miljöarbete och har länge haft höga ambitioner på klimatområdet<sup>1</sup>. Stadens första plan för att minska växthusgasutsläppen antogs redan 1998. Det har därefter följts av en rad uppdaterade åtgärdsprogram. Trots en växande befolkning har staden tillsammans med andra aktörer lyckats åstadkomma en stadig minskning av utsläppen av växthusgaser. Enligt beslut i kommunfullmäktige har Stockholm som långsiktigt mål, att vara fossilbränslefri stad 2050.

### 2.1 Stockholms stads klimatarbete sedan 1990-talet

Målet för Stockholms första klimatplan<sup>2</sup> var att till år 2000 minska växthusgaser från el, gas, uppvärmning och transporter till 1990 års nivå, d.v.s. till 5,4 ton koldioxidekvivalenter<sup>3</sup> (CO<sub>2</sub>e) per stockholmare och år. Målet överträffades och vid årsskiftet 2000/2001 beräknades utsläppen till 4,5 ton per år och person.

År 2009 var utsläppen nere i 3,4 ton CO<sub>2</sub>e per person. Även de totala utsläppen har minskat, trots en väsentlig befolkningsökning under samma period. De totala utsläppen 2009 var drygt 2 850 000

<sup>1</sup> Stockholms stads klimatarbete, 2009

<sup>2</sup> Stockholms handlingsprogram mot växthusgaser, 1998

<sup>3</sup> Se förklaring sid 9



ton CO<sub>2</sub>e, vilket är en minskning med ca 25 % jämfört 1990 års nivå på ca 3 700 000 ton CO<sub>2</sub>e per år.

Som framgår av figur 1 ökade utsläppen av växthusgaser år 2010. Detta beror främst på att vintrarna 09/10 och 10/11 var kallare än normalt. Ökningen för transportsektorn beror på förändringar i beräkningsmetod för vägtrafiken.

De största utsläppsminskningarna under perioden 1990 - 2010 har skett genom:

- Konverteringar från oljeeldning till fjärrvärme och övergång till biobränslen i fjärrvärmerna ca 500 000 ton.
- Konverteringar från oljeeldning till värmepumpar ca 300 000 ton.
- Utbyte av fordon och fordonsbränslen från fossilbränslefordon till miljöbilar, ca 80 000 ton.
- Byte från diesel till förnybart drivmedel i busar i kollektivtrafiken, ca 10 000 ton.

## 2.2 Färdplanen i förhållande till stadens styrdokument

Färdplanen för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050 knyter an till flera av stadens styrdokument; Stockholms Miljöprogram 2012 – 2015, Åtgärdsplan för Klimat och Energi 2012 – 2015, Stockholms översiktsplan ”Promenadstaden” och Framkomlighetsstrategin för att nämna några. Även Vision 2030 och Energiplanen är viktiga underlag till Färdplan 2050.

Färdplanen är en del av arbetet i staden, regionen, Sverige och EU för att nå de långsiktiga klimatmålen, ytterst för att klara FN:s två graders mål.

I färdplanen analyseras vilka åtgärder som behöver vidtas för att målet om fossilbränslefrihet ska uppnås. Analyserna fokuserar på vilka effekter olika åtgärds-kategorier har på utsläppen av växthusgaser. Färdplanens förslag till åtgärder kan vara vägledande och ligga till grund för framtida planer, mål och budgetarbete. Stadens förvaltningar och bolag behöver sedan konkretisera åtgärder och göra detaljerade analyser med avseende på rådighet, kostnader och andra konsekvenser. Prioriteringar får ske efter hand, efter mer omfattande analyser.

Förslaget är att färdplanen ses över i samband med att Stockholms åtgärdsplan för klimat och energi

revideras. Vilket sker vart fjärde år samtidigt som stadens miljöprogram revideras. Färdplanen behöver även ses över efter år 2020 då 20/20/20 målet ska vara uppnått samt efter år 2030 då det nationella målet om fossilbränslefri fordonsflotta ska vara uppfyllt.

## 2.3 Stockholms färdplan i förhållande till den nationella färdplanen 2050

Naturvårdsverket har tagit fram ett underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp till år 2050. Den behandlar hur utsläppen kan minska inom olika sektorer. Den nationella färdplanen noterar att arbetet för att nå fossilbränslefrihet till år 2050 behöver ske på både lokal nivå och nationell nivå.

För att nå målet är det viktigt med en bra samverkan och dialog mellan lokala och nationella myndigheter så att kommunen får villkor som gör att de kan ta det kommunala ansvaret. Det är även väsentligt att myndigheterna tillsammans gör det så enkelt som möjligt för privatpersoner och näringsliv att bidra till att målet nås. Stora krav kommer även ställas på kommuner att anpassa samhället t.ex. genom en markanvändningsplanering som kan leda till minskat behov av transporter.

FN:s klimatpanel IPCC kommer ut med en ny global klimatrapport vart femte år. Nästa rapport kommer under 2013. Den bör vara en viktig utgångspunkt för en bedömning av utvecklingen.

### 2.3.1 Världsklass

Stockholms stad bedriver ett klimatarbete som är på världsklassnivå. Stadens klimatarbete kan dock utvecklas genom att i större utsträckning integreras mer i en större del av stadens organisation. Många genomförda åtgärder är lyckade demonstrationsprojekt som kan utvidgas till hela stadens organisation för ännu större klimatnytta.

När Stockholm påbörjade arbetet med att minska växthusgasutsläppen i mitten av 1990-talet var Stockholm världsledande inom området. I dag tävlar många städer runt om i världen om att vara ledande. Genom att fortsätta stadens systematiska arbete med att fasa ut användningen av fossila bränslen för att senast år 2050 vara en fossilbränslefri stad har Stockholm behållit ett klimatarbete i världsklass.



## 3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR ETT FOSSILBRÄNSLEFRITT STOCKHOLM 2050

### 3.1 Stadens mål till 2050

I budgeten för Stockholms stad 2012 står: "Huvudmålet är att Stockholm ska vara fossilbränslefritt år 2050." Färdplanen ska således beskriva hur de fossila bränslena kan fasas ut som energikällor. Detta kan ske genom att de fossila bränslena byts ut till andra bränslen s.k. konvertering, eller genom energieffektiviseringar så behovet av bränslen minskar.

#### 3.1.1 Fossila bränslen

De fossila bränslena som för närvarande används inom Stockholms stads geografiska gräns är:

**Kol** i kraftvärmeverket i Värtan (KVV6) för produktion av fjärrvärme och elektricitet.

**Olja** till värmepannor i byggnader, värmeverk för produktion av fjärrvärme, industriella sammanhang samt fartyg.

**Naturgas** till värmepannor i byggnader, spisar samt fordonsgas.

**Bensin** till fordon i vägtrafiken.

**Diesel** till fordon i vägtrafiken, arbetsmaskiner samt fartyg.

**Fotogen** till flygplan.

**Fossilbaserad plast i avfall** till värmeverk för produktion av fjärrvärme.

#### 3.1.2 Fossilbränslefri stad

Färdplanen visar hur staden kan bli fossilbränslefri. Utgångspunkten har således varit att identifiera åtgärder som leder till att fossila bränslen konverteras till andra bränslen. I och med att användningen av fossila bränslen upphör kommer emellertid inte utsläppen av växthusgaser helt att upphöra på grund av LCA-utsläpp (se bilaga 2). I fördjupningen (se kap. 5-8) analyseras i första hand hur de fossila bränslena kan ersättas med andra bränslen, men även hur de återstående klimatutsläppen p.g.a. LCA-utsläpp kan minskas.

Utsläppen av växthusgaser beräknas i färdplanen enligt Stockholm stads nuvarande beräkningsmetod, d.v.s. konsumtionsmetoden med LCA-påslag. Detta innebär att utsläppen är beräknade på bränslets hela livscykel och omfattar även utsläpp vid produktion och distribution av biobränslen. Dessutom blir det en del utsläpp av metan och lustgas vid förbränning av biobränslen.

Dessa utsläpp kan kompenseras om staden eftersträvar att vara helt fossilbränslefri även avseende indirekta utsläpp (utsläpp som sker utanför staden vid produktion av energi.) I bilaga 3 redovisas olika kompensationsinstrument.

### 3.2 Färdplanens omfattning och avgränsning

I färdplanen analyseras all energianvändning och därmed uppkomna utsläpp av växthusgaser inom Stockholms kommuns geografiska gräns d.v.s.

- Alla växthusgasutsläpp från uppvärmning och kylning av fastigheter.
- Alla vägtransporter inom kommungränsen oavsett vem som utför dem. Tåg och sjöfart inom stadens gränser och flyget vid Bromma flygplats, upp till 915 meter<sup>4</sup>.
- All övrig gas- och elanvändning för hushåll och verksamheter inom kommungränsen.

I målet ingår inte växthusgasutsläpp från:

- Stockholmares resor utanför kommungränsen.
- Produktion av livsmedel eller andra varor eller tjänster som stockholmarna konsumerar men som tillverkas utanför kommungränsen.
- Freoner i köldmedia, byggavfall och lustgas i sjukvården.
- S.k. kortlivade klimatföroreningar (Short-lived climate pollutants, SLCP), med undantag för utsläpp av metan och lustgas vid förbränning av bränslen.

Målet är att Stockholm ska bli fossilbränslefritt 2050. Men det behövs även ett arbete med att minska energianvändningen inom både transport- och fastighetssektorn. Detta för att den förnybara energin ska räcka till både transporter, uppvärmning och elanvändning. Analys av tillgång på olika bränslen samt el och värme från olika produktionsmetoder redovisas i kapitlen 5 och 7.

---

<sup>4</sup> Utsläpp från flygtrafik beräknas enligt "Landing and Take-Off cycle" (LTO-cykeln), vilket innebär utsläpp från flygplan under höjden 3000 fot (915 m), inklusive rullning på marken, s.k. taxning.

### 3.2.1 Åtgärder så tidigt som möjligt

Enligt FN:s klimatkonvention beräknas klimatförändringarna kunna hanteras så länge temperaturen inte stiger mer än två grader över förindustriell nivå. Då anses halten av växthusgaser stabiliseras på en nivå som innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte får förödande konsekvenser. I FN:s senaste rapport<sup>5</sup> visar det sig dock att nuvarande globala utsläpp beräknas fortsätta att öka och nu är så höga att vi riskerar få en temperaturökning som är mycket högre, nämligen 3 till 5 grader.

För att uppvärmningen inte ska bli större än två grader behöver de samlade utsläppen i världen börja minska år 2020. Desto senare trenden vänder, så att utsläppen globalt sätt minskar i stället för att öka, ju mer omfattande och snabbare utsläppsminskningar kommer att behövas längre fram i tiden.

FN konstaterar dessutom att gapet mellan alla länders löften om att minska utsläppen och hur mycket utsläppen behöver minskas aldrig har varit så stort som nu.

Tvågradersmålet anses motsvara att de samlade utsläppen av växthusgaser får vara högst 1,5 ton per person över hela jordklotet. I Stockholms färdplan redovisas hur dessa kan minskas från 3,4 ton per person till 0,4 ton. I en jämförelse med andra städer och länder ska dock påpekas att Stockholm och Sverige har flera gynnsamma förutsättningar. För det första har Sverige en elproduktion som relativt andra länder till största delen är oberoende från fossila bränslen. För det andra har Stockholm mycket lite varuproduktion. Varorna som konsumeras i Stockholm produceras till största delen på andra ställen där utsläppen således blir större.

### 3.2.2 Förutsättningar i en växande stad

År 2050 väntas Stockholm ha en befolkning på 1,2 miljoner invånare, vilket är 40 % fler än vad som bor i staden år 2012. För att bereda bostäder till den ökande befolkningen planeras fem tusen nya lägenheter per år, eller 190 000 nya lägenheter till 2050. Behovet av lokaler för affärer, kontor, skolor, sjukhus m.m. beräknas öka i samma utsträck-

ning, liksom efterfrågan på resor och varutransporter inom staden.

I färdplanen har därför utgångspunkten varit att det totala energibehovet också ökar med 40 %. Utifrån detta har analyserats hur olika typer av effektiviseringar kan minska behovet av energi.

Inom varje område analyseras vilka fossila bränslen som används idag och hur de kan ersättas med andra bränslen.

## Förkortningar och förklaringar

**Basår** – Basåret är sammansatt av värden från 2009 (fjärrvärme, olja, gas, el, träbränsle, övrig el och övrig gas) och 2010 (transporter, flygfart, sjöfart och arbetsmaskiner). Detta har gjorts på grund av att år 2010 var ett extremt kallt år, varför 2009 års värden bättre speglar ett normalt år, både vad gäller energibehov och sammansättning av energibärare (bränslen).

**CO<sub>2</sub>e** - koldioxidekvivalenter. Summan av effekten av växthusgaserna koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O) viktat med sina respektive växthusgaspotentialer (GWP<sub>100</sub>)

**LCA** – Livscykelanalys. Påverkan från produktion och distribution av exempelvis ett bränsle, samt, i förekommande fall, hantering av bränsleavfall.

**CCS** – Carbon capture & storage, teknik att fånga in och lagra CO<sub>2</sub>.

<sup>5</sup> The Emissions Gap Report 2012, A UNEP Synthesis Report

## 4 FÄRDPLAN 2050

Färdplanen visar hur energianvändningen inom Stockholms geografiska utbredning ska kunna bli fossilbränslefri till 2050. Dessutom beräknas hur stora utsläpp som återstår av metan och lustgas vid förbränning samt hur stora de indirekta utsläppen är (LCA). Sammantaget kallade övriga utsläpp i planen. Analysen är uppdelad på:

**Energi till värme, komfortkyla och varmvatten** (i stort sett värme och kyla till byggnader). Fördjupning i kap. 5

**Energianvändning av värme och varmvatten i byggnader.** Fördjupning i kap. 6

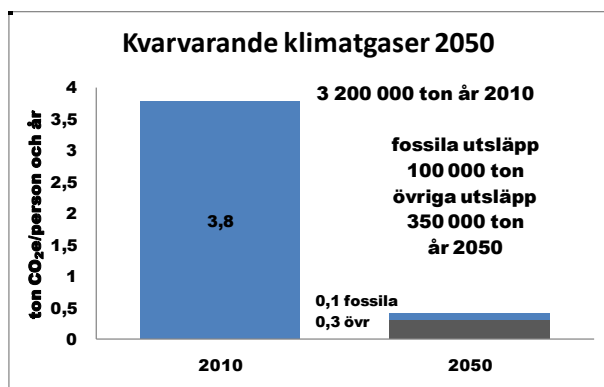
**Övrig el och gasanvändning.** Fördjupning i kap. 7

**Transporter** (väg och järnväg). Fördjupning i kap. 8

**Flyg, sjöfart och arbetsmaskiner.** Fördjupning i kap. 8

Sammanfattningsvis kan konstateras att användningen av fossila bränslen i stort sett kan upphöra till år 2050. Osäkerhet råder avseende fossila plaster som bränsle i fjärrvärmens samt fossil olja till sjöfarten och fotogen till flyget. De totala utsläppen av växthusgaser beräknas kunna minska från 3 200 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2010 till 450 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050. Uttryckt i utsläpp per invånare beräknas utsläppen minska från 3,8 ton CO<sub>2</sub>e per år och invånare år 2010 till 0,4 ton CO<sub>2</sub>e per år och invånare år 2050.

Cirka en fjärdedel av de kvarvarande utsläppen år 2050 beräknas härröra från användning av fossila bränslen, främst förbränning av plast i fjärrvärmens. Resterande tre fjärdedelar är LCA-påslag samt direkta utsläpp av metan och lustgas vid förbränning av biobränslen.



Figur 2: Beräknade utsläpp av klimatgaser i Stockholm 2010 och 2050; ton/invånare.

### 4.1 Energi till värme, komfortkyla och varmvatten

Inom denna sektor behandlas alla typer av energi som används vid uppvärmning av bebyggelsen samt så kallad komfortkyla<sup>6</sup>. Främst är det fjärrvärme, el till uppvärmning samt olja till värme pannor. De fossila bränslena inom denna sektor är kol, fossil olja, plast i avfall och returbränslen samt naturgas.

#### Kol i fjärrvärmens

I kraftvärmeverk 6 i Värtan (KVV6) används kol som bränsle vid produktion av värme och el. Fortum Värme arbetar med att successivt ersätta kolet med biobränslen. Tekniskt är denna omställning mycket komplicerad, varför det är osäkert hur stor andelen biobränslen kan bli. I färdplanen beräknas att detta verk är nedlagt år 2050 och därmed kolet helt avvecklat som bränsle.

#### Fossil olja i fjärrvärmens, värmepannor och reservkraft

Fossil olja till uppvärmning förekommer i begränsad omfattning i staden. Cirka sex hundra flerbostadshus och ett par tusen småhus har fortfarande oljeeldade pannor. I fjärrvärmensystemet finns oljeeldade pannor som används när det är som kallast. Till detta kommer reservkraftverk till sjukhus, serverhallar m.m.

Under de senaste tjugo åren har det skett en omfattande utfasning av fossil olja till uppvärmning. I färdplanen har beräknats att denna utveckling fortgår. Tekniskt går det redan i dag att ersätta den fossila oljan med biodiesel i reservkraftverken. Till år 2050 torde således den fossila oljan vara utfasad.

#### Fossilbaserade plaster som bränsle

Avfall och returbränslen<sup>7</sup> används i dag som bränslen i fjärrvärmens och andelen planeras öka fram-

<sup>6</sup> Komfortkyla är kylning av lokaler i byggnader. Kylning av datahallar och livsmedel och dylikt kallas för processkyla.

<sup>7</sup> Returbränslen utgörs av avfall från byggen och industri.

över. I det bränslet finns en betydande mängd fossilbaserade plaster<sup>8</sup>. Om staden ska kunna bli fossilbränslefri måste den plasten sorteras ut. Å andra sidan kan konstateras att plastfibrer endast kan återvinnas till ny plast ett begränsat antal gånger. Därefter kan det läggas på deponi alternativt användas som bränsle då energiinnehållet är högt.

Troligen kommer plaster i allt högre utsträckning kunna tillverkas utifrån biobaserade råvaror. I färdplanen förväntas ändå att fossila plaster förekommer även år 2050. Av resurshushållningsskäl bör uttjänt plast trots allt användas som bränsle, även om fossilbaserade plaster som bränsle efter år 2050 strider mot målet om en fossilbränslefri stad. Fortum Värme avser att neutralisera utsläppen av växthusgaser genom kompensationsåtgärder. Således kommer en mindre mängd fossilbränsle att användas i fjärrvärmerna, men nettoutsläppen av klimatgaser kompenseras.

### **Gas till uppvärmning**

Gas från stadsgasnätet används i begränsad omfattning som energi i värmepannor. Gasen i stadens gasnät utgörs idag av en blandning av naturgas och luft. Gasen kan ersättas med biogas. Det förutsätter dock en betydande utbyggnad av biogasproduktionen.

### **Risker**

Den största risken är att efterfrågan på biobränslen blir större än tillgången. Därmed skulle konverteringar inte kunna komma till stånd. Framförallt skulle priset vid en bristsituation troligen bli relativt högt. I den situationen kan fossila bränslen, då framförallt kol och naturgas, vara kostnadsmissigt fördelaktiga.

Mängden fossilbaserad plast i avfallsförbränningen ökar då inslaget av avfall planeras att bli större i framtiden.

### **Förutsättningar för fossilbränslefri värmeförsörjning**

I färdplanen bygger beräkningarna på att:

- KVV6 konverteras helt till biobränslen, alternativt avvecklas.
- Samtliga oljeeldade värmepannor i fjärrvärmesystemet, närvärmecentraler och byggnader eldas med bioolja, alternativt ersätts med annan uppvärmning.

- Samtliga reservkraftverk drivs med bioolja eller liknande.
- Naturgasen i stadsgasnätet ersätts med biogas.

## **4.2 Energianvändning av värme och varmvatten i byggnader**

Förutsatt att energiförsörjningen till byggnader blir fossilbränslefri, kan det framstå som om det inte skulle spela någon roll hur mycket energi bebyggelsen har behov av. Men i och med att efterfrågan på biobränslen ökar i hela världen kan det uppstå brist och därmed även höga priser. Av dessa anledningar är det angeläget att energianvändningen i byggnader är låg. Det kan till och med vara en förutsättning för att målet om en fossilbränslefri stad ska kunna uppnås.

### **Ny bebyggelse**

Genom beslut i kommunfullmäktige i december 2011 gäller skärpta krav på energianvändning i nybyggnation på mark som staden markanvisar. Vartefter som tekniken utvecklas kan dessa krav skärpas successivt. I färdplanen beräknas energianvändningen i nybyggnationen mer än halveras jämfört med dagens nationella byggregler. Jämfört med stadens gällande krav innebär det en minskning med 25 %.

### **Befintlig bebyggelse**

I den befintliga bebyggelsen finns stora möjligheter att minska energianvändningen. Med den bebyggelsestruktur som är i staden med många skyddsvärda byggnader begränsas emellertid åtgärderna till energieffektiviseringar. En annan begränsning är ägandeformerna med många bostadsrättsföreningar med små ekonomiska resurser. I färdplanen bedöms det som rimligt att i snitt energieffektivisera de befintliga byggnaderna med en tredjedel.

### **Risker**

Stadens aktiva arbete med att få ner energianvändningen i bebyggelsesektorn kan hindras om kommuner förbjuds att ställa strängare krav på energianvändningen i nybyggnationen än de nationella kraven.

Ägare av befintliga byggnader kan komma att sakna finansiering av ombyggnader som leder till energieffektiviseringar.

---

<sup>8</sup> Plaster tillverkade med fossil olja som råvara.

Sammantaget kan detta leda till att beräknade energieffektiviseringar inte kommer till stånd. Därmed kvarstår ett större behov av bibränslen, vilket kan leda till problem eftersom tillgången på biobränslen är begränsad.

### **Förutsättningar för energieffektiva byggnader**

I färdplanen bygger beräkningarna på att:

- Staden framgent kan ställa stränga krav på energieffektiva byggnader vid markanvisningar.
- Adekvata ekonomiska instrument finns till finansiering av energieffektiviseringar i den befintliga bebyggelsen.

## **4.3 Övrig el- och gasanvändning**

Övrig elanvändning handlar om hushållsel och verksamhetsel. Det innefattar all elanvändning förutom den el som går till uppvärmning och transporter.

### **Elproduktion i Stockholm**

I kraftvärmeverk 6 i Värtan (KVV6) används kol som bränsle vid produktion av värme och el. Elen används i stor utsträckning av Fortum Värme till att driva värmepumparna vid Värtaanläggningen. I färdplanen beräknas att kraftvärmeverk 6 är nedlagt år 2050 och därmed kolet helt avvecklat som bränsle.

### **Elproduktion i Norden**

Vid användning av el sker inga direkta utsläpp av växthusgaser. Av den anledningen berörs elanvändning endast indirekt av målet om en fossilbränslefri stad. I stadens beräkningar av hur stora de övriga utsläppen är sammanställs hur elen producerats i Norden (Danmark, Finland, Norge och Sverige). Det finns stora osäkerheter om hur framtidens elproduktion kommer att vara uppbyggd. I färdplanen förutsätts att elproduktionen i Sverige och Norden kommer att bygga på förnybar elproduktion år 2050. Därmed kan elen betraktas som fossilbränslefri.

### **Stadsgasnätet**

Gasen i stadens gasnät används till spisar, processer t.ex. krematorierna samt värmepannor. Den gasen utgörs idag av en blandning av naturgas och luft. Gasen kan ersättas med biogas. Det förutsätter

dock en betydande utbyggnad av biogasproduktionen.

### **Risker**

Biogas har många användningsområden som fordonsbränsle, bränsle i kraftvärmeverk och inom industrin. Således kommer konkurrensen om gasen att vara stor, samtidigt som tillgången blir begränsad även efter omfattande utbyggnader av produktionen. Samtidigt bedöms tillgången på naturgas att vara god.

### **Förutsättningar för en fossilbränslefri gas**

I färdplanen bygger beräkningarna på att:

- Naturgasen i stadsgasnätet ersätts med biogas.

## **4.4 Transporter**

Analysen tar sin utgångspunkt i antagandet att växthusgasutsläppen från transporter direkt följer den väntade befolkningstillväxten i Stockholm och därmed ökar 40 % jämfört med år 2009 till 1 380 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050 med dagens trafikstruktur.

Transportsystemet är komplext med vitt skilda transportbehov och fordonstyper. Åtgärder för att minska utsläppen av klimatgaser måste således ske på flera olika sätt parallellt. Det som framför allt kan minska utsläppen är:

- Överflyttning av personresor från bil till kollektiva färdmedel
- Minskat behov av resande samt överflyttning från bil till gång och cykel
- Effektivare godstransporter
- Effektivare miljöfordon och byte till bi drivmedel och elbilar.

I Färdplan 2050 har först tre alternativa scenarier analyserats, där vissa åtgärder renodlats för att visa hur utsläppen kan minskas. Sen har ett huvudskenario satts samman med en kombination av de alternativa scenarierna samt andra åtgärder. Huvudskenariot är det förslag som rekommenderas i färdplanen.

De fossila bränslena inom transportsektorn är bensin och diesel. Trots en hög andel miljöfordon i dag använder över nittio procent av vägtrafikens fordon fossila bränslen. Tekniskt skulle det gå att ersätta dessa bränslen med biobränslen. Svårigheterna är dock flera.

Elbilar har inneboende brister i pris och räckvidd. Tillgången på hållbart producerade biobränslen är, och kommer troligen även i framtiden, att vara begränsad. Omställningen tar tid och är beroende av beslut som tas av många intressenter. Ny infrastruktur för bränsledistribution ska byggas upp m.m. Det största problemet är dock att ökningen av antalet fordon med 40 % skulle avsevärt försämra framkomligheten och belasta trafiksystemet så att minsta störning skulle stoppa upp hela trafikflödet.

Färdplanen bygger därför på flera olika åtgärder som minskar transportbehoven, stimulerar resande med kollektivtrafik, effektiviserar godstransporterna samt att transporterna sker med effektiva fossilbränsleoberoende miljöfordon.

### **Från bil till kollektivtrafik**

För att stimulera resande med kollektivtrafik behövs en kombination av en kraftigt utbyggd kollektivtrafik och restriktioner som gör bilresandet mindre attraktivt.

Kollektivtrafiken behöver byggas ut till minst en kapacitet som kan hantera de 350 000 nya resor som tillkommer på grund av befolkningsökningen. Detta kommer att kräva att kapaciteten näst intill fördubblas jämfört med idag. Sker det ökade utbudet med buss och spårvagn krävs signalprioritering, en stor ökning av kollektivtrafikfält och att dessa hålls helt fria från personbilar för att inte bussarna och spårvagnarna ska fastna i trängsel. Dessa åtgärder kommer i sig att verka hämmande på ökningen av biltrafiken.

### **Minskat resande, gång och cykel**

Med en förväntad nybyggnad av 190 000 bostäder och därmed större befolkningsunderlag finns möjlighet att skapa den täta staden även i ytterstaden och planera så att viktiga samhällsfunktioner finns inom gång- och cykelavstånd från varje bostad.

Inom vissa yrkesgrupper kan distansarbete och resfria möten ersätta en del av de fysiska resor som görs idag. Detta kräver dock en fortsatt utbyggnad av IT-infrastrukturen i alla delar av staden. Lokala jobbkaféer kan också vitalisera lokalcentra och ge underlag för ett större lokalt serviceutbud och därmed bidra till att minska resebehovet.

Bilresor upp till 10 km utgör ca 50 % av antalet bilresor som stockholmarna gör. Dessa resor kan i många fall ersättas med gång och cykel. En betydelsefull effekt av en överflyttning till gång och cykel är dessutom att gatuutrymme frigörs eftersom dessa transportslag är betydligt yteffektivare.

### **Effektivare godstransporter**

Godstrafiken svarar för ca 35 % av klimatgasutsläppen från vägtrafiken i Stockholm. En ökande befolkning innebär ett större behov av att transportera in gods i staden och motsvarande behov av att transportera ut avfall. Detta kommer att ta i anspråk en stor del av det gatuutrymme som kan frigöras genom andra åtgärder.

Ett flertal studier visar på att det finns stora effektiviseringar att göra i godsdistributionen, framför allt genom ökad samdistribution och till viss del genom att optimera såväl rutter som leveranstid.

Potentialen att minska utsläppen från godsdistributionen bedöms ligga i intervallet 20 - 25 %, d.v.s. 5 - 10 % av de totala vägtrafikutsläppen.

### **Effektivare fordon, biodrivmedel och elbilar**

Det finns en stor potential att minska klimatutsläppen från fordon genom energieffektivisering och byte till climateffektiva bränslen.

EU-förordningarna om utsläppsnormer för nya fordon är tillsammans med priset på fossila bränslen de huvudsakliga drivkrafterna för energieffektivisering av fordon och flertalet bedömare räknar med att energianvändningen nästan kan halveras till 2050. Detta innefattar också stor andel eldrivna fordon och laddhybrider. För att ytterligare minska utsläppen krävs emellertid också förnybara bränslen och eftersom dessa för närvarande är dyrare att producera än fossila bränslen, krävs olika styrmedel för att utjämna skillnaderna och för att möjliggöra investeringar i produktion.

Flertalet förnybara bränslen kräver dessutom en separat infrastruktur och en optimering av fordonen till just dessa bränslen. Det krävs alltså samtida investeringar från såväl bränsleproducenterna, bränsledistributörerna och fordonstillverkarna. Detta har staden redan påbörjat i och med miljöbilssatsningen.

### **Risker**

På relativt kort tid behöver kapaciteten i kollektivtrafiken öka kraftigt. Denna utbyggnad är både tidskrävande och fordrar stora investeringar. Därmed föreligger en stor risk att utbyggnadstakten sker långsammare än vad som förutsatts i färdplanen.

Tillgången på biobränslen kommer att vara begränsad.



Acceptansen kan vara låg till att gå eller använda cykel vid dåligt väder. Det skulle ställa än större krav på kapaciteten i kollektivtrafiken.

Tillgången på naturresurser kan hämma utvecklingen av ny fordonsteknik och t.ex. batterier till elbilar.

### **Förutsättningar för fossilbränslefria resor**

I färdplanen bygger beräkningarna på att:

- Kollektivtrafiken byggs ut till nära nog fördubblad kapacitet i kombination med åtgärder som hämmar en ökning av biltrafiken
- Staden satsar på att gynna distansarbete.
- Ökad gångtrafik och cykling.
- Stadens översiktsplanering har utvecklats så att ny bebyggelse och kapacitetsförstärkningar i befintlig och nytillkommande kollektivtrafik samordnas. Därtill skapas utrymme för en utvecklad terminalstruktur för stadens varuförsörjning
- Försäljning av fossila drivmedel inte längre förekommer efter år 2050.
- Staden har en väl utbyggd infrastruktur för förnybara drivmedel.

## **4.5 Flyg, sjöfart och arbetsmaskiner**

I beräkningarna av växthusgasutsläppen i Stockholm ingår flyget till och från Bromma upp till 915

meters höjd, samt sjöfarten inom stadens geografiska utbredning.

### **Flygtrafiken på Bromma**

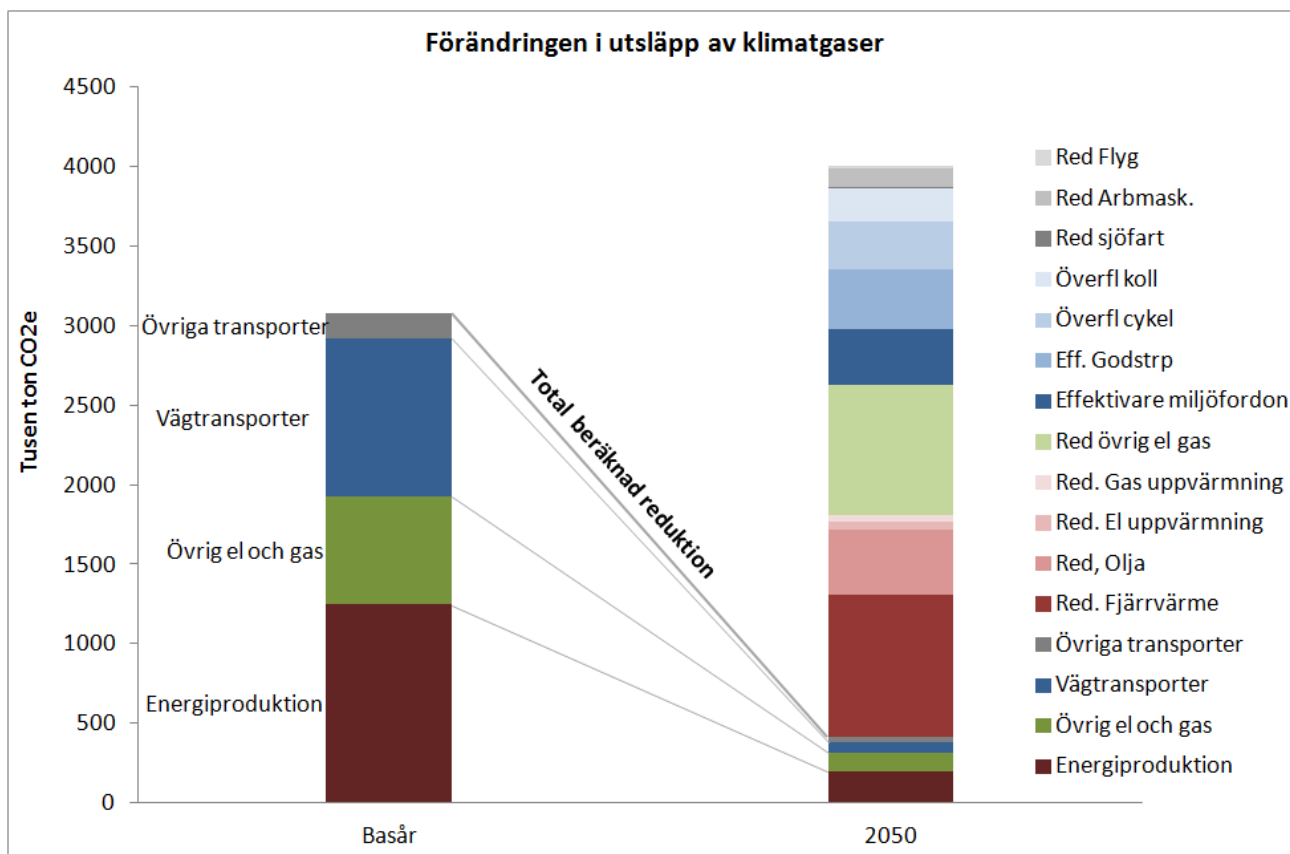
I färdplanen förutsätts att Bromma flygplats är kvar i drift år 2050. Som bränsle i flygplan används flygfotogen som är ett fossilt bränsle. Med dagens kunskaper och bedömningar av branschen förutsätts en fjärdedel av bränslet till flygplan vara fossilt fortfarande år 2050. Utsläppen av växthusgaser från användningen av fossila bränslen i flygtrafiken år 2050 beräknas till 8400 ton CO<sub>2e</sub> per år.

### **Sjöfart**

Fartyg som angör Stockholms hamnar drivs för närvarande med olja eller diesel. I färdplanen beräknas antalet anlöp vara oförändrade jämfört med dagens nivå. Godstransporter till sjöss beräknas i huvudsak anlända till hamnar utanför kommunens geografiska gräns. Däremot beräknas kryssningstrafiken på hamnarna i kommunen öka. Dessa fartyg beräknas till stor del ha gått över till bioolja och biogas. Utvecklingen är dock osäker och rådheden över den internationella sjöfarten är liten. Utsläppen av växthusgaser från användningen av fossila bränslen i den internationella sjöfarten år 2050 beräknas till 10 000 – 15 000 ton CO<sub>2e</sub> per år.

### **Arbetsmaskiner**

Till arbetsmaskiner används i huvudsak diesel som drivmedel. Redan med dagens teknik kan dieseln ersättas med biodiesel. I Färdplan 2050 förutsätts att utsläppen från arbetsmaskiner kommer att vara helt fossilbränslefria genom att diesel byts ut mot biodiesel.



Figur 3: Utsläpp av klimatgaser för basåret och 2050. Uppräkningen baseras på prognostiserad befolkningsutveckling. Basåret är sammansatt av värden från 2009 (fjärrvärme, olja, gas, el, träbränsle, övrig el och övrig gas) och 2010 (transporter, flygfart, sjöfart och arbetsmaskiner). Detta har valts då år 2010 var ett extremt kallt år, varför 2009 års värden bättre speglar ett normalt år.

## 4.6 Tidplan

Som vägledning för att målet om en fossilbränslefri stad ska förverkligas i tid har en grov tidplan sammanställts. Sammanställningen gör inga anspråk på att vara uttömmande, men är ett försök att identifiera ett antal områden där beslut behöver fattas tidigt för att resultat ska uppnås inom tidsramen.

Eftersom klimatförändringarna beror av de samlade utsläppen av växthusgaser i atmosfären rekommenderas i Stockholms Färdplan att beslut och genomförande av åtgärder sker så tidigt som möj-

ligt. Det är av särskilt stor betydelse för de åtgärder som beräknas ta lång tid att genomföra. Exempel på sådana åtgärder är att bygga ut spårbunden kollektivtrafik samt att skärpa miljözonerna och därigenom endast ge tillträde till fordon som körs på biodrivmedel eller el. Dessutom är det av stor vikt att åtgärder som behöver arbetas med kontinuerligt under hela tidsperioden prioriteras och får en hög ambitionsnivå redan från början. Exempel på sådana åtgärder är omställning till fossilbränslefri fjärrvärme, energieffektiviseringar av byggnader, förbättrad busstrafik och att underlätta för gång och cykeltrafik.

## Sammanfattande tidplan för åtgärder inom energiproduktion

Främst berörda	Stadens åtgärder	2015	2020	2025	2030	2050
Fortum *	Verka för konvertering av fjärrvärme	●			●	
Fortum*	Verka för permanentning av projektet Öppen fjärrvärme	●		●		
El-producenter*, Stockholms stad	Verka för icke fossil elproduktion	●				●
Stockholms stad	Verka för solenergianläggningar i staden	● ●				
Enskilda fasighetsägare	Verka för utfasning av oljedrivna anläggningar	●	●			
Fortum + andra gasproducenter*, Stockholms stad	Ökad produktion av biogas		●	●		
Fortum+ bränsle-bolag*	Verka för utfasning av naturgas		●		●	

●	Beslut
●	Pågående åtgärd
●	Genomfört

\* Här kan staden bara verka men beslutet måste tas av part utanför stadens organisation.

### Kontrollpunkter för energiproduktion

- Följa upp utvecklingen av biobaserade plaster som kan ersätta fossilbaserade plaster.
- Följa upp Fortums omställningsarbete.
- Följa upp utfasningen av oljeeldning och olje- och gasdrivna reservaggregat.
- Följa upp utfasning av naturgas i stadsgasnätet och för fordonsgas.
- Följa upp långsiktiga mål och styrmedel kring biogasproduktionen.
- Följa upp utvecklingen av elproduktion.

## Sammanfattande tidplan för åtgärder inom energianvändning av värme och varmvatten i byggnader

Främst berörda	Stadens åtgärder	2015	2020	2025	2030	2050
Stockholms stad	Staden energieffektiviserar egna byggnader	● ●				
Fastighetsägare*, Stockholms stad	Verka för energieffektiviseringar i övriga fastighetsbeståndet	●	●			

### Kontrollpunkter för energianvändning i byggnader

- Följa upp utvecklingen inom nybyggnationen samt att energikraven skärps vart efter det är tekniskt och ekonomiskt möjligt.
- Följa upp energieffektiviseringar i befintlig bebyggelse.

## Sammanfattande tidplan för transportåtgärder

Främst berörda	Stadens åtgärder	2015	2020	2025	2030	2050
SL, Stockholms stad	Verka för strategi för ökat antal kollektivresenärer					
SL*, Stockholms stad	Verka för ut byggd spårtrafik alt. BRT					
SL, Stockholms stad	Signalprioritering buss och spårvagn					
SL, Stockholms stad	Bygga ut kollektivtrafikfält					
SL, Stockholms stad	Reservera mark för bussdepåer					
Stockholms stad	Införa restriktivare parkeringsregler					
Regering + riksdag*, Stockholms stad	Verka för utvecklad och differentierad trängselskatt					
Stockholms stad	Åtgärder för ökad cyklism					
Stockholms stad	Åtgärder för utökat distansarbete					
Speditörer, Stockholms stad	Åtgärder för ökad samlastning					
Trafikverket, Stockholms stad	Utreda lokaliseringar av centraler för samlastning, järnväg och sjöfart					
SL, Stockholms stad	Visa hur 190 000 nya bostäder ska byggas så att de integrerar viktiga samhällsfunktioner inom närområdet samt har en god trafikförsörjning					
Regering + riksdag*, Stockholms stad	Verka för miljözoner med förbud av användning av fossila bränslen					
Regering + riksdag*, Stockholms stad	Verka för ekonomiska incitament som gynnar de minst klimatpåverkande miljöbilarna					
Stockholms stad	Utreda hur mycket stadens upphandlade transporttjänster påverkar energianvändning och CO2e-utsläpp.					
Stockholms stad	Samlastning och ruttoptimering i Stadens upphandlingar					
Trafikverket, Stockholms stad	Skärpa upphandlingskraven avseende arbetsmaskiner och bränslen.					

## Kontrollpunkter för transporter

- Vid revidering av översiktsplan, följ upp att klimatmålen stöds av planen.
- Följ upp utbyggnaden av kollektivtrafik.
- Följ upp kollektivtrafiken framkomlighet.

## Kompensation

Främst berörda	Stadens åtgärder	2015	2020	2025	2030	2050
Regering + riksdag*, Stockholms stad	Verka för att staden kan klimatkompensera					

## 4.7 Kostnadsanalyser

Några egentliga kostnadsanalyser har inte gjorts i färdplanen. Sådana får göras vartefter som åtgärder konkretiseras i detaljerade planer som tas fram av de berörda som ska genomföra åtgärder. I kapitlen 5 – 8 förs resonemang om kostnader samt i vissa fall översiktliga uppskattningar av vad åtgärderna som studeras i färdplanen ger för kostnader per ton CO<sub>2</sub>e. Samhällsekonomiska kostnader och vinster har inte beaktats.

### **Några slutsatser kan noteras:**

För uppvärmning av byggnader (kap 5 och 6) är kostnaderna för att minska utsläppen av växthusgaser betydligt lägre om åtgärderna sker vid fjärrvärmeproduktionen än om åtgärderna sker genom energieffektivisering i byggnader.

Det är dock ofta kostnadseffektivt för fastighetsägare att energieffektivisera då kostnaderna för inköp av energi minskar. I denna sammanställning redovisas endast kostnaderna för själva energieffektiviseringen av byggnaden samt de minskade kostnaderna för inköp av energi relaterade till minskningen av växthusgasutsläppen.

Investeringar i spårtrafik (kap 8) är mycket kostsamt för samhället, men leder till att bilister kan övergå till att resa med kollektivtrafik och har då möjlighet att minska sina kostnader betydligt. Det är även tänkbart att betydligt fler stockholmare kommer föredra att ha tillgång till bil via bilpool, framför att äga en egen bil. Investeringar i kollektivtrafik ger även andra samhällsnyttor, förutom att minska utsläpp av klimatgaser, som inte studerats i denna rapport.

## 5 ENERGI TILL VÄRME, KOMFORTKYLA OCH VARMVATTEN

I följande avsnitt diskuteras den energiproduktion som sker inom stadens geografiska gränser, vilket i huvudsak handlar om fjärrvärme- eller kraftvärmeproduktion, men också lokalt producerad el, värme och biogas. Avsnittet berör också den energiproduktion som sker utanför stadens geografiska gräns och konsumtionen av denna energi inom Stockholm.

### 5.1 Fjärrvärme

Fortfarande eldas det med en del kol och fossil olja i Stockholms fjärrvärmeanläggningar. Genom att konvertera värmepannorna till biobränslen kan nettotillförseln av fossilt CO<sub>2</sub> till atmosfären minskas. Fortum Värme, som står för den huvudsakliga energiproduktionen för uppvärmning i Stockholm, har beslutat om en ”Position 2030” som innebär en ambition att leverera klimatneutral fjärrvärme till 2030. Det kommer innebära utfasning av fossila bränslen och ökad produktion av energi till fjärrvärme och fjärrkyla från avfall, returbränslen, biobränslen och användning av el. Fortum planerar även att använda sig av kompensationsåtgärder.

#### 5.1.1 Restprodukter i Fortums produktionsanläggningar

Avfall och returbränslen utgörs av en hel del plaster. Dessa plaster ger idag ett väsentligt bidrag till de fossila utsläppen av växthusgaser.

I beräkningarna antas att andelen plast reduceras med 40 % till 2050 jämfört med idag, och plastfraktionen beräknas bli till hälften biobaserad och till hälften fossilbaserad. För att motverka ett sådant utfall framöver skulle en utredning behöva studera möjligheterna att i högre utsträckning övergå till bioplaster som alternativ till de fossila plasterna inom de olika användningsområden som finns för plaster i Stockholm.

Ur ett resurshushållningsperspektiv kan man diskutera hur plast i hushållsavfallet ska hanteras. Plaster skulle i högre grad kunna sorteras ut från avfallet och återvinnas, men idag finns begränsningar av vilka plaster som kan återvinnas, och hur många gånger plasten kan återvinnas. Det är möjligt att det i framtiden kommer kunna gå att återvinna fler typer av plaster och att plasterna kan återvinnas i fler led än idag.

När plastfibrerna trots allt inte längre kan återvinnas måste resterna hanteras på något sätt. Hanteringen skulle kunna vara att plastfraktionen deponeras, vilket i praktiken leder till en kolsänka under förutsättning att plasterna inte bryts ned. När tekniken finns kan dessa plaster återvinnas till användbarhet igen. (Eventuella läckage av klimatgaser från deponier ingår ej i staden beräkningar av växthusgasutsläpp.) Ur ett resurshushållningsperspektiv kan det även vara fördelaktigt att nyttiggöra energi från utranterad plast som bränsle i fjärrvärmens, hellre än att deponera den. Detta leder dock i praktiken till fossila utsläpp från fjärrvärme.

#### 5.1.2 Staden verkar för integrerat fjärrvärmesystem.

Staden behöver ett integrerat energisystem där alla former av energiresurser samverkar, vilket skulle behövas om man vill ta vara på energi som i dag inte används i större utsträckning, till exempel sol- och spillvärme. På sommarhalvåret skulle större delen av värme- eller varmvattenbehovet täckas av solfångare. Detsamma gäller kylning av byggnader, som effektivt och energisnålt skulle kunna ske med energi från solfångare med absorptionsteknik. Den överskottsenergi som skapas då solen ger mer energi än vad vi behöver, lagras eller transporteras till byggnader som av olika skäl inte kan utnyttja solenergin. Under den kallare delen av året uppstår restvärme från byggnader där många människor vistas samtidigt, från verksamhetsprocesser eller apparater av skilda slag. I ett integrerat värmesystem kan överskottsvärmen istället tillgodogöras i en byggnad med värmeunderskott.

Fortum Värme har ett pågående projekt för att omhänderta överskottsenergi med projektet Öppen Fjärrvärme.

#### Effekter av ett integrerat värmesystem

Med ett integrerat värmesystem kan utsläppen av växthusgaser minska betydligt. Minskningen av energianvändningen uppstår på två vis: Dels utnyttjas överskottsenergi som idag går helt till spillo, dels utnyttjas solenergi i stället för fossila bränslen eller biomassa, som kan användas till andra användningsområden.

### 5.1.3 Minskat underlag för fjärrvärmeproduktionen

I och med kravet på energieffektiviseringar i befintliga byggnader, samt de högre kraven på energieffektiva byggnader i nyproduktion, kommer totalt sett fjärrvärmebehovet inom Stockholms geografiska gräns att minska, (kap 6 Energianvändning av värme och varmvatten i byggnader.)

#### Konsekvenser

Om fjärrvärmens beräknas bli klimatneutral redan år 2030, innebär en minskad användning inte minskade klimatutsläpp. Däremot har det betydelse för resurshushållning.

Att minska fjärrvärmebehovet inom stadens gränser behöver inte heller nödvändigtvis leda till att den ur klimatsynpunkt sämsta anläggningen läggs ner. Staden tillsammans med Fortum Värme måste aktivt arbeta för att utfasningen av fossila bränslen prioriteras.

En lösning kan vara större ihopkopplade fjärrvärmenät, så att överproduktion i ett nät kan överföras till annat nät och därigenom skapa en bredare efterfrågan på fjärrvärmens när stadsbebyggelsen växer både i och utanför kommungränsen.

Ett minskat behov av fjärrvärme i bebyggelsen leder också till mindre leveranser av energi per byggnad, men med en lika stor infrastruktur. De fasta kostnaderna för investeringar i anläggningar och rörledningar samt underhåll av infrastrukturen blir således högre per levererad kilowattimme. Detta problem blir särskilt påtagligt när nya stadsdelar exploateras med byggnader som behöver betydligt mindre mängd energi än befintliga. Samtidigt är det angeläget att rörledningar dras fram till byggnaderna så att eventuell överskottsenergi kan tillgodogöras fjärrvärmens.

En fördjupad utredning behövs kring hur fjärrvärmenätet kan anpassas till ett minskat energi- och effektbehov, där aktörer från fjärrvärmebranschen, fastighetsägareföreningen, större fastighetsbolag samt kommuner kring fjärrvärmenätet deltar.

### 5.1.4 Osäkerheter kring styrmedel och prisutveckling

Fortum Värmes styrelse beslutade 2009 att målet är en fjärrvärme som produceras med minimal resursförbrukning och klimatneutralt till år 2030<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> Fortum, fvhstyr 09:07, 2009-12-02, ärende 10.

Målsättningen förutsätter dock att systemet med elcertifikat eller något liknande behålls, att priset på utsläppsätter går upp samt att priset på bio-bränslen är gynnsamma.

#### Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden driver frågan om en snabbare utfasning av fossila bränslen i fjärrvärmesystemet.
- Staden driver att projektet "Öppen Fjärrvärme" permanentas och erbjuds brett i staden.
- Staden verkar för möjligheterna till övergång till biobaserade plaster.

## 5.2 Elproduktion

En viss elproduktion sker vid kraftvärmeanläggningar inom Stockholms geografiska gräns. Beroende på hur systemgränserna sätts kan man få väldigt olika resultat vid beräkningar av växthusgasutsläpp. Den svenska och norska elproduktionen är ur klimatsynpunkt väldigt gynnsam, då den i huvudsak består av kärnkraft och vattenkraft. Vid beräkningar av växthusgasutsläpp från el som konsumeras inom stadens kommungräns används den s.k. nordiska elmixen, d.v.s. den genomsnittliga elproduktion som sker i Sverige, Finland, Danmark och Norge. Dansk och finsk elproduktion är fortfarande delvis beroende av fossila bränslen.

I Danmark finns starka drivkrafter för en ökad förnybar elproduktion med stora satsningar på vindkraft. Deras el- och värmeproduktionen ska vara helt baserad på förnybar energi 2035<sup>10</sup>. Finsk elkraft består idag av en tredjedel fossil produktion, däri inkluderas även torv<sup>11</sup>.

Finlands långsiktiga energistrategi innebär att år 2020 består elproduktionen av knappt 40 % förnybar energi. År 2050 planeras för utsläppsminskningar motsvarande 80 % jämfört med dagens nivå<sup>12</sup>. Ny energistrategi ska komma under 2012,

<sup>10</sup> Köpenhamns klimatplan

<sup>11</sup> Finlands officiella statistik (FOS): El- och värmeproduktion [e-publikation]. ISSN=1798-5080. 2011. Helsingfors:Statistikcentralen[hänvisat:30.11.2012]. Åtkomstsätt:[http://www.stat.fi/til/salatuo/2011/salatuo\\_2011\\_2012-10-16\\_tie\\_001\\_sv.html](http://www.stat.fi/til/salatuo/2011/salatuo_2011_2012-10-16_tie_001_sv.html).

<sup>12</sup> enl. NV:s färdplan

varefter Finland ska arbeta fram en färdplan till 2050.

Det finns stora osäkerheter i hur framtidens elproduktion kommer att se ut. Efter kärnkraftsolyckan i Fukushima, Japan, har bl.a. Tyskland bestämt sig för att fasa ut kärnkraften ur sitt elproduktionsnät. Finland bygger för närvarande en ny reaktor, och planerar för ytterligare en, på ett av sina kärnkraftsverk<sup>13</sup>. Stockholms Färdplan 2050 baseras på att man i Sverige vill och kommer att bygga ut förnybar elproduktion<sup>14</sup> samt att övriga Norden följer ett elscenario som baseras på en vision om klimatneutral el<sup>15</sup>.

Ur ett fossilbränslefrött perspektiv kan naturgas komma att bli ett problem, då en del av den nordiska elmixen utgörs av naturgas. Med rätta incitament för en ökad produktion av biogas genom exempelvis termisk förgasning av skogsrestprodukter (se kap 5.4), vilket man måste anse att både Sverige och Finland har gott om råvara för att kunna producera, kan naturgasbaserad elproduktion möjligen ersättas med biogasproducerad el. El producerad med biogas skulle dessutom kunna fungera som balanskraft mot andra kraftslag som är svårare att styra, till exempel vindbaserad el.

En förutsättning för den klimatneutrala elmix som antas i denna färdplan är att CCS-tekniken (Carbon capture storage) kan komma i fråga i framtidens elproduktion, om torv och naturgas fortfarande finns i det nordiska elsystemet. Synsättet på fossil elproduktion skiljer sig lite åt mellan de nordiska länderna. Danmark anser exempelvis att produktionen i sig inte ska generera fossila utsläpp av CO<sub>2</sub>, medan Finland överväger en linje att fasa ut fossila bränslen om inte CCS kan användas för att hantera utsläppen. Under förutsättning att CCS-tekniken utvecklas väl och kostnadseffektivt är det även möjligt att tekniken kan användas som en kolsänka.

### Stadens eget initiativ

Ett sätt att underlätta för omställningen till förnybar el kan vara att verka för en lokal eller regional nyetablering av förnybar el, såsom sol- eller vindel. Solel kan exempelvis installeras på stadens

egna fastigheter. Ett alternativ skulle kunna vara att nyinvestering av elproduktionsanläggningar görs från kraftparker utanför kommunens gränser, för att täcka hela eller delar av stadens egna behov av el. Genom detta skulle en större del av dagens befintliga förnybara elproduktion komma allmänheten tillgodo utan att var och en måste teckna avtal för förnyelsebar el. Eftersom en ökad användning av el för uppvärmning i fastigheter (kap. 6) och inom transportsektorn (kap. 8) kan förväntas, är det viktigt att öka tillgången på förnybar el.

I den nya stadsdelen Norra Djurgårdsstaden avser staden att nybyggda fastigheter ska producera minst 2 kWh/m<sup>2</sup><sub>A-temp</sub> baserad på lokalt/regionalt producerad förnybar energi. Denna lokalt eller regionalt förnybara energin avser nyinvesteringar i exempelvis solcellsinstallationer på tak eller i solcellsparker, nyinvesteringar i vindkraftsparker etc. Motivet är att åtminstone en del av elkonsumenterna ska täckas av nyinvesteringar i förnybar elproduktion, så inte en ökning av användning av en relativt klimatvänlig el leder till ett ökat behov av import av el som måste produceras av fossila bränslen.

### Import av el

Eftersom elen som konsumeras inom Stockholms geografiska gräns till huvuddelen importeras från övriga Sverige och Norden, är den enklaste möjligheten för att påverka elproduktionen att nyinvestera i förnyelsebar el, alternativt att fortsätta köpa in miljömärkt el för stadens egen konsumtion.

Det är också viktigt att verka för en nationell satsning som säkerställer åtminstone en inhemsk produktion av förnyelsebar el, samt att i förlängningen arbeta för motsvarande mål i Norden.

### Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden arbetar för att anlägga solenergianläggningar, eller andra anläggningar som kan producera lokalt förnybar el, på stadens egna byggnader.
- Staden verkar för att anlägga solenergianläggningar på byggnader i staden förutom Stadens egna fastigheter.
- Staden verkar i olika sammanhang för att den elkraft som produceras inom stadens geografiska gräns produceras med icke-fossila bränslen.
- Staden verkar för ett nationellt beslut om ett mål kring en generell överproduktion

<sup>13</sup><http://www.energinyheter.se/2012/06/milstolpe-n-dd-i-finsk-k-rnkraft>

<sup>14</sup> IVL/WWF Energy Scenari for Sweden 2050

<sup>15</sup> Profu Scenarier för utvecklingen av el- och energisystemet till 2050.



av el i Sverige, vilket leder till minskad importrisk.

- Staden verkar för att den nationella elproduktionen uteslutande sker med icke-fossila bränslen samt verkar för fortsatt konvertering till icke-fossil elproduktion i övriga Norden.

### 5.3 Konvertering från fossil olja

Den totala förbrukningen av olja har sjunkit med 80 % på drygt 20 år. Olja till uppvärmning har sjunkit med 94 %.

Konvertering från oljepanna till andra uppvärmningssystem sker kontinuerligt och det finns ingen anledning att tro att trenden kommer att brytas. Antaganden i färdplanen är att villaägarna konverterar oljepannor till värmepump med geotekniklösning, flerbostadshus samt kontors- och kommersiella lokaler antas till 50 % välja fjärrvärme och till 50 % välja en värmepumpslösning.

Oljeeldade små fjärrvärmecentraler, som i huvudsak används för spetslastanvändning, antas i färdplanen kunna konverteras till pelletseldning eller någon form av biodiesel. En stor del av närvärme-centralerna tillhör Fortum Värme, men också Stockholms egna fastighetsbolag innehåller några mindre fjärrvärmecentraler. Inom stadens egna bolag har man beslutat att konvertera till biobränsle. Staden tillsammans med Fortum Värme bör driva frågan att mindre spetslastanläggningar också konverteras till hållbara bioenergilösningar.

Fossil olja kan också förekomma i privatägda små fjärrvärme- eller närvärme-centraler samt inom industri, både till produktion och värme. Den exakta mängden olja som konsumeras här är okänd. Reservkraftverk till sjukhus och serverhallar, och andra anläggningar som är väsentliga för samhällets funktioner, använder också fossila bränslen idag. Konvertering antas kunna ske när både teknik och ekonomi gynnar detta.

#### Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden verkar för utfasning av oljeanvändning i spetslastaggregat.
- Staden verkar i olika sammanhang för en påskyndad utveckling av hållbar och

kommersiell produktion av biobaserade dieselbränslen.

### 5.4 Energi från gas

En viss användning av stadsgas i en- och flerbostadshus för uppvärmning förekommer fortfarande i Stockholm. Stadsgasnätet började byggas redan vid mitten av 1800-talet och har övergått från en oljebaserad gas till en luftblandad naturgas. Staden har ett nybyggt fordonsgasnät, där gasen är en blandning av biogas och naturgas utifrån hur stor produktion av biogas som finns att tillgå.

Potentialen är stor för att framställa biogas från restprodukter från skogs- och jordbruk. Det kan ske med termisk förgasning av olika typer av material som är rika på cellulosa.

Biogas kan också framställas genom rötning av avloppsslam och hushållsavfall var för sig eller i kombination. På det sättet tas restprodukter från Stockholms befolkning tillvara.

2010 uppgick den sammanlagda biogasproduktionen i Sverige till 1,4 TWh. Den framtida potentialen skulle kunna vara så stor som 74 TWh inklusive termisk förgasning<sup>16</sup>, vilket motsvarar den nationella energitillförseln från vattenkraft räknat på 90 % verkningsgrad för kraftvärme. För enbart elproduktion kan verkningsgrad uppgå till 60 % i moderna anläggningar<sup>17</sup>.

För att säkerställa en god utvinning av den biogaspotential som finns behövs långsiktiga politiska beslut och styrmedel.

Användningen av gas som bränsle i enskilda pannor kommer troligen stagnera på nuvarande nivå eller sjunka fram till 2050. Konverteringen av gasvärme till annan uppvärmning kommer troligen leda till installation av värmepumpar, eller möjligen fjärrvärme för flerbostadshus, vilket minskar konkurrensen om Stockholms framtida biogas. År 2011 var tillförseln av stadsgas till stadsgasnätet 116 GWh, vilket med resonemanget ovan om framtida biogaspotentialer borde kunna konverteras till biogas innan 2050.

<sup>16</sup> Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter. Goda svenska exempel. Naturvårdsverket, 2012, rapport 6518

<sup>17</sup>[http://www.elforsk.se/Global/Trycksaker%20och%20broschyter/ELFORSK\\_PERSPEKTIV\\_NR2\\_2012.pdf](http://www.elforsk.se/Global/Trycksaker%20och%20broschyter/ELFORSK_PERSPEKTIV_NR2_2012.pdf)

## Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden verkar för utfasning av naturgas i stadsgasnätet.
- Staden verkar för långsiktiga mål och styrmedel kring biogasproduktion av restprodukter från staden.
- Staden verkar för långsiktiga mål och ekonomiska styrmedel för att uppmuntra och säkerställa konkurrenskraftig biogasproduktion av restprodukter från övriga Sverige, samt småskalig biogasproduktion från exempelvis jordbruk.

Staden kommer att ha ett stort behov av biogas från övriga Sverige. För att tillgodose detta behov är det därför viktigt för staden att biogasproduktion stimuleras i hela landet.

## 5.5 Kostnader och styrmedel

För att Fortums vision om en fossilbränslefri fjärrvärme ska kunna genomföras har Fortum räknat fram en investeringskostnad på 15 miljarder kronor. Den CO<sub>2</sub>e-besparing som denna investering genererar uppgår till 590 000 ton CO<sub>2</sub>e. Med en avskrivningstid på 40 år ger detta en investeringskostnad per ton CO<sub>2</sub>e på 635 kr/ton CO<sub>2</sub>e, vilket överensstämmer väl med andra beräkningar som gjort vid liknande konverteringsprogram<sup>18</sup>.

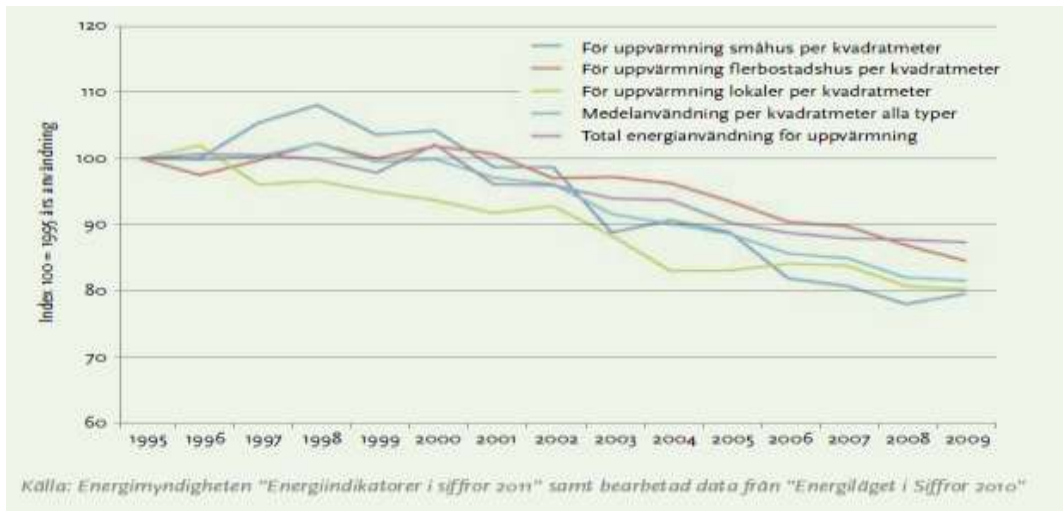
Kostnader för konvertering av oljepannor till pellets beräknas till 624 kr/ton CO<sub>2</sub>e.

El importeras och exporteras ständigt mellan länders gränser, och för Sveriges del naturligtvis närmst med Finland, Norge och Danmark. Generellt beräknas växthusgaspåverkan från den elmix som utgör den samlade nordiska elmarknaden. För att reducera utsläppen av växthusgaser i produktionsledet av elproduktionen, behöver inte bara Sveriges elproduktion bli helt fossilbränslefri, utan även de övriga ländernas i Norden elmarknad. I och med detta innebär det att rådighet och investeringskostnader per ton CO<sub>2</sub>e är väldigt svåra att hantera på kommunal nivå, då beslut ligger på riksnivå samt i andra länder.

---

<sup>18</sup> McKinsey&Company; Möjligheter och kostnader för att reducera växthusgasutsläpp i Sverige, s. 15 figur 2.

## 6 ENERGIANVÄNDNING AV VÄRME OCH VARMVATTEN I BYGGNADER



Figur 5: Utvecklingen av energibehovet för värme och varmvatten i byggnader 1995 – 2009 (Svensk Fjärrvärme Värmerapporten 2012).

Kapitlet behandlar användningen av fjärrvärme och elektricitet för uppvärmning och varmvatten i byggnader. Konvertering från olja till fjärrvärme eller värmepumpar behandlas i kapitel 5 Energiproduktion. Elektricitet till drift av byggnader, hushålls- och verksamhetsel behandlas i kapitel 7 Färdplansanalyser övrig el och gasanvändning. I detta kapitel analyseras dels hur befintliga byggnader kan energieffektiviseras och dels beräknas en prognos för energianvändningen i byggnader som kommer att uppföras till och med 2050.

Enligt stadens beräkningar av växthusgasutsläppen har andelen för sektorn uppvärmning varierat mellan 42 och 46 % under åren 2005 och 2010. Med en noggrannare uppdelning hänför sig cirka 30 % till byggnader och cirka 10 % på energianläggningarna och distributionsnätet. Som framgår i kapitel 5 och 7 förväntas både fjärrvärmerna och elektriciteten successivt ge allt mindre påverkan på utsläppen av växthusgaser, vartefter som dessa förbättras ur klimatsynpunkt.

Enligt Boverkets rapport God bebyggd miljö delmål 6 ska ”Den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minska. Minskningen bör vara 20 % till år 2020 och 50 % till år 2050 i förhållande till användningen 1995.”

I rapporten Energi i bebyggelsen analyseras vad målet om en halvering per areaenhet skulle betyda sammantaget för hela bebyggelsen. Förenklat kan målet delas upp i tre delar: Energieffektivisering av befintliga byggnader, Energianvändning i nya ännu ej uppförda byggnader samt Minskad elanvändning vid drift av byggnader, i hushåll och verksamheter. Tillsammans ska de tre insatserna leda till en halvering av energianvändningen per areaenhet (kWh/m<sup>2</sup> Atemp och år) år 2050 jämfört med 1995.

Som framgår av energimyndighetens statistik (se figur 5) så har energianvändningen per kvadratmeter för värme och varmvatten i byggnader minskat med 15 % för flerbostadshus och runt 20 % för småhus och lokaler mellan 1995 och 2009.

Under samma period har användningen av verksamhets- och fastighetsel ökat markant medan hushållselen varit konstant. (Analyser och åtgärder för den delen av energieffektiviseringsmålet se kapitel 7).

Statistiken för Stockholms stad ger stöd för att utvecklingen i staden varit som i landet i övrigt. Med befolkningsökningen har energi för uppvärmning (fjärrvärme och el) minskat med 12 % mellan åren 2000 och 2009, samtidigt som annan elanvändningen under samma period ökat med 22 %.

## Sammantaget

Minskningen av energianvändningen för värme och varmvatten har i snitt varit cirka 18 % sedan 1995. För att uppnå en minskning till ett halverat energibehov behöver en minskning på drygt 30 % ytterligare ske.

Med åtgärder som beskrivs i kapitlen 5 och 7 bedöms utsläppen av växthusgaser från fjärrvärmens och elektriciteten år 2050 vara netto noll. Om så sker ger energieffektiviseringar i bebyggelsen inga direkta minskningar av växthusgasutsläppen. Av resurshushållningsskäl är det dock viktigt att begränsa användningen av energi då tillgången på bioenergi är begränsad samtidigt som efterfrågan förväntas öka.

Kraftfulla åtgärder måste till för att minska elanvändningen, framför allt el till drift av byggnader och näringsverksamhet (kapitel 7).

## 6.1 Nybyggnation

Under åren 2012 till och med 2050 antas att det byggs 5000 lägenheter årligen, vilket ger 190 000 nya lägenheter. Varje lägenhet beräknas i genomsnitt ha en area av 70 m<sup>2</sup>. Med uppvärmda biutrymmen som trapphus, gemensam tvättstuga och förråd beräknas lägenhetens A<sub>temp</sub> till 100 m<sup>2</sup>. Totalt tillkommer med dessa förutsättningar 19 miljoner kvadratmeter bostäder och drygt 8 miljoner kvadratmeter kontor och övriga lokaler motsvarande ett tillskott på cirka 40 %.

I nybyggnationen antas 80 % av byggnaderna bli anslutna till fjärrvärmens och övriga 20 % har värmepumpar.

Sedan 1 juli 2012 gäller skärpta krav på energianvändningen för byggnader på mark som staden markanvisar. Då staden äger 70 % av marken inom stadens geografiska område har antagits att andelen nya byggnader med skärpta krav också är 70 %. Resten av nybyggnationen sker på mark som ej ägs av staden. På den marken gäller BBR<sup>19</sup>. Utvecklingen av byggnationen indikerar dock att nya byggnader är energieffektivare än BBR-kraven.

I färdplanen föreslås att kraven avseende energianvändningen skärps till år 2025 samt till år 2038 både på mark anvisad av staden och BBR. Naturligtvis kan man tänka sig skärpningar med tätare intervall, men ändå knappast i en snabbare takt.

Från markanvisning till en färdig byggnad som varit i drift i två år, och som då kan utvärderas, går det cirka sju år.

I dagsläget ter det sig svårt att med teknik och förändringar av beteende komma under 40 kWh/m<sup>2</sup>. Lite värme går åt till att värma den friska luft som måste tillföras byggnader kontinuerligt. Beräkningarna enligt nedan bygger på förhållandevis små volymer varmvatten och en halvering av fastighetselektriciteten jämfört med låga nivåer i dagens nybyggnation.

För att ytterligare minska byggnaders behov av tillförd energi förväntas alla byggnader producera egen energi i form av el från solceller eller värme från solpaneler. Egenproducerad energi bygger på att solceller får en fördubblad verkningsgrad jämfört med dagens teknik.

### 6.1.1 Ny bebyggelse, på av staden anvisad mark

Om en total halvering av energianvändningen per areaenhet ska ske i bebyggelsen behöver ny bebyggelse, på av staden anvisad mark, ha en energi-användning för värme, varmvatten och fastighetselektricitet enligt:

55 kWh/m<sup>2</sup> under åren 2012 till och med 2024 = 42 900 lägenheter och 1 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

42 kWh/m<sup>2</sup> (köpt energi) under åren 2025 till och med 2037 = 42 900 lägenheter och 1 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

30 kWh/m<sup>2</sup>(köpt energi) under åren 2038 till och med 2050 = 42 900 lägenheter och 1 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

<sup>19</sup> BBR – Boverkets Byggregler

## Energibehov i nya byggnader på av staden anvisad mark

	2012 – 2024	2025 – 2037	2038 – 2050
Värme	20	16	12
Varmvatten	25	25	25
Fastighetselektricitet	10	8	6
Summa kWh/m <sup>2</sup>	55	49	43

Till detta kommer utbyggnad av närproducerad energi (se kap 6)

Egenproducerad energi		-7	-13
-----------------------	--	----	-----

### 6.1.2 Övrig nybebyggelse

Om en total halvering av energianvändningen per areaenhet ska ske i bebyggelsen behöver även ny bebyggelse på övrig mark ha en energianvändning för värme, varmvatten och fastighetselektricitet enligt:

75 kWh/m<sup>2</sup> under åren 2012 till och med 2024 = 20 400 lägenheter och 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

60 kWh/m<sup>2</sup> (köpt energi) under åren 2025 till och med 2037 = 20 400 lägenheter och 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

40 kWh/m<sup>2</sup> (köpt energi) under åren 2038 till och med 2050 = 20 400 lägenheter och 800 000 m<sup>2</sup> lokaler.

## Energibehov i nya byggnader på mark som ägs av annan än staden

	2012 – 2024	2025 – 2037	2038 – 2050
Värme	35	30	20
Varmvatten	25	25	25
Fastighetselektricitet	15	12	8
Summa kWh/m <sup>2</sup>	75	67	53
Fjärrvärme (80 %) GWh	98	90	73
Värmepumpar (20 %) GWh	1	1	1

Till detta kommer utbyggnad av närproducerad energi (se kap. 8)

Egenproducerad energi		-7	-13
-----------------------	--	----	-----

### Färdplanens beräkningar för ny bebyggelse bygger på att:

- Staden beslutar om en successiv skärpning av kraven avseende energianvändningen i nybyggnationen på av staden ägd mark.
- Staden verkar för en successiv skärpning av de nationella kraven (BBR) avseende energianvändningen i nybyggnationen på övrig mark i staden.

- Staden verkar för arkitektur som minskar behovet av energi till uppvärmning samt behovet av artificiell komfortkyla inom byggnader. (Beslut måste föregås av en utredning som beskriver åtgärder).

## 6.2 Befintliga byggnader

Den befintliga bebyggelsen i Stockholm består av cirka 64 miljoner kvadratmeter uppvärmd area som fördelar sig enligt tabell nedan.

### Fördelning av befintlig bebyggelse i Stockholm

	Kvadratmeter A-temp	Procent
Flerbostadshus hyreslgh allmännyttan	8 500 000	13,6
Flerbostadshus hyreslgh övr.	9 000 000	14,4
Flerbostadshus bostadsrättsföreningar	17 800 000	28,4
Småhus	6 500 000	10,4
Kontor	12 000 000	19,2
Övriga lokaler	8 800 000	14

## 6.3 Scenarier

I färdplanen har två scenarier tagits fram:

**Scenario 1.** Befintlig bebyggelse i staden energieffektiviseras avseende värme och varmvatten med i snitt drygt 30 %. Tillsammans med åtgärder som leder till att nya byggnader blir mycket energieffektiva ger det en halvering av energianvändningen per kvadratmeter.

**Scenario 2.** Befintlig bebyggelse energieffektiviseras avseende värme och varmvatten med i snitt 50 %. Tillsammans med åtgärder som leder till att nya byggnader blir mycket energieffektiva ger det en reduktion av energianvändningen med närmare 70 % per kvadratmeter.

### 6.3.1 Scenario 1 Energieffektivisering av befintliga byggnader med i snitt drygt 30 %

Energieffektiviseringar antas kunna ske enligt tre nivåer:

Energieffektivisering LÄGRE nivå (15 – 20 % minskning av energibehov):

- Injustering av styr- och reglerutrustning
- Byte av radiatortermostater
- Tätning av fönster och dörrar

- Byte till vattensnåla munstycken på vattenkranar och duschar

Investeringskostnad cirka 100 kronor per kvadratmeter.

Energieffektivisering MELLAN nivå (30 – 35 % minskning av energibehov):

Utöver lägre nivå även:

- Byte av styr- och reglerutrustning
- Uppgradering av fönster med byte av glas alt. komplettering med ett extra glas
- Installation av värmepump på utgående ventilationsluft alt FTX-system
- Tilläggsisolering av vind
- Värmeåtervinning från avloppsvatten

Investeringskostnad cirka 1000 kronor per kvadratmeter.

Energieffektivisering HÖGRE nivå (50 – 55 % minskning av energibehov):

Utöver lägre och mellannivå även:

- Byte av fönster
- Tilläggsisolering av fasad
- Tilläggsisolering av källare/grund
- Bygga bort köldbryggor

Merkostnad för energieffektivisering cirka 2500 kronor per kvadratmeter (tillkommer kostnader för nya fönster, fasader m.m.)

Vid energieffektiviseringar finns möjligheten att fastighetsägare väljer enkla lösningar som också

fordrar relativt små investeringar. Ett sådant sätt, att halvera energianvändningen (köpt energi) i en byggnad som är ansluten till fjärrvärme, är att koppla ur sig från fjärrvärmens och installera en bergvärmepump. Konsekvensen blir ett minskat underlag för fjärrvärme och att kvarvarande fjärrvärmekunder skulle få kraftiga höjningar av priset, då anläggningar och infrastruktur med rördragningar ska betalas av allt färre abonnenter.

Å andra sidan utnyttjar värmepumpar värme i luften alternativt geoenergi, som är i marken lagrad solenergi. Energifaktorn för en värmepump som utnyttjar värmen i luften är 3; vilket betyder att för varje kWh el pumpen använder kan byggnaden tillföras 3 kWh värme. För geoenergipumpar är energifaktorn 4 om bara värme utnyttjas och 6 om både värme och kyla nyttiggörs byggnaden.

## Småhus (villor och radhus)

### Energi till uppvärmning och varmvatten i småhusen fördelar sig år 2010 enligt:

Uppvärmningsform	Andel = area	kommentar
Bergvärmepump	$\frac{1}{3} = 2\ 100\ 000\ \text{m}^2$	
Luft-vattenvärmepump	$\frac{1}{3} = 2\ 100\ 000\ \text{m}^2$	
Direktverkande el	$\frac{1}{3} = 2\ 100\ 000\ \text{m}^2$	Ofta kompletterad med en luft-luftvärmepump
Olja	2000 stycken = 250 000 m <sup>2</sup>	

Sedan 1995 har utbyte av värmekälla skett i stor utsträckning. I och med att oljepannor ersatts med olika typer av värmepumpar har mängden tillförd energi mer än halverats. Därmed har minst  $\frac{2}{3}$  av småhusen redan minskat energibehovet med minst 50 % p.g.a. installation av värmepumpar. I dessa hus finns en potential att minska energianvändningen med ytterligare 15 – 25 % med åtgärder enligt nivå lägre samt att nya värmepumpar som installeras framöver troligen kommer ha högre energifaktor än dagens.

I småhus med direktverkande el ( $\frac{1}{3}$ ) finns en något högre potential om luft-luftvärmepump ännu inte installerats. Hur många sådana pumpar som finns i drift finns ingen statistik på.

Småhus genomgår oftast de största ombyggnaderna vid ägarbyten. Då förnyas kök och badrum, ytskikt inomhus fräschas upp med målning och tapetsering för att passa den nye ägarens smak. Däremellan sker målning av fasader, fönster m.m. samt omläggning av takets ytskikt.

Ett tämligen litet antal småhus tilläggsisolerades på 1970-talet. Det skedde i samband med att träfasaden byttes ut till en så kallad underhållsfri fasad i plåt eller eternit. Flera av dessa hus har sedan återfått en träfasad. Erfarenheter visar att alla byggnader måste underhållas. Och om de sköts väl kan originalmaterialen hålla i stort sett hur länge som

helst. Det innebär att talet om att man ska byta till energifönster och tilläggsisolera fasaden, när byten ändå måste göras, således sällan har relevans. Därför blir energisparåtgärder av annat slag. Att tilläggsisolera grund, ytterväggar och tak på ett småhus ger förhållandevis större energibesparing jämfört med motsvarande på ett flerbostadshus. Men kostnaden blir mycket hög och det är sällan fasaderna är i så dåligt skick att de behöver bytas.

Total energiminskningspotential för småhus med i snitt 20 % = 143 GWh/år.

## Flerbostadshus

Långtgående energieffektiviseringar (åtgärder som leder till en minskning av energianvändningen med över 35 %) kommer till stånd bara vid omfattande ombyggnader. Så omfattande ombyggnader görs sällan av bostadsrättsföreningar eller fastighetsägare med litet fastighetsbestånd. Byggnadsbeståndet är också av sådan karaktär i Stockholm att tilläggsisolering av fasader kan vara besvärliga.

Tilläggsisolering på insidan av ytterväggen minskar den uthyrningsbara arean vilket leder till lägre hyresintäkter. En normalstor lägenhet minskar med cirka 3 %. Det kan synas försumbart, men energipriset måste stiga med närmare 30 % för att väga upp hyresförlusten. Till det kommer hantverks- och materialkostnaden vid arbetet med tilläggsiso-

leringen. I trettio, fyrtio och femtiotalens små yteffektiva lägenheter kan det vara svårt att finna acceptabla lösningar. Kostnaderna kan bli höga på grund av omfattande ombyggnader av kök och badrum.

Tilläggsisolering på utsidan av ytterväggen förändrar ofta utseende och proportioner på byggnaden. Av bevarandeskäl undviker man därför detta på tegelfasader, rusticerade putsfasader och kulturhistoriskt skyddsvärda byggnader. I Stockholm finns många sådana hus innanför tullarna och samtliga hus med tegelfasader i ytterstaden.

Tilläggsisolering av vind kan vanligen göras enkelt där vinden inte är inredd. Naturligtvis går det att isolera på utsidan av taket, men det är för det mesta en mycket dyr åtgärd.

### **Bostadsrättsföreningar**

Drygt hälften av lägenhetsbeståndet (54 %) är bostadsrättsföreningar. Av flera skäl kommer dessa inte att bli föremål för större ombyggnader. Underhåll sker oftast vartefter under många år. Av finansieringsskäl görs begränsade åtgärder vid varje tillfälle. Fasader byts aldrig utan lagas och målas. Fönster kompletteras med energiglas och målas. Dessutom måste man kunna bo kvar i byggnaden under ombyggnaden. Då uppkommer aldrig situationen att en stor ombyggnad görs vid ett och samma tillfälle. Eftersom varje delägare behöver medel till underhåll av den egna lägenheten vill man hålla nere de gemensamma kostnaderna. Till bilden hör också att många delägare har ett kort ägarperspektiv till ett begränsat antal år. Därmed får de aldrig del av en eventuell framtida lägre driftkostnad. För den gruppen är det mer lönsamt med standardhöjande åtgärder i gemensamma utrymmen som kan höja försäljningsvärdet på lägenheten.

Potentialen till energieffektiviseringar med i snitt 30 % = 801 GWh/år.

### **Privata flerbostadshus**

Mycket stor spridning av ägarstrukturer från enskilda personer som äger en byggnad till stora fastighetsbolag. Cirka ¼ av beståndet ägs av större bolag och resten av ägare med få byggnader. Ägare med få byggnader har likartad situation som bostadsrättsföreningar. Här är potentialen för energieffektiviseringar enligt nivå mellan. Större bolag har oftast en förvaltningsplan som medger energieffektiviseringar till nivå högre. Byggnader som

har bevarandekrav kan dock oftast bara effektiviseras till nivå mellan.

Incitamenten för fastighetsägare till att energieffektivisera är svaga. Energikostnader utgör den minsta delen av hyran; cirka 13 %. Det innebär att en fördubbling av energipriset endast leder till en hyreshöjning med lika mycket (13 %). Dessutom får hyresvärden full kompensation för den kostnaden som grund för hyreshöjning. Däremot är inte kostnader för energieffektiviseringsåtgärder grund för hyreshöjning.

Potentialen till energieffektiviseringar med i snitt 30 % = 405 GWh/år.

### **Allmännyttan (Familjebostäder, Stockholmshem och Svenska Bo)**

De tre bostadsbolagen i Stockholm förvaltar cirka 8½ miljoner kvadratmeter. Bolagen har förvaltningsplaner som medger energieffektiviseringar till nivå högre. Byggnader som har bevarandekrav kan dock oftast bara effektiviseras till nivå mellan.

Potentialen till energieffektiviseringar med i snitt 35 % = 476 GWh/år.

### **Kontor och övriga byggnader**

Under denna rubrik inryms byggnader av synnerligen skiftande ålder, användningsområden och beskaffenhet. Därmed är potentialen för energieffektiviseringar svår att bedöma. Erfarenhetsmässigt kan konstateras att många kontorsbyggnader och handelscentra byggs om radikalt i och med nya funktionskrav. I samband med dessa ombyggnader vidtas ofta långtgående energieffektiviseringar. Andra byggnader, å sin sida, som kyrkor, museer och äldre byggnader med bevarandekrav är ofta svåra att energieffektivisera.

Potentialen till energieffektiviseringar i kontor med i snitt 35 % = 588 GWh/år.

Potentialen till energieffektiviseringar i övriga lokaler med i snitt 30 % = 396 GWh/år.

### **Sammantaget ger referensscenario 1**

Scenario 1 ger en sammantagen energieffektivisering med cirka 35 %, vilket tillsammans med den beräknade energianvändningen i tillkommande ny bebyggelse leder till en halvering av energibehovet inom bebyggelsesektorn avseende uppvärmning och varmvatten. Potentialen till energieffektiviseringar är cirka 2800 GWh/år.



### Sammanställning scenario 1

	Milj. m2	Reduktion %	Snitt kWh/m2	GWh 2010	Red GWh
Småhus	6,5	20	110	715	143
Allmännyttan	8,5	35	160	1360	476
Övr hyres lgh	9	30	150	1350	405
Brf	17,8	30	150	2670	801
Kontor	12	35	140	1680	588
Övr lokaler	8,8	30	150	1320	396
Summa	62,6	--		9095	2809
				GWh 2050	31 %
Nya bost	19		42	798	
Nya kont+lok	8,3		42	349	
Summa ny-bygg	27,3			1147	Tot red 1662
Bef+ny 2050	89,9		83,5	7433	

#### 6.3.2 Scenario 2 Alla befintliga byggnader energieffektiviseras med 50 %

Sammantaget med energibehovet i tillkommande nya byggnader ger detta scenario en minskning av energibehovet för uppvärmning och varmvatten med 70 %.

Som framgått ovan ter sig detta scenario som mindre realistiskt. Det skulle fordra att i stort sett samtliga befintliga byggnader i staden behöver genomgå omfattande ombyggnader. Tekniskt vore det möjligt. Däremot skulle det vara svårt att förena med bevarandekrav. Enligt Boverket berör det närmare 40 % av bebyggelsen i landet<sup>20</sup>. I Stockholm torde läget vara det samma.

Naturligtvis är det önskvärt att varje byggnad energieffektiviseras så mycket det går. Framför allt kontorsbyggnader från de senaste decennierna och bostadshus i miljonprogrammet har förutsättningar till en halvering av energibehovet. I Stockholm utgör dock den bebyggelsen en mindre del.

#### Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden minskar energianvändningen i egna befintliga fastigheter och anläggningar med minst 30 % och i så många som möjligt med 50 % till år 2050.
- Staden verkar för beslut om stimulanser för energieffektiviseringar av befintliga byggnader till fastighetsägare och verksamhetsutövare.
- Staden verkar för nationella krav på energieffektiviseringsåtgärder vid ombyggnader.

### 6.4 Kostnader

Några enkla kostnadskalkyler ger uppfattning om storleksordningar vid energieffektiviseringar av byggnader. Här har enbart beräknats de extra kostnader som är relaterade till energieffektiviseringar och inte den totala ombyggnadskostnaden. I uppskattningen ingår minskade driftkostnader på grund av minskat energibehov. Den genomsnittliga avskrivningstiden har satts till trettio år och kalkylräntan till 5 %. Beräkningarna är gjorda utifrån 2012 års priser.

<sup>20</sup> Boverket. Energi i bebyggelsen – tekniska egenskaper och beräkningar. (BETSI) Boverket 2010

#### **6.4.1 Kostnader för energieffektivisering till drygt 30 %**

Med ovanstående förutsättningar och att kostnaden beräknas med reduktion av växthusgasutsläpp på dagens fjärrvärme, blir kostnaden 4700 kronor per ton CO<sub>2</sub>e.

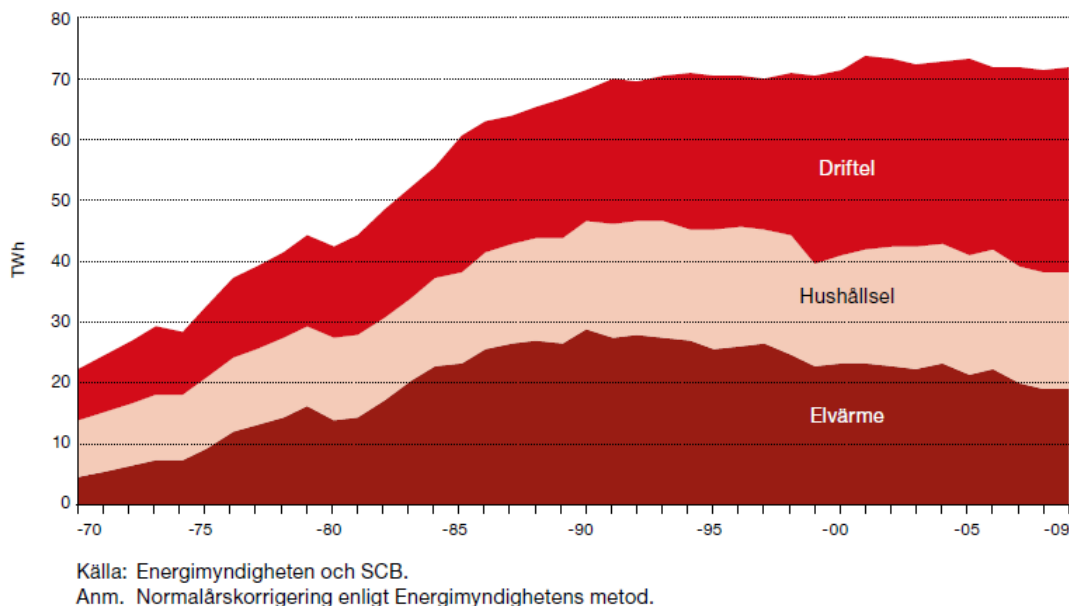
Om samma beräkning görs på de fossila och övriga utsläpp som fjärrvärmens har år 2050 blir kostnaden 21700 kronor per ton CO<sub>2</sub>e. Detta på grund av att fjärrvärmens då har små utsläpp av växthusgaser och att kostnaden är fördelad per ton koldioxidekvivalenter.

#### **6.4.2 Kostnader för energieffektivisering till 50 %**

Med ovanstående förutsättningar och att kostnaden beräknas med reduktion av växthusgasutsläpp på dagens fjärrvärme, blir kostnaden 6300 kronor per ton CO<sub>2</sub>e.

Om samma beräkning görs på de fossila och övriga utsläpp som fjärrvärmens har år 2050 blir kostnaden 29100 kronor per ton CO<sub>2</sub>e. Detta på grund av att fjärrvärmens då har små utsläpp av växthusgaser och att kostnaden är fördelad per ton koldioxidekvivalenter.

## 7 ÖVRIG EL OCH GASANVÄNDNING



Figur 6: Elanvändning inom sektorn bostäder och service, 1970-2009. Driftel avser fastighetsel + verksamhetsel

Kapitlet behandlar den konsumtion av el och gas som används till andra ändamål än uppvärmning och transporter. För elen innebär det exempelvis den el som används för belysning eller hushållsel i en bostad. För en verksamhet kan det vara el till hissar, rulltrappor, kontorsapparater etc.

Gasanvändningen är i huvudsak spisgas till bostäder, restauranger och gas till industriverksamheter.

### 7.1 Elanvändning

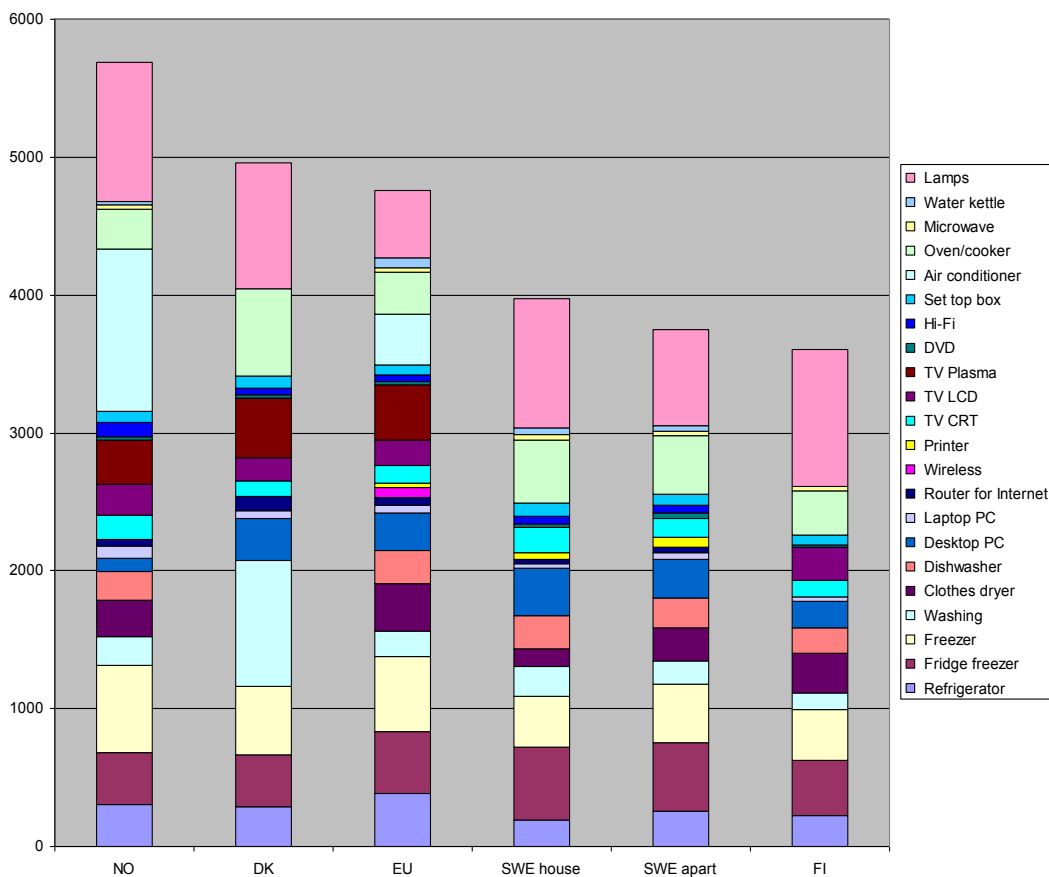
Under de senaste tio åren har övrig elanvändning i Stockholm ökat med 10 % räknat per invånare. Vad ökningen beror på finns ingen statistik över.

Enligt Energimyndigheten ligger elanvändningen i hushåll (exklusive el för uppvärmning) under snittet för EU<sup>21</sup> (figur 7). Intressant är att den största delen av hushållselen i Sverige används till belysning jämfört med EU-snittet. På belysningssidan torde elanvändningen sjunka något då glödlampor successivt fasas ut till förmån för lågenergilampor och LED-belysning. En överslagsräkning visar att besparingen kan vara runt 3 % för Stockholm – om man antar att lågenergilampor ej redan introducere-

rats. Från dagens siffror är troligen energibesparingen ännu lägre då många redan idag handlar lågenergilampor vid nyinköp av belysning.

Om man tittar på elanvändningen i hushåll över tid, figur 6, tyder den på att efter slutet av 1980-talet har konsumtionen av hushållsel legat relativt konstant. Nya elapparater drar betydligt mindre mängd el jämfört mot äldre. Samtidigt har hushållen alltfler elapparater vilket motarbetar elbehovsreduktionen. Glödlampornas övergång till lågenergilampor har minskat energibehovet till belysning med 70-80%. Det har inte slagit igenom i statistiken, vilket kan ha sin grund i beteendet att låta lampor lysa i oanvända rum. I figur 7 kan man se att vi i Sverige relativt EU-snittet använder mer energi till belysning, vilket kan bero på att vi bor i ett periodvis extremt mörkt land.

<sup>21</sup> Energimyndigheten



Figur 7: Fördelning av hushållsel i Sverige jämfört med EU-snittet och övriga nordiska länder

Den el som används för uppvärmning (behandlas i kapitel 5) ökade under 1970- och 80-talen på grund av ökade oljepriser och minskat elpris, varför en ökad installation av direktverkande eluppvärmning skedde. Minskningen på 1990-talet kan härröras från en ökad installation av luft-luftvärmepumpar, vilket minskar den mängd el som behövs för att värma samma area, jämfört med direktverkande eluppvärmning. Under samma period har en konvertering från oljepannor till värmepumpar skett, vilket ger en energivinst då olja räknas ha en verkningsgrad på 80 % och värmepump motsvarande ca 300 %, (COP3) men leder samtidigt till ett ökat elbehov. Som framgår av figur 6 ser man trots detta en minskad elkonsumtion för eluppvärmning i byggnader

Hushållens elanvändning kan vara svår att åtgärda. Visserligen kommer troligen vitvaror och övrig hemelektronik att energieffektiviseras, men risken är att man även i framtiden konsumerar mer elektronisk utrustning och på så sätt konsumerar det utrymme som effektiviserats.

Ökad trångboddhet i städer och närförorter kan leda till en ökad elanvändning per kvm. Ökad trångboddhet kan dock även leda till en minskad elanvändning per capita, då man exempelvis inte behöver mer belysning i ett rum med fler personer, än i ett rum med en person. Därför kan det vara intressant att följa elanvändningen per capita som alternativ till att relatera elanvändningen till byggnadsarea.

Elanvändningen i lokaler och kontor<sup>22</sup> ökar (se kurvan för driftel, figur 6). Det kan bero på att trots energieffektiviseringar som görs i lokaler och kontor används el i allt större utsträckning. Med effektivare utnyttjande av lokalarean ökar också elanvändningen per areaenhet.

<sup>22</sup> Energimyndigheten – Förbättrad energistatistik för lokaler (STIL 2) Inventering av kontor och förvaltningsbyggnader – 2007.

### **Färdplanens beräkningar bygger på att:**

- Staden energieffektiviserar verksamhetsern (all el förutom el till uppvärmning och transporter).

## **7.2 Gasanvändning**

Stadsgasen är idag helt baserad på fossil naturgas. Som framgår av avsnitt 5.4 Energi från Gas, finns det stora potentialer i biogasproduktionen av skogsbiprodukter, om förutsättningarna för kom-

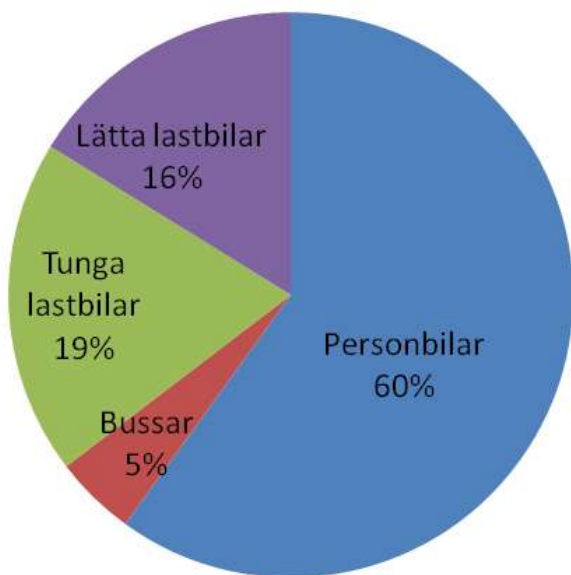
mmercialisering säkerställs på lång sikt. Gasanvändningen utöver uppvärmning, som idag är kopplade till stadsgasnätet, antas ligga kvar på samma nivå som idag. Detta förutsätter att staden arbetar för att säkerställa biogasproduktion i den omfattning som krävs för att underhålla gaskonsumtionen. I det framtida färdplansarbetet måste Staden säkerställa att denna konvertering sker.

### **Färdplanens beräkningar bygger på att:**

- Staden verkar för att förutsättningarna att satsa på storskalig kommersiell produktion av biogas sker.

## 8 TRANSPORTER

I följande avsnitt redovisas hur vägtransportsektorn i Stockholm kan bli fossilbränslefri. Analysen tar sin utgångspunkt i antagandet att växthusgasutsläppen från transporter direkt följer den väntade befolkningstillväxten i Stockholm. Den beräknas öka med 40 % jämfört med år 2009 vilket skulle leda till 1 380 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050 med dagens trafikstruktur.



Figur 8: Vägtrafikens klimatutsläpp i Stockholm år 2010.

Transportsystemet är komplext med vitt skilda transportbehov och fordonstyper. Åtgärder för att minska utsläppen av klimatgaser måste således ske på flera olika sätt parallellt. Det som framför allt kan minska utsläppen är:

- Överflyttning av personresor från bil till kollektiva färdmedel
- Minskat behov av resande samt överflyttning från bil till gång och cykel
- Effektivare godstransporter
- Effektivare miljöfordon och byte till biodrivmedel och elbilar.

Först har tre alternativa scenarier analyserats, där vissa åtgärder renodlats för att visa hur utsläppen kan minskas. Sen har ett huvudscenario satts samman med en kombination av de alternativa scenarierna samt andra åtgärder. Huvudscenariot är det förslag som rekommenderas i färdplanen.

Kostnadsanalyser av föreslagna åtgärder har inte tagits fram. Däremot kommenteras översiktligt av

hur åtgärdernas kostnader bedöms förhålla sig till varandra. Dessutom kommenteras vissa andra konsekvenser i kvalitativa termer.

### 8.1 Alternativa scenarier

I scenarierna beskrivs åtgärder, utsläppsreduktion samt andra konsekvenser för t.ex. framkomlighet. Kostnadsbilden belyses enbart i allmänna resone-mang.

#### 8.1.1 Byte till energieffektiva miljöfordon

Det finns en stor potential att tekniskt minska växthusgasutsläppen genom att byta ut fordonen till energieffektivare sådana och byta till klimateg-effektiva bränslen eller el. Här har antagits att fordonen kan energieffektiviseras så att de i genomsnitt drar hälften så mycket energi som idag samt att alla fordonen drivs med el eller förnybara drivmedel. I det följande redovisas vad det skulle kunna få för konsekvenser om detta valdes som enda åtgärd.

#### Utsläppsminskningar

Om alla vägfordon ersattes av miljöfordon skulle stadens mål om ett fossilbränslefritt Stockholm kunna uppnås. Utsläppen beräknas då kunna minska från 1 380 000 ton till 135 000 ton. Att inte utsläppen helt upphör beror på att inte alla bilar kan gå på el och att tillverkningen av biodrivmedel inte är helt fossilfri.

#### Kostnader

Kostnaderna för detta scenario är relativt höga. För elbilar förväntas kostnaderna även i framtiden vara 30-50 % högre än för konventionella fordon. Kostnaden att ladda dem är däremot lägre än för konventionella fordon. För övriga miljöfordon förväntas kostnaden vara något högre än för konventionella fordon och drivmedelskostnaden något högre än för de fossila drivmedel som erbjuds på marknaden idag.

#### Konsekvenser

Detta scenario innebär också problem för framkomligheten eftersom 40 % mer biltrafik kommer att generera långa kötider under en avsevärt längre rusningstid. Detta sker inte bara på innerstadens gator, utan även i ytterstaden. Scenariot kan därför

leda till en stor samhällsekonomisk och privatekonomisk kostnad genom ökade kötider eller genom att man väljer att färdas på tider man annars inte skulle valt.

Andra svårigheter att genomföra detta scenario kan vara att elbilar har tekniska begränsningar i reslängd och lastkapacitet, framför allt vintertid. Familjer med endast en bil (75 % av bilägarna) får därför svårigheter vid längre resor om de måste välja elbil. Av samma skäl bedöms distributionslastbilar endast delvis kunna köra på el. Rena elbilar beräknas därför kunna ersätta endast ca 20 % av körda kilometer.

Volymerna hållbart producerade biobränslen kommer att vara begränsad. Det är inte säkert att förnybara drivmedel kommer att finnas i den omfattningen som efterfrågas i detta scenario.

### **8.1.2 Fördubbla kollektivresandet genom utbyggnader**

En kraftigt utbyggd kollektivtrafik kan locka över resenärer som idag reser med bil. Det kan vara arbetspendling liksom kombinationsresor med t.ex. inköp eller skjutsningar av barn. I detta scenario har föreslagits att kollektivtrafiken ökar sin andel av transportererna i Stockholm från dagens drygt 50 % till 75 %. Det innebär en ökning av kollektivtrafiken med 90 % jämfört med dagens trafik.

#### **Utsläppsminskningar**

Utsläppen skulle minska från 1380 000 ton till ca 400 000 ton. Att inte utsläppen helt upphör beror på att antalet bussar ökar och därmed även utsläppen även om dessa huvudsakligen drivs med el och/eller biodrivmedel. Dessutom antas godstrafiken inte effektiviseras utöver den allmänna effektivisering av fordonen som sker.

#### **Kostnader**

Kostnaderna för detta scenario är mycket höga. Det visar erfarenheter från utvärderingen av försöket med trängselskatter och från andra städer. Om enbart positiva incitament används för att förmå ett givet antal biltrafikanter att välja andra resätt, krävs ett mycket större utbud än om man använder åtgärder som verkar hämmande på biltrafiken.

Om stockholmarna ska lockas över till kollektivtrafik enbart genom ett mycket attraktivt trafikutbud eller sänkta avgifter så beräknas det behövas en utbudsökning med 225 % eller en teoretisk

taxesänkning på 135 % (d.v.s. resenärerna skulle få betalt för att resa). Denna uppskattning bygger på den pris- och utbudselasticitet som trafikforskare sett i andra städer.

Kostnaden för att reducera enligt detta scenario bedöms bli orimligt dyrt och inte kostnadseffektivt.

#### **Konsekvenser**

Detta scenario bygger på ett stort överutbud av kollektivtrafik med ett stort antal bussar som kommer att orsaka köer och tidsförluster för övriga trafikantgrupper.

### **8.1.3 Halvera bilresandet genom restriktioner**

I Stockholm och många andra städer har restriktioner införts för att minska biltrafiken i stadernas centrala delar. I Stockholm har t ex trängselskatten minskat trafiken in och ut från innerstaden med cirka 20 – 25 %. För att uppnå en halvering av bilresandet i Stockholm skulle omfattande restriktioner behöva införas i form av zoner med trängselskatt även i ytterstaden. Dessa behöver kombineras med restriktioner mot de mest klimatpåverkande fordonen.

#### **Utsläppsminskningar**

Utsläppen skulle minska från 1380 000 ton till ca 540 tusen ton. Att inte utsläppen minskar helt beror på att det inte bedöms möjligt att genom restriktioner begränsa trafiken under dagens nivå.

#### **Kostnader**

Kostnaderna för detta scenario är relativt låga. Restriktionerna kan innebära att bilinnehavet minskar. Detta leder till minskade kostnader för hushållen.

#### **Konsekvenser**

Detta scenario innebär starka begränsningar för den enskilde i valet av färdmedel och tidpunkt för resandet. Samtidigt skulle kollektivtrafiken ständigt vara fullt utnyttjad med åtföljande sårbarhet för störningar. Troligen kommer många att avstå från resor de annars skulle gjort. Detta är upplevda individuella kostnader som svårligen kan kvantifieras, men utgör sammantaget likväl en stor samhällskostnad.

## 8.2 Huvudscenario

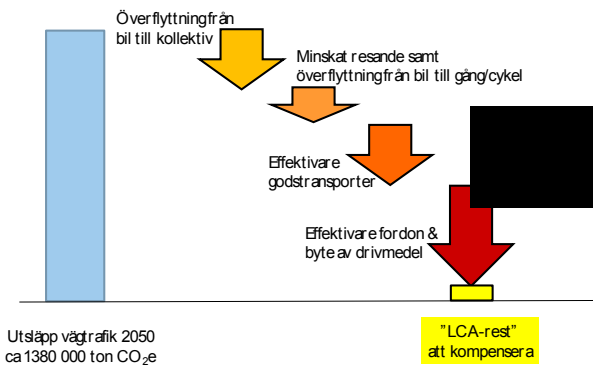
Huvudscenariot är sammansatt av en kombination av de alternativa scenarierna samt andra åtgärder.

### Utsläppsminskningar

För detta huvudscenario beräknas utsläppen minska från 1380 000 ton till ca 69 000 ton. Att inte utsläppen helt upphör beror på att el och biodrivmedel inte är helt fossilfria.

### Kostnader

Kostnaderna för detta scenario beräknas bli högre än om bara kraftiga restriktioner skulle införas. Dock är de betydligt lägre än om enbart utbudet av kollektivtrafik ökar. Kostnaderna torde även vara lägre än om alternativet med satsningar enbart på energieffektiva miljöbilar genomförs, eftersom fordonskostnaderna blir lägre vid en kombination av alternativen.



Figur 9: Figuren visar schematiskt olika åtgärds-kategoriers potential att minska de klimatutsläpp från trafiken som beräknas uppstå år 2050 om inga åtgärder alls skulle göras. Som synes blir det en liten rest av CO<sub>2</sub>-utsläpp kvar – en LCA-rest, som måste kompenseras med åtgärder utanför stadens transportsystem.

## Konsekvenser

Huvudscenariot innebär vissa hämmande faktorer för den enskilde att välja färdmedel, men avsevärt mindre än med enbart restriktioner. Samtidigt som det innebär mindre trängsel än med energieffektiva miljöfordon.

### 8.2.1 Överflyttning från bil till kollektiva färdmedel

Kollektivtrafik har en mycket stor potential att minska CO<sub>2</sub>-utsläppen inom transportsektorn i Stockholm. För att kollektivtrafiken inte ska bli orimligt dyr och samtidigt vara ett attraktivt alternativ krävs dock en kombination av ökat utbud och stor framkomlighet. Därför behövs även åtgärder som hämmar en ökning av biltrafiken.

Sker det ökade utbudet med buss krävs signalprioritering, en stor ökning av kollektivtrafikfält och att dessa hålls helt fria från personbilar för att inte bussarna ska fastna i trängsel. Dessa åtgärder kommer i sig att verka hämmande på ökningen av biltrafiken. Detsamma gäller om busslinjer skulle ersättas av spårvagn.

Kollektivtrafiken måste byggas ut till minst en kapacitet som kan hantera motsvarande alla nuvarande resor och dessutom de 350 000 nya som tillkommer på grund av befolkningsökningen. Detta kommer att kräva att kapaciteten ökar med 90 % d.v.s. drygt dubbelt så mycket som det som planeras idag.

Nya tunnelbanor kan delvis avlasta gatunätet, men har störst betydelse för in-/utpendlingstrafiken, vilken inte ingår i detta uppdrag.



## Överflyttning från bil till kollektiva färdmedel

Åtgärdsområde	Potential minskade CO <sub>2</sub> -utsläpp ton	Beskrivning och exempel på möjliga åtgärder inom området
Överflyttning från bil	25 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	<p>SL:s åtgärder:</p> <p>Ökat utbud, svarande mot 350 000 nya resande            Ökad turtäthet på röda linjen            Förbättrad realtidsinformation            Förbättrade anslutningar            Utökad högtrafikperiod            Riktad information och pröva-på-kampanjer</p> <p>Stadens åtgärder:</p> <p>Strikt signalprioritet/BRT eller spårväg/T-bana på stomlinje(r) (tillsammans m SL)            Stärkt signalprioritering            Kollektivtrafikfält på flertalet gator, även i ytterstaden = ta bort gatuparkering, strikt efterlevnad            Höjd parkeringstaxa            Strikt P-övervakning            Förmånsbeskattning av fri/rabatterad P på arbetsplats            Bussgator där så är möjligt            Verka för utökad/utvecklad trängselskatt</p>

### Färdplanens beräkningar avseende överflyttning från bil till kollektiva färdmedel (under perioden 2015-2020) bygger på att:

- Staden i samarbete med SL antar strategi för att fördubbla antalet kollektivtrafikresenärer till 2050.
- Staden verkar för en effektivare biljettvisering för att få jämnare turfrekvens.
- Staden verkar för spårtrafik/BRT<sup>23</sup> på högtrafikerade linjer.
- Det införs striktare signalprioritering samt återkoppling till förarna om hur de ligger till enligt tidtabell.
- Staden inför kollektivtrafikfält längs rutter med trängsel.
- Gatuparkering avskaffas på flertalet innerstadsleder och troligen även i ytterstaden. Inför strikt prioritering av kollektivtrafik och gods.

- Staden reserverar mark för 2-4 nya bussdepåer (600 nya bussar).
- Staden höjer parkeringstaxan.
- Staden ser över P-normen.
- Staden antar parkeringsstrategi för ytterstaden.
- Staden verkar för utökad/differentierad trängselskatt.

### 8.2.2 Minskat resande, gång och cykel

Det finns en trend mot ökad specialisering av såväl arbete som fritid. Detta yttrar sig i en ökad efterfrågan på resor, eftersom önskade funktioner inte finns inom närområdet eller har otillräcklig kapacitet. Exempelvis får fotbollens olika ungdomslag ofta träna eller spela match på planer långt från närområdet. Det fria valet av skola gör att många barn får långa resor. Flera av dessa resor sker med bil eftersom de uppkomna behoven kan vara svåra att tillgodose med kollektivtrafik.

I den täta innerstaden är dock detta problem mindre; betydligt fler samhällsfunktioner finns inom bekvämt räckhåll. Med en förväntad nybyggnad av 190 000 bostäder och därmed större befolkningsunderlag finns möjlighet att skapa den täta staden

<sup>23</sup> BRT (Bus Rapid Transit) är snabbgående bussar som körs på reserverat trafikfält vilket ger samma framkomlighet som spårvagn.

även i ytterstaden och planera så att viktiga samhällsfunktioner finns inom gång- och cykelavstånd från varje bostad.

Distansarbete och resfria möten kan ersätta en del av de fysiska resor som görs idag. Detta kräver dock god IT-infrastruktur i alla delar av staden. Lokala jobbkaféer kan också vitalisera lokalcentra och ge underlag för ett större lokalt serviceutbud och därmed bidra till att minska resebehovet.

Bilresor upp till 10 km utgör ca 50 % av Stockholms bilresor, men svarar ändå för en mindre del av CO<sub>2</sub>-utsläppen eftersom resorna är korta. En betydelsefull effekt av en överflyttning till gång och cykel är dock att gatuutrymme frigörs eftersom dessa transportslag är betydligt yteffektivare.

### Färdplanens beräkningar avseende minskat resande, gång och cykel (perioden 2015-2020) bygger på att:

- Staden i samarbete med SL planerar för hur 190 000 nya bostäder ska byggas så att de integrerar viktiga samhällsfunktioner inom närområdet samt har en god trafikförsörjning för såväl kollektiv-, gång- och cykeltrafik. Detta kan ske exempelvis genom förtätning, kollektivförsörjningsplan, tillgänglighetsplan för viktiga samhällsfunktioner. Se över Översiktsplanen enligt ovanstående kriterier.
- Staden gynnar distansarbete där det är möjligt för de anställda och uppmuntrar företag att följa efter. Ett mål sätts för andelen resfria möten år 2030.
- Staden antar parkeringsnorm för cykel.

### Minskat resande, gång och cykel

Åtgärdsområde	Potential minskade CO <sub>2</sub> -utsläpp ton	Beskrivning och exempel på möjliga åtgärder inom området
Stadsplanering	5-7% av de totala utsläppen från vägtrafiken	Kortare resor Se över stadsplanering så att varje bostadsområde har ett närområde med utbud av dagligvaror och vanligare sällanvaror, bank, post, systembolag, apotek, bibliotek, allmäntillgängliga sportanläggningar, kulturupplevelser, naturupplevelser, läkare, skolor, förskolor etc.
Minskat resande	2-5% av de totala utsläppen från vägtrafiken	Minskat behov av resa Om möjligt erbjuda distansarbete en/flera dagar i veckan God internetkapacitet i hela staden Lokala jobbkaféer för distansarbete
Överflyttning från bil till cykel/gång	5-10% av de totala utsläppen från vägtrafiken	Välutbyggd infrastruktur Säkra och attraktiva gångstråk Välunderhållna cykelstråk med möjlighet till arbetspendling upp till 20-25 km Lokal trafikmiljö som är säker nog för barns cyklande

### 8.2.3 Effektivare godstransporter

Godstrafiken svarar för ca 35 % av klimatgasutsläppen från vägtrafiken i Stockholm. En ökande befolkning innebär ett större behov av att transportera gods in till staden och i staden och motsvarande behov av att transportera ut avfall. Detta kommer att ta i anspråk en stor del av det gatuutrymme som kan frigöras genom andra åtgärder.

Ett flertal studier visar att det finns stora effektiviseringsmöjligheter att göra i godsdistributionen, framför allt genom ökad samdistribution och till viss del genom att optimera såväl rutter som leveranstid. Större företag med en flotta av bilar har förvisso ofta en företagsoptimerad logistik och har uttömt mycket av denna potential. Delar av branschen består dock av många små, konkurrerande företag, som har svårt att samordna sina transporter. Samtidigt är just-in-time-leverans en mycket stark

konkurrensfaktor, oftast långt starkare än incitamentet att effektivisera, eftersom transportkostnaden utgör en så liten del av slutpriset. Detta innebär att lastningsgraden i de enskilda bilarna ofta är låg och att många distributörer kappas om att leverera vid exakt samma tillfälle – vilket delvis sammanfaller med morgonrusningen.

Potentialen att minska utsläppen från godsdistributionen bedöms ligga i intervallet 20 - 25 %, d.v.s. 5 - 10 % av de totala vägtrafikutsläppen. Tabellen nedan sammanfattar några olika åtgärder som har potential att minska utsläppen.

Samlastning är det område som har störst potential att sänka utsläppen av klimatgaser. Erfarenheterna

från tidigare försök visar att samlastning mellan konkurrerande företag har svårt att komma till stånd om det inte finns någon form av yttre press. Det kan vara områden där trängseln är stor såsom Gamla Stan, där O-centralen sedan många år bedriver en samlastning på helt kommersiell grund. Eller byggandet av Hammarby Sjöstad där leverantörer kunde spara timmar av kötid genom att leverera till logistikcentret istället för direkt till slutkund. Andra möjligheter är att kräva successivt ökande grad av samlastning i kommunens egna transportupphandlingar och att sprida denna modell även till det privata näringslivet. Staden kan också underlätta genom att tillhandahålla mark i strategiska lägen för omlastningscentraler

### **Effektivare godstransporter potential att bidra till minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp (OBS att åtgärderna är överlappande och potentialerna kan därför inte adderas)**

Åtgärdsområde	Potential minskade CO <sub>2</sub> -utsläpp ton	Beskrivning och exempel på möjliga åtgärder inom området
Samlastning	5-10 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Ökad lastningsgrad, logistikplanering Bibehålla/förbättra terminaler (väg, järnväg, sjö) Offentlig upphandling Demonstrationsprojekt, kapacitetsutveckling
Ruttoptimering	1-5 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Utvecklade trängselavgifter Ökad differentiering av trängselavgifter (tidpunkt, fordonstyp, drivmedel)
Undvika rusningstid	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Bättre utnyttjat transportsystem, minskade köer Krav vid ny/ombyggnad Projekt om tysta leveranser Ökad differentiering av trängselavgifter
Överflyttning	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Överflyttning från väg till spår eller sjö Bibehålla/förbättra terminaler Styra med exempelvis trängselavgifter
Förpackningar	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Skapa förutsättningar för ökad lastningsgrad och mindre mängd avfall Offentlig upphandling
Lägre hastigheter	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Sänkt hastighet ger lägre utsläpp och lugnare körning Utreda var hastighetsbegränsningar bör sänkas
Bärighetsklassning	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Färre fordon med större last ger minskade utsläpp Utreda möjlig omklassning av BK Dialog Trafikverket/Transportstyrelsen ang. regelverk
Mindre svinn	1-2 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Ökad soptaxa Ökad differentiering av soptaxan

## **Färdplanens beräkningar avseende effektivare godstransporter (perioden 2015-2020) bygger på att:**

- Staden startar demonstrationsprojekt för samlastning i samarbete med distributörer
- Staden startar dialoggrupp med distributörer i staden (i likhet med Klimatföretagen, biogasrundabordsamtal)
- Staden verkar för att de bästa av de demonstrerade lösningarna implementeras och de goda exemplen sprids
- Staden reserverar mark för omlastningscentraler i ÖP och detaljplan
- Staden verkar för ändring av trafikföreskrifterna för att tillåta exempelvis nattlig distribution
- Staden ser över möjligheter att utveckla järnvägsterminaler
- Staden utreder möjligheterna för terminaler för sjötransport
- Staden ser över stadens enkelriktningar, trånga gator samt lastplatser
- Staden ställer krav på samlastning och optimering av rutter i Stadens upphandlingar.

### **8.2.4 Effektivare fordon, biodrivmedel och elbilar**

Det finns en stor potential för att tekniskt minska klimatutsläppen från fordon genom energieffektivisering och byte till klimateffektiva bränslen.

EU-förordningarna om utsläppsnormer för nya fordon<sup>24</sup> är tillsammans med priset på fossilbränslen de huvudsakliga drivkrafterna för energieffektivisering av fordon. Flertalet bedömare<sup>25</sup> räknar med att energianvändningen nästan kan halveras till 2050. Detta innefattar också stor andel eldrivna fordon och laddhybrider. För att ytterligare minska utsläppen krävs emellertid också förnybara bränslen. Eftersom dessa under lång tid kommer att vara dyrare att producera än fossila bränslen, krävs

olika styrmedel för att utjämna skillnaderna och för att möjliggöra investeringar i produktion.

Flertalet förnybara bränslen kräver dessutom en separat infrastruktur och en optimering av fordonen till just dessa bränslen. Det krävs alltså samtidiga investeringar från såväl bränsleproducenterna, bränsledistributörerna och fordonstillverkarna. För att detta ska ske måste det finnas en tillräckligt stor marknad för dessa bränslen och fordon. Stockholms stad har sedan mitten på 90-talet framgångsrikt främjat denna utveckling genom att vara ett gott exempel och genom att ställa upphandlingskrav, ge incitament, informera och utmana det privata näringslivet att följa stadens exempel. Fordonsmarknaden är dock global och det behövs flera städer som följer Stockholms exempel.

## **Färdplanens beräkningar avseende effektivare fordon, biodrivmedel och elbilar bygger på att:**

- Staden tillåter inte försäljning av fossila drivmedel i Stockholm efter 2050.
- Staden har en upphandlingspolicy som konsekvent gynnar utvecklingen av klimateffektivare fordon och bränslen i transport- och entreprenadupphandlingar. Inga upphandlade kontraktörer får använda fossila drivmedel efter 2030.
- Staden inför positiva/negativa incitament som gynnar de bästa miljöbilarna
- Staden identifierar och reserverar lämplig mark för produktion av biogas
- Staden ökar insamlingen av organiskt material för rötning till biogas
- Staden utreder möjligheterna att införa miljözoner baserade på klimatutsläpp, också för personbilar
- Staden bidrar till utredningen En FossilFri Fordonstrafik (Direktiv N 2012:05)
- Staden fortsätter att aktivt informera bilköpare om tillgängliga fordon, exempelvis genom att utveckla [www.miljofordon.se](http://www.miljofordon.se)

<sup>24</sup> EU förordning 443/2009, 510/2011

<sup>25</sup> Trafikverket (2012). Målbild för ett transportsystem som uppfyller klimatmål och vägen dit. Underlagsrapport till Kapacitetsutredningen. Publikationsnummer 2012:105., Elforsk 2012, Roadmap för ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030

## Effektivare fordon, biodrivmedel och elbilars potential att bidra till minskade CO<sub>2</sub>-utsläpp.

Åtgärdsområde	Potential minska CO <sub>2</sub> -utsläpp ton	Beskrivning och exempel på möjliga åtgärder inom området
Energieffektivisering, inkl elfordon	30 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Åtgärderna ingår nedan
Underlätta köp och användning av miljöfordon och förnybara bränslen	30 % av de totala utsläppen från vägtrafiken	Ge positiva/negativa lokala incitament, exempelvis differentierad trängselskatt, P-avgift, reserverade p-platser, förbud mot fossila/bullriga fordon i vissa områden etc. Ställa krav på miljöfordon i alla transportrelaterade upphandlingar Skapa en tillräcklig infrastruktur för alternativa bränslen och elfordon. Använda organiskt avfall till bränsle.

### 8.2.5 Kostnadsberäkningar

För flertalet av de föreslagna åtgärderna är det svårt att göra kostnadsuppskattningar. Åtgärderna bygger på erfarenheter och demonstrationsprojekt som gjorts på flera håll i Europa. Dessa projekt är i flera fall relativt små och det är inte säkert att genomföranden i större skala ger lika positiva effekter. Det kan inte heller uteslutas att kulturella skillnader har betydelse för resultatet vid en överföring. Uppskattningarna, även av potentialer för minskning av växthusgasutsläppen, ska därför tolkas med stor försiktighet.

Åtgärder som innebär minskad användning av personbil, kan leda till en starkt minskad kostnad för bilägarna jämfört med basalalternativet. Detta eftersom scenarierna innebär ett mindre bilresande och därmed lägre kostnader för inköp av bränsle såväl som service av bilen. En annan effekt kan också bli att fler personer avstår från ägande av bil. Samtliga scenarier innebär dock ytterligare kostnader och vinster som inte kan kvantifieras. Som exempel kan nämnas då resenärer väljer sitt andrahandsfärdssätt istället för sitt önskade.

#### Kollektivtrafik

Kostnaderna för Kollektivtrafik faller till största delen på SL i form av avsevärda investeringar samt drift. Men också staden har kostnader i form av signalprioritering, kollektivtrafikfält och minskade parkeringsintäkter. Bilister som avstår från att köpa bil får sänkta kostnader, liksom troligen även godsdistributörerna som får ökad framkomlighet.

#### Mobility management

Mobility management baseras på redan gjorda studier av en mix av informationsåtgärder som styr

mot smartare resebeteende och mer kollektivtrafik. Det går inte att separera potentialer och kostnader för olika delåtgärder i dessa studier.

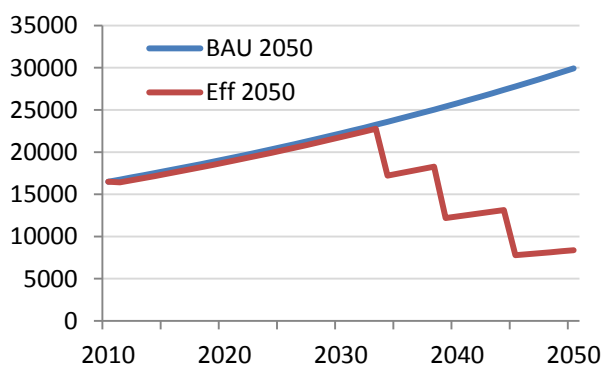
Delar av kostnaderna torde beröra Trafik Stockholm och SL (exempelvis informera nyinflyttade om resmöjligheter, erbjuda prova-på paket), medan andra uppgifter snarare hör till stadens ansvar (exempelvis vandrande skolbuss). Bilister som ställer bilen får minskade kostnader. Bilister som byter till cykeln får en stor hälsovinst.

#### Miljöbilar

Kostnaderna för bilinköp bärs i huvudsak av bilköparna medan kostnaderna för förnybara bränslen bärs av staten. Stadens kostnader utgörs av extra kostnader för stadens egen fordonsflotta (vilken är försumbar i sammanhanget). Dessutom kan staden få högre kostnader för transport- och entreprenadupphandlingar.

## 8.3 Flyg

Inom Stockholms kommungräns ligger Bromma flygplats, som i huvudsak hanterar inrikesflyg. Avtalet mellan Swedavia och Stockholm Stad löper ut 2038 och det är därför osäkert ifall flygsektorn kommer att bidra till utsläpp av växthusgaser inom stadens geografiska gräns vid den tid som denna färdplan avser. I färdplanen antas dock flygplatsen ligga kvar i Bromma. I stadens klimatarbete beräknas emissioner från flygtrafik från LTO-cykeln (Landing and Take of cycle, 915m eller 3000fot).



Figur 10: Utvecklingen av flygets utsläpp från Bromma flygplats (LTO-cykeln). BAU betyder att utvecklingen fortsätter med nuvarande utveckling.

Enligt FN:s internationella civila luftfartsorganisation kommer flygtrafiken att effektiviseras en hel del fram till 2050. Branschen har som mål en minst 2 % årlig effektivisering globalt, samt en ökad inblandning av icke-fossila bränslen i flygbränslet med upp till 75 % till år 2045<sup>26,27</sup>. För Bromma flygplats, figur 10, skulle resultatet vid ett lyckat genomförande av ökad biobränsleinblandning samt energieffektivisering, bli en halvering av emissionerna, trots en ökad trafik på flygplatsen.

Dock måste noteras att flygtrafiken även med dessa åtgärder kommer att till viss del använda fossila bränslen år 2050. Emissionerna från denna användning av fossila bränslen beräknas till 8 400 ton CO<sub>2</sub>e.

Emissionerna från flygtrafiken på Bromma flygplats bör följas upp regelbundet vid färdplanens kontrollpunkter, för att säkerställa att prognosen

uppfylls. Vid omförhandling av avtalet för Bromma flygplats skulle staden kunna ställa krav på maximal inblandning av biobränslen eller andra miljövänliga syntetiska flygbränslen, enligt den vid den tidpunkten bästa miljö- och klimatnyttan.

## 8.4 Sjöfart

Hamnarna i Stockholm (Stadsgården, Frihamnen och Värtahamnen) är centralhamnar för gods och passagerare till och från Finland, de baltiska länderna och kryssningstrafik. Framför allt kryssningstrafiken via Stockholms Hamnar ökar stadigt. Godstransporterna planeras år 2050 i huvudsak gå till hamnarna utanför Stockholms stad. De godstransporter som förväntas är ro-ro-trafiken, det vill säga de vägtransporter som går med färja samt bränsleförsörjning till kraftvärmeverken i Värtan, Hässelby/Lövsta och Hammarby.

Inom sjöfartsnäringen diskuteras bioolja eller LNG<sup>28</sup> som framtida bränsle som kan ersätta de fossila oljorna. För att sjöfarten ska bli fossilbränslefri krävs att LNG ersätts med biogas eller vätgas. Denna utveckling är dock mycket oviss<sup>29</sup>. Framför allt gäller det tillgången på både bioolja och biogas för sjöfart.

Ovanstående analyser visar på stor osäkerhet angående möjligheterna att avgöra om sjöfarten kan bli fossilbränslefri i Stockholm till 2050. På grund av internationell lagstiftning har staden dessutom liten rådighet. Skärgårdstrafiken och den reguljära trafiken på Östersjön bör kunna drivas utan fossila bränslen. Däremot är det nog mest realistiskt anta att en stor del av övrig trafik använder fossila bränslen även år 2050. För Stockholms del skulle det betyda att emissionerna från fossila bränslen från sjöfarten uppgår till 10 000 – 15 000 ton CO<sub>2</sub>e per år.

<sup>26</sup> <http://www.icao.int>

<sup>27</sup> <http://teknikdebatt.se/debatt/flyget-i-global-miljosatsning>

<sup>28</sup> Liquefied natural gas

<sup>29</sup> Sveriges Redarförening 2009

## 8.5 Arbetsmaskiner

Arbetsmaskiner står för ca 6 procent av de nationella CO<sub>2</sub>e utsläppen i Sverige. Den tillgängliga statistiken nedbruten på kommunalnivå är mycket osäker. Lokal kännedom om mängden anläggningsarbeten och byggprojekt ger dock en tydlig bild av att det används mycket arbetsmaskiner i Stockholm och troligtvis framförallt entreprenadsmaskiner så kallade Gula maskiner.

Utsläppen från arbetsmaskiner beräknas vara relativt oförändrade i Sverige fram till 2050 enligt Naturvårdsverket<sup>30</sup>. I Stockholm kommer de varierande beroende på hur många och stora byggnadsprojekt som är på gång. I framtida planer finns många stora anläggningsprojekt så som Förbifart Stockholm, utbyggnad av tunnelbanan, ev. Österleden m.fl. Vilka kommer innebära att antalet kraftiga arbetsmaskiner inte beräknas minska under överskådligt tid. Samtidigt beräknas husbyggnadstakten fortsätta i ungefär dagens tempo.

Utsläppen av CO<sub>2</sub>e från arbetsmaskiner bör kunna minska på samma sätt som från fordon. Fram till 2050 förväntas CO<sub>2</sub>e utsläppen från arbetsmaskiner att kunna vara helt fossilfria. Det bedöms framförallt att bero på att fossil diesel byts ut mot biodiesel. En vis del kan även komma att bero på effektivisering av maskiner och entreprenader<sup>31</sup>.

Staden har tillsammans med Göteborg, Malmö och Trafikverket tagit fram gemensamma miljökrav vid upphandling av entreprenad. Kraven gäller vid all upphandling av entreprenad för bl.a. vägarbeten. Varken på arbetsmaskiner eller tunga fordon ställs det dock krav på bränsle eller energieffektivitet vid upphandling. Kraven på bränslen och energieffektivitet är i stället allmänt hållna och ska beskrivas i entreprenadens miljöplan.

Staden kan verka för att kraven skärps när det är dags för revidering så att kravs ställs på både biobränslen och effektivisering av både maskiner och entreprenad. Gemensamt ställda krav av staden och trafikverket bör driva på utvecklingen så att även privata entreprenader vid t.ex. husbyggen också börjar ställa krav på biobränslen och effektivisering.

Det innebär att inga fossila bränslen bedöms bli använda till arbetsmaskiner. De övriga utsläppen på grund av arbetsmaskiner beräknas bli 38 000 ton CO<sub>2</sub>e från LCA-påslag<sup>32</sup> år 2050.

### 8.5.1 Kostnader

Kostnaderna för att minska utsläppen av klimatgaser från arbetsmaskiner bedöms vara små eftersom det huvudsakligen handlar om byte av bränsle i befintliga maskiner.

#### Färdplanens beräkningar bygger på att:

- Staden verkar för skärpta upphandlingskrav avseende arbetsmaskiner och bränslen.

---

<sup>30</sup> Naturvårdsverkets referensscenario till 2050

<sup>31</sup> Arbetsmaskiners klimatpåverkan och hur den kan minska. Ett underlag till 2050 arbetet. Rapport från WSP

---

<sup>32</sup> I IVL:s miljöfaktabok redovisas inga direkta utsläpp för RME. Det är därför beräknat på samma sätt som biodiesel.

# Bilagor

Bilaga 1. Sammanställning av reduktion av växthusgaser

Bilaga 2: Beräkningsförutsättningar

Bilaga 3: Fossila rester och klimatkompensation



## BILAGA 1. SAMMANSTÄLLNING AV REDUKTION AV VÄXT- HUSGASER

	CO <sub>2</sub> e kton Basår*	Åtgärd/Scenario	CO <sub>2</sub> e 2050 direkta utsläpp	CO <sub>2</sub> e 2050 LCA-påslag
Fjärrvärme	753	Konvertering till förnybar energi	92	72
Olja	412	Utfasning	-	-
Gas	50	Ökad produktion av biogas	0	8
El	37	Kompletterande förnybar energiproduktion	0,2	5
Träbränsle	0,4		0,8	16
Transporter	988	Överflyttning + miljöfordon	69	
		+15 % fossil bensin i etanol		
		+20% naturgas i fordonsgasen		
Samlastning				
Miljöbilar		Enbart miljöfordon		
Kollektivtrafik				
Ruttoptimering				
Cykel				
Mobility man				
Flygfart	17	Energieffektivisering, konvertering av bränslen	8,4	
Sjöfart	25	Konv. till naturgas	19	2
		Konv. till biogas	0	5
Arbetsmaskiner	121	Enbart biodiesel	0	38
Övrig el	663	Högre energiklassning på produkter	4	111
Övrig gas	13	Öka produktion biogas	0	3
Summa	3079		193	260

Tabellens gröna fält visar förändring av utsläpp av klimatgaser som en följd av åtgärderna. Värdena för CO<sub>2</sub>e är uttryckta i tusen ton. \*Kolumnen anger ett basår som är sammansatt av värden från 2009 (fjärrvärme, olja, gas, el, träbränsle, övrig el och övrig gas) och 2010 (transporter, flygfart, sjöfart och arbetsmaskiner). Detta har valts då år 2010 var ett extremt kallt år, varför 2009 års värden bättre speglar ett normalt år.

## BILAGA 2. BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

### Olika målbeskrivningar av fossilbränslefri

Kommunfullmäktiges beslut om en fossilbränslefri stad till 2050 byggde på ett resonemang om att staden skulle fortsätta att minska utsläppen av växthusgaser i samma takt som skett under åren 1990 till 2005. Med stadens beräkningsmetod och en linjär minskning skulle staden bli fossilbränslefri runt 2045, eller senast 2050.

### Vid målbeskrivningar av klimatmål förekommer flera betraktelsesätt:

*Fossilbränslefri* – med en strikt tolkning betyder det att inga fossila bränslen över huvud taget används i staden.

*Fossiloberoende* – det vidtas åtgärder som gör energianvändningen oberoende av fossila bränslen, men det är fortsatt möjligt att använda fossila bränslen. Detta betraktelsesätt används för det nationella målet för vägtrafiken till 2030.

*Netto noll* – minska användningen av fossila bränslen så mycket det går och kompensera kvarvarande fossila utsläpp genom sänkor eller klimatpositiva åtgärder.

Detta betraktelsesätt används i den nationella färdplanen för Sverige. I regeringsuppdraget till den nationella färdplanen står att netto noll kan uppnås:

*”antingen genomför hela utsläppsminskningen inom landet eller fullt ut utnyttjar internationella marknader för koldioxidhandel för att nå målet”*

Som beslutet är taget av Stockholms kommunfullmäktige bör den första definitionen gälla för staden, d.v.s. att kommunen ska vara helt fossilbränslefri år 2050. Vid en noggrannare analys kan dock konstateras att det är mycket svårt att uppnå om inte Sverige antar ett liknande mål. Den förhärskande tekniken som erbjuds på marknaden, av till exempel fordon och bränslen, måste stödja målet. Även tillgång på ickefossila bränslen måste finnas i tillräcklig mängd.

### Olika beräkningsmetoder

Vid beräkningar av växthusgasutsläpp förekommer olika metoder. Internationellt och nationellt används vanligen *produktionsmetoden*. Kommuner och näringslivet använder i större utsträckning *konsumtionsmetoden med LCA-påslag*. (se nedan)

### Mängden utsläpp i Sverige beräknas enligt produktionsmetoden

Utsläpp av växthusgaser inom Sverige beräknas enligt *produktionsmetoden* och redovisar hur mycket utsläpp av växthusgaser det har varit ett visst år vid all energiproduktion och energianvändning inom landets geografiska gräns. Förenklat skulle man kunna säga att man beräknar alla utsläpp av växthusgaser med fossilt ursprung från skorstenar och avgasrör. Dessutom beräknar man de direkta utsläppen från jordbruk, kemikaliehantering, avfallsdeponering, avloppssystem m.m. Utsläppen fördelas till olika branscher: energiförsörjning, industriprocesser, transporter, arbetsmaskiner, lösningsmedelsanvändning, jordbruk, avfall och avlopp samt internationell luft- och sjöfart.

### Mängden utsläpp i Stockholm beräknas enligt konsumtionsmetoden med LCA-påslag

Utsläpp av växthusgaser inom Stockholms stad beräknas enligt *konsumtionsmetoden med LCA-påslag*<sup>33</sup>. Den metoden redovisar hur mycket utsläpp av växthusgaser det blir på grund av användningen av energi inom stadens geografiska gräns. LCA-påslaget innebär att alla utsläpp ingår i beräkningen ”från vaggan till graven”, d.v.s. alla utsläpp vid produktion av energin, inklusive produktionsanläggningar och transporter. Således även utsläpp som sker utanför staden och landet samt indirekta utsläpp. Dessa utsläpp beräknas enligt schablon för branscher.

Skillnader i betraktelsesätt och beräkningar blir ganska stora mellan de bägge metoderna.

**Exempel:** utsläpp av växthusgaser avseende el från ett vindkraftverk.

Enligt *produktionsmetoden* blir utsläppen enbart första året då vindkraftverket byggs och bara från den del av produktionen som sker i Sverige. Inom sektorn ”industriprocesser” redovisas utsläpp vid produktion av metalldelar och cementframställning och annat byggnadsmaterial. Är propeller och generator producerad utomlands redovisas de utsläppen i respektive tillverkningsland. Eftersom själva produktionen av el, då vindkraftverket snurrar, inte leder till några utsläpp av växthusgaser, kommer

---

<sup>33</sup> LCA – Livscykelanalys

elproduktionen att beräknas till noll och därmed även användningen av elen från vindkraftverket som klimatneutral.

Enligt *konsumtionsmetoden med LCA* beräknas användning av el från vindkraft ge utsläpp av växthusgaser under verkets hela livslängd om det vid verkets tillverkning användes fossil energi. LCA-påslaget beror på hur mycket utsläpp av växthusgaser det blev då vindkraftverket tillverkades (oavsett i vilket land utsläppet skedde). Mängden växthusgaser vid produktionstillfället fördelas ut på vindkraftverkets förmodade tekniska livslängd. Varje kilowattimme som produceras av vindkraftverket belastas då med en mindre mängd utsläpp av växthusgaser.

Noteras ska att LCA-påslag är långt ifrån en exakt vetenskap. En av svårigheterna är vad som ska ingå i påslaget. Elledningarna från vindkraftverket till närmaste anslutningspunkt till rikets elnät ingår vanligtvis. Men elledningarna i rikets stamlinjer finns inte som LCA-påslag i någon form av el. I stadens beräkningar hämtas data om LCA-påslag från IVL:s miljöfaktabok och KTH.

Ett annat exempel är LCA-påslag inom trafiksektorn. Dessa påslag görs enbart på bränslet, t.ex. för den energi som åtgår för att producera etanol som fordonsbränsle. Däremot ingår inte själva fordonet, eller vägen.

Med LCA-påslag belastas således även ickefossila bränslen med ett beräknat utsläpp av växthusgaser. Det leder till, att ska Stockholms mål om en fossilbränslefrid stad uppfyllas måste kompensationsåtgärder till netto noll vidtas. Kompensation kan göras av producenter eller konsumenterna av energin.

Det synsättet stöds av FN:s miljöprogram, UNEP, där innebörden av koldioxidneutral är att en organisation inte tillför atmosfären något nettotillskott av koldioxid och att det sker genom att reducera de egna utsläppen så mycket som möjligt och använda kompensation för att neutralisera återstående utsläpp.

### **Direkta och indirekta växthusgasutsläpp**

Beräkningsmässigt kan utsläpp av växthusgaser delas upp i tre olika källor: 1. Direkta utsläpp vid

förbränning av fossila bränslen 2. Direkta utsläpp av växthusgaser vid förbränning av biobränslen samt 3. Indirekta utsläpp, som också benämns LCA-påslag, för produktion och transport av bränslen. De direkta utsläppen från förbränning av biobränslen är i huvudsak metan och lustgas. Således innebär fossilbränslefri stad inte att alla utsläpp av växthusgaser upphör. Utsläpp av metangas, lustgas och LCA-påslag finns fortfarande kvar även år 2050.

### **Olika elmix**

Vid beräkningar av växthusgasutsläpp kan man använda olika utgångspunkter (systemgränser). I den nationella rapporteringen är klimatutsläppen från elproduktionen baserade på all el som produceras i Sverige.

I Stockholms stad är utgångspunkten all el inom Nordpol d.v.s. all el som produceras inom de nordiska länderna.

### **Växthusgaser benämns som koldioxidekvivalenter**

Beräkningar av växthusgasutsläpp omfattar koldioxid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) och lustgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) från energianvändningen för uppvärmning, el och transporter i Stockholm. Eftersom metan och lustgas har en starkare växthuseffekt än koldioxid räknas utsläppen om till koldioxidekvivalenter ( $\text{CO}_2\text{e}$ ). Det innebär att effekterna av dessa gaser räknas om till motsvarande effekter som skulle uppstått om det varit koldioxid.

Stadens beräkningar av växthusgasutsläpp bygger främst på statistik från Statistiska Centralbyrån (SCB) för uppvärmning och elanvändning samt från miljöförvaltningen för vägtransporter med grunddata från trafikkontoret. Utsläpp från användning av fjärrvärme beräknas huvudsakligen utifrån Fortum Värme's produktion i Stockholm. Utsläpp från elanvändning beräknas utifrån produktion i det nordiska elsystemet. För spårtrafiken och stadens egen elanvändning finns långtidsavtal för miljömärkt el och i beräkningen tas hänsyn till detta.

## BILAGA 3. FOSSILA RESTER OCH KLIMATKOMPENSATION

Denna bilaga beskriver de fossila rester och växthusgasutsläpp som kan återstå i Stockholms stad 2050 efter att åtgärderna i Färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm 2050 har genomförts. Bilagan innehåller även en beskrivning av klimatkompensation och åtgärder som staden kan använda vid behov av att klimatkompensera för de växthusgasutsläpp från fossila bränslen som kvarstår 2050.

### **Fossila bränslen och växthusgasutsläpp i Stockholm 2050**

Enligt beräkningarna i färdplanen är det mycket möjligt användningen av fossila bränslen har upphört i Stockholms stad år 2050, men troligtvis återstår en liten del fossila bränslen.

Färdplanen redovisar både direkta växthusgasutsläpp från förbränning av fossila och biobaserade bränslen 2050 och indirekta växthusgasutsläpp som orsakas av dessa bränslen i tidigare skeden i energiproduktionens livscykel.

### **Direkta växthusgasutsläpp från kvarvarande fossila och biobaserade bränslen 2050**

De fossila bränslen som antas kvarstå i Stockholms stad 2050 ger direkta växthusgasutsläpp som beräknas uppgå till 100 000 ton CO<sub>2</sub>e. Det är i huvudsak användning av fossila bränslen inom sjöfart och flygfart samt fossilbaserade plaster i avfall som förbränns i kraftvärmeverken som bedöms återstå 2050.

Även om staden i samverkan med andra aktörer lyckas uppnå ett fossilbränslefritt Stockholm 2050 innebär det inte att växthusgasutsläppen i staden blir noll. Användningen av biobränslen orsakar också en del direkta växthusgasutsläpp, i huvudsak metan och lustgas. De beräknas uppgå till 90 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050. För att kunna redovisa noll direkta växthusgasutsläpp 2050 kan staden behöva klimatkompensera dessa utsläpp på något sätt.

### **Indirekta växthusgasutsläpp (LCA-påslag) från fossila och biobaserade bränslen 2050**

Stockholms stads nuvarande beräkningsmodell innehåller ett konsumtionsperspektiv och inkluderar utsläpp av växthusgaser från alla processer under hela livscykelkedjan, ett så kallat LCA-påslag. De indirekta växthusgasutsläppen beräknas

uppgå till 260 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050. Här ingår växthusgasutsläpp från både fossila och biobaserade bränslen. Ur ett livscykelperspektiv kan Stockholm bli fossilbränslefritt först när hela energisystemet blir fossilbränslefritt.

### **Totala växthusgasutsläpp i Stockholm 2050**

De totala (direkta + indirekta) utsläppen av växthusgaser i Stockholms stad beräknas kunna minska från 3 200 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2010 till 450 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2050. Uttryckt i utsläpp per invånare går utsläppen från 3,8 ton CO<sub>2</sub>e per år och invånare år 2010 till 0,4 ton CO<sub>2</sub>e per år och invånare år 2050.

### **Stockholms stad och klimatkompensation**

Vill Stockholm stad redovisa nollutsläpp 2050 kan klimatkompensation bli aktuellt. I sådana fall behövs beredskap för att staden på något sätt ska kunna klimatkompensera för växthusgasutsläppen från kvarvarande fossila bränslen 2050.

Om Stockholms stad 2050 ska kompensera för de fossila växthusgasutsläppen från användningen av de kvarvarande fossila bränslena för plaster i avfall, sjöfart och flyg - cirka 100 000 ton CO<sub>2</sub>e - skulle kostnaden, beräknat på uppköp av CDM-projekt (se nedan under "Klimatkompensation") och dagens penningvärde och kostnad för CDM-projekt, uppgå till (100 000 ton CO<sub>2</sub>e x 200 kr/ton CO<sub>2</sub>e) 20 miljoner kr.

Om Stockholm stad 2050 även ska kompensera för de direkta växthusgasutsläppen från användningen av biobränslen - cirka 90 000 ton CO<sub>2</sub>e - skulle kostnaden uppgå till ytterligare (90 000 ton CO<sub>2</sub>e x 200 kr/ton CO<sub>2</sub>e) 18 miljoner kr.

Om Stockholms stad har som ambition att vara helt fossilbränslefritt 2050 utifrån ett livscykelperspektiv, där även de indirekta växthusgasutsläppen från LCA-påslag räknas in - cirka 260 000 ton CO<sub>2</sub>e - skulle kostnaden för klimatkompensation uppgå till ytterligare (260 000 ton CO<sub>2</sub>e x 200 kr/ton) 52 miljoner kr.

Total klimatkompensationskostnad för både direkta och indirekta växthusgasutsläpp 2050 skulle, beräknat på uppköp av CDM-projekt till dagens kostnad och penningvärde, bli (20 + 18 + 52 miljoner) 90 miljoner kronor.

Då det inte enbart är stadens egna verksamheter eller hushållen som orsakar dessa växthusgasutsläpp kan staden verka för att ansvariga energileverantörer, importörer och övriga större aktörer som använder fossila bränslen 2050 klimatkompenserar för dessa. (Se nedan under "Ansvar för klimatkompensation").

Enligt uppdrag i budgeten 2013 ska kommunstyrelsen utreda hur stadens egen organisation kan bli fossilbränsleoberoende 2030.

## Klimatkompensation

Det pågår en debatt om och hur växthusgasutsläpp kan kompenseras, både i praktiken och i teorin. Det finns idag en allmän definition av klimatkompensation som används av konsulter och företag:

"En finansiering av en åtgärd utanför den egna organisationen, där åtgärden leder till en utsläppsreduktion som är lika stor som de utsläpp som ska kompenseras"<sup>34</sup>

Det finns även en hårdare definition som används av personer inom metrologi och klimatforskning:

"Att kompensera utsläpp av koldioxid är att återföra lika mycket koldioxid till samma system som det kom ifrån. Utsläpp från biobränslen bör kompenseras med återväxt av biobränslen, utsläpp från fossilt kol bör kompenseras genom att samma mängd koldioxid binds i geoformationer..."<sup>35</sup>

## Kommuner och klimatkompensation

Det är främst företag och industrier som använder klimatkompensation idag. Det finns för närvarande inga klara regler eller riktlinjer för om och hur kommuner kan klimatkompensera. Kommunlagen begränsar vad kommunen kan göra med sina skattepengar. Klimatkompensation kan vara i strid med kommunlagen eftersom det gäller åtgärder utanför kommunens geografiska gränser och där nyttan inte kommer kommuninvånarna direkt till godo.

Juridiskt kan klimatkompensation möjligen utformas som en tjänst liksom upphandling av grön el, ekologisk mat och avfallshantering vilka är tjänster som oftast produceras utanför kommungränsen. Och åtgärder som bidrar till att stoppa globala klimatförändringar kan anses vara positivt för kommuninvånarna. Det är idag oklart om en lagändring krävs eller om det nuvarande systemet kan

hantera frågan om klimatkompensation för kommuner.

Sveriges kommuner och landsting avråder idag kommuner att klimatkompensera då deras tolkning är att sådana åtgärder strider mot kommunlagen.

Dock bedömer SKL att det ur ett upphandlingsperspektiv under vissa förutsättningar finns möjlighet att ställa sådana krav: "Det bästa sättet att ställa kravet är i form av ett "särskilt kontraktsvillkor" beträffande klimatkompensation. Generellt gäller att alla krav måste vara kopplade till föremålet för kontraktet, d.v.s. till vad som upphandlas. Detta gör att utrymmet för ett sådant krav är större vid typiskt sett "klimatskadliga" upphandlingar, t.ex. upphandling av landsvägstransporter, än vid upphandlingar där det inte tydligt kan visas vad klimatproblemet är. Vidare ska alla krav uppfylla grundläggande principer om likabehandling, icke-diskriminering, transparens och proportionalitet för att godtas. Kravet ska också vara möjligt att följa upp och upphandlande myndighet ska göra det på ett effektivt sätt. Man kan alltså inte bortse från att varje tillkommande krav innebär ökade kostnader för upphandlande myndigheter, i form av ökade transaktionskostnader, höjda anbudspriser och risk för överprövning i domstol."<sup>36</sup>

Konsultbolaget Tricorona bedömer på liknande sätt att det är möjligt för kommuner och andra offentliga myndigheter att upphandla klimatkompensation. Några kommuner i Sverige har upphandlat klimatkompensation genom CDM-projekt som en tjänst, på liknande sätt som de upphandlar grön el och avfallshantering.<sup>37</sup>

Mellan år 2008-2011 hade Energimyndigheten i uppdrag av regeringen att klimatkompensera för sina flygresor. Energimyndigheten hjälpte även flera statliga myndigheter med klimatkompensation under perioden 2009-2011 bl. a. Naturvårdsverket, SMHI, Riksdagen och Formas. Denna kompenserings avslutades från och med år 2012 då utsläpp från internationella flygresor ingår i EU:s reglerade utsläppshandelsystem.

## Olika typer av klimatkompensation idag

Vid klimatkompensation finns i huvudsak två tillvägagångssätt:

<sup>34</sup> Tricoronas Klimatkompensationshandbok 2011

<sup>35</sup> Martin Hedberg, meteorolog

<sup>36</sup> SKL:s upphandlingsjurist Magnus Ljung 2012

<sup>37</sup> Tricoronas Klimatkompensationshandbok 2011

1. Anlita ett företag eller en organisation som erbjuder klimatkompensation. Dessa företag/organisationer kan oftast erbjuda en total lösning. Det innebär att de beräknar hur stora utsläppen är som ska kompenseras samt erbjuder reduktionsenheter för att kompensera dessa utsläpp.
2. Aktören som har utsläpp beräknar hur stora utsläppen är och köper därefter de reduktionsenheter som behövs från företag/organisationer som erbjuder klimatkompensation.

Idag finns två alternativ för klimatkompensation:

1. att köpa reduktionsenheter som omfattas av FN- eller EU-systemens regelverk
2. att köpa reduktionsenheter via en oreglerad marknad (marknad för frivillig klimatkompensation).

Medlemsländerna i Kyotoprotokollet har kommit överens om vissa samarbetsformer som möjliggör och underlättar det internationella samarbetet med utsläppsminskningar. Det är dessa samarbetsformer som kallas för de flexibla mekanismerna. De innefattar CDM (Clean Development Mechanism), JI (Joint Implementation) och internationell utsläppshandel.

CDM och JI bygger på genomförandet av konkreta projekt t.ex. energieffektiviseringar eller ny elproduktion som baseras på förnybar energi, som bidrar till minskade utsläpp av växthusgaser. Projektet och utsläppsminskningarna sker i ett värdland och de genererade utsläppsminskningarna förvärvas i ett köparland eller en organisation.

Projekt som sker i länder utan åtaganden enligt Kyotoprotokollet kallas för CDM-projekt och utsläppsreduktionerna från projekten kallas för CER (Certified Emission Reductions). Projektet inom ramen för CDM ska förutom att minska utsläppen av växthusgaser även bidra till hållbar utveckling i värdlandet.

JI-projekt ger möjlighet för ett land med åtaganden enligt Kyotoprotokollet, att genom investeringar i utsläppsreducerande projektverksamhet i ett annat land, med åtagande enligt protokollet, tillgodoräkna sig utsläppsminskningen. Utsläppsreduktionerna från JI kallas för ERU (Emission Reduction Units). Granskningen av föreslagna projekt och utsläppsreduktionerna är noggrann för både CDM- och JI-projekt.

Det finns även en så kallad Gold Standard som ställer högre krav än vad Kyotoprotokollet kräver.

Gold Standard är en global ideell stiftelse med säte i Genève, och är den enda certifieringsstandarden som är godkänd av mer än 80 internationella miljöorganisationer, däribland WWF International och Greenpeace International. Projektet övervakas av en oberoende teknisk rådgivande kommitté och kontrolleras av FN:s oberoende revisorer. Certifieringsprocessen kräver även stor medverkan av lokala intressenter och organisationer. Projektet begränsas till projekt som berör förnybar energi och energieffektivisering, vilka inte är de billigaste produktkategorierna för CDM.<sup>38</sup>

Den tredje flexibla mekanismen är internationell utsläppshandel. Den Europeiska utsläppshandeln är inte definierad i Kyotoprotokollet utan är EU:s främsta styrmedel för att uppnå sitt åtagande enligt Kyotoprotokollet. Däremot länkas handelsystemet till Kyotoprotokollets flexibla mekanismer genom att utsläppsreduktioner från CDM- och JI-projekt kan användas av företagen som omfattas av EU:s handelsystem när dessa ska uppfylla sin kvotplikt.

För de företag, organisationer eller privatpersoner som frivilligt vill kompensera sina utsläpp finns i princip alltså tre olika kategorier av utsläppsreduktioner:

1. Utsläppsminskningenheter (ERU) och certifierade utsläppsminskningar (CER) från Kyotoprotokollets flexibla mekanismer
2. Utsläppsrätter från EU:s handelsystem, EUA (EU Allowances)
3. Utsläppsreduktioner (VER, Verified Emission Reductions/Voluntary Emission Reductions) från den oreglerade marknaden utanför FN:s och EU:s regelverk

Att projekten är additionella innebär att utsläppsminskningarna måste gå utöver vad som annars skulle ha skett utan investeringarna. Utsläppsrätterna ska naturligtvis också resultera i reella utsläppsminskningar, dvs. att det faktiskt sker en minskning av utsläppen.

Energimyndigheten rekommenderar köp av registrerade utsläppsrätter, vilket i praktiken innebär en rekommendation av att bara köpa utsläppsrätter från den reglerade marknaden (CDM- eller JI-projekt, alternativt från EU:s handel med utsläppsrätter).

De parter som handlar med CDM och JI idag är mest industriella företag, som har stora

<sup>38</sup> <http://www.tricoronagreen.se/> 2012-10-15

punktutsläpp. Den finansiella krissituationen i världen under de senaste åren har medfört att produktionen av varor har avtagit, vilket har medfört en minskad efterfrågan av utsläppsrätter.

År 2015 ska FNs förhandlingar uppdateras för att träda i kraft år 2020. Det är inte troligt att ett enskilt land eller EU kommer att göra några ändringar för klimatkompensation innan dess.

### **Kostnader för klimatkompensation**

I allmänhet varierar priserna på utsläppsreduktionsenheter från CDM-projekt på samma sätt som andra varor och tjänster gör beroende på hur viktigt det är att veta vad man får exakt och hur stora mängder man köper. Att handla utsläppsrätter från CDM-projekt helt ospecificerat kan medföra utsläppsreduktioner från vilket projekt som helst, man har säkrat en klimatnytta som är garanterad och mätt på ett kvantitativt sätt. Dock är det osäkert om hur nyttan är ur andra perspektiv t.ex. stora vattenkraftprojekt eller uppfångning av restprodukter från tillverkning av det ozonnedbrytande köldmediet HCFC 22. Av den anledningen erbjuds Gold Standard av CDM-projekt. Genom dessa projekt erbjuds man köpa utsläppsrätter från ett eller flera specifika projekt, som man har möjlighet att kunna ha insyn i och kunna kommunicera om. Vissa projekt är väldigt dyra att utveckla men kan ha många positiva effekter, som gör det värt att utveckla då det kan finnas en marknad för sådana projekt.

Genomgående är priserna på utsläppsrätter inom EU:s handelssystem låga nu. Priset har fallit eftersom klimatambitionerna inte har skärpts, flera länder har hoppat av Kyotoprotokollets förpliktigheten och utsläppsminskningar sker just nu som följd av den ekonomiska lågkonjunkturen, där den industriella produktionen minskar.

Problemet med att CDM-projekten blir billiga är att det mervärde, som ska ges i form av exempelvis involvering av lokalbefolkning och andra hållbara åtgärder, minskar när inte pengarna räcker till. I stället blir det investeringar i till exempel utbyggnad av stora vattenkraftprojekt för att kompensera CO<sub>2</sub>-utsläpp.

Ett modellerat koldioxidpris till 2050 blir högst i en värld där alla regioner agerar för att sänka utsläppen. Det beror på att en sådan politik världen över sänker efterfrågan på fossila bränslen och priset blir lägre. Det incitament som priset i sig ger till omställningen blir därmed lägre och övrig styrning behöver därmed hamna på en högre nivå.

Det är mycket svårt att garantera sig ett pris för långt fram i tiden, då de kommer att förändras mycket och med störst säkerhet kommer att vara höga år 2050 eftersom utvecklingsländerna antagligen kommer att genomföra sina åtgärder inom sina landsgränser, vilket leder till att projekten med låga kostnader kommer att försvinna på sikt. En kostnadsprognos långt fram i tiden är mycket svår att göra om man inte köper CER i förväg redan idag.

Priset för klimatkompensation, baserat på den oregerade marknaden utanför FN- och EU-systemens regelverk, uppgår för närvarande till omkring 200 kr per ton CO<sub>2</sub>e för CDM-projekt och ungefär lika mycket för utsläppsrätter. Dessa är priser från september 2012 och dess variation verkar följa tidens ekonomiska läge. Inga kostnader har kunnat fås fram för JI-projekt.<sup>39</sup>

### **Ansvar för klimatkompensation**

Om Stockholms stad ska kunna räknas som fossilbränslefritt 2050 måste det skapas ett system så att det går att kontrollera att växthusgasutsläppen från de eventuella fossila resterna kan klimatkompenseras på något sätt av de större aktörer som antingen producerar, importerar eller använder de kvarvarande fossila bränslena 2050. Ett viktigt arbete kommer därför att vara att efterhand allt noggrannare kartlägga källorna till de kvarvarande fossila bränslena samt härleda de ansvariga större aktörerna och säkerställa att dessa klimatkompenserar från 2050 och fortsätter att fasa ut de återstående fossila bränslena så snart som möjligt.

Stockholms stad behöver dessutom ta reda på hur stor del av de fossila resterna som stadens verksamheter orsakar 2050 och behöver klimatkompensera för då om staden ska kunna räknas som fossilbränslefri.

Det finns i stort sett endast en producent och distributör av fjärrvärme i staden och det är Fortum Värme. Enligt styrelsebeslut i Fortum AB ska Fortum Värme klimatkompensera för sina kvarvarande växthusgasutsläpp 2030 för att kunna räknas som klimatneutral verksamhet då. Det innebär att de tar ansvar för de fossila bränslena inom denna sektor. Det är idag oklart på vilket sätt de kommer

---

<sup>39</sup> Tricorona hänvisar till mer information om JI på:

Greenstream (<http://www.greenstream.net>)

Camco (<http://www.camcocleanenergy.com/>)

att klimatkompensera för sin verksamhet då, antagligen genom utsläppsrätter eller CDM-projekt.

Stockholmshem producerar värme i sina närvärmecentraler, det är oklart hur dessa kommer att användas framöver men de bidrar till stadens värmeproduktion och bör klimatkompenseras om de använder fossila bränslen 2050.

Det kan även finnas andra energiproducenter i bostadsområden som sträcker sig in i andra kommuner, vilket blir vanligare när Stockholms stad bygger en tätare stad. Annedal som ligger både i Stockholms stad och i Sundbyberg förses till exempel med värme av energibolaget Norrenergi. Det är viktigt att se över vilka energislag och bränslen detta bolag och andra leverantörer använder för att kunna veta om Stockholms stad är fossilbränslefri 2050.

Det finns endast en distributör av gas i staden och det är Stockholm gas AB. Styrelsebeslutet i Fortum AB gäller även för Stockholm gas. De ska klimatkompensera för sina kvarvarande växthusgasutsläpp 2030 för att kunna räknas som klimatneutral verksamhet. Det innebär att de tar ansvar för att klimatkompensera eventuellt kvarvarande fossila bränslen inom denna sektor. Det är idag oklart på vilket sätt de kommer att klimatkompensera för sin verksamhet då, antagligen genom utsläppsrätter eller CDM-projekt.

När det gäller produktionen av biogas i Stockholm så ansvarar bland andra Stockholm Vatten AB för det. Det är idag oklart hur de ska klimatkompensera för denna produktion.

I stället för att varje aktör klimatkompenserar för sin elanvändning var för sig, om inte elen på nordiska marknaden 2050 är helt fossilbränslefri, kan staden och andra myndigheter bidra till att verka för en utredning av producentansvar för en fossilbränslefri el.

På samma sätt som för el kan staden medverka till att verka för en utredning av producentansvar för växthusgasutsläpp från biobränslen.

### **Klimatkompensation för energianvändning inom Stockholms stads verksamheter**

Stockholms stad egna verksamheter kommer eventuellt ha fossila bränslen kvar inom stadens egna byggnader, transporter och elanvändning som behöver klimatkompenseras 2050. En detaljerad genomgång och beräkning av stadens egna verksamheters användning av fossila bränslen bör ingå

i kommunstyrelsens utredning 2013 om stadens egen organisation kan bli fossiloberoende eller fossilbränslefri 2030.

Stockholms stad kan behöva kompensera användningen av de eventuella fossila rester som stadens verksamheter orsakar och har rådighet över 2030 respektive 2050. Staden behöver därför kontinuerligt beräkna och redovisa sin användning av fossila bränslen och följa utvecklingen av klimatkompensation inom offentliga organisationer (konkret, juridiskt och ekonomiskt) för att vid senare utvärdering av färdplanen kunna ge förslag på godkända och lämpliga klimatkompensationsåtgärder.

## **Alternativ till klimatkompensation**

### **Klimatväxling**

Några kommuner har valt att skapa interna handelssystem för att kompensera för de kommunala verksamheternas växthusgasutsläpp. De första kommunerna i Sverige började med klimatväxling 2009. Det finns idag inga gemensamma riktlinjer för klimatväxling i kommuner, utan varje kommun provar sin egen variant.

Klimatväxling innebär att kommunfullmäktige beslutar en avgift i kr/ton CO<sub>2</sub>e som ska betalas av de kommunala aktiviteter som genererar koldioxidutsläpp. Pengarna sätts in i en fond som används till lokala projekt som minskar energianvändning och växthusgasutsläpp.

De nuvarande pilotsystemen delar dock ut pengar till de som söker miljöprojekt och är inte styrda, kontrollerade eller följs upp med inriktning på att minska koldioxidutsläppen nämnvärt.

### **Klimatpositiva åtgärder**

Ett sätt att aktivt kompensera för växthusgasutsläpp är att producera mer förnyelsebara bränslen eller fossilfri el än den energimängd som behövs inom kommunen och sälja det till andra kommuner eller aktörer som då kan minska eller helt ersätta deras fossila energikällor.

Exempelvis Köpenhamn använder sig av överproduktion av förnyelsebar energi som säljs på energimarknaden för att kompensera sina växthusgasutsläpp och bli klimatneutralt 2025. Det bidrar till att minska de fossila bränslena i Nordiska mixen/marknaden, d.v.s. LCA-påslaget från energiproduktionen minskas.

Eftersom de fossila resterna som eventuellt är kvar i Stockholm 2050 i huvudsak är LCA-påslag bör



Stockholms stad undersöka om staden möjligtvis kan använda klimatpositiva åtgärder som klimatkompensationsåtgärd. Det är särskilt angeläget om det visar sig att det framöver visar sig att klimatkompensation är olagligt enligt kommunlagen.

### **Kolsänkor**

Ett annat sätt att ta hand om växthusgasutsläpp är att utnyttja och försöka öka förmågan hos ekosystem och naturområden att absorbera koldioxid, t ex hos skogar, sjöar, hav och våtmarker. Det är dock idag oklart om det finns någon potential för det i Stockholmsregionen. Dessutom ingår större kolsänkor i Sverige i de nationella räkenskaperna för växthusgasutsläppen.

Det förs även en vetenskaplig diskussion om i vilken omfattning det faktiskt går att använda skogen som kolsänka. Beroende på skogstyp, trädens ålder och geografisk lokalisering varierar skogen mellan att vara kolkälla eller kolsänka - om den avger eller tar upp koldioxid från atmosfären. Globalt sett är skogsmarker en kolsänka, men detta varierar kraftigt regionalt.

### **Förutsättningar för att Stockholms stad ska kunna klimatkompensera:**

- Stockholms stad utreder behovet av att klimatkompensera för fossila rester redan från år 2030, om kommunfullmäktige beslutar att stadens kommunorganisation ska bli fossiloberoende eller fossilbränslefri från år 2030.
- Stockholms stad bevakar utvecklingen av EU:s och FN:s officiella reglerade flexibla mekanismer för klimatkompensation.
- Stockholms stad bevakar möjligheterna för kommuner att klimatkompensera och verkar för att tydliga riktlinjer tas fram eller att en lagändring genomförs i kommunalagen så att kommuner får lov att klimatkompensera.
- Stockholms stad bevakar vid vilken tidpunkt staden kan behöva klimatkompensera om klimatförändringarna är snabbare och kraftigare än tidigare bedömningar av FN:s klimatpanel IPCC.
- Stockholms stad utreder hur staden kan samverka med producenter så att de klimatkompenserar för växthusgasutsläppen från fossila bränslen 2050 vid bland annat produktionen av el, importen av biobränslen och produktionen av värmepumpar.