



**Förnybar energi i
stadens egna
fastigheter**
December 2013

Stadsledningskontoret

Stadens energiarbete i egna fastigheter
December 2013

Dnr: 310-1382-2013

Utgivare: Stadsledningskontoret

Kontaktperson: Maria Tengvard

Omslagsfoto: Birgitta Govén/ATON Teknikkonsult

Förord

Kommunstyrelsen samordnar stadens klimatanpassningsarbete i samråd med berörda nämnder och styrelser. I syfte att nå stadens ambitiösa klimatmål och samtidigt minska utgifterna för energikostnader har kommunstyrelsen i enlighet med beslut i budget 2013 tagit fram förslag på riktlinjer som anger hur staden kan arbeta med förnybar energiproduktion, genom till exempel solceller. Teknikutvecklingen gör småskalig och förnybar energiproduktion direkt hos konsumenten lönsam. Kommunstyrelsen har i uppdrag att identifiera vilka fastigheter som lämpar sig för en sådan investering. Nämnder och bolagsstyrelser har bistått kommunstyrelsen i detta arbete.

Stockholms stad har tagit fram en färdplan för ett fossilbränslefritt Stockholm till år 2050. Kommunstyrelsen har under 2013 tagit fram en färdplan för hur Stockholms stad ska bli en fossilbränsleoberoende organisation till 2030. I syfte att nå stadens ambitiösa klimatmål och samtidigt minska utgifterna för energikostnaderna har stadsledningskontoret utrett hur staden kan och bör arbeta med förnybar energiproduktion.

Inom ramen för uppdraget har potentialen för elproduktion för vindkraftverk, solceller för elproduktion och solfångare för värme- och varmvattenproduktion på stadens egna fastigheter utretts.

Utredningen innefattar en genomgång av en rad frågor som till exempel: är det lönsamt att installera solceller/solpaneler i befintligt bestånd i samband med större renoveringar eller vid nyproduktion?

Därutöver beaktas teknisk och ekonomisk potential. Vad blir den ekonomiska konsekvensen vid leverans mot nätet bland annat mot bakgrund av de kommande reglerna vad gäller ersättning för mikroproducenten, det vill säga den aktuella fastighetsägaren och i förlängningen staden, givet investeringskostnaden? Även förutsättningar för bygglov och kommunallag samt LCA-analyser har beaktats och inkluderats vid framtagandet av riktlinjerna.

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	5
Inventering av stadens fastigheter avseende energiproduktion	7
Metodbeskrivning	7
Resultat av solenergiberäkningar på stadens egna tak	8
Småskalig vindkraft	11
Analys av hur staden kan arbeta med förnybar lokal energiproduktion	11
Bygglov	11
Byggnadens utformning	12
Fastighetsägarnas synpunkter	13
Kostnads/nyttoanalys	14
Ersättning för överskottsproduktion av el- och värmeenergi	16
Miljö- och klimatpåverkan	17
Miljökrav vid upphandling	18
Lagbestämmelser	19
Förslag till riktlinjer	19
Förslag till riktlinjer för förnybar energiproduktion	20
Referenser och källhänvisningar	22

Sammanfattning

I syfte att nå stadens ambitiösa klimatmål och samtidigt minska utgifterna för energikostnaderna har stadsledningskontoret, tillsammans med miljö- och hälsoskyddsnämnden, stadsbyggnadsnämnden och Stockholms Stadshus AB utrett hur staden kan arbeta med förnybar energiproduktion. De förnybara alternativ som har beaktats är solenergi och vindkraft. Förutom egen produktion av förnybar energi har stadens avtal med energileverantörer beaktats för att säkerställa att den energi staden köper är miljövänlig och förnybar.

Slutsatsen är att vindkraft, med dagens tekniska möjligheter, inte är ett lämpligt alternativ för egen produktion av energi. Detta på grund av att erfarenheterna visar att vindhastigheten är för låg och att det är för lång återbetalningstid på investeringarna. Installation av solenergianläggningar kan däremot vara kostnadsmässigt intressanta alternativ. Detta tack vare en tillräckligt bra solinstrålning på stadens tak samt att det finns en teknisk potential som ger möjligheter för stadens bolag och förvaltningar att producera solenergi.

Även om installation skulle ske på alla tak där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt motiverat kommer stadens totala behov inte kunna täckas av energi via egenproducerad sol och solvärme. Alla byggnader kan inte ges bygglov för en solinstallation och den tekniska potentialen är för låg. Den överskjutande delen av el ska då fortsatt köpas via stadens avtal där elenergin till 100 procent producerats från förnyelsebara energikällor enligt Svenska Naturskyddsföreningens licens ”Bra Miljöval – märkt El”. Den fjärrvärme som köps enligt stadens avtal inom Fortums fjärrvärmenät är till cirka 80 procent förnybar. Enligt Fortums egen långsiktiga färdplan ska kolet i fjärrvärmen vara utfasat till 2030 och ersatt med avfalls- och biobränsleleddade verk.

En beräkning av potentialen för solenergi på stadens egna byggnader har genomförts. Totalt har cirka 5 200 byggnader analyserats i beräkningsprogrammet Solkartan och mängden infallande solenergi har beräknats med meteorologiska ingångsvärden från SMHI. Den totalt instrålade solenergin har beräknats till 3 200 GWh/år på 3,4 miljoner kvadratmeter takyta vilket kan generera 270 GWh sol per år eller 900 GWh

värmeenergi per år. Som jämförelse köper staden cirka 660 GWh el och cirka 1 500 GWh fjärrvärme per år.

Energipriset för att producera solceller beräknas till 1,06 kr/kWh med 30 års kalkyltid och en kalkylränta på 5 procent. Detta leder till att priset för att producera solceller blir lägre än elpriset efter 6 år eftersom kostnaden är fast under hela perioden till skillnad från den historiska utvecklingen avseende köpt energi.

Priset för att producera solvärme beräknas till 0,89 kr/kWh. Eftersom dagens fjärrvärmesatser är satta så att priset är som lägst sommartid, det vill säga då solfångarna kan producera mycket energi, är solfångare för närvarande inte lönsamma i kombination med fjärrvärme. Däremot kan solfångare i kombination med andra värmeinstallationer såsom värmepumpar vara ett lönsamt alternativ. Installation av solenergianläggningar skapar vidare stabila, ekonomiska förutsättningar då staden inte behöver kalkylera med prishöjningar avseende energi.

Det är viktigt att ställa skarpa miljökrav särskilt på solcellsmoduler eftersom en stor del av de som produceras har ett högt CO₂-utsläpp. Det finns dock solcellsmoduler med förhållandevis låga utsläpp, cirka 20-30 gram CO₂/kWh el. Solceller baserade på kadmium ska inte upphandlas.

Utifrån detta är följande förslag till riktlinjer för hur staden ska arbeta med förnybar energi:

- Vid nybyggnad bör installation av solenergi planeras i möjligaste mån. Ventilationstrummor och skorstenar med mera bör placeras på norrsidan av taken för att erhålla en så öppen yta som möjligt på takytorna vända mot söder.
- Vid renovering och ombyggnad bör det beaktas om det är praktiskt och tekniskt möjligt att installera solceller eller solfångare på taket. På hus med lutande tak är taken som är vända mot syd, sydost och sydväst mest lämpliga för solenergiinstallationer. På hus med platta tak fungerar alla riktningar.
- Fastigheten bör inte vara blå- eller grönklassad enligt Stadsmuseets klassificeringskarta.
- Installation av solenergisystem ska dimensioneras så att det täcker det egna behovet i fastigheten.
- Takytan som har mer solinstrålning än 950 kWh/m² och år bör överstiga 200 m².

- Solcellsanläggningar ska dimensioneras efter effektbehovet sommartid i byggnaden.
- Vid upphandlingen ska krav ställas på lågt LCA-värde; för solceller max 30 gram CO₂/kWh elenergi och för solfångare max 20 gram CO₂/kWh värmeenergi.
- I möjligaste mån bör nya solenergiinstallationer läggas upp i Stockholm stads öppna soldatabas för att göra det möjligt att följa upp prestanda och lönsamhet. Producerad energimängd ska årligen följas upp och redovisas i Miljöbarometern.
- Den elenergi som köps ska även fortsättningsvis vara märkt enligt Svenska Naturskyddsföreningens licens ”Bra Miljöval – märkt El”.
- Den fjärrvärme som köps ska upphandlas av Fortum vars fjärrvärmenät till cirka 80 procent är förnybar. Enligt Fortums egen långsiktiga färdplan ska kolet i fjärrvärmen vara utfasat 2030 och ersatt med avfalls- och biobränsleeldade verk.

Inventering av stadens fastigheter avseende energiproduktion

Metodbeskrivning

I utredningen har möjligheterna att utnyttja vind eller sol som förnybara energikällor i stadens egna fastigheter utretts. Avseende solenergi har en beräkning av den potentiella solenergin genomförts för stadens egna byggnader och för vindkraft har slutsatser dragits från den kunskap och erfarenhet staden har.

För inventeringen av hur mycket solenergi som faller in på taken på stadens egna fastigheter har Stockholm stads *Solkarta* använts. Kartunderlaget för stadens egna byggnader, som tagits fram av stadsbyggnadskontoret inom detta uppdrag, omfattar drygt 5 200 byggnader och dessa har beräknats i Solkartans beräkningsprogram. Kartunderlaget är framtaget med utgångspunkt från Stockholms stad som lagfaren ägare. Ett visst antal av dessa är i sin tur upplåttna med tomträtt vilket gäller många enbostadshus i staden och för dessa framgår inte vem som äger byggnaden. Detta omfattar cirka 600 byggnader (mestadels enbostadshus) vilka är borttagna ur beräkningsunderlaget.

De parametrar som har beräknats i Solkartan är:

- Den totala takytan, m²
- Totalt instrålad solenergi, kWh/år
- Total area som har > 950 kWh/m² och år instrålad solenergi
- Total instrålad solenergi på ytan som har > 950 kWh/m² och år instrålad solenergi, kWh/år
- Total area som har > 1000 kWh/m² och år instrålad solenergi
- Total instrålad solenergi på ytan som har > 1000 kWh/m² och år instrålad solenergi, kWh/år

Ur dessa har följande parametrar beräknats för den area som har > 950 kWh/m² och år instrålad solenergi:

- Uppskattad installerad effekt för solceller, kW
- Uppskattad elenergi som kan alstras, kWh/år
- Uppskattad kostnad för solceller, kr
- Uppskattad värmeenergi som kan alstras, kWh/år

Resultatet har därefter sorterats per kommunalt bolag och inom ramen för uppdraget sänts till dessa för att användas vid framtagande av planer för utbyggnad av solenergi.

Vid beräkningen av mängd solel och solvärme har verkningsgraderna 15 procent för solel och 50 procent för solvärme använts. Resultatet, det vill säga utvunnen mängd solel och värmeenergi har reducerats med 10 procent med anledning av att beräkningsprogrammet inte tar hänsyn till skorstenar, ventilationstrummor med mera som tar bort tillgänglig yta för solceller eller solfångare. En ytterligare parameter som kan reducera potentialen är att de byggnader som är blåklassade enligt Stadsmuseets klassificeringskarta med största säkerhet inte kan få bygglov för solceller eller solfångare.

Resultat av solenergiberäkningar på stadens egna tak

Resultatet av beräkningarna i Solkartan och de analyser som har gjorts redovisas i följande två tabeller. Tabell 1 redovisar resultatet för ”Stadens egna byggnader” vilket omfattar alla byggnader ur kartunderlaget förutom de cirka 600 stycken som är upplåttna med tomträtt där de flesta är enbostadshus. Totalt blir det cirka 4 500 byggnader. I tabell 2 redovisas resultatet för ”Stadens

egna byggnader med mer än 200 m² takyta” vilket är en gräns för då det normalt sett är lönsamt att installera solceller eller solfångare. Den mängd elenergi och värmeenergi som kan alstras ur infallande solenergi är i båda tabellerna beräknade på den yta som har > 950 kWh/m² och år infallande solenergi.

Tabell 1. Resultat från beräkningar av infallande solenergi på stadens egna tak.

Stadens egna byggnader *	
Antal byggnader	4 500 ^{****}
Total takyta	3,4 miljoner m ²
Totalt instrålad solenergi	3 200 GWh/år
Area > 950 kWh/m², år **	2 miljoner m ²
Area > 1000 kWh/m², år ***	1,2 miljoner m ²
Instrålad solenergi (Arean > 950 kWh/m², år)	2 000 GWh/år
Elenergi från solceller (baserat på solenergi på Arean > 950 kWh/m², år)	270 GWh/år
Värmeenergi från solfångare (baserat på solenergi på Arean > 950 kWh/m², år)	900 GWh/år

Tabell 1. Resultat från beräkningar av infallande solenergi på stadens egna tak.

*Det totala antalet byggnader minskat med cirka 600 byggnader som är upplåtna med tomträtt, mestadels enbostadshus.

**Takyta som har mer än 950 kWh/m², år infallande solenergi.

***Takyta som har mer än 1000 kWh/m², år infallande solenergi.

****Av dessa är drygt 900 fastigheter som ägs av Stockholms stad men är upplåtna med tomträtt.

I nedanstående tabell redovisas resultatet för de byggnader som har mer än 200 m² takyta, vilket i normala fall är en gräns för att det ska vara lönsamt att sätta upp solceller.

Tabell 2. Resultat från beräkningar av infallande solenergi på stadens egna tak som har mer än 200 m² takyta.

Stadens egna byggnader med mer än 200 m² takyta *	
Antal byggnader	2 700****
Total takyta	2,9 miljoner m ²
Totalt instrålad solenergi	2 700 GWh/år
Area > 950 kWh/m², år **	1,8 miljoner m ²
Area > 1000 kWh/m², år ***	1 miljon m ²
Instrålad solenergi (Arean > 950 kWh/m², år)	1 800 GWh/år
Elenergi från solceller (baserat på solenergi på Arean > 950 kWh/m², år)	243 GWh/år
Värmeenergi från solfångare (baserat på solenergi på Arean > 950 kWh/m², år)	810 GWh/år

Tabell 2. Resultat från beräkningar av infallande solenergi på stadens egna tak som har mer än 200 m² takyta.

*Det totala antalet byggnader minskat med de byggnader som har mindre än 200 m² takyta.

**Takyta som har mer än 950 kWh/m², år infallande solenergi.

***Takyta som har mer än 1000 kWh/m², år infallande solenergi.

**** Av dessa är drygt 400 fastigheter som ägs av Stockholms stad men är upplättna med tomträtt.

Resultatet visar att det är tekniskt möjligt att alstra 243 GWh/år elenergi vilket är drygt en tredjedel av den elenergi som staden använder per år vilket är cirka 660 GWh/år. Detta motsvarar energianvändningen i knappt 10 000 eluppvärmda villor eller hushållselanvändningen i knappt 70 000 lägenheter.

Den värmeenergi som kan alstras ur solfångare är 810 GWh/år vilket kan jämföras med den mängd fjärrvärme staden köper under ett år som är cirka 1 500 GWh. Det motsvarar också energianvändningen i cirka 50 000 fjärrvärmevärmda villor.

En solcellsanläggning bör dimensioneras efter effektbehovet i byggnaden sommartid för att få den bästa lönsamheten eftersom det i dagsläget inte är lönsamt att mata ut överskottsel på nätet. Detta innebär i sin tur att den fulla tekniska potentialen inte kan utnyttjas på alla byggnader.

Småskalig vindkraft

Det finns ett mindre antal småskaliga vindkraftverk placerade direkt på byggnader i stadsmiljö som är i drift i Sverige där den installerade effekten är i storleksordningen 2-4 kW. Beräkningar från exempelvis projekt Hållbara Hilda i Malmö pekar på cirka 100 års återbetalningstid och liknande siffror finns från NCC:s huvudkontor i Solna. Erfarenheterna från dessa fall visar att vindhastigheten är för låg i stadsmiljö för att generera några större mängder elenergi. Småskalig vindkraft bedöms därför inte vara en hållbar lösning för förnybar energiproduktion på stadens egna byggnader.

Nuvarande kostnader för en installation är i storleksordningen ett par hundra tusen kronor och energiproduktionen uppgår till max ett par tusen kWh.

Analys av hur staden kan arbeta med förnybar lokal energiproduktion

Det är många parametrar som påverkar möjligheterna att installera förnybar energiteknik på stadens egna byggnader. Den tekniska potentialen är naturligtvis den viktigaste förutsättningen, men även byggnadens utformning, möjlighet till bygglov, skattemässiga regler, lönsamhet, bolagens renoveringsplaner med mera påverkar möjligheten att installera förnybar energiteknik.

Bygglov

Vid installation av solceller eller solpaneler måste ansökan om bygglov göras. Vid bedömningen, som görs av

stadsbyggnadskontoret, är det plan- och bygglagen som avgör om man får bygglov. Dock är bedömningsgrunden varsamheten och förvanskningen, det vill säga en förändring av byggnaden får inte förvanska utseende och karaktärsdrag.

Generellt kan sägas att en modernare fastighet, exempelvis de som är byggda på 60 – 80-talen eller husen från miljonprogrammet är lättare att få bygglov för än en äldre fastighet där en installation av solceller/solfångare kan uppfattas som förvanskande i större grad. Även hus med platta tak bedöms av stadsbyggnadskontoret som en typ av hus som kan få bygglov förhållandevis enkelt tack vare att solceller eller solfångare inte syns lika tydligt på dessa byggnader.

Enligt lag får det ta högst 10 veckor att få ett bygglov efter det att handlingarna är kompletta. Stadsbyggnadskontoret tar för närvarande fram riktlinjer samt en checklista över vilka handlingar som ska skickas med en bygglovsansökan i syfte att förenkla både för den sökande och för handläggarna på stadsbyggnadskontoret.

Byggnadens utformning

Byggnadens utformning och den nya installationens placering har naturligtvis en påverkan på om bygglov beviljas eller inte. Efter samråd med stadsbyggnadskontoret och Stadsmuseet måste hänsyn tas till hur solceller eller solfångare eventuellt kan placeras utan att kulturhistoriska värden påverkas negativt. I Stadsmuseets klassificeringskarta är byggnaderna klassade ur ett kulturhistoriskt perspektiv. Blåklassade byggnader vars kulturhistoriska värde motsvarar fordringarna för byggnadsminne enligt kulturminneslagen får troligtvis svårt att få bygglov för solceller eller solfångare. Även grönklassade byggnader som är särskilt värdefulla från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt kan få svårt att få bygglov för solceller eller solfångare. I varje enskild bygglovsprocess tar stadsbyggnadskontoret ställning till vilka värden som kan påverkas av ändringen.

Nybyggnad

Vid nyproduktion bör fastigheter planeras och projekteras så att förutsättningarna för solcellsinstallationer beaktas. Detta innebär att beakta byggnadernas orientering för maximal solenergiproduktion samt att ventilationstrummor, skorstenar med

mera placeras så att det inte minskar tillgänglig yta för solenergiproduktion.

I flera pågående nybyggnadsprojekt inom Stockholms stad ställs höga krav på hållbarhet och låg energianvändning. I Norra Djurgårdsstaden som är ett av de senaste nybyggnadsprojekten ställs följande krav avseende solenergi:

- På varje byggnad ska det genereras minst 2 kWh solel/m² A_{temp} alternativt 6 kWh solvärme/m² A_{temp} solvärme, eller en kombination med motsvarande fördelning, på byggnaden.
- Den lokalt producerade energin får inte tillgodoräknas vid beräkning av energiprestanda eller uppmätta värden för energiprestanda för byggnaden.
- Verifiering ska ske genom att redovisa beräkning hur och var energin produceras, mängd lokalt producerad förnybar energi samt uppmätta värden baserat på två års drift för egengenererad energi.

Befintliga byggnader

I befintliga byggnader måste det tas hänsyn till byggnadstyp och i vilket skick taket är i för att se om det är möjligt att installera solceller eller solfångare. Dessutom är placeringen av skorstenar, ventilationstrummor med mera på befintliga byggnader inte alltid optimal för att dessutom få plats med utrustningen för solceller eller solfångare.

Ett exempel på renovering i befintliga byggnader är Hållbara Järva, där ett helhetsgrepp tas på energianvändning, hållbarhet och sociala aspekter. I området pågår installation av 10 000 kvadratmeter solceller ska installeras och att de tillsammans enligt beräkningarna ska producera 1,3 GWh el årligen.

Fastighetsägarnas synpunkter

De kommunala fastighetsägarna ser positivt på att installera solceller eller solfångare på deras byggnader under förutsättning att det är tekniskt möjligt och att det är god ekonomi i investeringen. Det ligger i linje med de miljö- och energikrav som många ställer vid nybyggnad och renovering av befintliga byggnader.

Stockholms Stadshus AB, som är moderbolag till de kommunägda fastighetsbolagen anser att det är positivt att

installera solceller/solfångare på fastigheternas egna tak under förutsättning att det finns en god ekonomi i investeringarna.

Kostnads/nyttoanalys

Kostnadsberäkning för solceller

Den ekonomiska potentialen för *solceller* bedöms genom att beräkna energipriset för att producera solet och jämföra med det energipris Stockholm stad betalar för miljövänlig elenergi enligt uppgjorda ramavtal. Vid beräkningen antas att den producerade elenergin endast används i den egna fastigheten och att den eventuella överskottsenergin skickas ut på nätet utan ersättning. I det fallet behöver fastighetsbolaget inte betala energiskatt eller överföringsavgift för den producerade energin.

Elcertifikatsystemet är ett marknadsbaserat stödsystem som syftar till att öka produktionen av förnybar el på ett kostnadseffektivt sätt. Systemet fungerar så att producenter av förnybar el får ett elcertifikat av staten för varje producerad megawattimme el. Producenterna kan sedan sälja elcertifikaten till bland andra elleverantörer, som är skyldiga att köpa en viss mängd elcertifikat i förhållande till sin elförsäljning. Elcertifikaten kan därmed minska kostnaden varje producerad kilowattimme solet.

Priset för solet beräknas enligt annuitetsmetoden där hänsyn tas till materialkostnad, installation samt drift och underhåll för anläggningen under 30 år. Följande förutsättningar gäller vid beräkningen:

- Initial produktion: 1000 kWh/kW
- Degradering av solcellsmodulerna: 0,5 procent per år
- Livslängd solceller: 30 år
- Livslängd växelriktare: 15 år
- Kalkylränta: 5 procent¹
- Installation inklusive material: 14 000 kr/kW
- Underhållskostnad: 70 kr/kW och år
- Elcertifikat: -10 öre/kWh

Priset beräknas exklusive moms, energiskatt och rörlig nätavgift (överföringsavgift).

¹ Kommunfullmäktige har fastställt kalkylräntan för enskilda projekt till 5,0 procent.

Energipriset för solet med 5 % kalkylränta blir: 1,06 kr/kWh
(Källa: Energibanken)

En stor fördel med energipriset för solet är att det är fast under perioden, det vill säga 30 år, till skillnad från energipriset som varierar över tid och är svårt att förutsäga.

Priset jämförs med elpriset som Stockholm stad betalar för leverans av el som till 100 procent producerats från förnyelsebara energikällor enligt Svenska Naturskyddsföreningens licens ”Bra Miljöval – märkt El”: 0,93 kr/kWh. Priset gäller enligt avtalet till och med 2014-12-31. Dessutom måste Stockholm stad betala en fast nätavgift för den köpta energin vilken i dagsläget är cirka 8 öre/kWh.

Med ett antagande om en årlig energiprisökning på cirka 2 procent (statistik från Nord Pool Spot för svenska spotpriser under 11 år) innebär det att solcellsel produceras till en lägre kostnad, inklusive investeringen, än stadens inköpspris av miljömärkt el efter cirka 7 år.

Vid beräkning med 3 procent kalkylränta blir energipriset för solet med övriga förutsättningar enligt ovan: 0,85 kr/kWh.

Under perioden 2013 - 2016 har regeringen avsatt 210 miljoner kronor till *investeringsstöd* för solceller. Stödet utgör 35 procent av installationskostnaden och högst 1,2 Mkr delas ut per solcellssystem. De stödberättigande kostnaderna får uppgå till maximalt 37 000 kr plus moms per installerad kilowatt. Stödet söks hos Länsstyrelsen. I de ovanstående beräkningarna har investeringskostnaderna angivits *utan* investeringsstöd.

Kostnadsberäkning för solvärme

Den ekonomiska potentialen för *solfångare* bedöms genom att beräkna energipriset för att producera värmeenergi och jämföra med det energipris Stockholm stad betalar för fjärrvärme enligt uppgjorda ramavtal. Vid beräkningen antas att den producerade värmeenergin endast används i den egna fastigheten.

Priset för den producerade värmeenergin beräknas enligt annuitetsmetoden där hänsyn tas till materialkostnad, installation samt drift och underhåll för anläggningen under 30 år. Följande förutsättningar gäller vid beräkningen:

- Kostnad för installation: 6 000 kr/m²

- Kalkyltid: 30 år
- Kalkylränta: 5 procent²
- Energiproduktion: 450 kWh/m²
- Driftkostnad: 2 öre/kWh

Energipriset för produktion av solvärmeenergi blir: 0,89 kr/kWh

Stockholm stad betalar idag ett årligt snittpris på cirka 0,80 kr/kWh för fjärrvärme. Med de fjärrvärmemetaxor som Fortum tillämpar är fjärrvärmepriset betydligt lägre sommartid än vintertid. Med utgångspunkt från fjärrvärmepriser från maj till och med oktober antas snittpriset för fjärrvärme vara 0,50 kr/kWh, vilket leder till en sämre lönsamhet för solfångare eftersom de producerar som mest energi under denna period. Med en beräknad årlig prisökning på cirka 2 procent för fjärrvärmen innebär det att efter cirka 29 år producerar staden solvärme till en lägre kostnad än kostnad för fjärrvärme. Fjärrvärmen som Stockholms stad upphandlar inom Fortums fjärrvärmenät är till cirka 80 procent förnybar. Enligt Fortums egen långsiktiga färdplan ska kolet i fjärrvärmen vara utfasat 2030 och ersatt med avfalls- och biobränsleeldade verk.

Solfångare är under dagens förutsättningar avseende Fortums fjärrvärmemetaxor inte lönsamma i kombination med fjärrvärme. Däremot kan de vara lönsamma i kombination med andra värmeinstallationer som exempelvis värmepumpar. Detta eftersom solvärmepriset i dessa fall ska jämföras med elenergipriset.

Ersättning för överskottsproduktion av el- och värmeenergi

Eftersom det finns en möjlighet att producera mer solel än det egna behovet sommartid diskuteras ofta möjligheten att sälja överskottselen till en energileverantör. I det fall ett bolag vill sälja el måste det installeras en utrustning som mäter utgående el. När det gäller försäljning av överskottsproduktion av el från solceller finns det skattemässiga regler som säger att om ett företag producerar el för egen användning så behöver företaget inte betala energiskatt, men om det sker en försäljning av energi så utgår energiskatt på all energi, även den som används i den egna fastigheten. Med andra ord så är det svårt att få lönsamhet i detta alternativ. Stockholms stads energileverantör har visat intresse för

² Kommunfullmäktige har fastställt kalkylräntan för enskilda projekt till 5,0 procent.

att diskutera möjligheten att köpa överskottsel om staden skulle vara intresserad. Det krävs dock att de skattetekniska förutsättningarna förändras för att det ska finnas en lönsamhet i det alternativet.

Under 2012 utredde regeringen möjligheten till så kallad *nettodebitering* (SOU 2013:46), det vill säga att en producent av elenergi skulle ha en möjlighet att kvitta levererad elenergi mot använd elenergi. Utredningen kom fram till att detta inte är möjligt på grund av att det motsätter EU:s momsdirektiv. Istället lämnades ett förslag i budgetpropositionen 2013 om *skattereduktion* vilket innebär att en leverantör av elenergi kan få en skattereduktion på maximalt 12 000 kr per år om den levererar 20 000 kWh elenergi per år till energibolaget. Denna reduktion fås endast per juridisk person, det vill säga inte per fastighet eller byggnad vilket gör förslaget ointressant för stadens egna bolag.

För försäljning av överskottsvärme finns ett pågående projekt hos Fortum som heter ”Öppen Fjärrvärme”. De driver ett 20-tal pilotprojekt i Stockholm där Fortum köper överskottsvärme av ett antal ”producenter”; i huvudsak saluhallar, datorhallar och livsmedelsbutiker där man har överskottsvärme året om. Fortum betalar det pris per kWh det skulle kosta dem att producera egen fjärrvärme vid tidpunkten för leveransen. Priset varierar mellan cirka 850 kr/MWh vid – 21 grader och 20 kr/MWh vid 20 graders utetemperatur. Eftersom solvärmeproduktionen är som störst sommartid och Fortum själva har en väldigt låg produktionskostnad under den tiden blir det troligtvis svårt att få en bra lönsamhet i den affärsmodellen. Eftersom det är ett pilotprojekt finns det eventuellt möjlighet att föra en diskussion med Fortum om en utveckling av modellen som skulle passa för Stockholm stads fastigheter.

Miljö- och klimatpåverkan

Förnybar energi innebär att den energi som produceras härrör från energikällor som förnyas sig och inte kommer ta slut inom överskådlig tid, exempel på dessa är energi från sol och vind. De anses ofta som hållbara och miljövänliga eftersom de inte använder fossila bränslen som har en stor påverkan på växthuseffekten.

Däremot kan själva produktionen av solceller och solfångare medföra ett koldioxidutsläpp vilket tas fram i en LCA-kalkyl

(Life Cycle Assessment) där syftet är att få en helhetsbild av produktens miljöpåverkan under dess livscykel.

När det gäller *solceller* beror koldioxidutsläppet i hög grad på var modulerna produceras och deras livslängd. I dagsläget bedöms solcellernas livslängd vara 30 år. Vid framställningen av kiselceller sker en rening av kisel i slutet av tillverkningsprocessen som kräver förhållandevis mycket energi. Idag sker en stor produktion av solceller i Kina där energiproduktionen har ett högt koldioxidutsläpp beroende på användning av fossila bränslen. Koldioxidutsläppet för dessa solceller ligger så högt som 70 – 90 gram CO₂ per kWh solel (Källa: Life Cycle Inventories of Photovoltaics, ESU-Services Ltd). För solceller producerade i många delar av Europa är koldioxidutsläppet lägre och solcellsmodulerna har ett utsläpp på cirka 30 – 50 gram CO₂ per kWh solel (Källa: Report IEA-PVPS T12-02:2011). Det finns även tillverkare av solceller som har arbetat med detta problem och har lyckats komma ner i drygt 20 gram CO₂ per kWh solel (Källa: REC; solcellsproduktion i Norge). Dessa siffror ska jämföras med exempelvis koldioxidutsläpp för svensk elmix som är 30-50 gram CO₂/kWh, nordisk elmix 70 – 90 gram CO₂/kWh och vindkraft som har 7-10 gram CO₂/kWh.

Det sker idag en stark utveckling av produktion av solceller och en viktig synpunkt är att det ur miljösynpunkt är positivt att stötta utvecklingen och samtidigt styra tillverkningen mot ett lägre CO₂-utsläpp genom att ställa höga krav på låga utsläpp vid upphandlingar.

För solfångare finns det inte så utförliga LCA-beräkningar som för solceller. CO₂-utsläpp för solfångare anges till 49 gram CO₂/kWh i Miljöfaktaboken 2011 (Källa: Värmeforsk), vilket på en kalkyltid på 30 år innebär ett CO₂-utsläpp på cirka 25 gram CO₂/kWh.

Miljökrav vid upphandling

Det är viktigt att ställa höga miljökrav vid upphandling av solceller och solfångare. De innebär en möjlighet att producera förnybar energi vilket är positivt ur miljö- och klimatsynpunkt, men även andra aspekter, såsom höga utsläpp vid produktion av modulerna, påverkar helheten. Följande miljökrav bör ställas:

- Vid varje installation bör en analys göras avseende installationens påverkan på klimat och miljö.

- LCA-värdet för solceller får inte överstiga 30 gram CO₂/kWh el.
- LCA-värdet för solfångare får inte överstiga 20 gram CO₂/kWh värmeenergi.
- De upphandlade produkterna bör inte innehålla Kadmium.

Lagbestämmelser

Ur kommunalrättslig aspekt är det inte några problem att producera egen energi. Elförsörjning faller under kommunens allmänna kompetens och är en kommunal angelägenhet. Detta enligt proposition 1948:140 (sidan 75) där det uttalades att det var ett allmänt intresse att så många hushåll som möjligt försågs med elenergi. Däremot medför försäljning av överflödiga energi vissa skattekonsekvenser.

Vid produktion av förnybar elenergi för eget bruk behöver man inte betala energiskatt eller överföringsavgift. Däremot kvarstår den fasta nätavgiften att betala. Så fort en elproducent säljer elenergi som yrkesmässig leverantör måste man betala energiskatt – även på den mängd elenergi som används för eget bruk.

Förslag till riktlinjer

Baserat på de praktiska, ekonomiska och tekniska förutsättningar som det har redogjorts för ovan samt den inventering av instrålad solenergi som har genomförts på stadens egna byggnader kan konstateras att det finns stor potential för egenproduktion av solenergi, dock inte för egenproduktion av vindenergi. Det finns två möjliga alternativ vid egen produktion av solenergi respektive solvärme:

Alternativ 1: fastighetsbolagen installerar solceller eller solfångare för eget bruk. Energiskatt behöver inte betalas.

Alternativ 2: Vid en överskottsproduktion av el ska diskussioner föras med stadens energileverantör. Det finns möjlighet att sälja överskottsproduktion av el, men det krävs att särskilda mätare för utgående leverans installeras samt att pris och övriga administrativa förutsättningar förhandlas och beslutas.

I detta ärende föreslås att stadens bolag och förvaltningar arbetar enligt Alternativ 1. Detta med anledning av att det, med dagens

skatteregler och ekonomiska förutsättningar, är svårt att få lönsamhet i försäljning av el och värme.

Förslag till riktlinjer för förnybar energiproduktion

Utredningens slutsats är att vindkraft inte är ett lämpligt alternativ för egen produktion av energi. Detta på grund av att erfarenheterna visar att vindhastigheten är för låg i stadsmiljö och att det är för lång återbetalningstid på investeringarna.

Installation av solesanläggningar är däremot ett lönsamt alternativ tack vare en tillräckligt bra solinstrålning på stadens tak samt att det finns en teknisk potential som ger möjligheter för stadens bolag och förvaltningar att producera förnybar solenergi. Installation av solfångare är dock i dagsläget inte lönsamt i kombination med fjärrvärme; i kombination med andra värmesystem kan det däremot finnas möjlighet till god lönsamhet.

Det totala energibehovet av el- och värmeenergi i stadens egna byggnader överstiger dock den tekniska potentialen för installation av solenergi. Även om installation skulle ske där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt motiverat kommer stadens totala behov inte kunna täckas av energi via egenproducerad sol och solvärme. Detta innebär att för det resterande behovet ska inköp av el- och fjärrvärme följa stadens riktlinjer och miljöpolicy.

Målet bör vara att det ska ha installerats solceller alternativt solfångare på minst 10 procent av den inventerade ytan som har större solinstrålning än 950 kWh/m^2 och år senast år 2020. Exakta målsättningar avseende procentuell andel av den instrålade ytan bör anges i samband med kommande miljöprogram.

Med anledning av att utvecklingen går fort när det gäller tillverkning av solceller och solfångare bör en beredskap finnas för att riktlinjerna revideras vart tredje år för att säkerställa att aktuella värden anges.

Vid installation av någon typ av solenergi ska följande beaktas:

- Vid nybyggnad bör installation av solenergi planeras i möjligaste mån. Ventilationstrummor och skorstenar med mera bör placeras på norrsidan av taken för att erhålla en så öppen yta som möjligt på takytorna vända mot söder.
- Vid renovering och ombyggnad bör det beaktas om det är praktiskt och tekniskt möjligt att installera solceller eller solfångare på taket. På hus med lutande tak är taken som

är vända mot syd, sydost och sydväst mest lämpliga för solenergiinstallationer. På hus med platta tak fungerar alla riktningar.

- Fastigheten bör inte vara blåklassad- eller grönklassad enligt Stadsmuseets klassificeringskarta.
- Installation av solenergisystem ska dimensioneras så att det täcker det egna behovet i fastigheten.
- Takytan som har mer solinstrålning än 950 kWh/m² och år bör överstiga 200 m².
- Dimensionera solcellsanläggningar efter effektbehovet sommartid i byggnaden.
- Vid upphandlingen ska krav ställas på lågt LCA-värde; för solceller max 30 gram CO₂/kWh elenergi och för solfångare max 20 gram CO₂/kWh värmeenergi.
- I möjligaste mån bör nya solenergiinstallationer läggas upp i Stockholm stads öppna soldatabas för att göra det möjligt att följa upp prestanda och lönsamhet. Producerad energimängd ska årligen följas upp och redovisas i Miljöbarometern.
- Den elenergi som köps ska vara märkt enligt Svenska Naturskyddsföreningens licens ”Bra Miljöval – märkt El”.
- Den fjärrvärme som köps ska upphandlas av Fortum vars fjärrvärmenät till cirka 80 procent är förnybar. Enligt Fortums egen långsiktiga färdplan ska kolet i fjärrvärmen vara utfasat 2030 och ersatt med avfalls- och biobränsleeldade verk.

Referenser och källhänvisningar

- Soldataberäkningar utförda i beräkningsverktyget *Solkartan*, www.energiradgivningen.se
- Solelsberäkningar. Källa: Energibanken
- Öppen Fjärrvärme. Källa: Fortum
- CO₂-utsläpp solceller. Källor: Life Cycle Inventories of Photovoltaics, ESU-Services Ltd, Report IEA-PVPS T12-02:2011 och REC; solcellsproduktion i Norge.
- CO₂-utsläpp för solfångare. Källa: Miljöfaktaboken 2011, Värmeforsk
- Information, solceller. Källa: Energibanken, Johan Paradis och Jonas Buddgård
- Information, solfångare. Källa: Drivkraft, Lars André