



LUND UNIVERSITY

Hållbar lokal utveckling: i Tjörns kommun

Bjäre, Andreas; Cassel, Maria; Ensegård, Helena; Green, Agneta; Harnesk, David; Jönsson, Filip; Larsson, Liisa; Lindkvist, Frida; Nilsson, Linda

2011

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Bjäre, A., Cassel, M., Ensegård, H., Green, A., Harnesk, D., Jönsson, F., Larsson, L., Lindkvist, F., & Nilsson, L. (2011). *Hållbar lokal utveckling: i Tjörns kommun*. International Institute for Industrial Environmental Economics, Lund University.

Total number of authors:

9

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



HÅLLBAR LOKAL UTVECKLING

- I TJÖRNS KOMMUN -

Andreas Bjäre ♦ Maria Cassel ♦ Helena Ensegård

Agneta Green ♦ David Harnesk ♦ Filip Jönsson

Liisa Larsson ♦ Frida Lindkvist ♦ Linda Nilsson



Internationella miljöinstitutet vid Lunds universitet



European Union



The European Regional
Development Fund

cradle to cradle



islands

The Interreg IVB
North Sea Region
Programme



”Lokal hållbar utveckling – i Tjörns kommun” är en studie gjord av miljövetarstudenter på kursen Styrmedel för förebyggande miljöskydd på Lunds Universitet vårterminen 2011.

Cradle to Cradle® Islands är ett EU Interreg IVB North Sea Region-projekt med det huvudsakliga målet att utveckla innovativa lösningar inom energi, vatten och material, med C2C® principer som grund.

Denna publikation citeras som:

Internationella Miljöinstitutet (IIIEE). (2011). Hållbar lokal utveckling i Tjörns kommun. Lund: IIIEE.

INNEHÅLL

1. INLEDNING	2
2. UTMANINGEN	6
3. LÖSNINGAR	10
4. MÖJLIGA VÄGAR	14
4.1 SCENARIO "REGIONAL UTVECKLING"	
4.2 SCENARIO "LOKAL UTVECKLING"	
5. REKOMMENDATIONER	20
1. UTVECKLA VISIONEN OM MÖJLIGHETERNAS Ö	
2. BYGG UT ÄNGHOLMENS AVLOPPSRENINGSVÄRK	
3. FORTSATT ENERGIEFFEKTIVISERING	
4. SATSA PÅ VINDKRAFT	
5. SATSA PÅ VÅGKRAFT	
6. SATSA PÅ FLEXIBLA OCH SMÅSKALIGA VÄRMESYSTEM	
6. HANDLINGSPLAN	30
REFERENSER	
BILAGOR	
BILAGA 1: ENERGIRESURSER OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	

1.

INLEDNING

TJÖRN

Tjörn ligger beläget på västkusten, i hjärtat av Bohuslän, och består av Sveriges sjätte största ö samt ett flertal mindre öar. Naturen är starkt närvarande med vidsträckta havsutsikter, salta vindar, kala klippor och rikt kulturlandskap. Under sommarmånaderna förvandlas den till synes idylliska vardagen för 15 000 invånare till en vardag fylld av liv och rörelse. Det vackra natur- och kulturlandskapet lockar både delårsboende, båtturism och annan turism, vilket tidvis nästintill fördubblar folkmängden. Som så många andra platser runt om i Sverige och i övriga världen har Tjörn helt unika förutsättningar för att klara de många omvärldsförändringar som lurar kring nästa hörn. Energiosäkerhet, ökad världsbefolkning, sinande naturresurser, högre råvarupriser och klimatförändringen kommer utan tvekan att även påverka Tjörn. I vilken omfattning som Tjörn påverkas, vilar till stor del på de beslut som fattas här och nu.

UNDERSÖKNINGSTEAMET

Vi är en grupp erfarna och ambitiösa studenter som pluggar masterutbildningen *Strategiskt miljöarbete* vid Lunds universitet. Utbildningen bedrivs till stor del vid den välrenommerade institutionen IIIIEE – International Institute for Industrial Environmental Economics, vilket kan översättas till *Internationella Miljöinstitutet*. Institutets värdegrund baseras på att förebyggande åtgärder är bättre än botemedel. Forskningen som bedrivs inom institutet har därför den övergripande ambitionen att utveckla strategier och styrmedel som förändrar produktions- och konsumtionssystem – för att förhindra att miljöproblem uppstår, samt för att främja vägen mot en hållbar utveckling.

CRADLE TO CRADLE ISLANDS

För några år sedan inleddes arbetet med EU-projektet *Cradle to Cradle Islands* (C2CI). Syftet med projektet är att visa att det går att leva som ett med naturen genom att skapa innovativa lösningar för energi, mobilitet, vatten och material. Skälet till att just öar valts ut är att de vanligtvis har ambitionen att bli självständiga och självförsörjande på grund av deras begränsade tillgångar till energi, vatten och transportsystem. Anledningen är även möjligheten att skapa synliga och levande exempel på att en hållbar utveckling är möjlig. Projektet

pågår mellan år 2009 till år 2012 och Tjörns kommun har tillsammans med Internationella Miljöinstitutet varit delaktiga sedan projektet startades. Även ett tjugotal andra öar och forskningscentrum kring Nordsjön medverkar i projektet.

TIDIGARE UNDERSÖKNINGAR

År 2010 påbörjades ett samarbete mellan Tjörns kommun och Internationella Miljöinstitutet i anknytning till projektet C2CI. Studenter på masterutbildningen Strategiskt miljöarbete fick i uppdrag att undersöka Tjörns möjligheter att ställa om till en hållbar energiproduktion, med fokus på öarna Dyrön och Åstol. En av studenterna utvecklade senare studien i samband med sitt examensarbete (Ström 2011), och studerade en lösning för hela Tjörn. Syftet var att kartlägga potentiella energiresurser för att undersöka Tjörns möjlighet att göra en energiomställning för övergång till förnybar och närgenererad energi.

SYFTE OCH MÅLSÄTTNING

Denna rapport är en ytterligare satsning inom C2CI och ska fortsätta undersöka möjligheter att ställa om till en *långsiktig hållbar energiproduktion*. Tanken är att slå två flugor i en smäll – att satsningarna på förnybar energi ska kunna leda till lokal utveckling. Tidigare studier har resulterat i visioner, tanken är att denna rapport ska leda till konkreta rekommendationer och en handlingsplan. *Syftet är att genom en realistisk analys av lokala förutsättningar, kunna ge rekommendationer för hur Tjörns kommun bör gå vidare i arbetet med förnybara energiresurser. Målsättningen är att Tjörn arbetar vidare med rekommendationer och att arbetet leder till en hållbar lokal utveckling.*

Med avstamp i tidigare studier, fortsätter kartläggningen av förnybara energiresurser inom kommunen. Även energiresursernas förutsättningar ska analyseras, vilket är nödvändigt om rapporten ska resultera i rekommendationer och handlingsplan. För att motivera att föreslagna åtgärder vidtas, ska även en bakgrund sammanställas som beskriver utmaningar, möjliga lösningar och olika vägar enligt teori och verkliga exempel. Projektet kan sammanfattas i tre punkter:

- Energiresurser och dess förutsättningar
- Rekommendationer och handlingsplan
- Utmaningar, möjliga lösningar och vägar för motivation

METOD

Rapporten är ett resultat av kvalitativa litteraturstudier och kvalitativa intervjuer. Utgångspunkten för litteraturstudierna har varit Ströms rapport (2011) om energilösningar för Tjörn. Andra dokument som studerats är hämtade från Tjörns kommun, projektet C2CI, samt dokument och webbsidor gällande olika energi-, avfalls- och avloppssystem. En vecka har spenderats på plats på Tjörn för att få en ökad förståelse för lokala förutsättningar, samt för att kunna genomföra intervjuer med tjänstemän på Tjörns kommuns

samhällsbyggnadsenhet och Tjörns politiker, samt andra aktuella aktörer aktiva inom energi, avfall och avlopp. Utifrån det ihopsamlade materialet har vi utarbetat två scenarior, det "regionala" respektive det "lokala" - två möjliga vägar som Tjörn kan välja att positionera sig inför framtiden. Det "regionala" scenariot bygger i princip på den rådande politiska riktningen idag om att knyta ihop Tjörn med Göteborgsregionen, medans det "lokala" scenariot bygger mer på Cradle to Cradle Islands grundteori om lokal utveckling samt teorin om *distribuerade ekonomier*. För att komma fram till detta har vi bland annat använts oss av en utförlig omvärldsanalys samt SWOT (styrke-svaghets) analyser. För att få maximal nytta utav dessa scenarier har vi utifrån dessa tagit fram konkreta rekommendationer samt en handlingsplan.

RAPPORTSTRUKTUR

Inledningsvis ges en kort introduktion till den utmaning som föreligger (kapitel 2) samt vad den senaste forskningen anger som möjliga lösningar (kapitel 3) för att trygga framtiden. Denna del avslutas med en kort presentation av två olika möjliga huvudinriktningar inför framtiden, det "regionala" respektive det "lokala" scenariot (kapitel 4). Efter denna introduktion, presenteras våra rekommendationer och handlingsplan (kapitel 5 och 6).

Fakta och data om de energiresurser som kartlagts, samt dess förutsättningar presenteras i bilaga 1. Bilagan är det huvudsakliga underlaget till våra rekommendationer och handlingsplan, men även kapitel om utmaningar, lösningar, möjliga vägar och våra erfarenheter, samt intervjuer och upplevelser på Tjörn ligger till grund för rekommendationerna.

...OCH SEN DÅ?

Det är en unik möjlighet för Tjörns kommun att få så mycket expertkunskap under så kort tid, som därtill är baserat på Internationella Miljöinstitutets senaste forskning. Vi hoppas att vi hunnit lära känna Tjörn så pass bra att vår handlingsplan och rekommendationer kommer till nytta och tas väl tillvara på. Under vårt besök till kommunen upptäckte vi att Tjörn har stora möjligheter att förbli en livskraftig kommun i framtiden och samtidigt klara av de många utmaningar som lurar kring nästa hörn. Vi hoppas vi kan inspirera dig att känna detsamma.

2.

UTMANINGEN

Denna rapport handlar huvudsakligen om energi. Vad menas med en långsiktig hållbar energiproduktion och varför hamnar energifrågor så högt på den politiska dagordningen? Klimathotet och koldioxidutsläpp orsakade av energiproduktion har fått stort utrymme när energipolitik diskuteras, men är långt ifrån den enda infallsvinkeln. Försörjningstrygghet, leveranssäkerhet och konkurrenskraftiga priser är minst lika viktiga aspekter, och de blir ännu viktigare i samband med stigande priser och ökad efterfrågan på energi. Vilka utmaningar är det som Tjörn och resten av Sverige har framför sig?

Samhället och det ekonomiska systemet är helt beroende av energi för att fungera. Vi har byggt in oss i strukturer där långa störningar i energiförsörjningen kan orsaka allvarliga problem för samhällsfunktioner, företag och enskilda användare. Sårbarheten vid störningar ökar dessutom i takt med att energiberoendet ökar. Ord som försörjningstrygghet och leveranssäkerhet är därför nyckelord till en långsiktig hållbar energiproduktion – med målet att undvika höga energipriser, energibrist och avbrott.

I Sverige pågår just nu en energiomställning från fossil energi till förnybar energi. Den främsta anledningen till omställningen är att uppnå just försörjningstrygghet, något som uppmärksammades som nödvändigt redan under energikrisen på sjuttioalet. Sveriges regering skriver att "Satsningen på förnybar energi och effektivare energianvändning stärker svensk försörjningstrygghet och konkurrenskraft" (Regeringskansliet 2008). Att förbränning av fossila bränslen även orsakar miljöförstöring, utsläpp av problematiska luftföroreningar och klimatgaser har senare förstärkt behovet av en omställning.

Den svenska transportsektorn är fortfarande i princip helt beroende av fossila bränslen, (motsvarar hälften av Sveriges användning av fossila bränslen). Att det råder brist på försörjningstrygghet beror på uttömning av oljereserver och på att Sverige är helt beroende av import (Helby 1997). Att priserna på fossila bränslen dessutom är oberäkneliga och starkt kopplade till vad som händer i omvärlden, förvärrar situationen. Förändringar av det internationella oljepriset kan omedelbart slå till och orsaka stora negativa effekter för Sverige med höga energipriser, energibrist och avbrott.

Situationen för den svenska elproduktionen är något annorlunda, eftersom användningen av fossila bränslen är liten. Elproduktionen i Sverige baseras på "två ben" – vattenkraft och kärnkraft. Att enbart två energislag täcker hela Sveriges elbehov ökar sårbarheten vid störningar, eftersom problem med endera följaktligen orsakar störningar för hela svenska samhället. Sveriges regering skriver "För att minska sårbarheten och öka försörjningstryggheten bör ett tredje ben utvecklas för elförsörjningen, och därmed minska beroendet av kärnkraft och vattenkraft" (Regeringskansliet 2008). Regeringen framhäver även vikten av att det tredje benet utgörs av förnybar energiproduktion.

Utan att gå djupare in i diskussionen om kärnkraftens vara eller icke vara, bör den inhemska elproduktionen diversifieras genom satsning på andra energislag – för en ökad leveranssäkerhet och försörjningstrygghet. En annan anledning är att öka antalet aktörer på den svenska marknaden för att erhålla konkurrens samt bibehålla konkurrenskraftiga energipriser.

Elcertifikat infördes år 2003 för att öka användningen av förnybar energi. Det är ett marknadsbaserat stödsystem som fungerar så att producenter får ett elcertifikat för varje MWh förnybar energi som denne producerar. Elhandelsföretag måste sedan skaffa en viss mängd av dessa certifikat i förhållande till sin försäljning (Svensk Energi 2011). Producenter av förnybar energi får genom systemet en extra intäkt, vilket leder till att förnybara energislag får bättre konkurrenskraft (Billyvind 2011).

Den konkurrensbaserade delen av priset på el, drygt 40 % av priset, ändras beroende på den aktuella produktionen och konsumtionen av el (Svensk Energi 2011). De senaste vintrarna har kunderna stundtals fått uppleva rekordhöga elpriser (Svensk Energi 2011). Detta beror på att kalla vintrar har sammanfallit med problem inom den svenska kärnkraften och låga nivåer i vattenmagasinen (ibid.).

Över till klimathotet. De energipolitiska målen om fossiloberoende, främjandet av förnybar energi samt energieffektivisering, är viktiga för att uppnå de klimatpolitiska målen eftersom utsläppen av koldioxid minskar. Samtidigt förvärrar klimatförändringen försörjningstryggheten och leveranssäkerheten. Energi- och klimatpolitiken är därför tätt sammankopplade.

Att klimatförändringen orsakar en förhöjning av jordens medeltemperatur är numera 97 procent av världens forskare överens om (Hickman 2011). Vilka effekter en förhöjd medeltemperatur kan orsaka, är dock svårare att överblicka. Förhöjd havsnivå, samt annorlunda eller extrema väderförhållanden är två effekter som är allmänt accepterade (Energimyndigheten 2009a). De vanligaste orsakerna till störningar i svensk energiförsörjning är redan nu naturrelaterade händelser såsom förändrad vårflood, översvämningar, storm, åska, sträng kyla, värmeböljor, ras och skred. Om väderförhållanden förändras eller förvärras ökar därför risken för att naturrelaterade händelser stör den svenska energiförsörjningen.

Ökade nederbördsmängder förväntas orsaka översvämningar, ras och skred som kan skada viktig infrastruktur för energi såsom anläggningar, distributionssystem och elnät. Andra följder av ändrade väderförhållanden kan vara förändrade vattenflöden till vattenkraften eller att den stränga kylan orsakar höga elpriser. Klimatförändringen försvårar alltså ytterligare Sveriges möjligheter att uppnå försörjningstrygghet och leveranssäkerhet och riskerar att orsaka höga energipriser, energibrist och avbrott.

Annorlunda eller extrema väderförhållanden kommer även medföra att det blir ett annat behov av el, kyla och värme, vilket är mycket svårt att förutspå. Vår elproduktion är anpassad för dagens behov och användningsmönster. Eventuella förändringar, exempelvis utökad behov av el under sommarmånaderna på grund av ett ökat kylbehov, kräver både beredskap och flexibilitet i energisystemen.

Med en långsiktigt hållbar energiproduktion menas således en ökad grad av försörjningstrygghet och leveranssäkerhet, genom att satsa på fossiloberoende förnybar energi och energieffektivisering. Följden blir naturligt att vi släpper ut mindre koldioxid och på så sätt minskar effekten på klimatet. Att energifrågorna hamnar högt på den politiska dagordningen beror på att samhället i takt med ökat energiberoende, blir oerhört sårbart för höjda energipriser, energibrist och avbrott.

Försörjningstrygghet, leveranssäkerhet, energiplanering och krishantering är en nödvändighet för att möta framtidens utmaningar. Ansvaret ligger hos alla aktörer i samhället: kommuner, myndigheter, länsstyrelse, företag och privatpersoner (Regeringskansliet 2008). Det ligger i allas intresse att trygga energiförsörjningen genom satsningar på fossiloberoende, förnybar energi och energieffektiviseringar. Alla vill vi ha en trygg energiförsörjning.

För att nå en hållbar energilösning på Tjörn är det även viktigt att sätta energifrågan i ett större perspektiv med hela öns ekonomi och utveckling i åtanke. Detta har vi undersökt vidare i nästa kapitel om möjliga *lösningar*.

3.

LÖSNINGAR

Tjörns utveckling liknar många andra mindre kommuners utveckling i Sverige med äldre befolkning, färre arbetstillfällen och avflyttning till större tätorter. Det är en utveckling som ger fler pensionärer, pendlare och delårsboende samt minskade skatteintäkter och handel inom kommunen. Den ekonomiska situationen blir pressad, eftersom samma krav ställs på kommunernas arbete och förvaltning, trots ett mindre skattekonto. Många kommuner hanterar denna situation genom att satsa på turism, utveckla nära samarbeten med regionen och förbättra infrastruktur för pendling. Målet är att locka fler åretruntboende, effektivisera kommunorganisationen och öka skatteintäkterna. Med dessa förutsättningar kan det vara svårt att få tid och budget att gå ihop för att arbeta proaktivt istället för reaktivt. Det finns möjligheter att anta utmaningen och arbeta utifrån de förutsättningar som finns. Men förutom det som redan är besvarat i förra kapitlet om att säkra allas energiförsörjning, varför ska Tjörns kommun, företag och invånare satsa på en långsiktig hållbar energiproduktion?

Visionen är att satsningarna på energilösningar ska kunna vara en början på något mycket större – en hållbar lokal utveckling. Tjörn har redan skapat en vision om möjligheternas ö. Vi vill utveckla denna vision, där det övergripande målet är att skapa ett hållbart och välmående samhälle med fler åretruntboende och fler arbetstillfällen.

Det finns ett behov av en tydligare uppdelning mellan lokala och regionala satsningar. Skälet är att satsningarna lokalt får fler positiva och lokala synergieffekter, medan de regionala satsningarna ger positiva effekter för regionen i stort. Det ena vägen utesluter inte den andra. Ett samarbete med andra kommuner och regionen kan vara lönsamt,, men man får vara uppmärksam på så att pengarna stannar inom Tjörns kommun.

Projektet Cradle to Cradle Islands baseras delvis på forskningen kring *Distribuerade Ekonomier*. Teorin handlar om att omforma det industriella systemet med en storskalig och centraliserad produktion till ett småskaligt, regionalt och lokalt förankrat system (Johansson et al. 2005). Skälet är att dagens hårt industrialiserade system har många svagheter som behövs tas i itu med för att uppnå en hållbar utveckling. Svagheter som åsyftas är bland annat att systemet skapar en ökad sårbarhet och liten flexibilitet, att dagens produktionssystem och överutnyttjande av resurser skapar miljöproblem och att det fortgår en förflyttning av industrier till länder med låga produktionskostnader. Det gamla systemet överges inte, utan det handlar om att hitta en hållbar balans mellan effektivitet och kvalitet.

Lösningen på det industriella systemets problem skulle enligt teorin vara satsningar på regional och lokal utveckling. En förebild är de framgångsrika industriella regionerna i Italien som under lång tid lyckats hålla en hög standard på ekonomin och samtidigt har en förvånansvärt hög motståndskraft för förändringar (Johansson et al. 2005).

Nyckelfaktorer som har identifierats är produktvariation, kvalitetsuppgradering och kommersiell specialisering.

Tanken är att en ökad investering på den lokala och regionala nivån kommer leda till positiva synergieffekter som lyfter hela regioner, inte bara ekonomiskt men även socialt, kulturellt och miljömässigt (Benneworth et al. 2001). Ett ökat lokalt entreprenörskap kommer leda till att fler kommer få jobb lokalt, och att arbetslöshet och pendling till större tätorter undviks. Detta leder till att mer pengar omsätts lokalt, vilket öppnar för ytterligare utveckling av lokala verksamheter. En ökad sysselsättning och ökat engagemang i hembygden samt en förbättrad miljö, är faktorer som även påverkar den sociala dimensionen positivt. Samarbeten mellan kommun, företag och invånare skapar en gemensam anda och genom ett ökat regionalt och lokalt inflytande tas invånarnas egna idéer tillvara. Detta ska bidra till ett ökat inflytande över den lokala kulturen och en uppåtgående positiv spiral av lokal utveckling (Johansson et al. 2005).

Även regeringen (2009) beskriver en liknande möjlighet till lokal utveckling. En eko-effektiv ekonomi ska innebära ett minskat beroende energi- och råvaruimport och därigenom en mindre känslighet av globala prisförändringar. Det kräver även ett gott samarbete mellan politikområden samt mellan offentliga och privata aktörer. Regeringen menar även att en omställning till en eko-effektiv ekonomi före resten av världen kan ge oss i Europa betydande konkurrensfördelar (eller Tjörn före andra delar av Sverige) (ibid.). Satsningar på en grön ekonomi i Sverige, både nationellt och lokalt, är därför en strategi som kommer löna sig i framtiden.

Satsningar på ökad turism, regionalt samarbete och förbättrade pendlingsmöjligheter må vara nödvändigt för Tjörns kommun i dagsläget. Samtidigt är denna strategi inte tillräcklig för att trygga framtiden för Tjörns kommun och dess invånare. Tjörn behöver arbeta fram en alternativ och parallell strategi som gynnar Tjörn och enbart Tjörn. Även om det är en ekonomisk utmaning att bedriva fler verksamheter lokalt i nuläget, innebär de lokala satsningarna de stora möjligheterna. Frågan som återstår är vad kommunen ska bygga denna långsiktiga strategi på? Vad ska den kommersiella specialiseringen vara? En hållbar ö – och möjligheterna är oändliga.

Ett decentraliserat och småskaligt energisystem i Tjörns kommun är början på ett större perspektiv. Med egen energiproduktion kan Tjörn stå emot framtida prisförändringar på energi, samt undvika energibrist och avbrott. Tjörn kan samtidigt skapa fler arbetstillfällen och uppmanar indirekt invånare till ökat entreprenörskap. En satsning på lokala och småskaliga förnybara energiresurser som biomassa, vind, sol och vatten skulle kunna öka både den lokala och svenska försörjningstryggheten av energi – och samtidigt skapa en hållbar lokal utveckling.

Nu har Tjörns kommun således chansen att vara först med det senaste. Differentiering, att kommersiellt specialisera sig och profilera sig som en hållbar ö – förenar miljöarbete, ökade arbetstillfällen och ökad turism. Satsningarna bibehåller och skapar nya verksamheter. Det ger en anledning för företag att anlägga konferenser på Tjörn, att turista på Tjörn och få människor att flytta till Tjörn. Miljöarbetet är inte längre en kostnad, utan en möjlighet som genererar intäkter. Samtidigt skapas goda

förutsättningar för Tjörn att klara de många ekonomiska och miljöutmaningar som lurar kring nästa hörn.

Det här är inga radikala idéer som helt saknar verklighetsförankring. Det finns redan ett brett intresse bland öar runt om i världen att profilera sig som hållbara och många öar har dessutom visat att det är fullt möjligt. Samtidigt som kommunen positionerar sig inför framtiden och möter miljöproblemen som närmar sig, har man stor möjlighet att få engagerade kommuninvånare som vill stödja denna positiva hållbara och lokala utveckling.

EXEMPLET SAMSÖ

Den danska ön Samsö deltar också i projektet C2CI och har på mindre än tio år nått sitt mål om att bli självförsörjande på förnybar energi (Ström 2011). När omställningen började år 1998 producerade Samsö ingen egen energi (Stenkjaer 2009), all el importerades genom elnätet från fastlandet och fossilt bränsle genom tankfartyg (Ström 2011). Samsö lyckades bli självförsörjande på elektricitet genom att bygga flera vindkraftverk, som ägdes av vindkraftskooperativ eller privata ägare. Dessutom satsades det på en biogasanläggning som producerar el och värme, samt ett fjärrvärmesystem drivet av halm, sol och träpellets (Stenkjaer 2009). De fåtal hus som inte kunde ingå i systemet blev erbjudna energieffektiviseringsrådgivning och bidrag för att ställa om till bioenergi, solenergi eller värmepumpssystem (ibid.).

Genom ett nära samarbete med sina invånare, som dessutom ska ha utgjort den essentiella drivkraften, lyckades Samsö. Idag kan Samsö till och med exportera förnybar energi till fastlandet vilket inbringar intäkter till öns invånare (Stenkjaer 2009). Det som kvarstår är förbättringar inom transportområdet. Det finns biogas- och rapsolja projekt på gång, men är inte fullt utvecklade än. Invånarna på Samsö menar ändå att ön är klimatneutral eftersom de exporterar mycket förnybar energi (ibid.).

År 2006 öppnades Samsø Energi Akademi, som skall samla den kunskap som genererats under omställningen till ett förnybart energisystem. De erbjuder även kurser och workshops inom området. Idag är Samsö känt som Danmarks främsta energiö och har en många besökare just av den anledningen (Samsø Energi Akademi 2011).

FLER EXEMPEL

Naturvårdsverket har samlat många goda exempel på miljöåtgärder som är lyckade och lönsamma (Naturvårdsverket 2011). Studenter vid Internationella Miljöinstitutet har genomfört flera fallstudier av distribuerade ekonomier, även med kopplingar till projektet C2CI (IIIEE 2009, IIIEE 2010).

ATT NÅ LÖSNINGARNA

För att lättare kunna strukturera upp hur Tjörn kan göra för att uppnå en hållbar energilösning har vi arbetat efter två olika koncept, eller framtidsvisioner, som vi kallar scenario "regional utveckling" respektive scenario "lokal utveckling". Dessa presenteras närmare i följande kapitel. Mer information om olika energilösningar och dess förutsättningar på Tjörn finns i Bilaga 1.

4.

MÖJLIGA VÄGAR

4.1 SCENARIO "REGIONAL UTVECKLING"

Detta scenario baseras på den rådande politiska viljan samt uppfattning hos tjänstemän i kommunen, och är i stort sett den inriktning som Tjörns kommun har valts idag. Scenariot bygger på en strävan efter en närhet till Göteborgsregionen, med inställningen att kommunen inte klarar att tillgodose invånarnas behov på egen hand och regionala samarbeten initieras därför. Scenariot består av fem centrala delar:

Närhet till Göteborg
Förbättrad infrastruktur
Utökad regionalt samarbete
Centraliserat energisystem
Förbättrad avfallshantering

Målet är att erhålla en ökad inflyttning, vilket uppnås genom stora satsningar på förbättrad infrastruktur för transporter. I detta scenario används därför kommunens begränsade budget på infrastruktursatsningar och satsningar på lokal och hållbar utveckling kommer i andra hand. Samarbeten med andra kommuner och satsningarna på infrastruktur förväntas öka andelen pendlare inom kommunen, på grund av förbättrade möjligheter för pendling, samt en minskning av arbetstillfällen på öarna. Lokal handel kommer att gynnas i mindre uträkning i detta scenario, eftersom handel och inköp av de som pendlar ofta sker i samband med pendlingen. Handeln gynnar istället Göteborgsregionen i stort. Infrastruktursatsningarna kommer förväntas även att leda till ökad turism och fler delårsboende, genom större tillgänglighet. Resultatet blir högre belastning under sommarmånaderna och förlorade skatteintäkter då en större andel av fastigheterna ägs av delårsboende istället för bofasta. De problem som Tjörns kommun upplever idag, kommer således i detta scenario att förstärkas.

TEKNISKA LÖSNINGAR FÖR REGIONAL ENERGIPRODUKTION

Med början i resurserna för energiproduktion från avlopps- och avfallsrester, omfattar det regionala samarbetet i detta scenario en centraliserad behandling av avfall och avlopp. Kommunen satsar på stordrift för att eventuellt kunna sänka sina driftskostnader. Resurser transporteras ut ur kommunen och gynnar regionen i stort och inte nödvändigtvis Tjörns kommun. Beroendeställningen till andra kommuner ökar.

Det avfallssystem som Tjörn har idag bygger på detta scenario med en långsam utveckling mot hållbarhet och en väg mot centralisering. Systemet kan dock förväntas vara optimerat i högre grad. Av matavfallet blir det fordonsgas, med en eventuell teknikutveckling på grund av kostnadsfördelar med stordrift blir det ett högt utbyte av

biogas. Biogasen utnyttjas regionalt, och kommer inte Tjörns kommun tillgodo i full utsträckning. Detta scenario bygger även på byggnationen av en avloppsledning till fastlandet som är en nuvarande idé inom kommunen. Avloppsledningen ska kopplas till Kungälv kommun som sedan tillsammans med deras avloppsvatten pumpar vattnet vidare till Ryaverket i Göteborg. Biogödsel och avloppsslam används inom regionen.

SWOT – regional energiproduktion från avfall/avlopp

Styrkor	Svagheter
<ul style="list-style-type: none"> - Bidrar till regionalt samarbete - Stordriftsfördelar - Minskad belastning från enskilda avlopp - Inga investeringar/driftskostnader krävs för insamlingssystem av matavfall - Regionalt producerad biogas 	<ul style="list-style-type: none"> - Kostnader för avloppsledning - Ingen flexibilitet och inlåsnings effekter - Svårt att motivera abonnenter att agera korrekt - Inget gödsel till lokala bönder - Långa transporter
Möjligheter	Hot
<ul style="list-style-type: none"> - Renare kust - Biogasproduktion i regionen - Utökat regionalt samarbete - Effektivare avfallshantering - Ökad efterfrågan på matavfallet kan ge minskade insamlingskostnader 	<ul style="list-style-type: none"> - Höga underhållskostnader? - Ökade energipriser - Ökade drivmedelspriser - Klimatförändringar - Ökade omvärldskrav ger högre avfalls- och avloppstaxor

Vad gäller övrig energiproduktion väljer Tjörns kommun i denna inriktning att behålla ett centraliserat energisystem och gör mindre satsningar på förnyelsebar energi. Vilket innebär en långsam utveckling mot hållbar utveckling.

Elektriciteten kommer fortsätta att främst komma från fastlandet genom det allmänna nätet. Därmed kommer förändringen mot hållbar energi ske i samma takt som i resten av landet. Energikällorna kommer främst att vara baserade på vattenkraft och kärnkraft (Svensk elmix) och chanserna till en snabb utveckling mot förnyelsebar energi är mycket små. (Uran är en ändlig resurs och därmed inte förnyelsebar). Kommunen kommer ändå att fortsätta satsa på lokalproducerad, förnyelsebara energi, men endast i liten skala.

Bränsle till värmepannor kommer fortsätta att delvis vara baserat på olja, men oljan kommer fortsätta att försvinna allt mer. Omställningen till andra bränslen kommer vara relativt snabb men det kommer ta tid att bli helt fria från olja. Användandet av pellets kommer fortsätta att öka i kommunen. Pellets kommer även i fortsättningen att komma utifrån och inte produceras i kommunen.

Genomförda energieffektiviseringar kommer att bidra till att kommunen fortsättningsvis minskar sin energiförbrukning totalt. Nya bostäder och mer teknik i hemmen kommer att bidra till att energiförbrukningen minskar långsamt.

SWOT – regional värme- och elproduktion

<p style="text-align: center;">Styrkor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stor andel vattenkraft - Mindre känslighet för variationer i energibehovet - Välbeprövat - Hög verkningsgrad 	<p style="text-align: center;">Svagheter</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tar inte tillvara på lokala resurser - Beroende av omvärlden - Bidrar ej till lokal utveckling - Ändliga resurser - Klimat- och miljöpåverkan
<p style="text-align: center;">Möjligheter</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regionala samarbeten - Färre lokala energikonflikter - Lättare att satsa på innovativa lösningar - Effektiv och trygg eltillgång - Producera pellets lokalt 	<p style="text-align: center;">Hot</p> <ul style="list-style-type: none"> - Långsam omställning till förnybar energi - Mindre inflytande på energislag - Dyrare i framtiden - Energiosäkerhet - Skapar inte incitament till hushållning av el

4.2 SCENARIO "LOKAL UTVECKLING"

Tjörn har, liksom resten av Sverige, EU och världen, stora utmaningar framför sig i och med globala problem såsom matbrist, resursutarmning och klimatförändringar. Inom en nära framtid kommer stora förändringar att behöva göras för att ta itu med problemen. Transportkostnader och elpriser som idag är mycket låga kommer att öka kraftigt och därmed ökar behovet att faktorer nödvändiga för samhället att fungera är på så lokal nivå som möjligt. Scenario "lokal utveckling" är framtaget för att visa på möjligheterna för ett decentraliserat energisystem där lokala resurser på Tjörn tas tillvara. Scenariot består av fem centrala delar:

Närhet till natur
Lokal utveckling och entreprenörskap
Samarbete mellan kommun, invånare och företagare
Decentraliserat energisystem och energisäkerhet
Självförsörjning och kretslopp

Detta scenario syftar till att lägga krut på en närhet till naturen för att överkomma de utmaningar som Tjörn står inför. Investeringar och satsningar fokuserar framförallt på saker som gör kommunen självförsörjande. Det finns stor potential till självförsörjning på ön och många goda exempel existerar redan på Tjörn, som inte finns i övriga Sverige. Här tillvaratar exempelvis bönder den ställgödsel som finns tillgodo, vilket används av bonden själv eller grannen för att odla vall eller andra grödor. Detta scenario bygger på att man ökar samarbetet mellan kommun, invånare och företagare så att ytterligare kretslopp kan slutas och ökad självförsörjning uppstår på ön. Scenariot bygger på teorin om att ett ökat lokalt samarbete leder till en lokal utveckling och större entreprenörskap, vilket leder till fler arbetstillfällen och inflyttning med åretruntboende.

För att ta vara på de resurser som finns på Tjörn, öka graden av självförsörjande samt främja den lokala utvecklingen av kommunen har vi tagit fram ett scenario för ett helt decentraliserat system för energiförsörjning. Till skillnad från Scenario 1 betraktas avfallet och avloppsvatten i det decentraliserade systemet som resurser snarare än avfall. En resurs som ska nyttiggöras i den lokala energiförsörjningen i kommunen, och tillsammans med andra lokala energilösningar ge en ökad grad av, eller kanske till och med total självförsörjning av energi.

TEKNISKA LÖSNINGAR FÖR LOKAL ENERGIPRODUKTION

Gällande energiproduktion från avfall och avlopp i detta scenario, bygger det till stor del på ett förslag om ett utbyggt reningsverk på Ängholmen och inkluderar termofil rötning av slammet med biogasproduktion för att inledningsvis kunna användas för uppvärmningen av anläggningen. Även matavfall kan rötas i den byggda röttningsanläggningen för samrötning och på så sätt öka mängden producerad biogas. Mat samlas in så stor utsträckning som möjligt, från hushåll, företag och andra verksamheter. Att basera biogas på avfall har den största potentialen, enligt Sveriges biogasstrategi, eftersom resursen många gånger är gratis.

I detta scenario ingår även användning av avloppsslam och biogödsel på något sätt i jordbruket. På Tjörn är vallodling utbredd, och i enlighet med landskapsbilden kan vall odlas för biogas. Eventuellt kan därför slammet användas för produktion av energigrödor som kan användas i biogasanläggningen. Energigrödor kan också användas till närvärmeverk som finns i kommunen.

SWOT – lokal energiproduktion från avfall/avlopp

Styrkor	Svagheter
<ul style="list-style-type: none"> - Intäkter för biogas - Ökad kontroll på priser - Energisäkerhet inom kommunen - Tillgången regleras automatiskt till efterfrågan då resurserna är säsongsvarierande - Bidrar till lokal utveckling 	<ul style="list-style-type: none"> - Investeringskostnader - Långsam återbetalningstid - Kräver informationskampanjer till invånarna om beteende med hänsyn till avlopp - Krävs kontroller av avloppsslam - Behov av infrastruktur för att kunna dra nytta av gasen (tankställen, båtar, bussar etc.)
Möjligheter	Hot
<ul style="list-style-type: none"> - Fler fastigheter anslutna till avloppsnätet (ökad kapacitet) - Renare kuster och hav - Flexibilitet - Profilering och marknadsföring som en hållbar ö - Positiv respons från C2CI-projektet 	<ul style="list-style-type: none"> - Ökade krav på avloppsvatten för biogas (hygienisering) - Oförändrad inställning till avloppsslam som gödningsmedel - Otillräckliga insamlingsmängder - Brist på efterfrågan

Om Tjörn väljer att gå mot ett mer decentraliserat energisystem innebär det en snabb utveckling mot hållbar energi som Tjörn själva styr över. För att förtydliga hur ett decentraliserat energisystem skulle fungera har vi målat upp ett scenario som beskriver energiutvecklingen på Tjörn om man går mot decentraliseringar. Scenariot gäller energi, både i form av elektricitet och bränsle.

Elektriciteten kommer att produceras inom kommunen och vara baserad på förnyelsebara källor. Därmed kommer förändringen mot hållbar energi ske i snabbare takt än resten av landet. Energikällorna kommer främst att vara baserade på vindkraft och vågkraft och chanserna till en snabb utveckling mot förnyelsebar energi är stora. Kommunen gör stora satsningar på vindkraft och vågkraft, kombinerat med energieffektiviseringar. Den viktigaste energieffektiviseringen är att göra satsningar som bidrar till att direktverkande el skiftas till värmepannor med förnyelsebart bränsle (solfångare, bergvärme m.m.)

Bränsle till värmepannor i form av olja kommer helt att försvinna tack vare stora satsningar från kommunens sida att bli kvitt oljan. I och med satsningarna på att införa värmepannor som använder förnyelsebart bränsle kommer förnyelsebara bränslen snabbt dominera uppvärmningsformen i kommunen. Användandet av pellets kommer

att stanna på samma nivå som idag men ska i första hand produceras lokalt, till exempel av rester från skogsbruket i kommunen.

SWOT – lokal värme- och elproduktion

Styrkor <ul style="list-style-type: none">- Bra förutsättningar på Tjörn- Gratis energikälla- Liten klimat- och miljöpåverkan- Tillgänglig teknik- Kostnadseffektivt för den enskilde- Självförsörjning och förnybar energi	Svagheter <ul style="list-style-type: none">- Påverkar landskapsbilden- Investeringskostnad- Ojämn produktion av el- Oprövad teknik- Vissa lösningar kräver el
Möjligheter <ul style="list-style-type: none">- Bidrar till lokal utveckling- Incitament till energieffektiviseringar- Teknisk utveckling- Subventions möjligheter- Positiv miljöpåverkan	Hot <ul style="list-style-type: none">- Opinion- Konflikter om markutnyttjande- Påverkan på fiske och friluftsliv- Okänd påverkan på natur- Driftskostnader

5.

REKOMMENDATIONER

1. UTVECKLA VISIONEN OM MÖJLIGHETERNAS Ö

Trots att Tjörns kommun är med i projektet C2CI, tycks inte kommunen inte ha vidtagit några större åtgärder för att skapa hållbara lösningar inom de områden som studerats. Tanken med projektet C2CI är delvis att hjälpa öar att i högre grad bli självförsörjande, eftersom öar är extra utsatta för omvärldsförändringar såsom högre priser på energi och transporter. Vanligtvis finns även ett brett intresse att profilera sig som hållbara öar – på grund av möjligheten att locka fler besökare och verksamheter. På vissa håll i kommunen är dock den rådande synen att en tuff ekonomisk situation medför att de inte klarar sig själva och att satsningar på miljö är ekonomiskt betungande. Det finns dock många goda exempel runt om i Sverige och övriga världen som visar det motsatta, att satsningar på miljö och hållbar utveckling kan ge intäkter och bidra till lokal utveckling. Rekommendation ett är därför att utveckla visionen om möjligheternas ö, där det även finns en affärsidé bakom en satsning på hållbar utveckling. En vision om att en långsiktig hållbar energiproduktion och lokal utveckling kommer att skapa möjligheter för Tjörn, såsom ökad inflyttning och fler antal arbetstillfällen – vilket i slutändan ger bättre ekonomiska förutsättningar. Det krävs att kommunen inser möjligheterna och satsar.

Denna målbild måste genomsyra kommunen på alla plan – för att kunna ta tillvara på varandras idéer och undvika motstridiga beslut. En kommun som satsar på något annorlunda, på något nytt och framåt, skapar en nyfunnen gemenskap där kommunanställda tillsammans med invånare kan vara stolta över det utvecklingsarbete och miljöarbete som bedrivs. Kommunen ska givetvis utgå från de ekonomiska förutsättningarna som finns – men med en gemensam målbild hamnar pengarna på rätt plats utan onödiga omvägar. Om en liten ö som Samsö lyckas få stor medial uppmärksamhet – ska nog även Tjörn lyckas.

Svenskt Näringsliv motsatte sig länge ökade krav inom miljöområdet. Organisationen menade att kraven skulle skapa sämre förutsättningar för svenska företag på den europeiska och internationella marknaden. Med facit i hand så vet Svenskt Näringsliv att resultatet blev det motsatta. Sveriges arbete med miljöfrågor gav istället svenska företag försprång på den internationella marknaden. Miljösatsningar gav konkurrensfördelar och säkerställde framtiden för företag och dess anställda. Samma sak gäller kommuner.

En stor framgångsfaktor är att utveckla en affärsidé som inte redan är etablerad på marknaden. Nu har Tjörn chans att vara först – före andra öar i Sverige. Det skapar en anledning för människor, företag och verksamheter att välja Tjörn framför andra öar längs med västkusten, framför andra turistmål i Sverige. Därtill skapar våra föreslagna

miljösatsningar en flexibilitet som tryggar framtiden för ön och dess invånare, se rekommendationer nedan. Detta är en synnerligen unik möjlighet.

Varför ska Tjörn ta steget och satsa?

- En storslagen affärsidé med bra förutsättningar kan särskilja Tjörn från andra öar på västkusten. Människor och företag får en anledning att bege sig till just Tjörn. För de som inte känner till miljöarbetet innan besök eller flytt till Tjörn, överraskar framtidstänkandet vilket bidrar till en extra positiv upplevelse.
- Det skapas en gemensam anda av framtidstro och något för öborna att vara stolta över och prata om. Människors kreativitet och entreprenörskap tas tillvara, vilket leder till ökad livskvalitet och en social utveckling.
- När priserna stiger på fossila bränslen kommer öns pendlare få ekonomiska svårigheter (mer än hälften av Tjörns befolkning pendlar ut ur kommunen). Avflyttning från landsbygd blir ett naturligt steg i denna utveckling och fler bostäder omvandlas till fritidsboenden – med minskade lokala intäkter som följd. Högre priser på fossila bränslen kommer även att bidra till att priset på lastbilstransporter höjs, vilket kommer slå hårt mot verksamheter på Tjörn. Med fler arbetstillfällen kan denna utveckling förhindras. Våra rekommendationer kan även lägga grunden för elbilar, biogas eller biodiesel.
- Att bli självförsörjande på energi och elproduktion och använda import av bränsle och elnätet som en reservlösning, skapar en trygghet för invånare, företag och kommunorganisation att våga satsa.
- Klimatförändringen kommer inte att skona Tjörn eller någon annan plats i Sverige eller i världen. Ett energisystem med hög flexibilitet genom småskalig och lokal produktion skapar också ökad försörjningstrygghet och leveranssäkerhet – vilket minskar risken för ökade energipriser, energibrist och avbrott.
- Italienska exempel visar en hög motståndskraft för omvärldsförändringar, vilket kommer att vara en nyckel till framgång i framtiden. Nyckelordet är flexibilitet och småskalighet, produktvariation och kommersiell specialisering.
- Lagstiftning kommer att utan tvekan förstärkas – en satsning medför att Tjörn står rustade och förberedda för framtida regelförändringar.
- Möjligheterna är oändliga. Ett av tusen exempel är den lilla kommunen Värmdö i Stockholm som valde att installera urinseparerande toaletter – en avloppsfraktion som inom kommunen numera kallas för "flytande guld" eftersom det inbringar både intäkter, arbetstillfällen och säkrade tillgången på gödsel när konstgödselpriserna sköt i höjden.
- Med ett färdigt koncept, tydlig målbild och vision finns större chans till mer bidragspengar genom projektansökningar. Miljöarbetet ger intäkter samtidigt som kommunen kan satsa billigare. Återbetalningstiden blir kort när alla positiva synergieffekter räknas in.

- Sist men inte minst - ge Tjörns bidrag till minskat utsläpp av klimatgaser och trygga framtiden för barn, barnbarn och barnbarnsbarn.

2. BYGG UT ÄNGHOLMENS AVLOPPSRENINGSVÄRK

Avfall är en resurs, E24 genom Aftonbladet skriver: "Få reflekterar över värdet på det vi slänger. Men om en tom kaviartub är värdelös för hushållet, är den desto mer intressant för industrin. Efter sortering och nedsmältning är konsumenternas aluminiumsopor värda 60 miljoner kronor" (Bursell 2011). Artikelnen heter *Sopor blir till guld* och konstaterar att återvinningsindustrin växer i samband med att råvarupriserna stiger i Sverige och i resten av världen. Ett av alla de företag som utnyttjar denna utveckling är Veolia Environment, som räknar med att inom en snar framtid utveckla teknik som kan ta tillvara på de värdefulla ämnen som finns i avloppsvatten (Andersson 2011c). Just nu planerar Tjörn att låsa sig fast i infrastruktur som medför att resurser lämnar Tjörn och kommer andra kommuner till godo. Rekommendation nummer två är därför att bygga ut Ängholmens avloppsreningsverk och utnyttja sina resurser för egen vinning.

Efter att ha kartlagt resurser för biogasproduktion och undersökt förutsättningar i Tjörns kommun har vi funnit stora möjligheter, både nu och i framtiden, för ett sunt och välmående biogassystem som kan spara driftskostnader, generera intäkter och bidra till lokal utveckling. De delar i ett biogassystem som studerats är resurser, dagens förutsättningar, kostnader samt avsättningsmöjligheter för biogas och rötrest. Ett avloppssystem innebär därtill en infrastruktuursatsning som har mycket lång livslängd – i över 50 år. Även framtida förutsättningar måste därför undersökas.

Biogaspotentialen med dagens slamproduktion och insamlade mängd matavfall är minst 1500 MWh årligen. Det motsvarar den årliga energianvändningen av 75 villor (20 000 kWh) eller 150 lägenheter (10 000 kWh). Om slam från enskilda avlopp samlas in eller fler hushåll ansluts till Ängholmens ARV, samt om mer matavfall från hushåll och verksamheter insamlas, kan istället minst 2100 MWh biogas användas årligen.

Beräkningarna är grovt underskattade. Vi har valt att räkna med låg verkningsgrad, den potential som ovan redovisas är därför den mängd som direkt, utan några förluster, kan användas. Energiinnehållet i den producerade biogasen är egentligen det dubbla – 3000 MWh respektive 4200 MWh. Med dagens teknikutveckling inom biogasbranschen, kommer biogasutbytet i redan befintliga anläggningar kunna utökas.

Om 400 000 Nm³ uppgraderad biogas istället används till lastbilstrafik i Tjörns kommun, kan en lastbil köra över 130 000 mil/år. Lastbilen har då kvar dieseltanken och gastanken är 60 Nm³, vilket ger körsträckan 20 mil. En begagnad sopbil kostar högst 2 miljoner och en ombyggnad till biogasdrift kostar mellan 150 000 - 200 000 kronor.

Våra undersökningar gällande samrötning av matavfall och fiskrens visade på delade budskap. Samtidigt som Stenfeldt (2011) har indikerat en viss skepsis till samrötning i Tjörns kommun, baserat på ekonomisk gångbarhet, så visar fallstudier, såsom Svedjan i

Boden, på en framgångsrik implementering av anläggningar av samma typ som är aktuell för Tjörn. Dessutom befinner sig Tjörn i situationen att en investering i en ny avloppslösning ändå är nödvändig, pengarna måste således ändå avsättas.

Vi rekommenderar därför att Tjörns kommun bygger ut Ängholmens avloppsreningsverk (ARV) och samtidigt anlägger en rötningsanläggning för samrötning av avloppsslam, matavfall och livsmedelsavfall, vilket dessutom ska öka det beräknade biogasutbytet. Biogas bör inledningsvis användas till avloppsreningsverkets eget energibehov – vilket är beräknat enligt tidigare projektering till 1700 MWh varje år.

Ytterligare en styrka med avloppsreningsverket är möjligheterna att utnyttja rötresterna till gödselmedel och det råder stor potential att arbeta för ett slutet kretslopp i Tjörns kommun. Våra undersökningar har visat att avloppsslammet håller högre kvalitet jämfört med andra platser i Sverige, vilket troligtvis beror på få tunga industrier. Om Tjörns rötresterna används inom kommunen, kan även ge hushåll och verksamheter incitament att använda avloppet på rätt sätt. Det kan lätta på den opinion som finns mot användande av rötresterna på västkusten.

Avloppsslam, matavfall och livsmedelsavfall är de mest fördelaktiga substrat för biogasproduktion eftersom de är kostnadsfria, sluter kretslopp och saknar konkurrens med andra användningsområden. Tjörn har dock även stora möjligheter att i framtiden utöka sin biogasproduktion genom odling av energigrödor eller energiskog. Detta är även en möjlighet för avsättning av rötresterna, då skepsisen mot avloppsslam vanligtvis enbart gäller vid odling av livsmedel. Rötresterna skulle även kunna användas för egen produktion av pellets eller andra biobränslen, vilket kan ersätta importerade bränslen till lokala fjärrvärmeverk eller till hushållens värmepannor.

Ovanstående är ett lysande exempel på att lokala verksamheter gynnas. Tjörns jordbrukare kan avsätta en del av marken, odla energigrödor eller energiskog, erhålla kostnadsfria gödselmedel och förvärva ökade intäkter. Beroende på den omfattning som uppmanas av kommunen kan det även vara aktuellt med etablering av nya verksamheter. Om avloppsledningen byggs avsägar sig därmed Tjörns kommun resurser som med all sannolikhet kommer att ha stort ekonomiskt värde, eller kunna generera intäkter, i samband med ökade energi- och råvarupriser.

Varför ska Tjörn ta steget och satsa?

- En avloppsledning kan bidra till färre arbetstillfällen inom kommunen (vilket leder till minskade skatteintäkter om avflyttning sker) på grund av mindre avloppsverksamhet på Tjörn. Ett utbyggt avloppsreningsverk kan i framtiden generera fler arbetstillfällen, verksamheter och ökad inflyttning.
- Tjörns kommun måste investera i en ny avloppslösning och en avloppsledning och en utbyggnad av Ängholmens ARV är budgeterad till lika stor kostnad under byggfasen. På grund av de bidrag som kan erhållas kan kostnaden för Ängholmens ARV troligtvis understiga kostnaden för avloppsledningen.
- Driftskostnader för de två lösningarna är svårare att studera. Energibehov vid en utbyggnad av Ängholmens ARV är mycket liten i relation till avloppslednings

energibehov. Beroende på hur energipriserna utvecklas kan detta få en avgörande betydelse kostnaderna. Det som återstår är om driften av ett eget avloppsreningsverk understiger VA-avgiften till Kungälv kommun i nuläget och i framtiden. Kommer Tjörn kunna påverka VA-avgiften? Vad händer om VA-avgiften höjs på grund av ökade energikostnader eller andra investeringsbehov som råder vid Ryaverket?

- En utbyggnad av Ängholmens ARV bidrar till en situation där Tjörn gynnas i längden, med tanke på de inkomster som genereras och behålls inom kommunens gränser. Tjörns kommun betalar idag för insamling och behandling av matavfall utan att ta del av de intäkter som avfallet genererar, intäkter som i framtiden kommer att öka.
- Oavsett val av insamlingssystem för matavfall, bedrivet av kommunen eller upphandlat, behandlas avloppsslam och matavfall vid Ängholmens ARV, vilket innebär minskade behandlingkostnader med 500 000 kronor/år. Om kommunen bedriver egen insamling, kan minst två miljoner avsättas årligen för insamlingssystemet utan att kräva större budget än i nuläget. Eventuella besparingsmöjligheter bör undersökas för avloppsslam vid kommunala ARV och enskilda avlopp.
- Liksom i övriga Sverige finns det finns ett stort behov av att trygga energiförsörjningen i Tjörns kommun. Hushållens förutsättningar för att klara högre energipriser i Tjörns kommun är sämre än i större tätorter på grund av den omfattande pendlingen. Att behålla resurser till biogasproduktion är en viktig början på att trygga energiförsörjningen och skapar viktiga förutsättningar för ökad biogasproduktion. Det tryggar framtiden för öns pendlare, samt verksamheter som beroende av billiga transporter.
- Tjörn har goda förutsättningar för att erhålla en mycket god kvalitet på avloppsslam och rötresten vilket kan gynna de lokala verksamheterna genom att erhålla kostnadsfria gödselmedel. Det kan även öka biogasproduktion eller gynna satsningar på biobränslen till lokala närvärmeverk eller förnybara drivmedel.
- Ett byggande av avloppsledning innebär stora inlåsnings effekter för Tjörns kommun. Det fråntar kommunen all flexibilitet att kunna anpassa sig till kommande förändringar och Tjörn hamnar i beroendeställning till fastlandet, med minskad möjlighet att påverka sin situation. Förutsättningar kommer med all sannolikhet att förändras, exempelvis fler eller färre boende inom kommunen. Vad händer om Ryaverket i Göteborg inte kan ta emot mer avloppsvatten? Vad händer om nederbörds mängderna ökar så pass i regionen att Ryaverket kräver att mindre avloppsvatten pumpas till avloppsreningsverket?
- Energipriserna kommer att öka, inom alla användningsområden. En avloppsledning kräver omfattande pumpstationer som kräver stora mängder elektricitet att driva. Kostnader för insamling av matavfall, övrigt avfall och avloppsslam kommer att öka – i samband med att priserna på fossila bränslen ökar. Utan egen biogasproduktion eller tankställe kan inte heller kommunen

ställa krav på entreprenörer, vägtrafik eller andra aktörer inom transportområdet att köra på biogas.

- Höjda priser på konstgödsel kommer att innebära ökad betydelse för samhällets avfall och ökade intäkter för alla typer av resurser som innehåller fosfor och andra näringsämnen. Dessutom har Tjörn en enorm potential att erhålla ett mycket rena rötresten.

Enligt uppgift ska som ovan nämnt de två valmöjligheterna kräva ungefär samma budget under byggfasen. Om Tjörn baserar val av avloppsledning på att det är "längre avskrivningstid" – måste detta sättas i relation till alla de möjligheter, argument och förändringar som presenteras ovan.

Dessa investeringar är av stor strategisk vikt främst för att undvika inlåsnings effekter och en beroendeställning till fastlandet som en avloppsledning innebär, men även för att gynna lokala verksamheter och lokal utveckling. Att investera i en avloppsledning till Ryaverket är en lösning för en mycket lång tidsperiod som reducerar Tjörns flexibilitet, något som är nödvändigt med tanke på de omständigheter som världen står inför och den rådande samhällsutvecklingen.

Vi vill avslutningsvis lyfta fram tre andra viktiga områden som inte behandlats i större omfattning i denna studie. Försök satsa på en strategi för enskilda avlopp som kan gynna kommunen i framtiden. Den bästa av alla lösningar är utan tvekan källsorterande avlopp. Problemet är att bygga om redan befintliga byggnader och avloppssystem. Kommunen har dock nu en unik möjlighet att bidra till en positiv utveckling – i samband med nybyggnationer och inventering av enskilda avlopp som ändå kommer ställa krav på att åtgärder vidtas. Kontakt med *Avloppsguiden* som har stora erfarenheter och kunskap inom området är en möjlighet. Vi rekommenderar även att införa en differentierad avfallstaxa som gynnar de som slänger mindre avfall, i samband med hushållsnära avfallsinsamling. Hushållsnära källsortering anses inte nödvändigt på de mindre öarna inom kommunen, men kommunen måste snarast tillvarata öarnas intresse gentemot producenterna och ordna med källsortering ute på öarna, det är orimligt att de ska på egen hand ska frakta avfall till Tjörn.

3. FORTSATT ENERGIEFFEKTIVISERING

Den miljömässigt mest hållbara energi är den energi som aldrig produceras. Tjörns kommun har satsat hårt på energieffektivisering av kommunala byggnader och bör fortsätta arbetet. Energieffektiviseringar är vanligtvis den mest kostnadseffektiva lösningen på framtida energiproblem, och det finns nästan alltid enklare åtgärder för minskad elförbrukning samt uppvärmnings- eller nedkylningsbehov.

Hårdare krav bör ställas på energieffektivisering och energirådgivning i samband med bygglovsprocessen, framförallt i samband med kommunens egna nybyggnationer. Ett miljöbyggprogram för miljöanpassat byggande bör utarbetas, som exempelvis kan gälla vid köpeavtal och markanvisningar. Programmet bör vara hårdare än gällande lagkrav, exempelvis på byggnaders energianvändning, eftersom energieffektiva hus inte bara sparar el- och uppvärmningskostnader för kommunen och dess invånare, utan medför en motståndskraftighet mot höjda energipriser – vilket som bonus även ökar värdet på byggnader och bostäder.

Kommunen kan också främja hushållens arbete med energieffektivisering genom att ta kontakt, och inte vänta på att hushållen kontaktar rådgivarna. Återbetalningstider är ofta kortare än vad många tror, med minskade driftskostnader som följd.

I samarbete med energi- och klimatrådgivarna kan fler informationskampanjer, möten och föreläsningar hållas. Kommunen kan erbjuda gratis rådgivning på plats, kanske i form av en tävling. Lyckade exempel från andra delar av landet bör i alla sammanhang studeras, och om möjligt även implementeras. Ett exempel är Miljö Var Dag i Karlstad, där cirka 100 familjer under ett år fick intensiv support från energi- och klimatrådgivarna, med följetong i media (Karlstads kommun 2010).

Programmet blir en viktig del i kommunens profilering som hållbar ö – och energieffektiviseringsåtgärder är troligtvis den viktigaste beståndsdelen i detta arbete.

4. SATSA PÅ VINDKRAFT

Vindkraften på Tjörn har stor potential. Vindkraftverk skulle kunna producera all elektricitet åt Tjörn, relativt enkelt. Med tanke på opinionen mot vindkraft, samt det ojämna energiflödet som vindkraftverk genererar, bör man även komplettera vindkraftverken med vågkraft. Med hjälp av denna lösning finns det goda möjligheter för Tjörn att bli helt självförsörjande på förnybar energi. Rekommendation nummer fyra är därför att satsa stort på vindkraft.

De fem vindkraftverk som finns på Tjörn idag producerar cirka 4 GWh/år och bygglov har beviljats för ytterligare fyra vindkraftverk. Förutom dessa har det initierats provning för tolv större vindkraftverk som tillsammans kan producera 85 GWh/år samt för ytterligare två vindkraftverk. Vi rekommenderar Tjörn att godkänna samtliga nämnda vindkraftverk, såvida de inte strider mot miljölagstiftning. Om samtliga godkänns kan de tillsammans producera ungefär 95 GWh/år.

Trots att det finns ett visst motstånd mot vindkraftverk håller vi fast vid vår rekommendation att bygga tolv stora och två små vindkraftverk på Tjörn. Om kommunen ska kunna uppfylla sin vision om att bli självförsörjande på förnybar energi krävs det byggnation av vindkraft. Exemplet på Samsö visar att det är möjligt att nå en sådan vision och de får idag all sin elektricitet från vindkraftverk på ön. En del av motståndet mot vindkraftverk bygger på missuppfattningar om hur olika energislag subventioneras och om vilken påverkan verken faktiskt har på närmiljön. Dessa missuppfattningar kan redas ut med hjälp av informationskampanjer om vindkraftverk. Vi rekommenderar Tjörn att se över ägandeformer för vindkraft för att därmed kunna undvika energiskatt.

De boende kan köpa andelar i vindkraftverk och därmed känna att de är delaktiga i Tjörns energiförsörjning samtidigt som de får köpa billigare el. Detta kan leda till en ökad acceptans för vindkraftverk eftersom befolkningen troligtvis ser bättre på vindkraftverk om de delvis äger dem och får ekonomiska fördelar av att göra det.

5. SATSA PÅ VÅGKRAFT

Projektet i Sotenäs kommer att fungera som en bra referens för hur vågkraft kan implementeras på västkusten. Det finns just nu ett stort intresse för energislaget och potentialen är stor. Om Tjörn skulle välja att installera vågkraftverk profilerar sig kommunen som nytänkande samtidigt som de ligger i framkanten inom förnybar energi.

Om ett vågkraftverk likt det i Sotenäs byggs, skulle man kunna producera 25 GWh/år (17 % av totala elektricitetsförbrukningen 150 GWh) på Tjörn. Dessutom kan en vågkraftspark enkelt anpassas efter behovet, genom att ändra antalet bojar som producerar elektricitet. Dock är storleken på de havsområden som kan avsättas och är lämpliga en begränsande faktor. Från början var det tänkt att bygga 2000 generatorer i Sotenäs men det beslutades att endast börja med 420 stycken, på grund av en för liten identifierad lämplig yta att bygga på (Karlsson, M. 2011).

Det rekommenderas att Tjörn är med från början i den vågkraftssatsning som nu inleds på västkusten. Det är ett steg på vägen till självförsörjning av energi samt har goda förutsättningar att skapa arbetstillfällen i kommunen. Samtidigt finns det potential till att skapa en världsledande region inom kommersiell vågkraft vilket kan sätta Tjörn på kartan och skapa en attraktionskraft genom att bli ett gott föredöme i världen.

Går man efter kostnaderna för Sotenäs skulle en investering av minst ca 260 miljoner krävas. Det är mycket möjligt att flera stora energibolag skulle vara intresserade och stå för en del av kostnaden. Att ansökan om stöd lämnas in till Energimyndigheten samt ansökan om EU-bidrag rekommenderas också. En kollektiv ägd andel av vågkraftverket är också att föreslå då det förmodligen leder till ökat engagemang och acceptans för vågkraftverket. Här skulle man kunna använda en liknande modell som framgångsrikt används inom vindkraft där man köper in sig för att sedan få en lägre energikostnad. Det är något som är värt att diskuteras med aktuella energibolag. Bygget av ett sådant verk skulle i princip kunna komma igång redan inom loppet av två-tre år förutsatt att alla tillstånd går igenom (Waters 2011).

Vågkraftverket skulle kunna producera el till en kostnad av 40-80 öre/kWh till en början vilket skulle kräva vissa skattelättnader för grön el. Allt eftersom tekniken utvecklas, skulle man kunna komma ner till 50 öre/kWh, vilket gör vågkraften fullt konkurrenskraftig med vindkraften utan behov av stöd eller skattereduktioner (Waters 2011).

6. SATSA PÅ FLEXIBLA OCH SMÅSKALIGA VÄRMESYSTEM

När det gäller uppvärmningen av Tjörns fastigheter finns ingen helhetslösning, utan består av flera olika delar som tillsammans kan ge en mycket hög andel uppvärmning utan direktverkande el eller fossila bränslen. Grunden är som redan nämnt ett gott energieffektiviseringsarbete från kommunens sida.

Med tanke på att Tjörn kan betraktas som "Sveriges mest tätbebyggda glesbygd" på grund av sin utspridda bebyggelse, rekommenderas inte en utbyggnad av något fjärrvärmenät. De svåra förutsättningarna att koppla upp hushåll på nätet (de hus som finns står ofta tätt) och att marken består till stor del av berg, bidrar också till att ej rekommendera en sådan lösning. Däremot kan det på vissa ställen vara motiverat med ett mindre närvärmesystem, speciellt i områden där bebyggelse planeras, men inte är utförd än. Det är mer ekonomiskt försvarbart att ha med ett sådant system från början. Värmecentralen skulle kunna drivas av pellets eller andra förnybara energikällor, helst lokalt producerade. Mindre närvärmesystem skulle kunna dela på bergvärme.

Som komplettering rekommenderas en fortsatt och ökad, satsning på solfångare. Tekniken utvecklas snabbt, och som under sommaren kan ett solvärmesystem stå för mer än 90 % av en villas totala värme och varmvattenbehov (Energimyndigheten 2009b). Tappvarmvattenuppvärmning står för en stor del av energiförbrukningen i ett hus, och är därför värd att satsa på även om det bara fungerar fullt ut under sommarhalvåret. Med tanke på den ökade befolkningen under denna period, gör det till en ännu attraktivare lösning. Förutom att satsa på det i kommunala fastigheter, är en ökad konsultation till medborgarna viktig för att få resultat. Tjörn är redan idag långt framme på denna front men har kapacitet till ännu större andel solvärme.

Hushåll som inte kan dra nytta av ett närvärmesystem rekommenderas inskaffa någon form av värmepump. Bergvärme är att rekommendera eftersom de är mest effektiva av värmepumparna då de kan stå för upp till 90 % av värmebehovet. De är dock dyra att installera, de kostar oftast i klassen 120 000 till 170 000 kr (Energirådgivningen 2011). Även jordvärme och havsvärme är att rekommendera, men de har lägre verkningsgrad än bergvärme, samt kan vara krångliga när det gäller tillstånd (i synnerhet havsvärme och strandskyddsdispenser). De är oftast lite billigare än bergvärme, runt 10000 kronor billigare (Energirådgivningen 2011).

Luftvärmepumpar kan rekommenderas i som sista utväg. De är relativt billiga i investeringskostnad men har lägre verkningsgrad än ovanstående (Energirådgivningen 2011). Kommunen skulle kunna bidra med ökad konsultation samt informationskampanjer för att ställa om till någon av dessa system.

Att byta ut olja till exempelvis pellets i en värmepanna är också en möjlighet, men inget vi rekommenderar i första hand. Att fortsätta elda för sin uppvärmning skulle förmodligen bara göra att man fortsätter enligt gammal vana och faktiskt inte minskar sin energiförbrukning vilket är viktigast. Dessutom skulle pellets importeras, och med tanke på den ständigt ökande konkurrensen om skogsråvara kommer det förmodligen inte vara en hållbar lösning på längre sikt, speciellt inte ekonomiskt. Med ett bra isolerat hus, energieffektiviseringsåtgärder, solfångare och någon form av värmepump kan man komma långt. Om resterande elektricitet dessutom kommer från förnybara energikällor, skulle Tjörn kunna profilera sig som ett mycket gott exempel på en hållbar ö.

6.

HANDLINGSPLAN

1. UTVECKLA VISIONEN OM MÖJLIGHETERNAS Ö

En gemensam vision där målbilden om en hållbar ö blir en ny och unik affärsidé på västkusten och Sverige. Satsningar på en långsiktig hållbar energiproduktion och lokala resurser (steg 2-6 i handlingsplanen) är de första stegen mot en hållbar ö, vilka skapar goda förutsättningar för att utveckla fler hållbara idéer i framtiden.

2. BYGG UT ÄNGHOLMENS AVLOPPSRENINGSVVERK

Avfall är en resurs! Osäkerheter kring energipriser och andra omvärldsförändringar är för omfattande för en byggnation av avloppsledning till fastlandet. Prioritet nummer två är därför att Tjörns kommun omedelbart fattar beslut om en utbyggnad av Ängholmens avloppsreningsverk.

3. FORTSATT ENERGIEFFEKTIVISERING

Den miljömässigt mest hållbara energi är den energi som aldrig produceras. Arbetet med energieffektivisering bör fortsätta. Dokument kring kommunens principer och riktlinjer kring energihushållning bör framarbetas.

4. SATSA PÅ VINDKRAFT

Det finns otroligt bra förutsättningar för vindkraft inom Tjörns kommun. Vindkraftverk kan täcka hela kommunens elbehov, förutsättningar som saknas på många andra platser i Sverige. Genom att godkänna den redan existerande vindbruksplanen och skapa medvetenhet kring fördelarna med vindkraft, är bra inledningssteg på en omfattande satsning.

5. SATSA PÅ VÅGKRAFT

Det finns även goda förutsättningar för vågkraft inom Tjörns kommun, vilket kan fungera som ett komplement till vindkraft. Inledningsvis bör samarbete med intresserade energibolag och företag inom vågkraftsbranschen initieras.

6. SATSA PÅ FLEXIBLA OCH SMÅSKALIGA VÄRMESYSTEM

Med satsning på förnybar el och energieffektiviseringsåtgärder är Tjörn redan på god väg mot en långsiktig hållbar energiproduktion. Utökad rådgivning och eventuellt även bidrag till installation av solfångare och värmepumpar sedan prioriteras. Närvärmeverk i anslutning till ny bebyggelse (men även gammal) bör alltid undersökas. När Ängholmens avloppsreningsverk är utbyggt bör även en diskussion initieras med Tjörns bönder, kring användningen av avloppsslam till odling av energigrödor, vilka kan användas av öns närvärmeverk eller privata värmepannor.

REFERENSER

- Andersen, K. (2006): Lokalisering av vågkraftanläggningar. Metodutveckling med GIS och fallstudie Bohuskusten. SLU, Uppsala universitet.
- Andersson, T. (2011a): Samtal om avfall. Förman för SRAB i Tjörns kommun. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-11)
- Andersson, Y. (2011b) *Kretsloppsanpassning av små avlopp i Uddevalla, Stenungsund, Tjörn, Orust och Kungälv kommuner*. Rapport 2011:33. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, vattenvårdsenheten.
- Andersson, S. (2011c): Avloppet en framtida resurs. *Cirkulation VA-tidsskriften*. 2011-03-23. [Online] Tillgänglig: <http://www.cirkulation.com/2011/03/avloppet-%E2%80%93-en-framtida-resurs/> [Hämtad: 2011-06-14]
- Avfall Sverige (2008): *Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror*. Rapport 2008:2. Malmö: Avfall Sverige.
- Avfall Sverige (2011): *Fakta om biogas. Uppgradering*. [Online] Tillgänglig: <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/biologisk-aatervinning/roetning/biogas/> [Hämtad: 2011-05-17].
- Benneworth, P. & Roberts, P. (2001): 'Devolution, Sustainability and Local Economic Development: Impacts on Local Autonomy, Policy-making and Economic Development Outcomes'. *Local Economy*. Issue 17:3. Pages 239 – 252.
- Biogasportalen (2011): *Biogasportalen*. [Online] Tillgänglig: <http://biogasportalen.se/> [Hämtad:2011-05-16].
- Billyvind AB (2011): *Faktablad*. [Online] Tillgänglig: <http://billyvind.se/vision> [Hämtad:2011-05-16].
- Boverket (2011): *Energianvändning med mera i byggnader*. [Online] Tillgänglig: <http://www.boverket.se/Miljo/Mal-for-miljon/God-bebyggd-miljo/delmal-6-Energianvandning/> [Hämtad: 2011-05-17].
- Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007): Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*. 2007 Volume: 15 Issue: 13-14.
- Bursell, J. (2011): Våra sopor en god affär. *E24*.2011-06-12. [Online] Tillgänglig: http://www.e24.se/business/ovrig-industri/vara-sopor-en-god-affar_2864128.e24 [Hämtad: 2011-06-14]
- Carlsson, P. (2011): Samtal om avfalls- och avloppsfrågor. Teknisk chef för den tekniska avdelningen på Samhällsbyggnadsförvaltningen i Tjörns kommun [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-09).
- Dahllöf, S. (2011): Samtal om avfalls- och avloppsfrågor. Projektledare vid den tekniska avdelningen på Samhällsbyggnadsförvaltningen i Tjörns kommun [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-09).
- Davidsson, F. (2010): Miljörapport enligt miljöbalken 2010. Avser avloppsreningsverket Ryaverket. 2010-03-18. Gryaab rapport 2011:1. Göteborg: Gryaab AB.
- Energimyndigheten (2009a): *Trygg elförsörjning. En översiktlig analys av risker och sårbarheter i energiförsörjning*. Rapport ER 2009:31. Stockholm: Energimyndigheten.

Energimyndigheten (2009b): Solklart – Solvärme! [Online] Tillgänglig:
<http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/5d708cd89e2a4d7f83b81245d98424c3/2106.pdf>. (Hämtad 2011-05-04).

Energimyndigheten (2010a): *Förslag till en sektorsövergripande biogasstrategi*. Slutrapport ER 2010:2.

Energimyndigheten (2010b): Elcertifikat. [Online] Tillgänglig: <http://www.energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Energi--och-klimatpolitik/Styrmedel/Elcertifikat/>. (Senast uppdaterad 2010-09-20).

Energimyndigheten (2010c): Solceller – Informationsbroschyr om att producera el med hjälp av solceller. [Online] Tillgänglig:
http://webbshop.cm.se/System/ViewResource.aspx?p=Energimyndigheten&rl=default:/Resources/Permanent/Static/d46642acec4248b69c583df16a95021f/ET2009_33.pdf [Hämtad: 2011-05-04].

Energimyndigheten (2011a): Uppvärmning - Olja [Online] Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Olja/> [Hämtad: 2011-05-18].

Energimyndigheten (2011b): Ordlista. [Online] Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/Press/Ordlista/> [Hämtad: 2011-05-04].

Energimyndigheten (2011c): Elcertifikat. [Online] Tillgänglig: <http://www.energimyndigheten.se/sv/Om-oss/Energi--och-klimatpolitik/Styrmedel/Elcertifikat/> [Hämtad: 2011-05-30].

Energimyndigheten (2011d): Vågkraft. [Online] Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/sv/forskning/kraftforskning/Vagkraft/> [Uppdaterad: 2011-04-13].

Energimyndigheten (2011e): *Solvärme*. [Online] Tillgänglig:
<http://www.energimyndigheten.se/Hushall/Din-uppvarmning/Solvarme/> [Uppdaterad: 2011-04-18].

Energirådgivningen (2011): *Värmepumpar*. [Online] Tillgänglig:
http://www.energiradgivningen.se/index.php?option=com_content&task=view&id=95&Itemid=1
[Hämtad 2011-06-05]

Eon (2011c): *Hemmet i stort – Vad kan du göra?* [Online] Tillgänglig:
<http://eon.se/templates/Eon2TextPage.aspx?id=71371&epslanguage=SV> [Hämtad: 2011-05-17].

Fortum (2011): *Elpriser och avtal*. [Online] Tillgänglig:
<http://www.fortum.com/countries/se/privat/el/elpriser-avtal/pages/default.aspx>. [Hämtad: 2011-05-17].

Forsberg, Å. (2011): Samtal om vindkraft. Anställd vid energibolaget O2. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-17).

Grönlund, B. (2011): VD vid Wallhamnbolaget och Tjörns Bostad AB. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-11).

Hela Sverige ska leva (2011): All utveckling är lokal även den globala. [Online] Tillgänglig:
<http://www.helasverige.se/kansli/om-hssl/>. [Hämtad:2011-05-24].

Helby, P. (1997): Energi som säkerhetsfråga. Gunnar Jervas (red.): *2000-talets stora utmaningar – Aktuella resurs- och miljöproblem i ett konfliktperspektiv*. Stockholm: SNS Förlag, s.88-130.

Held et al. (2008): *Biogas ur gödsel, avfall och restprodukter - goda svenska exempel*. [Online] Tillgänglig:
http://www.energigas.se/sv-SE/Publikationer/~media/Files/www_energigas_se/Publikationer/Rapporter/BiogasinfoSvGodaExempel.ashx [Hämtad:2011-05-16].

Hickman, L. (2011) Why don't we trust climate scientists? *The Guardian*. [internet] 2010-06-21. Tillgänglig: <http://www.guardian.co.uk/environment/blog/2010/jun/21/trust-climate-scientists> [Hämtad: 2010-06-05].

IIIEE (International Institute for Industrial Environmental Economics) (2009): *The Future is distributed: a vision of sustainable economies*. Lund: IIIEE.

IIIEE (International Institute for Industrial Environmental Economics) (2010): *Distributed Treasure - Island Economies*. Lund: IIIEE.

Iveroth, H. (2011): Samtal om vindkraft. Planarkitekt vid planavdelningen, Tjörns kommun. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-10)

Iveroth, H., Rehnberg J., Järvengren, T., Wik, M., Johansson, R. (2011): *Vindbruksplan*. Tjörn: Tjörns kommun.

Johansson, A. (2011): Samtal om avfallsfrågor. Avfallshandläggare vid Tjörns kommun. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-10).

Johansson, A., Kisch, P., Mirata, M. (2005): Distributed economies – A new engine for innovation. IIIEE at Lund University. *Journal of Cleaner Production*. Volume 13, Issues 10-11, August-September 2005, Pages 971-979.

Karlsson, M. (2011): Samtal om vågkraft. Miljöutredare Sotenäs kommun [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-20).

Karlsson, M-T. (2011): Samtal om lantbruk på Tjörn. Miljöinspektör vid Tjörns kommun. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-11).

Karlstad kommun (2011): *Om projektet MiljöVarDag – miljövänligt i vardagen*. [Online] Tillgänglig: [http://www.karlstad.se/apps/symfoni/karlstad/karlstad.nsf/\\$all/CCD4758262512B50C1257441004BD868?open](http://www.karlstad.se/apps/symfoni/karlstad/karlstad.nsf/$all/CCD4758262512B50C1257441004BD868?open) [Senast uppdaterad 2010-08-12].

Mellin, A. (2009): *Granskning av "Båtpendling på inre vattenvägar"*. [Online] Tillgänglig: <http://www.kth.se/abe/centra/cts/staff/GetFile.php?Type=TechReport&Key=Mell09techr>. [Hämtad: 2011-05-24]

Naturvårdsverket (2002): Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Rapport 5214. Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket (2010): Redovisning av regeringsuppdrag 21 - Uppdatering av "Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp". 2010-04-07 - Dnr 525-205-09. Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket (2011): [Online] Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/godaexempel>. [Senast uppdaterad 2011-21-06]

Nilsson, E. (2006): *Fjärrvärmeutbyggnad för 116 miljoner i Hässleholm*. Kristiansbladet. [Online] Tillgänglig: <http://www.kristianstadsbladet.se/hassleholm/article1070275/Fjaumlrrvaumlrmeutbyggnad-foumlr-116-miljoner-i-Haumlssleholm.html> [Publicerad: 2006-01-18]

Norconsult (2009): *Ängholmens avloppsreningsverk – Koncept, miljökonsekvensbeskrivning till ansökan om tillstånd enligt 9 kap i miljöbalken*. 2009-03-17. Göteborg: Norconsult AB.

O2 (2011): *Välkommen*. [Online] Tillgänglig: <http://o2.se/> [Hämtad 2011-05-17].

Palm, M. (2011): Samtal om Tjörn och kommunens deltagande i Cradle to Cradle Islands. Projektledare på Samhällsbyggnadsförvaltningen i Tjörns kommun. [Föreläsning] (Personlig kommunikation, 2011-05-09).

Paulsson, A. (2011): Samtal om förnybar energi. VD Billyvind AB. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-11).

Persson, K-E. (2011): Samtal om vindkraft. Ordförande vid samhällsbyggnadsnämnden Tjörns kommun. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-12)

Petersson, J., Klinthage, J. (2010): *Fjärrvärmeutbyggnaden billigare än väntat*. [Online] Tillgänglig: [http://www.bltsydostran.se/nyheter/fjarrvarmeutbyggnaden-billigare-an-vantat\(2719634\).gm](http://www.bltsydostran.se/nyheter/fjarrvarmeutbyggnaden-billigare-an-vantat(2719634).gm) [Hämtad: 2011-05-17].

Regeringen (2009): Mot en eko-effektiv ekonomi - 12 svenska exempel. Miljödepartementet och Näringsdepartementet. Stockholm.

Regeringskansliet (2008): *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*. Regeringens prop. 2008/09:163.

Samsø Energi Akademi (2011): *Frontpage*. [Online] Tillgänglig: http://www.energiakademiet.dk/default_uk.asp [Hämtad: 2011-05-24].

Seabased AB (2011a): *Om vågkraft*. [Online] Tillgänglig: http://www.seabased.com/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=69. [Senast uppdaterad 2011-05-04.]

Seabased AB (2011b): *Vågkraft i Sotenäs*. [Online] Tillgänglig: http://www.seabased.com/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=84. [Senast uppdaterad 2011-05-06.]

Seabased AB (2011c): *Miljöpåverkan*. [Online] Tillgänglig: http://www.seabased.com/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=59. [Senast uppdaterad 2011-05-06.]

Seabased AB (2011d): *Teknisk lösning > vågkraftaggregat*. [Online] Tillgänglig: http://www.seabased.com/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=75. [Hämtad 2011-06-05.]

Seabased Industry AB (2009): *MKB för Vågkraftpark i Sotenäs*. [2009-10-26]

Stenfeldt, J. (2011): Samtal om avfalls- och avloppsfrågor. Projektchef på Swedish Biogas International. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-10).

Stenkjaer, N. (2011): *Nordic Folkecenter for renewable energy 2009*. Energy Islands Samsø. [Online] Tillgänglig: <http://www.folkecenter.net/gb/documentation/samsoe/> [Hämtad: 2011-05-22].

Ström, I. (2011): Energitillförselmodeller för övergång till förnybar och närgenererad energi. Lunds Universitet. Institutionen för Miljövetenskap.

Svensk Energi (2011): *Svensk energi - huvudsida* [Online] <http://svenskenergi.se/sv/> [Hämtad: 2011-05-18].

Svensk Fjärrvärme (2010): *Pris per kommun 2005-2010*. [Online] Tillgänglig: www.svenskfjarrvarme.se [Hämtad: 2011-05-17].

Svensk solenergi (2008): *Solenergi*. [Online] Tillgänglig: <http://www.energiradgivarna.com/siteadmin/upload/pdfarkiv/andren.pdf>. [Hämtad: 2010-05-05].

Tjörns kommun (2006): *VA-plan 2005-2025 för Tjörns kommun*. Tjörns kommun, Teknik- och serviceförvaltningen, i samarbete med GF Konsult AB, 2006-05-30.

Tjörns kommun (2010a): *Miljörapport för avloppsreningsverk i Västra Götalands Län år 2010 – Skärhamns avloppsreningsverk*. Tjörns kommun.

Tjörns kommun (2010b): *Miljörapport för avloppsreningsverk i Västra Götalands Län år 2010 – Ångholmens avloppsreningsverk*. Tjörns kommun.

Tjörns kommun (2011a): Statistik, fakta om kommunen. [Online] Tillgänglig: <http://www.tjorn.se/kommunpolitik/faktaomkommunen/statistik.4.3f6ce9a51288179dfcb800017942.html> [Hämtad: 2011-05-18].

Tjörns kommun (2011b): *Företagsregister*. [Online] Tillgänglig: <http://www.tjorn.se/naringslivarbete/foretagsregister.4.3f6ce9a51288179dfcb800012417.html> [Hämtad: 2011-05-13].

Tjörns kommun (2011c): *Energi- och klimatrådgivning*. [Online] Tillgänglig: <http://www.tjorn.se/byggabomiljo/energioklimatrådgivning.4.3f6ce9a51288179dfcb800011720.html> [Uppdaterad: 2011-03-11].

Transek (2003): *Räkna med biogasbåtar också! - Nyckeltal för Sjöbussen och andra fordon*. [Online] Tillgänglig: <http://213.131.156.10/xpo/bilagor/20101208164322.pdf> [Hämtad: 2011-05-24].

Veolia Vatten AB (2011): *Veolia Vatten kommer att sprida Gryaabs REVAQ- certifierade slam*. [Online] Tillgänglig: http://www.veoliavatten.se/sv/nyheter_media/2010-05-03,veolia-vatten-gryaab-slam.htm [Hämtad: 2011-05-24].

Vimmerby Energi och Miljö AB (2011): *Närvarme*. [Online] Tillgänglig: <http://www.vimmerbyenergi.se/226/Narvarme.html>. [Senast uppdaterad 2011-02-22]

VVS Forum (2002): *100 procent solvärme för Orust-installatör*. [Online] Tillgänglig: <http://www.vvsforum.se/index.php?id=1978&showTemp=107> [Hämtad: 2011-05-05].

Waters, R. (2011): Samtal om vågkraft. Forskare på Uppsala universitet, Vågkraftprojektet i Lysekil. [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-11).

Wik, M. (2011): Samtal om avfalls- och avloppsfrågor. Miljöchef för miljöavdelningen på Samhällsbyggnadsförvaltningen i Tjörns kommun [Intervju] (Personlig kommunikation, 2011-05-10).

BILAGA 1

ENERGIRESURSER OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

1. AVLOPP	3
2. AVFALL	8
3. VIND	12
4. VATTEN	14
5. SOL OCH JORD	18

Efter kartläggning av Tjörns många resurser har vi hittat att avlopp och avfall samt sol, vind och vatten kan vara potentiella energiresurser. I tillägg har vi identifierat att en fortsatt energieffektivisering är viktigt inom Tjörns kommun.

Energianvändningen i Sverige sett till yta för bostäder och lokaler har minskat med 15 % mellan åren 1995 och 2008 (Boverket 2011). Anledningar till detta är bland annat mer energieffektiva uppvärmningsslag och att byggnader har isolerats bättre (ibid.). Enligt det svenska miljömålet "God bebyggd miljö" ska ytterligare 5 % minskas så att vi når en 20 % minskning till år 2020 (ibid.). Därefter är målet en minskning med 50 % till 2050 (Boverket 2011). År 2008 förbrukade Tjörn 150 GWh elektricitet/år (Ström 2011).

Energieffektiviseringar anses vara bland de mest kostnadseffektiva lösningarna för att minska energiförbrukningen. Det finns många olika sätt att gå tillväga för att minska denna energiförbrukning. Cirka 60% av hushållets energiförbrukning går till uppvärmning (Eon 2011c). Därför är åtgärder inriktade på att minska behovet av uppvärmning essentiella.

Tjörns kommun började för några år sedan satsa hårt på energieffektiviseringar av de egna fastigheterna i samband med att byta ut från fossilt bränsle (Grönlund 2011). De har hittills lyckats ersätta 80 % av oljebehovet med hjälp av att bland annat se om ventilationen, isolera samt installera bergvärme (Grönlund 2011). En annan strategi kommunen har är att sälja ut äldre, energikrävande fastigheter som till exempel gamla skolbyggnader, som är för dyra att renovera. Tanken är delvis att de som köper dessa fastigheter, som ofta säljs till höga summor på grund utav sina lägen, oftast renoverar ändå. På så sätt blir husen renoverade utan att kommunen behöver stå för kostnaden (Grönlund 2011). Huruvida detta fungerar i praktiken är dock inget vi undersökt.

Kommunens invånare kan få hjälp med bland annat råd om energieffektivisering av kommunens energirådgivare. Tjörn har tillsammans med Orust och Stenungsunds kommuner en energi- och klimatrådgivare som informerar och vägleder hushåll, organisationer och mindre företag i energi- och transportfrågor och dess klimatpåverkan (Tjörns kommun 2011c).

Energieffektivisering kommer vara en essentiell del av omställningen till en långsiktig hållbar energiproduktion för Tjörns kommun. Energi behövs dock alltid, och i följande delkapitel utreds olika förnybara energiresurser.

1.AVLOPP

Genom att röta avloppsslam som bildas vid avloppsreningsverk kan biogas produceras, vilket kan användas för energiproduktion. Vid större avloppsreningsverk är en rötningsanläggning med biogasproduktion en regel snarare än ett undantag. Syftet har varit att stabilisera och reducera mängden avloppsslam av praktiska skäl (Avfall Sverige 2008). För mindre avloppsreningsverk är det vanligtvis mer ekonomiskt fördelaktigt att skicka det producerade avloppsslammet till en större anläggning för vidare rötning och biogasproduktion (ibid.). Vad gäller i Tjörns fall? Vilka resurser finns?

Tjörns kommun har fyra kommunala avloppsreningsverk (ARV) med cirka 10 000 anslutna av totalt cirka 15 000 invånare (Tjörns kommun 2006). De fyra avloppsreningsverken i kommunen är: Sunna ARV i Kyrkesund, Skärhamns ARV, Ängholmens ARV i Rönnäng samt Höviksnäs ARV. Under sommarmånaderna vistas i genomsnitt närmare 23 000 personer i Tjörns kommun, varav cirka 17 000 personer beräknas vara anslutna till kommunalt ARV. Den högre belastningen under sommarmånaderna överskrider emellanåt kapaciteten hos de fyra kommunala avloppsreningsverken (ibid.). Det pågår även nybyggnation av bostäder i kommunen, vilka planeras vara anslutna till kommunalt VA (Dahllöf 2011).

Antalet fastigheter med enskilt avlopp beräknas ligga mellan 3000-5500 stycken, men inventering pågår inom Tjörns kommun (Wik 2011; Andersson 2011b). Några fastigheter ska enligt uppgift även ha gått samman för större samfälligheter med gemensam avloppsanläggning (ibid.). I dagsläget finns inga riktlinjer för skyddsnivåer för enskilda avlopp, områden kring Stigfjordens naturreservat planeras dock att få hög skyddsnivå inom en snar framtid (Wik 2011).

Tjörns kommun befinner sig av ovanstående skäl i beslutsfasen för hur det kommunala avloppssystemet på öarna ska planeras och byggas ut (Dahllöf 2011; Carlsson 2011). Kommunen väljer i nuläget mellan två olika möjligheter, att bygga ut Ängholmens ARV eller att bygga en avloppsledning till fastlandet Båda lösningar ska kunna ansluta fler personer till kommunalt ARV (ibid.).

I dagsläget produceras biogas enbart vid Skärhamns ARV inom Tjörns kommun och används till uppvärmning av röt-kammaren (Tjörns kommun 2006). Den rådande uppfattningen i den kommunala verksamheten är att det saknas tillräcklig mängd resurser för att satsa på biogasproduktion (bl.a. Wik 2011; Carlsson 2011).

VALMÖJLIGHETERNA

En utbyggnad av Ängholmens ARV är den möjlighet som projekterats i störst omfattning (Dahllöf 2011; Carlsson, 2011). Tanken är att Sunna ARV och Skärhamns ARV samtidigt läggs ner och avloppsvattnet kopplas vidare till det nya Ängholmens ARV (Norconsult 2009). Den nuvarande belastningen hos de tre avloppsreningsverken är kring 10 000 pe och utbyggnaden av Ängholmens ARV ska vara dimensionerad för 20 000 pe¹ (ibid.).

Sedan en tid tillbaka har planeringen av utbyggnaden av Ängholmens ARV avstannat (Carlsson 2011). Kommunen planerar istället för att bygga en avloppsledning under havsytan för att pumpa avloppsvattnet till fastlandet, ett samarbete med Kungälv kommun och Göteborgs stad (ibid.). Tjörns kommun ansvarar för utbyggnaden av avloppsvattenledningen från Tjörn till fastlandet, medan Kungälv kommun ansvarar för kapacitetshöjning hos existerande avloppsledningsnät på fastlandet, samt för de avloppsvattenledningar och pumpstationer som krävs för att pumpa avloppsvattnet vidare till Ryaverket i Göteborg (Dahllöf 2011).

Innan avloppsvattnet pumpas till fastlandet behöver avloppsvattnet en enklare form av rening för att reducera mängden lätt nedbrytbart organiskt material (Dahllöf 2011). Utöver en avloppsvattenledning till fastlandet, krävs därför att ett enklare avloppsreningsverk med flotationsanläggning byggs. Även ett bräddvattenreningsverk måste byggas för att hantera avloppsvattenflöden som eventuellt överstiger kapaciteten på avloppsledningen (ibid.). Denna typ av avloppssystem kräver även ett flertal större pumpstationer för att pumpa avloppsvattnet från Sunna och Skärhamns ARV till det enklare avloppsreningsverket, för att därifrån pumpas vidare till fastlandet (ibid.).

Om avloppsledningen till fastlandet byggs kommer avloppsvattnet att behandlas vid Ryaverket, vilket är beläget i Göteborgs stad och drivs av Gryaab AB². Ryaverket har både biogasproduktion och en REVAQ-certifierad³ slamproduktion (Davidsson 2010). Producerad biogas vid Ryaverket säljs vidare till Göteborgs Energi, vilka uppgraderar biogasen till fordonsgas som sedan används inom regionen (ibid.).

I projektering av en utbyggnad av Ängholmens ARV har en rötkammare med gasproduktion planlagts i anslutning till avloppsreningsverket (Dahllöf 2011). Biogasen som produceras ska användas för att täcka rötkammarens och avloppsreningsverkets uppvärmning samt behov av elektricitet. I planritningar finns även utrymme för att bygga ytterligare en rötkammare, för rötning av matavfall (ibid.). Om det är ekonomiskt fördelaktigt att röta och producera egen biogas vid mindre avloppsreningsverk är till stor del beroende av vilka lokala och kostnadseffektiva resurser som finns tillgängliga, tillsammans med mängden avloppsslam (Energimyndigheten 2010a).

¹ Pe = personekvivalenter, en pe motsvarar en BOD₇-belastning av 70 gram/dygn. BOD står för Biochemical Oxygen Demand och anger indirekt mängden organiskt material.

² Bolaget ägs tillsammans av kommunerna Ale, Göteborg, Härryda, Kungälv, Lerum, Mölndal och Partille.

³ REVAQ-certifiering innebär en kvalitetssäkrad slamproduktion, där uppströmsarbete är en viktig ingående del.

RESURSER

De fyra kommunala avloppsreningsverken på ön producerar årligen cirka 300 ton TS (torrsubstans) avloppsslam⁴ (Tjörns kommun 2006; 2010a; 2010b). Vid tre av avloppsreningsverken (Ängholmens, Sunna och Höviksnäs ARV), finns ingen gasproduktion utan den biogas som produceras vid rötning av avloppsslammet släpps istället ut till luft (Tjörns kommun 2006; 2010b)⁵. Vid Skärhamns ARV produceras årligen cirka 40 000 Nm³ (normalkubikmeter) biogas av cirka 100 ton TS avloppsslam (Tjörns kommun 2010a). Gasen används för uppvärmning av rötammaren (ibid.).

Om allt producerat avloppsslam används till biogasproduktion, kan mängden tredubblas, till cirka 120 000 Nm³/år (jmf Avfall Sverige 2008), vilket motsvarar energiinnehållet 800 MWh (6,5 kWh/Nm³ biogas) (jmf Avfall Sverige 2011). För att vara realistiska i beräkningarna antas att 400 MWh/år av totalt 800 MWh/år kan användas p.g.a. låg verkningsgrad vid förbränning. I tidigare projektering har biogas använts till avloppsreningsverkets eget energibehov, som ska ligga kring 1700 MWh/år (Norconsult 2009). Tillsammans med ytterligare substrat kan biogasproduktionen utökas.

Enligt den tidigare genomförda projekteringen ska cirka 4000 kWh biogas kunna produceras dagligen vid en belastning av 15 000 pe, vilket skulle innebära att 1500 MWh biogas kan produceras årligen (Norconsult 2009). Projekteringen lyfter även fram att biogas kan användas för uppvärmning av rötammaren. I detta fall används 1000 kWh dagligen till uppvärmning av rötammaren (ibid.), vilket skulle innebära att omkring 1100 MWh producerad biogas återstår varje år.

Ytterligare avloppsslam kan insamlas från enskilda avlopp i kommunen, uppskattningsvis cirka 5 000 m³ årligen⁶ (Wik 2011), vilket med en grov underskattning bör kunna motsvara ytterligare 100 ton TS avloppsslam. Tjörns kommun planerar även att fler hushåll kan anslutas om Ängholmens ARV byggs ut. Oavsett om slam från enskilda avlopp insamlas, bör således 400 ton TS avloppsslam kunna beräknas vara den mängd som kan rötas vid ett utbyggt Ängholmens ARV. Den totala potentialen av produktion av biogas från 400 ton TS avloppsslam bör därför kunna vara 160 000 Nm³, vilket motsvarar cirka 1000 MWh årligen.

KOSTNADER

Kostnader för val av avloppssystem har delats in i två olika delar, kostnader under byggfas samt under driftsfas. Tjörns kommun har lagt fokus på kostnader under byggfasen. Vi har enbart kunnat ta del av kostnadsberäkningar för en utbyggnad av Ängholmens ARV och inte för en avloppsledning till fastlandet. Kostnadskalkylerna ska enligt kommunen visa att avloppsledningen till fastlandet och en utbyggnad Ängholmens ARV är i behov av ungefär samma budget under byggfasen (Carlsson 2011). Avloppsledningen ska sammanlagt kräva en budget kring 130 miljoner kronor⁷ och en

⁴ Höviksnäs ARV: 93 ton TS (TS-halt 18 %); Sunna ARV: 10 ton TS (TS-halt 3,5 %); Skärhamns ARV: 85 ton TS (TS-halt 24 %); Ängholmens ARV 125 ton TS (TS-halt 26 %).

⁵ Vid Sunna ARV sker ingen rötning, utan slammet transporteras till Skärhamns ARV.

⁶ Tömning av 2 m³ slam per år för cirka 2000 fastigheter, samt tömning av 2 m³ vartannat år för 1000 fastigheter.

⁷ Avloppsledningarna kostar cirka 80 miljoner kronor, en flotationsanläggning och bräddreningsverk ytterligare 40 miljoner samt projektering cirka 10 miljoner kronor.

utbyggnad av Ängholmens ARV cirka 125 miljoner kronor (ibid.). Tjörns kommun menar att det framförallt är kostnads- och stordriftsfördelar som talar för att bygga en avloppsledning till fastlandet (Carlsson 2011).

Den kostnadsfördel som framförallt framhävs är avskrivningstiden för investeringskostnaden, vilken ska vara längre för avloppsledningen (Carlsson 2011). Det kommunen i det här fallet menar med avskrivningstid, är att avloppsledningen håller under längre tid, i det här fallet i 50 år gentemot 33 år för utbyggnaden av Ängholmens ARV (ibid.). Kommunen får således längre tid på sig att betala tillbaka innan nya investeringar behövs. En kostnadsfördel som under byggfasen istället kan tillkomma en utbyggnad av Ängholmens ARV, är bidrag som kan sökas inom diverse miljö- och landsbygdsutvecklingsprojekt. Pengar inom projektet C2CI bör exempelvis kunna användas.

Under driftfasen kommer avloppsledningen att generera tre typer av kostnader som skiljer sig från ett utbyggt Ängholmens ARV: En VA-avgift till Kungälv kommun (som är medlemmar i Gryaab AB), driften av flotationsanläggningen och bräddvattenreningsverket samt energikostnader för pumpstationer. Driftskostnader för ett utbyggt Ängholmens ARV består främst av driften av avloppsreningsverket.

Kungälv kommun kommer att begära en VA-avgift för mottagande av avloppsvatten och vidare transport till Ryaverket. VA-avgiften kommer troligtvis att bestå av en fast och en rörlig del (Dahllöf 2011). Den fasta avgiften kommer att täcka de investeringar som en kapacitetshöjning av avloppsvattensnätet i Kungälv kommun krävt. Den rörliga avgiften baseras istället på de antal kubikmeter som Tjörns kommun pumpar ut på avloppsledningen (ibid.). I likhet med den VA-taxa som en kommun använder för sina invånare, kommer Kungälv kommun använda den rörliga delen av VA-avgiften för att täcka de behov som råder. Om Kungälv kommun eller Gryaab AB behöver genomföra satsningar och nyinvesteringar, kommer VA-avgiften således att höjas för Tjörns kommun, med begränsade möjligheter att påverka prissättningen. Nedpressade driftskostnader genom stordriftsfördelar som en avloppsledning till fastlandet kan ge upphov till, bör dock kunna hålla VA-avgiften från Kungälv kommun nere, men framtida driftskostnader för avloppsledningen blir svåra att förutspå.

En annan driftskostnad som med all sannolikhet kommer att skilja sig mellan avloppsledningen till fastlandet och en utbyggnad av Ängholmens ARV, är kostnader för det rådande energibehovet. Om energipriserna ökar, kommer en utbyggnad av Ängholmens ARV att ha betydligt lägre driftskostnader eftersom avloppsreningsverket dels kan ha egen producerad uppvärmning och elproduktion, och dels har mindre behov av energikrävande pumpstationer. Och eftersom VA-verksamheten finansieras med hjälp av VA-taxan, kommer kommunen om de väljer att bygga ut Ängholmens ARV, ha större kontroll över prissättningen på VA-taxan gentemot kommunens invånare.

Vad avser behandling av avloppsslam kostar detta kommunen i dagsläget omkring 500 kronor per ton avloppsslam, sammanlagt minst 150 000 kronor per år. Det tillkommer även en kostnad för insamling av avloppsslammet. Dessa två kostnader kommer att försvinna om en avloppsledning byggs till fastlandet, och istället ingå i VA-avgiften till Kungälv kommun. I tillägg betalar kommunens invånare som har fastigheter med enskilt avlopp för slamtömning.

ANDRA MÖJLIGHETER

Producerat avloppsslam används idag till anläggningsjord (Andersson 2011b). Avloppsslammet hämtas hos de kommunala avloppsreningsverken av en upphandlad entreprenör. Avloppsslammet fraktas sedan till en avfallsanläggning i Stenungsund för behandling och tillverkning av anläggningsjord (Tjörns kommun 2010b). Vad gäller enskilda avlopp är Tjörns kommun en av de få kommuner i Sverige som låter husägare med enskilt avlopp själva stå för slamtömning (Wik 2011). Slammet följer troligtvis samma behandlingssystem som producerat avloppsslam vid kommunalt ARV.

Avloppsslam inom Tjörn har enligt provtagningar och analyser tungmetallhalter som ligger långt under lagstiftade gränsvärden (jmf Naturvårdsverket 2010, Tjörns kommun 2006, 2010a, 2010b). För vissa tungmetaller har slammet även halter som ligger långt under de förstärkta gränsvärden som eventuellt kommer att införas i svensk lagstiftning år 2012 (ibid.). Organiska föroreningar bedöms i dagsläget inte att påverka natur eller människa negativt, eftersom de flesta föroreningar bryts ner till mindre farliga föreningar relativt snabbt (Naturvårdsverket 2010). De organiska föroreningar som det råder större osäkerhet kring, är de långlivade organiska föroreningarna (ibid.).

Om avloppsreningsverksamheten behålls inom Tjörns kommun genom en utbyggnad av Ängholmens ARV, finns lättillgängliga avsättningsmöjligheter för avloppsslammet. Nuvarande avsättningssystem kan användas, där avloppsslammet hämtas av entreprenör. Kommunen kan i annat fall hantera avloppsslammet på egen hand genom att ingå avtal med företaget Veolia Vatten AB som finns beläget på Tjörn. Det finns även jordbruksverksamheter inom Tjörns kommun som kan använda avloppsslammet som gödselmedel. Om avloppsslammet ska användas som gödselmedel krävs dock troligtvis arbete för ökad acceptans i kommunen, på grund utav rädsla för tungmetaller och andra farliga substanser i avloppsslam. Ett uppströmsarbete i samband med tillsynsarbete inom kommunen kan medföra ökad kontroll på de långlivade organiska föroreningarna och således även en ökad acceptans⁸.

Om avloppsledningen istället byggs kommer avloppsslammet att hamna på Ryaverket i Göteborg. Efter en genomförd upphandling under år 2010 delas numera slamhanteringen av entreprenörerna Veolia Vatten AB och Kuskatorpet Lantbruk & Entreprenad AB (Davidsson 2010). Eftersom Veolia Vatten AB är beläget i Tjörns kommun (ibid.), kommer troligtvis en del av det producerade avloppsslammet att återgå till Tjörns kommun om avloppsledningen byggs. Enligt Gryaab AB:s miljörapport ska Veolia Vatten AB tillverka anläggningsjord av slammet och Kuskatorpet Lantbruk & Entreprenad AB kompostera slammet (Davidsson 2010). Enligt Veolia Vatten AB (2011) ska dock det REVAQ-certifierade slammet från Ryaverket användas till gödselmedeltillverkning. Av det icke-certifierade slammet tillverkas istället olika typer av jordprodukter, bland annat anläggningsjord och jordförbättringsmedel. Enbart 1 % av det REVAQ-certifierade avloppsslammet från Ryaverket användes år 2010 inom jordbruksverksamheter (Davidsson 2010), vilket troligen beror på motståndet som finns mot spridning av avloppsslam inom jordbruket i Göteborgsregionen.

⁸ Ett utökat uppströmsarbete kommer även att krävas om avloppsvattnet skickas till Ryaverket, eftersom Ryaverkets slamproduktion är REVAQ-certifierat.

2.AVFALL

Biogas produceras genom rötning, som är en anaerob (syrefri) nedbrytning av olika organiska substrat. De substrat som kan användas är utöver avloppsslam även matavfall, livsmedelsavfall, jordbruksrester och energigrödor (Energimyndigheten 2010). Skogsbruksrester kan bli aktuellt i framtiden i samband med att andra generationens biodrivmedel utvecklas (termisk förgasning) (ibid.). De mest fördelaktiga substraten att använda för biogasproduktion är utöver avloppsslam, framförallt matavfall och livsmedelsavfall från hushåll och restaurang- och livsmedelsbranschen (Energimyndigheten 2010). Skälet är att substraten ger störst miljö och samhälliga mervärden genom att sluta kretslopp (ibid.). Substraten saknar vanligtvis även prislapp och konkurrens om andra användningsområden, vilket är unika egenskaper. Vid kartläggning av substrat i Tjörns kommun har därför fokus lagts på matavfall och livsmedelsavfall.

I Tjörns kommun insamlas matavfall och livsmedelsavfall (framförallt fiskrens) och skickas vidare till Borås och Trollhättan för behandling och biogasproduktion (Johansson 2011). Biogasen uppgraderas till fordonsgas och används som drivmedel inom respektive kommun. Insamlingsssystemet bedrivs av en entreprenör som dagligen samlar in mat- och livsmedelsavfall i kommunen med hjälp av tre lastbilar. Lastbilarna har två separata fack, ett för matavfall och ett för hushållsavfall (ibid.). Kommunen planerar i dagsläget att förändra insamlingsssystemet av hushållens och verksamhetens avfall, eventuellt kommer kommunen att erbjuda hushållsnära källsortering av fler avfallsfraktioner än bara matavfall och hushållsavfall (Palm 2011).

VALMÖJLIGHETERNA

Biogas kan användas för att producera både värme, el och fordonsgas. När biogas används för uppvärmning (lokalt eller fjärrvärme) krävs enbart att vattenånga avskiljs innan förbränning sker i en värmepanna (Biogasportalen 2011). Biogas kan även användas för att producera både el och värme samtidigt, kraftvärme, genom att använda en gasmotor. Med en sådan process kan ca 30 – 40 % av energin utvinnas som el medan resten blir värme (ibid.). För att framställa fordonsgas ur biogas, måste biogasens energiinnehåll höjas genom en uppgraderingsprocess där koldioxid avskiljs och metanhalten uppnår 97 %. Detta kräver en uppgraderingsanläggning i anslutning till röttningsanläggningen (ibid.).

Att utnyttja biogas kan kräva investeringar i infrastruktur. För att effektivt utnyttja uppvärmningspotentialen är det fördelaktigt med exempelvis ett existerande när- eller fjärrvärmenätverk som ledningar kan kopplas till. För fordonsgas krävs tankstationer och en fordonsflotta som kan använda sig av gasen. Dessa kan i småskaliga lösningar utnyttjas på ett fördelaktigt sätt genom fokus på lokala investeringar, såsom ledningar till närliggande bebyggelse eller tankstationer i anslutning till biogasanläggningen. Det är även fördelaktigt att bygga biogasanläggningar för matavfall i anslutning till

avloppsreningsverk för att utnyttja existerande infrastruktur och anläggningar, eftersom rötning vanligtvis ändå förekommer här.

RESURSER

I dagsläget insamlas och behandlas årligen cirka 620 ton matavfall från hushåll i Tjörns kommun. Det är obligatoriskt för kommuninvånarna att källsortera matavfallet. Stickprover har dock påvisat att mycket matavfall hamnar bland hushållsavfallet (Johansson 2011). Det är också vanligt förekommande att hushållen i kommunen komposterar sitt matavfall i trädgården.

Inom Tjörns kommun kan även företag och andra verksamheter få matavfall avhämtat mot en tilläggsavgift. Idag har omkring 10 procent av verksamheterna begärt tjänsten, vilket genererar 300–400 kg matavfall i veckan (15-20 ton/år) (Andersson 2011a). Fiskindustrin på Tjörn genererar cirka 400 ton organiskt avfall i form av fiskrens årligen (Ström 2011). Inom Tjörns kommun finns det just nu planer på att inkludera tjänsten för företag och verksamheter i grundutbudet, utan extra avgift, för att samla in mer matavfall (Johansson 2011).

Den totala mängden insamlat mat- och livsmedelsavfall (inkl. fiskrens) är 1040 ton. Dagens insamlingsmängder kan ge cirka 345 000 Nm³ biogas och därmed generera cirka 2 200 MWh/år⁹. Med en låg verkningsgrad i gasmotorer för uppvärmning och elproduktion, kan cirka 50 % utnyttjas – vilket ger 1100 MWh. Tillsammans med avloppsslam kan årligen cirka 1500 MWh värme och el produceras.

Tjörns kommun har sammanlagt 15 000 invånare fördelade på omkring 6 300 hushåll. Enligt Avfall Sverige (2008) genererar en person årligen cirka 100 kg matavfall i Sverige, varav 70 kg bedöms vara rimligt att av praktiska skäl kunna samla in. Det bör därför vara möjligt att samla in cirka 1000 ton matavfall från hushåll i kommunen. Under sommarmånaderna bör ytterligare 200 ton matavfall samlas in på grund av den omfattande turismen och stora antalet delårsboende¹⁰.

Det finns sammanlagt ungefär tjugo restaurang- och hotellverksamheter, elva kommunala skolverksamheter, tre livsmedelsbutiker samt fem övriga verksamheter som genererar mat- och livsmedelsavfall i Tjörns kommun (Tjörns kommun 2011b). Om samtliga företag och verksamheter samlar in matavfall i samma omfattning som ovanstående företag och verksamheter, skulle istället 150–200 ton matavfall kunna samlas in årligen.

Om matavfall från hushåll, företag och verksamheter sker i större skala (med ovan givna begränsningar), är den potentiella insamlingsmängden 1800 ton mat- och livsmedelsavfall. Fiskrens anta utgöras av samma mängd som tidigare (400 ton). Detta bör kunna ge cirka 500 000 m³ biogas, vilket ger ytterligare 1 000 MWh per år.

⁹ Biogasutbytet för matavfall och fiskrens är 204 respektive 537 m³ per ton våtvikt och metanhalten är 63 % resp. 65 % av totala biogasmängden (Svenskt Gastekniskt Center 2011) och energiutbytet för ren metangas (100 %) är 10 kWh per m³ (Avfall Sverige 2011).

¹⁰ Vanligtvis genererar en person 70 kg matavfall under 12 månader, vilket motsvarar cirka 6 kg/månad. Ytterligare 15 000 invånare under två månader kan således generera ytterligare 180 ton matavfall.

Minsta möjliga mängden biogas som kan produceras i kommunen är således 3 200 MWh. Med den konstanta teknikutvecklingen inom biogasproduktion, bör biogasutbytet inom en snar framtid kunna vara ännu högre.

KOSTNADER

Det aktuella läget för organiskt källsorterat matavfall som genereras på Tjörn kretsar mest kring olika former av utgifter. Det senaste året betalade Tjörns kommun 2,2 miljoner kronor för hantering och omhändertagande av matavfall (Johansson 2011). Under samma år insamlades 620 ton matavfall från hushåll (ibid.). Tjörns kommun betalar 595 kronor/ton, cirka 370 000 kronor för behandling av matavfall varje år (Carlsson 2011).

Åsikter kring biogasanläggningars ekonomiska gångbarhet är delade. Jonas Stenfeldt (2011), projektchef på Swedish Biogas International, menar att det skulle behövas ett flöde av ca 10 000 ton organiskt material per år, för att en biogasanläggning ska vara ekonomiskt försvarbar (ibid.). Tjörns kommun har potential att kunna samla in minst 1800 ton mat- och livsmedelsavfall i dagsläget. Svårigheter kring lönsamhet grundar sig även på att de olika typer substrat som ska behandlas i Tjörns kommun, kräver en viss typ av utrustning för att kunna samrötas (Stenfeldt 2011).

Genom att kolla på fallstudier inom Sverige stöter man dock på en helt annan bild. Nedan beskrivs ett exempel på ekonomin kring en samröttningsanläggning som hanterar både avloppsslam och matavfall.

FALLSTUDIE – SVEDJAN I BODEN

Bodens kommun har under de senaste 20 åren arbetat aktivt med miljö- och resurshanteringsfrågor (Held et al. 2008). År 2003 byggdes en biogasanläggning som endast användes för att värma upp Svedjans avloppsreningsverk. Efter fortsatta investeringar och uppgraderingar samröts numera avloppsslam och matavfall.

År 2007 tog anläggningen emot 1 200 ton matavfall och 960 ton TS avloppsslam och producerade 5 500 MWh energi till uppvärmning, fjärrvärme och fordonsgas. Rötresterna som produceras används som jordförbättringsmedel. Anläggningen använder sig av termofil rötning, där substrat rötas i 14-16 dygn. Den är försedd med såväl avfallskvarn, hygieniseringskammare, råslamlager, gaspanna och uppgraderingsanläggning för biogasen, allt som krävs för en röttningsanläggning som klarar av att behandla substraten som finns i Tjörns kommun (ibid.).

De totala investeringskostnaderna uppgick till 46,3 miljoner kr, varav 18,7 miljoner kr finansierades med hjälp av olika bidrag (Held et al. 2008). Det finns flera ekonomiska fördelar med investeringarna, bl.a. kostnadsminskning i matavfallshantering, intäkter från fordonsgas och minskad mängd avloppsslam som måste hanteras.

Sammantaget beräknar man att investeringarna har lett till besparingar på cirka 3 miljoner kr/år, vilket ger en återbetalningstid på 10 år (ibid.). I samband med bygget och driften av anläggningen har även arbetstillfällena skapats och Boden har minskat sina koldioxidutsläpp med drygt 1 400 ton per år. Även transporter av avloppsslam har

minskat med 700 stycken årligen. Biogasen från Svedjan i Boden förser inom en snar framtid sex bussar, tre tunga fordon och 150 kommunala och privata bilar med fordonsgas varje år (ibid.).

ANDRA MÖJLIGHETER

Även substrat från jordbrukssektorn kan användas för biogasproduktion. Substrat från jordbrukssektorn är dock vanligtvis mindre attraktiva än mat- och livsmedelsavfall, eftersom substraten ofta är spridda över större områden vilket försvårar insamling till storskalig biogasproduktion (Energimyndigheten 2010a). Detta bör emellertid inte vara fallet på Tjörn, en kommun med små avstånd mellan avloppsreningsverk, jordbruk och djurhållning. Även om jordbruksrester och energigrödor inte behandlas i denna studie, kan det därför finnas stora framtida möjligheter för Tjörn att öka sin biogasproduktion.

Det mest fördelaktiga jordbrukssubstrat som kan användas till biogasproduktion är stallgödsel (Energimyndigheten 2010a). Orsaken är att gödslet omhändertas och innesluts vid rötningen, vilket samtidigt ger en reducering av växthusgasutsläpp till luft. Rekommendationen är vanligtvis att gårdarna producerar biogas för egen användning, eftersom gödsel av hanteringsskäl inte är lönsamt att insamlas och transporteras. Rötningssystemet kan även med fördel användas på den egna gården för att sluta kretsloppet (ibid.). Inom Tjörns kommun ska det finnas två till tre gårdar som bedriver djurhållning i den omfattning som krävs för att investera i en biogasanläggning (Karlsson, M-T. 2011).

Vid biogasproduktion erhålls även en restprodukt som kallas för rötrest, som innehåller vatten, organiskt material och näringsämnen (Biogasportalen 2011). Rötresten från biogasanläggningar som rötar matavfall, fiskrens, gödsel, jordbruksrester och energigrödor kan användas som gödsel. Gödslet med ovanstående ursprung kan klassificeras och certifieras som biogödsel om biogasanläggningen gått igenom en certifieringsprocess där halter av metaller och sjukdomsframkallande bakterier säkerställts. Biogödsel lämpar sig väl som gödningsmedel inom jordbruk (ibid.). Rötresten kallas för avloppsslam vid biogasproduktion vid avloppsreningsverk. Om rötresterna är en blandning av avloppsslam och biogödsel (vid samrötning av avloppsslam och matavfall) kallas restprodukten restsam (Biogasportalen 2011).

Alla typer av rötresten innehåller fosfor och är bra ur växtnäringspunkt, vilket talar för användande av rötrest som gödselmedel inom jordbruk (Biogasportalen 2011). Det är större risk för höga halter av tungmetaller i restsam än i biogödsel, eftersom VA-nätet även används av tung industri.

I stället för användning av rötrest inom jordbruket, används ofta slammet till produktion av olika typer av jordprodukter (ibid.). Det bör framhållas att Naturvårdsverket bedömer att det är "av stor vikt" (2002) med fosforåterföring ur avlopp och ur andra potentiella fosforkällor (ibid.). Motivet är de miljö- och resursproblem som är förknippade med gruvbrytning av fosfatmineral och att det dessutom är en ändlig naturresurs. Även problem med gödselmedelstillverkning samt övergödning anges som skäl (ibid.). Naturvårdsverket hämtar också stöd för återföring

av fosfor hos den så kallade avfallshierarkin¹¹ samt hos miljöbalkens hushållnings- och kretsloppsprinciper (ibid.).

3. VIND

Vindkraftverk har en ganska enkel teknik. Vinden sätter fart på en rotor med hjälp av rotorbladen och en generator som är kopplad till rotorn omvandlar rörelseenergi till elektricitet (Svensk Energi 2011). Tekniken förbättras ständigt och det byggs vindkraftverk som kan producera alltmer energi. De vanligaste storlekarna idag är med en installerad effekt på 2 MW, men det finns även vindkraftverk med effekten 6 MW och på ritborden mellan 10–20 MW (ibid.). Ett vindkraftverk är igång cirka 80 % av tiden, och havsbaserade vindkraftverken kan generera ungefär 50 % mer energi än de på land (ibid.). Vindenergi fungerar som ett komplement till vattenkraft i Sverige. När det blåser mycket sparas vatten i magasinerna och därmed energi lagras i vattenkraften. År 2010 producerade vindkraftverk ungefär 3,5 TWh. Regeringens mål är att vindkraft ska producera 30 TWh till år 2020 (ibid.).

Vindkraftverk klassas som miljöfarlig verksamhet och behandlas således som en miljöfarlig verksamhet vid prövning. Kommunen har vetorätt gällande byggande av vindkraftverk, men om regeringen anser att det är synnerligen angeläget att anlägga kraftverket så kan deras åsikt väga över kommunens (Iveroth 2011). Det råder ett visst motstånd mot vindkraftverk på Tjörn idag och de styrande borgerliga partierna, med undantag från centerpartiet, är emot utbyggnaden av fler vindkraftverk (Persson 2011). Anledningen är främst att vindkraftverk anses störa landskapsbilden, samt att de är subventionerade (ibid.).

Tjörns kommun har goda förutsättningar för vindenergi tack vare bra vindförhållanden och redan idag finns det fem mindre vindkraftverk på Tjörn. Det finns planer på att bygga ytterligare fyra vindkraftverk, med en effekt på 2 MW (Grönlund 2011). I kommunens vindbruksplan, som inte är antagen utan ska gå till samråd, nämns planer på tolv stora vindkraftverk med en effekt mellan 2-3 MW (Iveroth et al. 2011). Ett vindkraftverk med effekten 2 MW kan producera 6 000 MWh/år, och med effekten 3 MW kan 8 000 MWh produceras årligen (Ström 2011). Om de tolv vindkraftverken i vindbruksplanen byggs, kan de tillsammans generera 84 000 MWh varje år.

Investeringskostnader för vindkraftverk ligger normalt mellan 14 000 till 16 000 kr per kW och driftkostnaderna mellan 15–20 öre per producerad kWh (O2 2011).

ÄGANDEFORMER

Privatpersoner kan köpa andelar i vindkraft genom ett företag, vilket bidrar till lägre energikostnader och nybyggnad av förnybar energi (Paulsson 2011). Genom att köpa en andel, som exempelvis kostar 6 700 kr, garanteras andelsägaren att köpa 1000 kWh till

¹¹ Enligt Naturvårdsverket (2002 s. 69) medför Sveriges nationella avfallshierarki att av "olika avfallshanteringsmetoder ska återanvändning av material prioriteras högst. Därefter följer materialåtervinning och energiutvinning. Materialåtervinning är prioriterat framför energiutvinning när detta är miljömässigt motiverat. Deponering är en sista utväg för avfall som inte kan hanteras på annat sätt".

ett och samma pris, exempelvis 24,5 öre/kWh. (exempel från vindkraftsbolaget O2) (O2 2011). Inklusive energiskatt, elcertifikat och moms blir priset cirka 70 öre/kWh. Kostnaden för andelen återbetalas då man väljer att träda ur andelssystemet (ibid.). För en privatperson är elpriset på marknaden i dagsläget kring 115 öre/kWh, inkl. energiskatt och moms.

En villaägare som förbrukar 25 000 kWh/år köper således 25 andelar à 6700 vilket kostar villaägaren cirka 170 000 kronor, vilket återbetalas när denne väljer att träda ut ur andelssystemet. Med andelar i vindkraft betalar villaägaren cirka 17 500 kronor/år för elförbrukningen, medan villaägaren till vanligt elpris istället betalar 29 000 kronor varje år – en kostnadsbesparing över 10 000 kronor/år. Även företag och bostadsrättsföreningar kan köpa andelar för att göra kostnadsbesparingar eller för att stå mot prisökningar på elmarknaden (O2 2011). Många företag och bostadsrättsföreningar har gjort kostnadsbesparingar mellan 20 % till 40 % (ibid.).

Om banklån är nödvändigt till köp av andelar, minskar kostnadsbesparingen på grund av räntekostnader för köpet av andelar. Privatpersoner, företag och bostadsrättsföreningar som har eget kapital gör därför störst kostnadsbesparing per år. Om Tjörns kommun köper andelar som täcker elförbrukningen för den offentliga sektorn (13 000 MWh) skulle det kosta kommunen cirka 90 miljoner kronor för andelarna (O2 2011, Ström 2011). På grund av räntekostnader är det troligen inte realistiskt för Tjörns kommun att köpa andelar i vindkraft. Att som kommun köpa andelar i vindkraft kan även ses som en icke kostnadseffektiv investering genom att bolaget som man köper andelar i kan ha ett vinstdrivande intresse och därför tar ut en högre kostnad (Paulsson 2011).

Då en kommun har en energiförbrukning som överstiger 7000 MWh, vilket Tjörn har, tjänar kommunen på att investera i egen ägd vindkraft (Paulsson 2011, Forsberg 2011). Vinster med kommunägd vindkraft är bland annat att den kan bli skattebefriad från den nuvarande energiskatten på 28,3 öre/kWh (O2 2011). Det kommunen betalar för är således investeringskostnaden på 90 miljoner eller mindre, samt driftskostnader.

I exempelvis Rättviks kommun har man valt att äga vindkraftsverken eftersom det leder till en möjlighet att nyttja skattebefrielsen (O2 2011). De tre vindkraftsverken står för 70 % av kommunens elförbrukning och man räknar med besparingar på 3 miljoner kronor per år (O2 2011). Skattebefrielsen går endast att utnyttja för den egna förbrukningen inom kommunens verksamhet och går inte att sälja vidare till befolkningen (Forsberg 2011).

För att täcka Tjörns totala elförbrukning med förnybar el kan kommunen välja att producera egen el. Man är då uppkopplad på det nordiska elnätet (Svensk Energi 2011) och som elhandelsföretag har man rätt att själv bestämma priset för den konkurrensutsatta delen (ibid.). Priset brukar dock sättas enligt marknadspriset på Nordpool. Det är även att rekommendera ur miljösynpunkt att inte sätta ett lägre pris än det som råder på den nordiska elmarknaden eftersom ett lägre pris minskar incitament till energieffektiviseringar (Paulsson 2011).

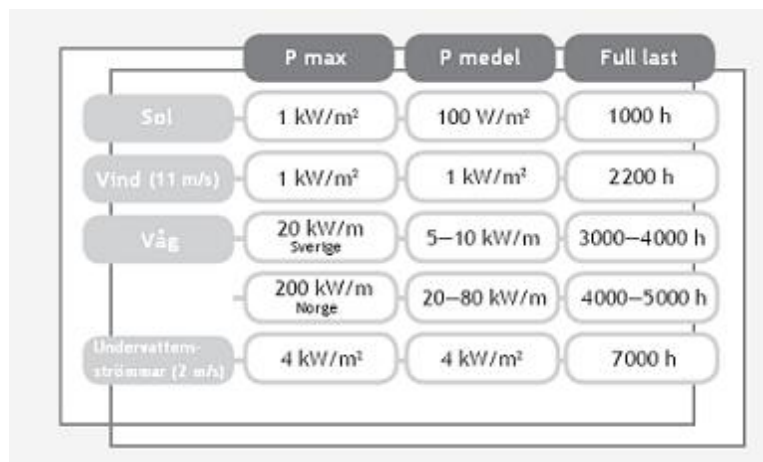
Det är fullt möjligt att kommunen äger vindkraftverk (eller annan förnybar energi) i övriga delar av landet (Forsberg 2011). Ett ägande utanför kommunen kan ha både

fördelar och nackdelar. Konkurrens om mark inom den egna kommunen minskar, däremot gör energiförlusterna genom transporten på elnätet detta till mindre energieffektivt (Paulsson 2011). Tjörn har bra förhållanden för lokal producerad el och därmed minimala energiförluster då de själva använder elen. Genom att förlägga produktionen lokalt skulle man även få fördelarna med arbetstillfällen när det gäller byggnation och drift.

4.VATTEN

Vatten kan utnyttjas på många olika sätt för energiproduktion. På Tjörn är den mest intressanta genom havets vågrörelser. Vågkraft är en oändlig men idag relativt utnyttjad energikälla. Det finns idag tre olika sorters tekniker i världen för att omvandla vågornas rörelse till elektricitet: vågaktiverade, oscillerande vattenkolumner och översköljande (Energimyndigheten 2011d). Dessa kan i sin tur delas in i kustplacerade, kustnära och offshoreplacerade vågkraftverk (ibid.). Potentialen för vågkraft tros vara stor (Seabased AB 2011a). Man har beräknat den årliga potentialen i världen till 10–15 000 TWh per år. Bara Östersjön har potential att täcka 18 % av Sveriges energiförbrukning (24 TWh för 2007). I Sverige beräknas potentialen till 10 TWh per år (ibid.). Vad gäller i Tjörns fall?

Jämfört med vindkraft så bedöms energitätheten per vågmeter vara ca 10 gånger större än vindens per kvadratmeter och dessutom är utnyttjandegraden även betydligt högre, ca 50 % av den installerade potentialen årligen (se figur 1) (Seabased AB 2011a).

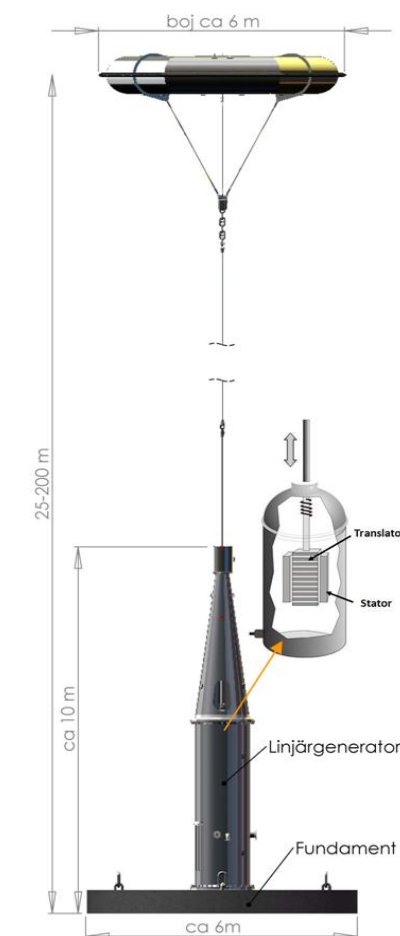


Figur 1: Grundläggande fysikalisk jämförelse mellan förnybara energislag. (P max= maximal effekt, P medel= genomsnittlig effekt över tid, Full last=timmar /år i drift om maximal produktion ägde rum konstant. 1 år= 8760 h) (Seabased AB 2011a).

Eftersom vågkraftverk har en hög genomsnittseffekt i förhållande till dess maxeffekt är förutsättningarna goda för att få bra lönsamhet. Dock är tekniken allt för ny för att kunna ge exakta siffror. Det som är närmast jämförbart är det vågkraftverk som ska stå klart i slutet av år 2011 i Sotenäs kommun i Bohuslän. Det kommer att vara ett vågaktiverat kraftverk som kommer att placeras offshore (2–40 km från land). Tekniken är optimerad för svenska förhållanden med relativt små våghöjder. Företaget Seabased

AB som är baserat i Lysekil ska stå för bygget och verket kommer i sin tur att drivas av Fortum. Kostnaden för verket kommer till hälften att betalas av energimyndigheten och sammanlagt sluta på ca 260 miljoner kr (Karlsson, M. 2011). Man räknar med att kunna tillverka elektricitet till en kostnad av 40–80 öre per kWh men att allt eftersom tekniken utvecklas komma ner till 50 öre per kWh, vilket gör vågkraften fullt konkurrenskraftig med vindkraften utan behov av stöd eller skattereduktioner (Waters 2011).

Sotenäs kommun har 9 200 invånare. Där ska man bygga en vågkraftspark (se figur 2) med 420 generatorer och en installerad effekt på 10 MW (25 kW per aggregat) (Seabased 2011b). Det kommer att ge en elproduktion på ca 25 GWh per år vilket motsvarar 1000 villors årliga elförbrukning. Anläggningen kommer att uppta en havsyta av 0,5 km² och beräknas ha en driftstid på 20 år. Rekommenderat djup är 20–100 m, men enligt tillverkaren Seabased AB är djup upp till 200 meter möjliga (ibid.).



Figur 2: Skiss över Seabased AB:s vågkraftgenerator (Seabased AB 2011d).

FÖRUTSÄTTNINGAR PÅ TJÖRN

Förutsättningarna för vågkraft på Tjörn är mer eller mindre identiska med dem i Sotenäs (Waters 2011). Problemet blir att hitta ett område som är utanför farlederna och de militära områden som finns runt Tjörn, samt undvika känsliga marina habitat (Waters 2011). Optimalt för Seabaseds vågkraftssystem är leriga platta bottenar som inte är allt för djupa (Waters 2011). I ett masters arbete gjort på Uppsala universitet,

undersöktes lokaliseringmöjligheterna för vågkraft längs Bohuskusten med hjälp av GIS. Efter att ha tagit hänsyn till alla tekniska möjligheter samt intressen återstod tre optimala områden på sammanlagt 26 km². Av dessa ligger ett 17–20 km från Rönnäng (5 km²). Om man fyllde detta område med vågkraftsaggregat skulle man kunna få ut en effekt på 75 MW. Dock är det kanske inte ekonomiskt rimligt just nu men potentialen är stor. Tjörns kommun är ansedd som en av de mest lämpade platserna på västkusten för vågkraft (Andersen 2006).

Det finns många fördelar med vågkraft. Först och främst är det en ren och oändlig energikälla (Waters 2011). Landskapsbilden störs väldigt lite eftersom bojarna till generatorerna är låga, samt oftast placerade flera kilometer från land. Med vågkraft får man också en betydligt mer stabil energikälla jämfört med till exempel vindkraft, då det går vågor på havet långt efter det slutat blåsa. Seabased som tillverkar vågkraftsystemen är etablerade i Lysekil och en kommersiell vågkraftspark ska stå klar i slutet av år 2011 i Sotenäs kommun (Waters 2011). Det betyder att företaget har en stark förankring i regionen och att möjligheterna för en utbyggnad längs med hela västkusten är utbredda. I och med detta kommer jobb skapas i regionen och en ny fabrik kommer inom kort att etableras.

Det som kan vara problematiskt med vågkraften är att det är en ny och relativt oprövad teknik (Seabased AB 2011c). Fortfarande finns en osäkerhet kring driftskostnaderna samt krävs det stora initiala investeringar. Vågkraften är även ett hinder för trålfiske. Ett annat potentiellt problem kan vara eventuella miljöeffekter även om den forskning som finns idag tyder på att vågkraft inte bidrar till någon betydande inverkan på miljön (Waters 2011). Man har snarare sett att det bildas artificiella rev på fundamenten som placeras i vattnet och det gynnar många arter av musslor och kräftdjur, samt ger skydd och nya födoplatser åt fiskar, fåglar och marina däggdjur.

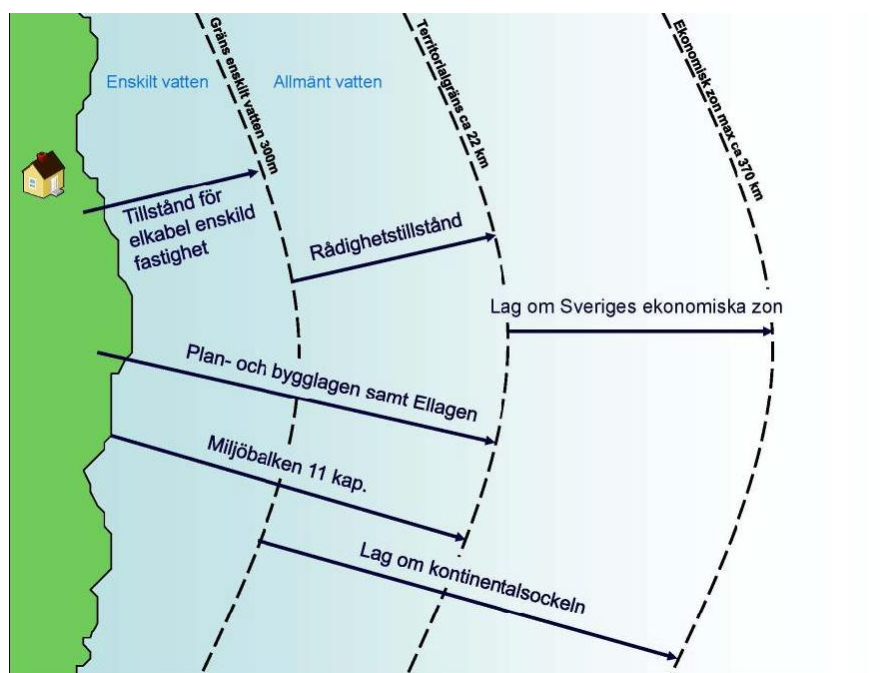
Motståndet mot vågkraft är litet. De som haft invändningar mot bygget i Sotenäs är trålfiskare. De har dock varit för få för att skapa en stark opinion. Under Stockholm Love 2010 visade Fortum upp sin vågkraftssatsning. I samband med att man visade upp vågbojen, presenterades en opinionsundersökning gjord av United Minds där 1000 svenskar varav ca 230 från Stockholmsområdet fått ge sin syn på vågkraft (Fortum 2010). I undersökningen ställde sig 40 % positiva till en ökad satsning på vågkraft. Av de tillfrågade var det främst Stockholmare (70 %) som ställde sig positiva till produktion av vågkraft inom hemkommunen. Vågkraften ses idag allmänt som ett bra alternativ till både sol och vind energi när det kommer till miljövänlighet. Det finns ett utbrett missnöje med utbyggnaden av förnybar energi då 70 % i Stockholmsområdet tycker att utbyggnadstakten är för långsam. Nära 40 % är mycket positiva till att vind- eller vågkraft byggs i hemkommunen. Oberoende av vart man bor i Sverige, så anser man att vågkraftsproduktionen bör vara belägen på västkusten. De flesta anser att staten bör satsa på att utveckla vågkraften och främja forskning inom området då 20 % skulle välja förnybar energi vid val av elleverantör och för hela 60 % skulle det till viss mån kunna påverka deras beslut (Fortum 2011).

LAGAR GÄLLANDE VÅGKRAFT

De regelverk som berör marina områden inom Sveriges ekonomiska zon innanför territorialgränsen regleras främst i miljöbalken (MB). Vågkraft saknar motsvarighet och praxis i svensk lagstiftning men

följer till viss del de lagar som berörs vid projektering av havsbaserad vindkraft samt i sin helhet i 11:e kapitlet i MB om vattenverksamhet. För att en vågkraftpark skall kunna få tillstånd måste verksamheten bl.a. uppfylla vissa grundläggande miljökrav enligt kapitel 2-5 i MB samt innehålla en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) enligt 6:e kapitlet. Ett antal olika tillstånd kommer att krävas för att uppföra en park för vågkraft med tillhörande kabeldragning. Då gränsen för enskilt vatten går vid 300 m från fastlandet kommer en vågkraftpark i de flesta fall lokaliseras i allmänt vatten. För nätanslutning och utlägg av en sjökabel från en vågkraftpark krävs nätkoncession för linje enligt 2:a kapitlet om ellagen. Utöver dessa tillstånd krävs ledningsrätt för elkabel på enskilt vatten, tillstånd enligt lagen om kontinentalsockeln för eventuella bottenundersökningar eventuellt bygglov och rådighetstillstånd för att utnyttja vattnet (se figur 3) (Seabased Industry AB 2009).

Enligt kapitel 6 i MB skall en tillståndsansökan för vattenverksamhet innehålla en MKB. En MKB skall utformas av verksamhetsutövaren och skall identifiera och redogöra en samlad bedömning av projektets påverkan på bl.a. människan och miljön. Innan en MKB upprättas ansvarar verksamhetsutövaren för att all erforderlig information har delgivits myndigheter, allmänhet och de som anses berörda samt inhämtat deras synpunkter på den planerade verksamheten. De berörda får genom samråd information och ges möjlighet att påverka projektet och lokaliseringen vilket är en viktig kvalitetssäkring bl.a. i tillståndsprövningen. Omfattning av samråd och MKB beslutas med avseende på projektets storlek och bedömd påverkan på omgivningen (Seabased Industry AB 2009).



Figur 3: Principskiss över berörd lagstiftning vid en etablering av vågkraft inklusive sjökabel (Seabased Industry AB 2009).

5.SOL OCH JORD

Det finns många olika sätt att ta tillvara på solens energi. De mest uppenbara möjligheterna är solceller och solfångare som ger elektricitet respektive värme. Andra alternativ är att använda lagrad solenergi i biobränslen genom förbränning i när- och fjärrvärmesystem eller att nyttja sol och jordvärme lagrade i berg, jord, sjöar, hav eller luft.

SOLCELLER

Med hjälp av solceller kan solljus omvandlas direkt till el i form av likström (Energimyndigheten 2010e). Omvandlingen av solenergi till elektrisk energi kräver ingen tillförsel av bränsle vilket innebär att tekniken är utan utsläpp. En solcell består av en skiva i ett tunt halvledarmaterial som genom exponering av solljus frigör elektroner och skapar en elektrisk ström (ibid.).

I Sverige är den effektiva produktionen från solceller 600–900 kWh per installerad kW och år, beroende på var och hur systemen monteras. Ett sådant system motsvarar en besparing på 600–1100 kr per år och installerad kW, räknat med dagens elpriser (Energimyndigheten 2011e). Kostnaden för solcellssystem i Sverige ligger i intervallet 40 000–150 000 kr per kW. En tumregel som brukar användas för solcellssystem av standardtyp är ca 50 000 kr (exklusive moms) per kW. Kostnaden för byggnadsintegrerade solceller ligger dock något högre (ibid.). Alla som installerar någon typ av elnätsanslutet solcellssystem har möjlighet till att ansöka om ett bidrag om 60 % (55 % för stora företag) av hela solcellsinstallationen, både material och arbete inkluderat (ibid.). Det maximala stödet per byggnad uppgår till 2 miljoner kr (ibid.).

Vid klart väder ger en kvadratmeter solceller ger ca 130 watt (ibid.). I dagsläget så finns ca 90 % av alla Sveriges solceller i små system som inte är anslutna till elnätet till exempel på fyrar, båtar och fritidshus. Både i Sverige och globalt så ökar dock andelen nätanslutna byggnadsintegrerade solceller (ibid.).

SOLFÅNGARE

Solfångare tar tillvara på solenergin genom att omvandla den till värme. Genom att solljuset får lysa på en matt svart yta så fångas värmen upp och transporteras sedan vidare med hjälp av en vätska eller gas som genom cirkulation kan användas för att värma upp ytor och producera varmvatten (Energimyndigheten 2011e). Enligt Energirådgivningen sparar solfångare cirka 50 % av energin som krävs för att värma varmvatten. I en genomsnittsvilla innebär detta en besparing på cirka 2500 kWh per år och bostad. Under 4–6 månader på sommaren kan ett solvärmesystem stå för mer än 90 % av en villas totala värme och varmvattenbehov (Energimyndigheten 2009b).

En solvärmeanläggning har en relativt hög installeringskostnad, men då energikällan är gratis och särskilt stöd för installation av solvärme kan sökas så finns det stor potential för att uppnå en god ekonomi genom satsningen (Energimyndigheten 2011e). Solvärmestödets storlek är beroende av solfångarens årliga värmeutbyte och lämnas I

princip med 2,50 kr per årligt producerad kWh (Boverket 2011). Stödet är begränsat till maximalt 7500 kr per lägenhet i småhus och maximalt 3 miljoner per projekt (ibid.). Energimyndigheten använder sig i ett exempel på lönsamhetsberäkning på 20 års avskrivningstid och en ränta på 5 % och uppger en solvärmekostnad på 60–100 öre per kWh, beroende på förutsättningarna. I ett 20-års perspektiv med ökande energipriser kan detta exempel vara konkurrenskraftigt (Energimyndigheten 2009b).

Tjörns kommun utgör idag redan ett av Sveriges solvärmstätaste områden varav de flesta satsningar är gjorda på småhus som komplement till uppvärmningen (VVS Fortum 2004). Mellan åren 2000-2007 så delades det ut så mycket som 5 bidrag per 1 000 invånare i kommunen vilket placerar kommunen på 6:e plats i andel bidrag per invånare i landet (Svensk solenergi 2008).

För att installera solfångare som monteras i takytan inom kommunens fritidsområden så krävs inget bygglov eller någon bygganmälan. Vid andra lösningar så kan dock bygglov och/eller bygganmälan krävas.

FJÄRR- OCH NÄRVÄRMESYSTEM

Fjärrvärme är en effektiv, relativt klimatsmart och miljövänlig uppvärmningsform. Den utgår från en fjärrvärmecentral som producerar hett vatten som värmer hela samhällen. Så kallad närvärme är samma princip men med ett mindre system och färre hushåll inkopplade. Fjärrvärme är idag den vanligaste uppvärmningsformen i Sverige, mer än hälften av alla bostäder och lokaler värms med fjärrvärme (Svensk Fjärrvärme 2010). Den är klimat- och miljöeffektiv eftersom den är relativt effektiv, ett värmeverk kan värma flera hundra eller tusen hushåll. Speciellt resurseffektivt är det om spillvärme används, från till exempel elproduktion eller industri.

Att få fjärrvärme inkopplat är oftast en dyr process (Svensk Fjärrvärme 2010). Den kräver att fastigheten sedan innan har ett vattenburet uppvärmningssystem, annars måste även det bytas (ibid.). Kostnaderna för att koppla upp sig till fjärrvärmenätet varierar mycket över hela Sverige, men kan vara allt från cirka 35 000–70 000 kr för en villa (ibid.). Priset på fjärrvärmen varierar även, i Stenungssund som ligger granne med Tjörn låg priset år 2010 till ett mindre flerfamiljshus till exempel på 63,12 öre per kWh medan det i Kungälv kommun låg på 78,39 öre per kWh (ibid.). Att bygga ut ett fjärrvärmenät är en kostsam process. Det är omöjligt att säga vad det utbyggnaden av nät exakt skulle kosta för Tjörn, det beror självklart på storleken av nätet och valet av uppvärmning. I landet uppgick det till exempel i Hässleholm till 116 miljoner kr, medan det i Mjällby beräknades till 40 miljoner kr (Nilsson 2006, Petersson och Klinthage 2010).

Tjörn har inte de rätta förutsättningarna för ett stort fjärrvärmenät eftersom bebyggelsen är mycket utspridd. Dessutom finns ingen stor industri eller annan större källa till spillvärme som skulle kunna göra fjärrvärme mer ekonomiskt försvarbart. Närvärme skulle däremot kunna utvecklas. Ström (2011) pekar i sin rapport främst på en utveckling av närvärme från bergvärme eller kraftvärme från förbränning av pellets.

Ett exempel på ett närvärmenät är Vimmerby Energi som för närvarande har ca 550 kunder anslutna till en förbränningspanna som går på biobränsle. Den levererar närvärme till ett pris av 76 öre per kWh (Vimmerby Energi och Miljö AB 2011).

BERGVÄRME

Bergvärme är en säker, förnybar och miljövänlig uppvärmningsteknik där själva värmekällan är kostnadsfri (Ström 2011). En bergvärmepump tar värme från ett eller flera ca 80–200 m djupt borrhål i berggrunden (Energirådgivningen 2011). Den värme som kan utvinnas är ca 145 kWh per meter borrhål och år. En bergvärmepump dimensioneras normalt för ca 90 % energitäckning medan den resterande så kallade "spetseffekten", produceras med en elpatron, elpanna eller dylikt (ibid.). Detta gör alltså att även bergvärme drar el. Värmekostnaden reduceras dock med upp till ca 60 % jämfört med direktverkande el. Det största problemet är dock under vintermånaderna, då kallare än - 6 °C ger svårigheter för bergvärmerna (Ström 2011).

En annan nackdel med bergvärme är de höga installationskostnaderna (ca 120 000 till 170 000 kr är vanligt för en villa) (Energirådgivningen 2011). En förutsättning för bergvärme är ett vattenburet värmesystem i fastigheten, annars kostar det ännu mer att byta till ett sådant. Värmepumpen måste även bytas efter 15–20 år medan borrhålet är funktionsdugligt i upp till 60 år (Ström 2011).

Tillstånd krävs även från kommunen för att borra efter bergvärme. I Tjörns fall satsas redan aktivt på bergvärme genom energirådgivningen (Palm 2011). Under ombyggnaden av kommunhuset installeras även bergvärme.

JORD/SJÖ/HAVSVÄRME

Jord- eller markvärme tas från en ca 500 m lång slang som grävs ned på ungefär 1 m djup, vilket kan ge värme motsvarande ca 30 kWh per meter slang och år (Energirådgivningen 2011). Ett jordvärmesystem är ca 10–15 000 kr billigare än ett bergvärmesystem, det vill säga det ligger i prisklassen runt 110 000 kr (ibid.). Sjö- och havsvärmepumpar tar på motsvarande sätt värme fast från närliggande vatten.

För Tjörns del skulle eventuellt havsnära fastigheter kunna ha nytta av havsvärme, men då krävs tillstånd av kommunen och dispens från strandskyddet vilket kan vara problematiskt. Ett annat problem är förankring av fritidsbåtar som kan riva upp slangarna från botten.

LUFTVÄRMEPUMPAR

Det finns olika sorters luftvärmepumpar. Gemensamt är att de precis som alla värmepumpar även behöver elektricitet för att fungera, hur mycket varierar däremot.

Frånluftsvärmepumpen återvinner värmen från den luft som lämnar huset och kräver för optimal funktion att byggnaden har ett mekaniskt ventilationssystem (Energirådgivningen 2011). Frånluftsvärmepumpar kan användas för uppvärmning av

både fastigheter och varmvatten. Beroende av vilken typ av frånluftsvärmepump som installeras minskar energianvändningen med 2 500 till över 9 000 kWh per år. På senare år har det även kommit kombinerade frånluftsvärmepumpar som tar värme från exempelvis en kortare jordslinga eller ett borrhål med ytterligare minskad energianvändning som resultat (ibid.).

Luft/luftvärmepumpar installeras normalt i hus med direktverkande elvärme och kan minska uppvärmningsbehovet är runt 20 %. De kostar ofta runt 25 000 kr (ibid.). På vintern vid temperaturer lägre än - 10 °C till - 15 °C måste de oftast stängas av.

De så kallade luft/vattenvärmepumparna är konstruerade för nordiska förhållanden och behöver precis som fjärr-, när-, samt bergvärmesystem fastigheter med ett vattenburet värmesystem (Energirådgivningen 2011). Kostnad är ca 80 000–110 000 kr. En luft/vattenvärmepump kan täcka ca 75 % av värme- och varmvattenbehovet men har precis som alla värmepumpar en elpatron eller motsvarande för att reglera spetseffekten. Detta innebär en slutlig reducerad värmekostnad med ca 50 %. En nackdel med detta system är att bullernivån från utomhusdelen ofta är högre jämfört med luft/luft-värmepumparna.



LUND
UNIVERSITY

**Internationella Miljöinstitutet vid Lunds universitet
P.O. Box 196, Tegnérplatsen 4,
221 00 Lund, Sweden
Tel: +46 46 222 0200
iiiee@iiiee.lu.se
www.iiiee.lu.se**