



Småskalig och förnyelsebar energi på Hållnäshalvön

– En förstudie i fyra förnyelsebara energikällor

Ett studentarbete i kursen Projekt och kommunikation i den agrara sektorn

Pernilla Björverud, Carl Andås, Cecilia Andersson, Sanae Sone Dy och Stina Kling

den 11 oktober 2020

Inledning

Detta dokument är en förstudie till projektet ”Småskalig och förnyelsebar energi på Hållnåshalvön” och innehåller övergripande information om fyra förnyelsebara energikällor. Projektet genomförs av fem agronomstudenter som går fjärde eller femte året på Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala och är en del av kursen Projekt och kommunikation i den agrara sektorn. Innehållet i denna förstudie ska verka som ett underlag inför den workshop som ska hållas som en del av projektet den 14/10. Tanken med detta är att deltagarna ska få ett underlag för att kunna bilda sig en grundläggande förståelse för energikällorna inför workshopen. De fyra energikällorna presenteras i ordningen solenergi, vågkraft, vindkraft och biogas. Samtliga avsnitts första stycke är en inledning av energikällan och ger en snabb introduktion till ämnet. Därefter följer en kort information om bland annat hur respektive energikälla fungerar, om det finns olika anläggningstyper, dess energiproduktion, kostnader och möjliga investerings- och produktionsstöd.

Solenergi

Användningen av solceller har ökat med åren. Faktum är att solceller användes redan på 70-talet på exempelvis båtar och sommarstugor (Energimyndigheten 2020), men var då mer rörlig och inte anslutet till det fasta elnätet. Dagens solceller är av större dimension tack vare lägre priser, nya tekniker och statligt stöd. Både antal anläggningar och installerad effekt har ökat. Antal anläggningar ökade mellan 2017-2018 med 10200 stycken och effekten mellan dessa år ökade med 180 MW (megawatt) (ibid.). Ett strategiförslag från energimyndigheten är att 5-10% av Sveriges elproduktion ska komma från solenergi år 2040, då Sverige ska ha en 100% förnybar elproduktion. Detta kan jämföras med dagens siffra som ligger på under 1%. Det finns alltså stora expansionsmöjligheter för solenergi. Solceller har relativt liten miljöpåverkan om man jämför andra alternativ som kol och olja (Energimyndigheten 2018a). Det behövs oftast inte någon mark utan det monteras på befintliga byggnader. De är tysta och kräver lite underhåll samt utsläppen är nästan obefintliga. Däremot är det själva tillverkningen som har större klimatpåverkan. De flesta solceller tillverkas i Kina där kol används i deras energisystem till stor del.

Hur fungerar det?

1. Solljus träffar solpaneler och det bildas likström i solcellerna som finns i varje solpanel (Eon 2020) (Vattenfall 2020). Likström rör sig i en oföränderlig riktning och kan liknas med ett rakt sträck (Fortum 2020). Strömmen har alltså en konstant elektrisk styrka och används därför ofta till batterier. Likström i solpaneler bildas genom att elektrisk spänning skapas mellan fram- och baksida på solcellen (Eon 2020) (Vattenfall 2020).



Figur 1 Illustration av solenergisystem. Källa: Eon (2020)

2. Likström skickas sedan till en växelriktare som finns monterad på fastigheten (Eon 2020). (Vattenfall 2020). Växelriktaren omvandlar likström till växelström. Växelström, till skillnad från likström, kan ändra riktning (Fortum 2020) och är det som används vardagligt i hushåll. Det är med andra ord det som finns i våra eluttag.
3. Solelen är nu färdig att användas i hemmet eller fastigheten. Du kan också ladda din elbil med denna (Eon 2020). Du kan antingen sälja överflödigt el som inte brukas till ett elbolag eller spara det i ett batteri för senare användning.

Vilka anläggningstyper finns det?

Det finns tre olika typer av solceller: monokristallina-, polykristallina- och tunnfilmssolceller (Energimyndigheten 2020a). Vilken typ av solcell som är bäst för ditt hus eller verksamhet kan bero på flera saker som exempelvis: utseende, pris, böjbarhet och byggnadens förutsättningar. På marknaden är de två första solcellsalternativen de som är mest attraktiva just nu. Anledning till detta är för att de är de mest energieffektiva (Sharma et.al 2015). För att förklara hur effektiva de olika solcellerna är så använder man sig av verkningsgrad. Det man menar med verkningsgrad är energin som utvinns av en naturresurs som sol, minus den energi som går till själva utvinnandet (Brant & Dale 2011). Simpelt beskrivet är det hur stor andel av solens strålar som transformeras till elenergi (Energimyndigheten 2018b). Alla tre solcellsalternativen beskrivs kort nedan.

Monokristallina solceller

Dessa solceller är rektangulära men med rundade kanter och svarta. De består av tunna skivor av kisel och av enstaka kristaller av kisel (Sharma et.al 2015). Verkningsgraden på dessa moduler ligger på runt 15–22% (Energimyndigheten 2020a).

Polykristallina solceller

Likt monokristallina solceller består polykristallina solceller av tunna skivor av kisel men av flera olika kristaller som är sammankopplade i en och samma solcell (Sharma et.al 2015). De är den mest ekonomiska solcellsvarianten. De polykristallina solcellerna är rektangulära och är mer blå, deras verkningsgrad ligger på mellan 15–17% (Energimyndigheten 2020a).

Tunnfilmssolceller

Den här varianten av solceller används inte lika ofta som de kristallina solcellerna (Energimyndigheten 2020a). Anledningar till det är att verkningsgraden är lägre och ligger på mellan 10–16%. De är även dyrare om man beräknar det på samma elmängd producerat som de andra solcellsvarianterna. Tunnfilmssolceller har dock flera positiva egenskaper, bland annat vilket är lägre materialåtgången lägre. De är även böjbara vilket gör att de kan monteras på

ytor där kristallina solceller inte kan. Det finns flera varianter av tunnfilmsolceller och de benämns utifrån vilka ämnen som används (Energimyndigheten 2020a; Sharma et.al 2015).

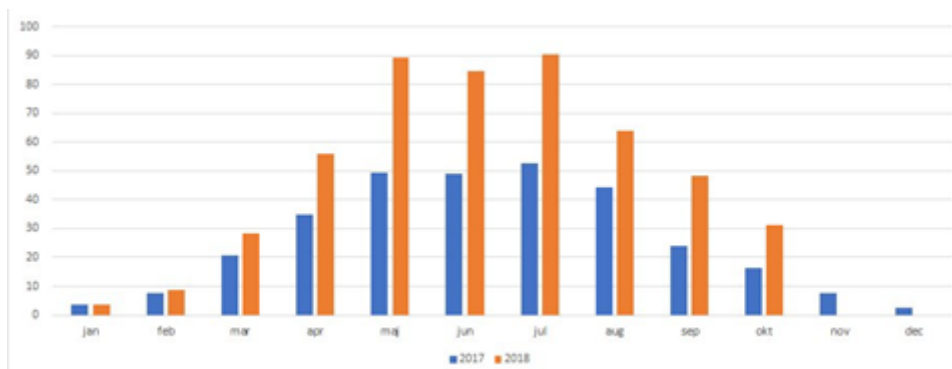
CdTe - ämnena kadmium och tellurid.

CIGS - ämnena koppar, indium, gallium och selen.

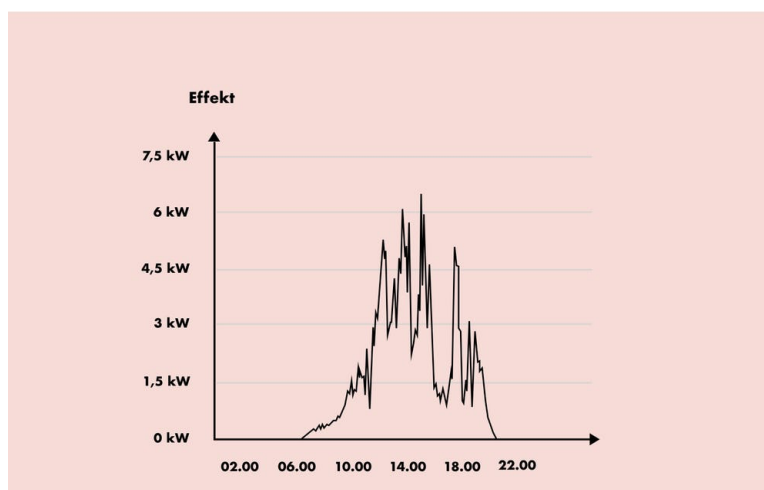
Solcellerna beskrivna ovan monteras som paneler och läggs på befintligt tak eller liknande (Energimyndigheten 2020a). Det finns dock andra varianter, exempelvis solceller som är integrerade i takmaterial och PVT (photovoltaic thermal hybrid solar collector), vilket är solpaneler som genererar både el och värme. Det fungerar så att två olika material finns i panelerna, där ena materialet kan ta tillvara el och de andra kan leda värmen.

Dimensionering och energiproduktion

Hur mycket el som produceras via solpaneler beror på exempelvis antal soltimmar i området. Soltimmarna kan variera mellan dag, år och timmar på dygnet (se figur sol 2 och 3) och beroende på placeringen av solpanelerna (Energimyndigheten 2019a). Här i Sverige produceras det nästan ingen solel alls på vintern på grund av våra få soltimmar, då måste solelsproducenter köpa in el istället.



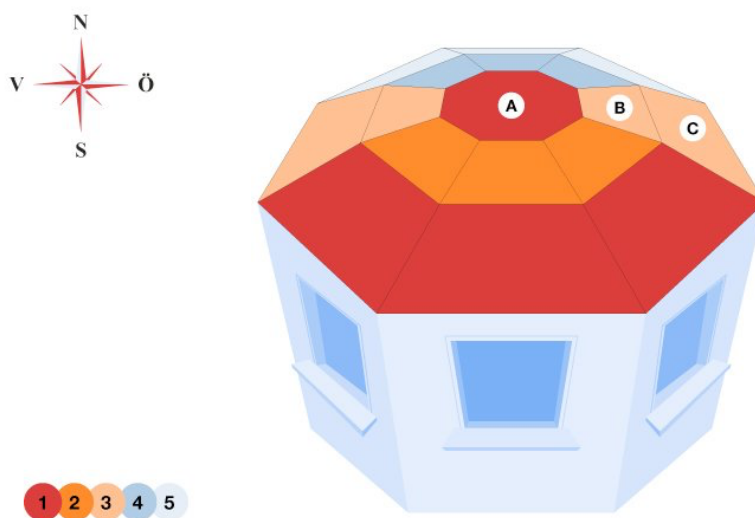
Figur 2 Brutto elproduktion per installerad effekt (kWh/kW) från solcellsanläggningar. Källa: Energimyndigheten (2019a)



Figur 3 Effekten från en solcellsanläggning en dag i augusti med växlande molnighet. Källa: Solcellskollen (2019)

Det som energimyndigheten (2019b) tar upp som avgörande för hur mycket el som produceras är: Skuggning, instrålning, takriktning och taklutning. I figur 4 illustreras det tydligt; att beroende på förhållandena takriktning och taklutning så produceras olika mycket el, där 1 är bästa läge och lutning och 5 sämsta läge och lutning.

Det som är problematiskt med solcellsanläggningar är att om anläggningen överstiger 255 kW i den sammanlagda installerade topeffekten så måste du börja skatta för elen, vilket gör att det inte blir lika lönsamt att ha större anläggningar än så (Energimyndigheten 2019c). En vanlig privat anläggning ligger på mellan 5–10 kW. Allt under 3 kW blir inte ekonomiskt försvarbart. För varje installerad kW får du ut ungefär 1000 kWh per år (Dalakraft n.d).



Figur 4 Hur takriktning och -lutning påverkar elproduktion från en solcellsanläggning. Källa: Energimyndigheten (2019b)

Specifika förutsättningar för solenergi på Hållnåshalvön

För att ta reda på om det är en möjlig lösning för Hållnåshalvön att använda sig av solenergi helt eller delvis krävs ett större arbete. Men vad som framkommit är att Hållnäs likt de flesta områden i Sverige har mest soltimmar mitt på dagen och mindre morgon och kväll. (Energimyndigheten 2019a; Europakommissionen 2019). Soltimmarna är också olika beroende på årstid och det gäller givetvis för Hållnäs med, exempelvis så är soltimmarna i december ca. 5 timmar och i juni är det ca. 13 timmar (Europakommissionen 2019). Användning av elektricitet är störst på morgonen och kvällen då det produceras minst solenergi. Utfallet blir då att överproducerad el går ut på nätet och att man behöver köpa in el på morgon och kväll (Energimyndigheten 2019a). En lösning skulle kunna vara att kolla på den gemensamma elförbrukning i Hållnäs under ett år och anlägga en solcellslösning för just den mängden el som används.

Kostnader för solenergi

Energimyndigheten (2019d) har tagit fram ett medelpris från år 2017 på 18 000 kr/kW och då ingår material och arbete. De har också beräknat att kostnaden med ROT-avdrag är 0,99 kr/kWh. Eftersom de vanligaste storlekarna för privatpersoner är 5–10 kW så kan vi räkna ut kostnaden för en anläggning på 5 kW och en på 10 kW.

- En anläggning på 5 kW skulle kosta 90 000 kr
- En anläggning på 10 kW skulle kosta 180 000 kr

För företag inom jordbruk, trädgård och rennäringarna är det beräknat på ett investeringsstöd på 20% och en anläggning på 100 kW där det inkluderat är arbete- och materialkostnader (ibid). Även detta är siffror från år 2017. Energimyndigheten kom fram till att kostnaden blev 11 000 kr/kW och produktionskostnaden blev 0,83 kr/kWh med investeringsstöd och 1 kr/kWh utan. För ett företag som installerar en anläggning på 100 kWh blir kostnaden 1,1 miljon kr.

Investeringsstöd för solenergi

Stöd som du kan få som privatperson är ROT-avdrag, det tidigare investeringsstödet som låg på 20% av investeringskostnaden är under förändring och går ej att söka för tillfället (Energimyndigheten 2020b). ROT-avdraget ligger på 30% av arbetskostnaden och blir alltså 9% av hela investeringskostnaden. Företag inom jordbruk, trädgård eller rennäring kan dock söka ett investeringsstöd hos Jordbruksverket där företagen får 40% av de stödberättigande utgifterna betalda om den budgeterade summan överstiger 100 000 kr (ibid).

Vågkraft

Haven består av enorma mängder vatten som rör sig i form av vågor. Elektricitet kan utvinnas i rörelse med hjälp av generatorer och eftersom haven nästan alltid är i rörelse finns stor potential i vågkraft (el.se 2019). Problemet är att havet är en oberäknelig plats och utvecklingen av kraftverk som kan motstå havets påfrestningar innebär stora utmaningar. Flera projekt är i rullning och tekniken går ständigt framåt (ibid.).

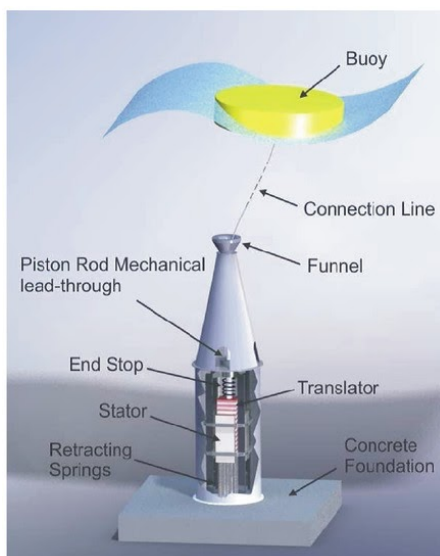
Hur fungerar det?

En konstruktion som visat sig robust är en boj som flyter på havets yta och fångar upp havets rörelser (Seabased 2020). Bojen är kopplad via en kabel som fäster till en generator. Vågorna flyttar bojen, som rör kabeln och magneterna i generatoren på havsbotten. Generatoren sitter förankrad i ett stort betongblock på havsbotten (ibid.). Ett ställverk under vattnet omvandlar elen till en form som är lämplig för nätanvändning (ibid.).

En möjlighet är att kombinera vågkraft med havsbaserad vindkraft. Vågorna rör sig inte i fas med vinden, utan kommer senare (el.se 2019). När det slutar blåsa kan vågkraften ta över och detta skulle i sin tur ge en mer kontinuerlig energiutvinning (ibid.).

Vågkraft är ett miljövänligt energialternativ då rörelseenergin är helt naturlig och inte medför några CO₂-utsläpp (el.se 2019). Europa Kommissionen (2014/08) anser att havet har stor potential till förnybar energi och ger EU en möjlighet att skapa en hållbar och trygg energiförsörjning, samt fler arbetstillfällen och ekonomisk tillväxt. Ökad utbyggnad av havsenergi kan bidra till att nå målet om minskade koldioxidutsläpp (ibid.).

Vilka anläggningstyper finns?



Figur 5 The wave energy converters (WEC) designad av Uppsala Universitet. Källa: UU

I dagsläget finns det åtminstone 4 olika sätt att utvinna energi på från vågor.

- Bojar som ligger på ytan och utsätts för vågornas kraft som sedan överför denna via ett fäste på botten där en generator sitter. Denna typ kallas för "The wave energy converters" och förkortas WEC. (el.se 2019)
- Bojar som liknar "ormar" eller andra strukturer som gungar runt på vattenytan och har en inbyggd generator, vilken fångar vågkraften. (el.se 2019)
- Bojar, propellrar eller vingar som befinner sig under ytan och fångar upp undervattensrörelser. (el.se 2019)
- Flottörer som är placerade på land som lyfts upp automatiskt vid för starka vågor (Eco wave power 2020)

Till skillnad från sol- och vindkraft finns ännu ingen standard för tekniken vilket försvårar utbyggnad i stor skala. (el.se 2019)

Energiproduktion och dimensionering

Det svenska företaget Seabased ledde projektet Sotenäs som bestod av 36 stycken flytande bojar med generatorer och var en av världens största vågkraftsparker (Seabased 2020). År 2016 levererades el under en kort period till det svenska elnätet via en 10 kilometer lång kabel placerad längs havsbotten (ibid.). Kraftverket hade en installerad effekt på 1 megawatt (MW) och målet var att utöka till 10 MW (forskning.se 2017). Detta innebär att 1 boj har en effekt på ungefär 28 kilowatt (KW). Varje boj väger omkring 3 ton och respektive betongplatta omkring 71 ton (Chatzigiannakou *et al.* 2017). Dimensionering görs dock utifrån placeringens förutsättningar och varierar beroende på bland annat djupet (ibid.). Verksamheten i Sotenäs gick i konkurs år 2019 men har efter detta anordnat vågkraftsparker både i Norge, Finland och Ghana (Seabased 2020). I Ghana har företaget skrivit kontrakt för att bygga ut till det befintliga vågkraftverket till kraftverk som ska generera 100 MW (ibid.).

Ett annat företag vid namn Eco wave power grundade landbaserade vågkraftverk (Eco wave power 2020). Denna konstruktion kan vara mer kostnadseffektiv då installation och reparation inte kräver båt, dykare och kablar placerade under vattnet. Företaget blev nyligen redo för kommersiell uppstart med utbyggnad av kraftverket i Gibraltar till 5 MW och planerar att bygga till ett nytt kraftverk i Storbritannien på 10 MW (ibid.).



Figur 6 Landbaserade vågkraftverk. Källa: Eco wave power 2020

Gemensamt har dessa typer av vågkraftverk att en enhet ger en begränsad mängd el och det krävs flera installerade enheter för att nå upp i högre elproduktion (Chatzigiannakou *et al.* 2017).

Kostnader för vågkraft

Den beräknade kostnaden (effekt på 10 MW) för vågenergi ligger mellan 3,6 kr/kWh och 6,6 kr/kWh (SI Ocean 2014). Det är svårt att få finansiering på grund av av höga kostnader för teknik, installation och service (Chatzigiannakou *et al.* 2017; Europakommisionen 2014/08). Kostnaden för producerad el är därav hög men beräknas sjunka i takt med att tekniken utvecklas och blir mer tillförlitlig (Europakommisionen 2014/08).

Finns det redan i närheten?

Nej, än så länge finns inga vågkraftverk som levererar kommersiell el i Sverige.

Specifika förutsättningar för vågkraft på Hållnåshalvön

Hållnåshalvön har goda förutsättningar för vågkraft med sin långa kust, starka vindar och kraftiga vågor. Det skulle dessutom inte förfula miljön på samma sätt som ett vindkraftverk då vågkraftverken placeras längs ytan ute till havs.

En negativ aspekt är att det i dagsläget inte finns mycket vetenskap kring påverkan på det marina växt- och djurlivet (Europakommisionen 2014/08). En studie av Andersson (2010) visar på att det råder brist på hårda material i havet och att positiva effekter för djur- och växtliv visats då de har etablerat sig på betongfundamenten. Vågenergi har lägre ljudnivåer än exempelvis havsbaserad vindkraft och ligger på <140 dB (Slabbekoorn *et al.* 2010). Detta kan dock orsaka stress hos vissa arter och försvåra dess kommunikation, men mer forskning behövs (*ibid.*).

Investeringsstöd

I ett meddelande från Europakommisionen (2014/08) beskrivs branschen som nyetablerad och i en RD&D-fas, vilket kan förklaras som forskning-, utveckling- och demonstration fas. Om projekten som är igång genomförs kan dessa tillsammans ge en effekt på 2 GW och kan då leverera el till 1,5 miljoner människor runt om i Europa (*ibid.*). Det finns ett finansieringsprogram "NER300" som tilldelade 60 miljoner kronor till 3 havsenergiprojekt (*ibid.*). Europakommisionen bidrog med statligt stöd åt företaget Seabased här i Sverige (Nyteknik 2011). EU är positiva till vågenergin och ger bidrag till forskning och utveckling där förhoppningen är att vågkraftverken kan bli en kostnadseffektiv, hållbar och stabil förnybar energikälla (Europakommisionen 2014/08).

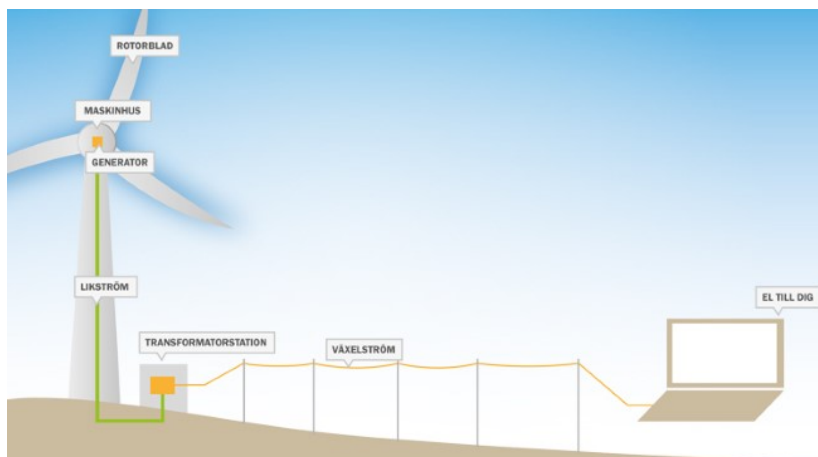
Vindkraft

Vindkraft har tidigare använts i form av väderkvarnar och pumpstationer, som i modernare tid har utvecklats till vindkraftverk som man använder sig av idag (Ekholm 2011). År 2018 stod vindkraften för 10% av Sveriges elproduktion (SCB 2020), men den stiger snabbt. Från år 2000 till år 2018 har vindkraftsproduktionen stigit från att producera 457 GWh (Gigawattimmar) till 16 623 GWh per år.

Hur fungerar det?

Den rörelseenergi som skapas när vind och varm luft förs in i ett vindkraftverks rotorblad (även kallat vingar) är det som får dem att snurra. Kraften från rörelseenergin går då vidare till generatoren som i sin tur omvandlar rörelseenergi till elektrisk energi (Jämtkraft 2020).

Placering av vindkraft i landskapet



Figur 7 Illustration av vindkraftssystem. Källa: Jämtkraft 2020).

I länsstyrelsens rapport *VindkraftverkHandledning för kommunerna* (2010) nämns det att vindkraftverk ej kan stå för tätt då det skulle innebära att de skulle stå i varandras vindskugga (ibid.). Vindkraftverk kan placeras på både i vatten och på land. Fördelen med en placering i vatten är att tillgången till vind ökar.

Nackdelen är att även anläggningskostnaderna skulle göra detsamma. Vidare menar rapporten att det är svårt att transportera ut vindkraftverket till önskad plats i hav. Fördel med att placera vindkraftverk på land är att anläggningskostnaden blir mindre och att det är enklare att transportera vindkraftverken till önskad plats (ibid.). Några negativa aspekter med vindkraftverk på land är att landskapsvyn kan försämrats och fågellivet skulle kunna störas. Dessutom låter vindkraftverk vilket kan påverka personer som bor nära.

Miljöpåverkan av vindkraft

I Länsstyrelsens rapport (2010) nämns att själva elproduktionen ej ger något nämnvärt miljöutsläpp. En miljömässig nackdel med vindkraftverk är att det kan innebära ett stort slitage på vägarna vid installationsarbetet. I Uppsala kommun är det inte omöjligt att ett beredningsarbete skulle krävas vid en eventuell vindkraftsetablering (Länsstyrelsen 2011b). Det behövs en stor areal vid byggplatsen när vindkraftverk etableras vilken kan innebära ett

slitage på marken. Dessutom behövs det mobilkranar och parkering vid byggplatsen av vindkraftverket (Länsstyrelsen 2010). Sammanfattningsvis är produktionen och installationen av vindkraftverk något som kan innebära slitage på miljön där arbete genomförs, men väl etablerat har elproduktionen i sig låg miljöpåverkan (ibid.).

Dimensionering och elproduktion

I tabellen nedan görs en jämförelse av dimensionering och elproduktion mellan ett stort och litet vindkraftverk. Den högsta årsproduktionen på ett litet vindkraftverk är 100 000 kWh medan gränsen för ett stort ligger på 5000 MWh (Länsstyrelsen 2010). Ett vindkraftverk producerar el vid vindstyrkan 4–25 m/s (Länsstyrelsen 2011b). Vid högre vind stängs vindkraftverket av. Maximal produktion sker vid vindstyrka 12–14 m/s (Jämtkraft 2020). Högre vindstyrkor är inte ekonomiskt lönsamt och därmed är det inte värt att bygga vindkraftverk för elproduktion vid högre än 12–14 m/s (ibid.).

Tabell 1 Tekniska och produktionsdata för vindkraftverk av olika storlek. Källa: Länsstyrelsen 2010

	Effekt	Turbindiameter	Tornhöjd	Totalhöjd	Årsproduktion <i>exempel</i>
Exempel på små verk					
Hannevind	2,2 kW	3,5 m	12 - 18 m	14 - 20 m	3–5000 kWh
	11 kW	10 m	21 - 27 m	26 - 32 m	20 000 kWh
	45 kW	18 m	27 - 33 m	36 - 42 m	100 000 kWh
Exempel på stora verk					
Vestas	850 kW	52 m	44 - 74	70 - 100 m	2100 MWh
	2 MW	80 m	60–100 m	100 - 140 m	5000 MWh

Vilka anläggningstyper finns det?

De fyra provningsklasserna för vindkraftverk som kan upprättas på land är Miniverk, gårdsverk, medelstora anläggningar och stora anläggningar (Länsstyrelsen 2011b). På vatten finns det två provningsklasser, en för svenskt vatten och en för internationellt vatten.

Tabell 2 nedan är en förenklad version av Länsstyrelsen i Uppsalas (2011b) tabell över definitionen och de tillstånd som krävs för respektive provningsklass.

Tabell 2 Prövningsklasser för vindkraftsanläggningar av olika dimensioner. Källa: Länsstyrelsen 2011b

Prövningsklass	Definition	Tillstånd
Miniverk	<ul style="list-style-type: none"> • Totalhöjd under 20 meter • Rotordiameter om max 3 meter • Placerad på ett avstånd från fastighetsgräns som är större än kraftverkets höjd över marken • Ej fastmonterad på en byggnad 	Inga tillstånd krävs
Gårdsverk	<ul style="list-style-type: none"> • Totalhöjd 20-50 meter • Rotordiameter större än 3 meter • Placerad på ett avstånd från fastighetsgräns som är mindre än kraftverkets höjd över marken • Fastmonterad på byggnad 	Bygglov
Medelstora anläggningar	<ul style="list-style-type: none"> • Ett vindkraftverk med totalhöjd på över 50 meter • Två eller fler vindkraftverk som står tillsammans (gruppstation) • Ett vindkraftverk som står tillsammans med ett annat vindkraftverk, om verksamheten påbörjas efter att verksamheten med det andra vindkraftverket påbörjades. 	Bygglov, anmälan om miljöfarlig verksamhet enligt miljöbalken
Stora anläggningar	<ul style="list-style-type: none"> • Två eller fler vindkraftverk som står tillsammans (gruppstation) och vart och ett av vindkraftverken har en totalhöjd högre än 150 meter. <p>Eller:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sju eller fler vindkraftverk som står tillsammans (gruppstation) och vart och ett av vindkraftverken inklusive rotorblad är högre än 120 meter. 	Tillstånd för miljöfarlig verksamhet enligt 9 kap. miljöbalken, kommunens tillstyrkan
Svenskt vatten	<ul style="list-style-type: none"> • Vindkraftverk uppförda i vattenområde inom Sveriges sjöterritorium. Territoriet sträcker sig som mest 12 nautiska mil ut (ca 22,2 km) från kusten. 	Tillstånd för vattenverksamhet enl. 11 kap. miljöbalken, kommunens tillstyrkan
Internationellt vatten	<ul style="list-style-type: none"> • Vindkraftverk utförda utanför Sveriges sjöterritorium (som mest 12 nautiska mil utanför kusten, d.v.s. ca 22,2 km) men inom Sveriges ekonomiska zon. 	Tillstånd enligt lagen om Sveriges ekonomiska zon

Kostnader för vindkraft

Energimyndigheten (2016) har sammanställt en rapport över produktionskostnader för vindkraft i Sverige. Kostnaderna räknas i kr/kilowattimme (kWh) och är avgränsad till att gälla vindkraft på land. Den är även avgränsad till att endast innefatta vindkraftverk som har en höjd på omkring 200 meter, med motiveringen att detta är den vanligaste höjden på vindkraftverk upprättade idag (ibid.). Produktionskostnaderna i denna rapport kan därför inte med säkerhet vara applicerbara på mindre vindkraftverk som exempelvis miniverk eller gårdsverk, då de inte överstiger 50 meter i höjd (Länsstyrelsen 2011b). Rapporten är den andra som energimyndigheten har släppt på ämnet (den första släpptes 2014) och den visar att kostnaderna för vindkraftsetablering sjunker i takt med den snabba teknikutvecklingen (ibid.).

Enligt energimyndighetens rapport (2016) ligger produktionskostnaderna för upprättande av vindkraft på 0,30 kr/kWh till 0,80 kr/kWh. Faktorer som påverkar kostnaderna är exempelvis vindresursen på den valda platsen, turbinens tekniska egenskaper och avkastningskravet (ibid.).

Vindkraft idag på Hållnäshalvön

Idag finns det enligt näringslivsutvecklare Petra Kessler på Tierps kommun inga större bygglovspliktiga vindkraftverk i kommunen utöver några gårdsverk. Det är värt att notera att kommunen inte behöver bli informerade vid upprättandet av miniverk eftersom dessa inte kräver bygglov, vilket innebär att det kan finnas även miniverk på Hållnäshalvön. Utöver dem kommer det troligen sättas upp ett vindkraftverk för ett forskningsprojekt på Ångströmlaboratoriet i Uppsala till våren 2021. Detta kommer i sådana fall ligga vid E4an. Det finns med andra ord inte mycket existerande vindkraft på Hållnäshalvön idag.

Specifika förutsättningar för vindkraft på Hållnäshalvön

Elnätet

Uppsala län planerar en mindre effektökning av elnätet i länet till 2023. Nästa stora utökning kommer ske först 2030 (Länsstyrelsen 2011a). Detta är något som kan tänkas bli relevant vid ett eventuellt upprättande av lokal elproduktion. Rapporten menar att en utbyggnad av vindkraftverk kan kräva en förstärkning av elnätet, vilket i sin tur skulle innebära långa tillståndsprocesser.

Det finns tre nivåer av elöverföringsnät i Sverige: Nationella stamnätet (ägs av staten), regionnätet (ägs av fåtal företag, ex. Vattenfall och E.ON.) och lokalnätet (ägs bland annat av företag, kommun eller ekonomiska föreningar) (Länsstyrelsen 2011b). Regionnätet - som i Hållnäshalvöns fall är Vattenfall - är länken mellan stamnätet och lokalnätet. Enligt Länsstyrelsen rapport menar att "en tumregel är att enskilda verk och mindre parker kan anslutas till lokalnätet." (ibid. s 31). Parker på 10 till några hundra MW ansluts generellt till

regionnätet och större än så till stamnätet. I fallet för Hållnåshalvön är det antingen en anslutning till lokalnätet eller regionnätet som skulle bli aktuell. Fördelen med att hålla skalan liten nog att kopplas till lokalnätet skulle vara att detta i sådana fall skulle kunna ägas av ett bygdebolag.

Vindkapacitet

Länsstyrelsen i Uppsala län gjorde 2011 en utredning av vindkraft i länet (Länsstyrelsen 2011b). Då gjordes bland annat en kartläggning av de olika kommunernas riksintressen och vindförhållanden. Kartläggningen över Tierps kommun visar att Hållnåshalvön har en årsmedelvind på 6,5–7 m/s på 72 m över marknivån, vilket innebär goda förutsättningar för vindkraft (ibid.). Vindhastigheten som krävs för att vindkraftverk ska kunna utvinna energi är 4–25 m/s (ibid.).

Natur- och kulturvärden

Länsstyrelsens lyfter i sin rapport om vindkraft i Tierp, Östhammar och Älvkarleby kommuner (2011b) att “Av Tierps kommuns kuststräcka är det för stora konflikter för storskalig vindkraftsetablering på Hållnåshalvön med dess höga kultur- och naturvärden.” (ibid. s 11). Hållnåshalvön står med andra ord inför en del hinder när det kommer till etableringen av vindkraft.

Länsstyrelsens rapport (ibid.) lyfter vidare att fladdermöss är särskilt utsatta för vindkraftverk i Tierps kommun. Fladdermöss kan ta skada av vindkraftverk då de ofta flyger nära dem i jakt på föda (insekter som dras till värmen som verket avger). Hållnåshalvöns kust är klassad som att ha goda förutsättningar för fladdermöss, men bortom land är förutsättningarna mindre goda. Detta betyder att vindkraftverk ute till havs från Hållnåshalvöns kust skulle innebära minst risk för att skada fladdermöss. Vidare flyger de inte gärna när vindstyrkan överstiger 5 m/s, så en alternativ lösning på problemet kan också vara att ställa in snurrorna på att stanna när vindstyrkan understiger det (Länsstyrelsen 2011b).

Även fåglar kan löpa risk att ta skada av vindkraftverk. Enligt en syntesrapport från Naturvårdsverket (2011) kan fåglar ta både direkt och indirekt skada från vindkraftverk - direkt genom att de kan flyga in i den och indirekt genom att de stör fåglarnas livsmiljö. Rapporten pekar vidare på att det enklaste sättet att undvika detta (för fåglar så väl som fladdermöss) är att undvika att placera vindkraftverken i områden där koncentrationen av fåglar och fladdermöss är hög (ibid.).

Investeringsstöd för vindkraft

Det finns möjligheter för att söka investeringsstöd för upprättandet av vindkraft. De skiljer sig åt beroende på om det är ett företag eller en privatperson som upprättar det.

För privatpersoner

Privatpersoner kan söka stöd från länsstyrelsen för att producera och lagra egenproducerad förnybar el (Energimyndigheten 2020). Bidraget avser att täcka kostnader för exempelvis batteri, kablage, kontrollsystem, smarta energihubar och arbete (SFS 016:899). Bidraget kan högst täcka 60% av de bidragsberättigande kostnaderna, men kan dock max vara 50 000 kr (ibid.). Det är inte möjligt att kombinera stödet med andra offentliga stöd, som exempelvis ROT-avdraget (Energimyndigheten 2020). Sammanfattningsvis innebär länsstyrelsens stöd för att producera och lagra egenproducerad att man kan få ut max 50 000 kr i stöd för upprättandet och installationen av sitt vindkraftverk samt att man därmed inte kan söka andra offentliga stöd för samma åtgärd.

Privatpersoner som producerar mer el än de förbrukar kan ansöka om ett elcertifikat (Energimyndigheten 2020). Det är ett system som ämnar att främja förnybar elproduktion genom att staten delar ut ett elcertifikat till producenten för varje producerade megawattimme. Detta kan producenten sedan sälja på en öppen marknad och på så sätt få en löpande inkomst från sin energiproduktion (Vattenfall 2020).

För företag

Landsbyggsföretag som vill upprätta vindkraftverk kan söka Jordbruksverkets investeringsstöd för förnybar energi (Jordbruksverket 2020a). Det täcker kostnader med fasta fakturerings- och betalningsdatum, som till exempel inköp av material och tjänster. Stödet täcker högst 40% av de stödberättigade kostnaderna, som måste vara minst 100 000 kr för att stödet ska få sökas (ibid.). Stödet har dock varit stoppat sedan den 9 april 2020, då bidraget söktes mer än beräknat och landsbygdsprogrammet tvingats göra prioriteringar för att hålla sin budget (Jordbruksverket 2020b). Då landsbygdsprogrammet förnyas 2021 för en ny period kan Jordbruksverket i dagsläget inte ge besked om när eller hur stödet kommer återkomma. Det kommer först stå klart när nästa period inleds 2021 (ibid.).

För föreningar

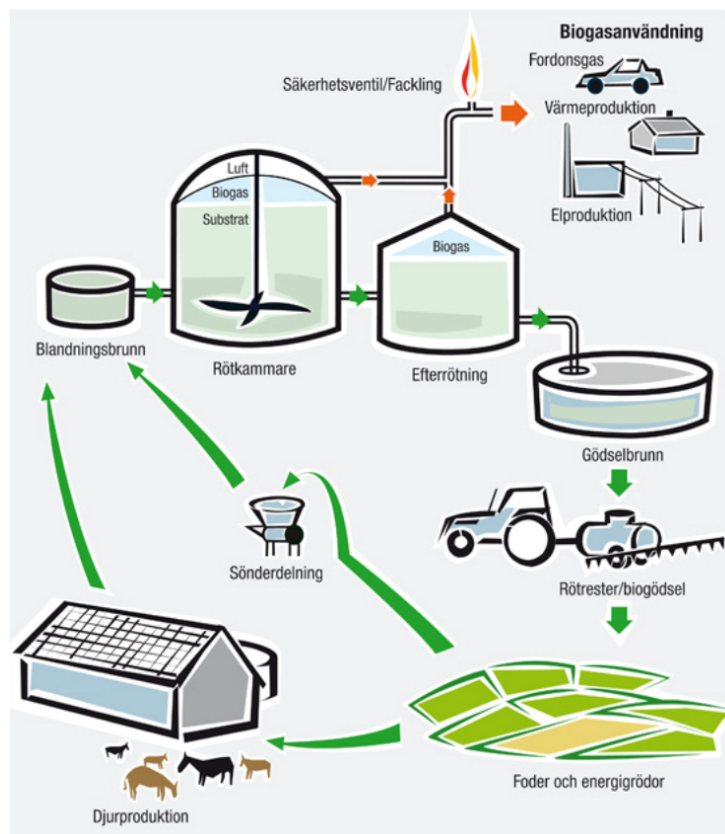
Inom landsbygdsprogrammet finns det även möjlighet att söka finansiellt stöd för projekt som bidrar till utveckling inom ett område (Jordbruksverket 2020c). Stödet kallas för Leader och kan sökas av föreningar eller företag. Sverige är uppdelat i olika Leaderområden, som ansvarar för projekt och ansökningar inom sitt område. Projektstöd kan sökas för hela projektets stödberättigade kostnader, men 20% betalas först ut efter projektens slut (ibid.). Det innebär att projektsökarna måste kunna lägga ut för 20% av projektets kostnader, något som skulle kunna göras exempelvis genom ett bygdebolag eller crowdfunding. Hållnåshalvön tillhör Leaderkontoret Nedre Dalälven och det är också därigenom som projektet Framtid Hållnäs har fått sitt projektstöd (Leader Nedre Dalälven 2019). En ideell förening (ny eller redan existerande) som skulle vilja upprätta vindkraftverk för hela eller delar av Hållnåshalvöns elförsörjning kan tänkas ha goda förutsättningar för att få stöd av Leader.

Biogas

I en biogasanläggning utvinns metan ur ett biologiskt substrat. Substratet kan sedan användas som biogödsel. Processen utförs både på stor och liten skala idag, den är mångsidig då den kan bidra med både hållbar el, värme samt växtnäring. På gårdsnivå har en biogasanläggning minskat gårdens växthusgasutsläpp i samtliga fall där de introducerats (Ahlberg-Eliasson 2015) och har bedömts som en central del i ett hållbart Sverige (SOU 2019:63). Lönsamheten är dålig i skrivande stund, bland annat på grund av ett lågt elpris och förmånliga premier för dansk biogas i Sverige (Ahlberg-Eliasson 2015, Andersson 2020). Dock är nya stöd för biogasproduktion föreslagna och på tur att tas upp av regeringen (Regeringen 2020).

Hur fungerar det?

Biogasprocessen går ut på att biologiskt material (exempelvis stallgödsel, ensilage, matavfall) bryts ned i en serie av mikrobiologiska processer till huvudsakligen metan (CH_4) och koldioxid (CO_2) (Schnürer & Jarvis 2017). Schematiskt beskrivet består en biogasanläggning av en skruv



Figur 8 Illustration av ett gårdsbaserat biogassystem. Källa Christensson *et al.* 2009

eller en pump som matar in substratet till en blandningsbrunn där substratet samlas upp och eventuellt hygieniseras om flera gårdar bidrar med substrat. Nästa steg i processen är själva rötningen, vilket sker i en så kallad rötkammare. Här sker majoriteten av den mikrobiologiska aktiviteten, substratet rörs om för att öka kontaktytan för mikroberna och en jämn temperatur eftersträvas för att mikrobernas tillväxt underlättas (Christensson *et al.* 2009; Schnürer & Jarvis 2017).

Beroende på hur svårrotat substrat som anläggningen är designad för kan nästa steg vara en efterrötkammare. Även där sker en viss mikrobiell aktivitet och gasen samlas upp och leds ut genom ett rör i kammarens tak. Rötresten samlas

sedan upp i en täckt brunn (Christensson *et al.* 2009).

Rötresten kan sedan användas som gödsel. Jämfört med orötad stallgödsel är rötrest generellt mer utspädd och har lägre andel organiskt bundet kväve, beroende på substratets ursprungliga vattenhalt respektive vilken typ av stallgödsel som rötas. Detta innebär för det första något högre transport- och spridningskostnader, men för det andra ett snabbare näringsupptag för växten jämfört med orötad stallgödsel (Salomon & Wivstad 2013). Biogasen antingen förbränns i en stationär motor med generator för elproduktion med värmeväxling, förbränns i gaspanna för enbart värme eller vidareförädlas till fordonsgas (Ahlberg-Eliasson 2015; Christensson *et al.* 2009).

Vilka anläggningstyper finns det?

Funktionsmässigt kan rötningsanläggningar variera på tre sätt: *antal röt-kammare*, *vattenhalt i röt-kammaren* och *rötningsintervall*. Antal röt-kammare kan vara en eller flera. Att ha flera beror antingen på att substratet är svårrotat och att man således vill dela upp rötningen i en huvud- och en efterröt-kammare, eller att man driver flera rötningsprocesser samtidigt (Nizami & Murphy 2010). Systemet med huvud- och efterröt-kammare kan liknas vid en seriekoppling av röt-kammare, medan det senare är en parallellkoppling.

Substratets vattenhalt bestämmer i mångt och mycket vilken vattenhalt som ska råda i röt-kammaren och får konsekvenser för vilket system för omrörning man väljer. Man skiljer på våtrötning, där substratet behöver vara pumpbart och hålla en torrsubstanshalt på <10%, och torrrotning där halten kan vara långt högre (Christensson *et al.* 2009; Nizami & Murphy 2010). Med rötningsintervall avses här om rötningen sker kontinuerligt eller satsvis. Anläggningar för satsvis rötning är billigare att bygga än anläggningar för kontinuerlig rötning och kan svälja mer substrat per röt-kammarvolym och tidsenhet (högre så kallad organisk belastning) men passar sämre än den senare för våtrötning (Nizami & Murphy 2010).

Valet av rötningsteknik och anläggningstyp kommer alltså i mångt och mycket an på vilket substrat som är tilltänkt. För gårdsanläggningar undersökta av Hushållningssällskapet år 2015 var flytgödsel det vanligaste substratet och anläggningar dominerades av kontinuerlig våtrötning med eller utan efterröt-kammare (Ahlberg-Eliasson 2015).

Dimensionering och energiproduktion

Vid dimensionering av en biogasanläggning används formeln:

Organisk belastning (kg TS / m³ d) = F x C/V där

F=flöde (ton/d)

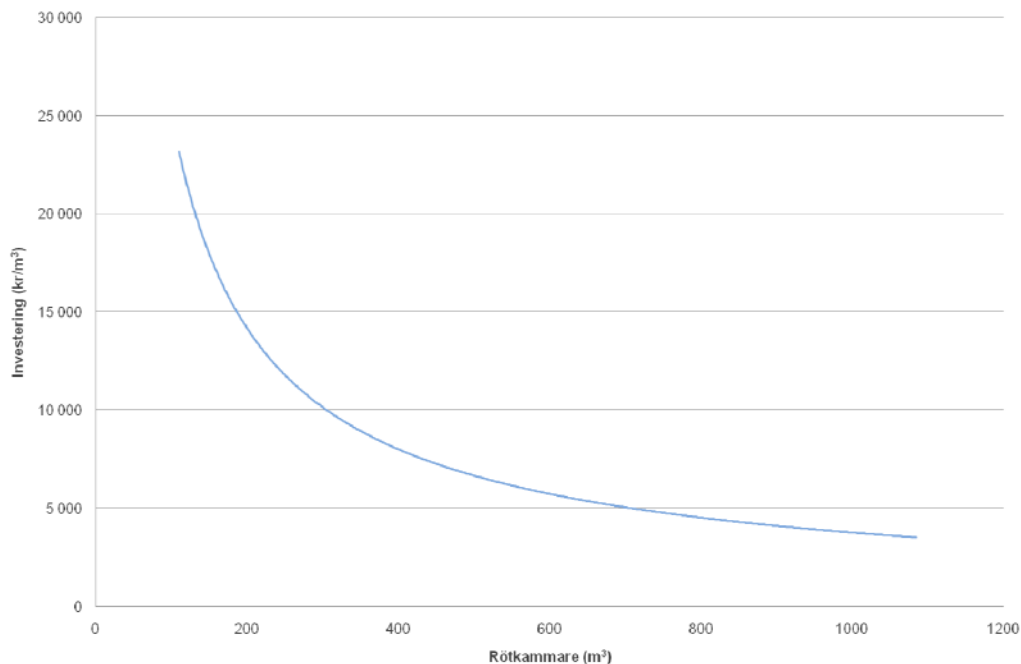
C=koncentration (kg TS / m³)

V=röt-kammarvolym (m³)

En annan viktig parameter är den *hydrauliska uppehållstiden*, d.v.s. den teoretiska tid det för substratet att passera genom rötningsanläggningen. Den beräknas enligt:

Hydraulisk uppehållstid = V/F

Som räkneexempel använder Christensson *et al.* (2009) en grisgård med suggor och slaktvinsproduktion där mängden flytgödsel beräknas till 7300 ton/år. För att röta den mängden substrat behövs en röt-kammarvolym på 400–800 m³ beroende på om målet är hög mängd gas per viktenhet substrat eller stor rötningskapacitet. Christensson *et al.* (2009) har jämfört investeringskostnaderna för tre gårdsbaserade anläggningar, vilket beskrivs i nedanstående graf. Som framgår minskar kostnaden per m³ med ökande röt-kammarvolym.



Figur 9 Investeringskostnader för varierande röt-kammarvolym. Källa: (Christensson *et al.* 2009)

Mängden metan som kan produceras av en viktenhet substrat (metanpotential) varierar mellan substrat och kan mätas i Nm³/ton TS. Med Nm³ avses kubikmeter gas under normaltryck (vanligen med en CH₄-halt strax under 60% oförädlad). Generellt har fettrika restprodukter från animalier såsom slaktrester och vassle högre metanpotential än fibrösa substrat som halm eller vall. De förra kan ligga i häraden 300–500 Nm³/ton TS, vall och halm 150–350 samt flytgödsel mellan 150–200.

En Nm³ oförädlad biogas motsvarar ca 6 kWh (Christensson *et al.* 2009) och de motorer som används vid elproduktion av gasen håller i snitt en verkningsgrad på 30% (Hårsmar 2014). 7300 ton svinflyt (9% TS) skulle alltså motsvara:

$$7300 \text{ ton} \times 0,09 \times 150 \text{ Nm}^3/\text{ton TS} \times 6 \text{ kWh/Nm}^3 \times 0,3 = 177\,390 \text{ kWh}$$

På Hållnåshalvön finns tre mjölkgårdar varav två har uppbounden lagård (<50 mjölkande). Utöver det finns ett tiotal mindre nötköttsbesättningar. Kunskap om mängden potentiella substrat i form av ex. gödsel och ensilage på Hållnåshalvön är i nuläget inte tillgänglig.

Kostnader

Vid appliceringen av siffrorna från Christensson *et al.* (2009) framgår att en röttningsanläggnings investeringskostnad beror på storleken. Med förbehåll för siffrornas ålder så skulle en rötkammare på 400 m³ kosta:

$$\sim 7500 \text{ kr/m}^3 \times 400 \text{ m}^3 = 3\,000\,000 \text{ kr}$$

medan en på 800 m³ ger

$$\sim 4500 \text{ kr/m}^3 \times 800 \text{ m}^3 = 3\,600\,000 \text{ kr}.$$

Jansson (2014) beräknade produktionskostnaderna för biogas på svenska gårdsanläggningar till 0,5 kr/kWh. Resultatet blev -0,3 kr/kWh. Detta inkluderar investeringsstöd (vilket varierar inom landet och med investeringens storlek) på upp till 60% i Norrland (Ahlberg-Eliasson 2015; Andersson 2020). I de beräkningarna inkluderades inget produktionsstöd eller ökat värde för gödseln.

Stöd

2019 utredde Energimyndigheten biogasens framtid i Sverige, och relevansen bedömdes som stor för svenska vidkommanden. Utredning lämnades in i december 2019 och i den rekommenderades regeringen till att införa bland annat: en premie för gas producerad från gödsel på 0,4 kr/kWh och en premie för förädling till fordonsgas på 0,2–0,3 kr/kWh. Remissförslag inkom fram till den 30/4 2020 och frågan har inte avhandlats än (Regeringen 2020). Vidare finns investeringsstöd att söka hos Länsstyrelsen på upp till 40% av investeringskostnaden (Jordbruksverket 2020).

Referenslista

Solceller

- Brandt, R. A., Dale, M. (2011). A General Mathematical Framework for Calculating Systems-Scale Efficiency of Energy Extraction and Conversion: Energy Return on Investment (EROI) and Other Energy Return Ratios. *Energies*, vol 4, ss. 1211-1245.
doi:10.3390/en4081211
- Dalakraft (n.d). Hur mycket el producerar en solpanel. <https://www.dalakraft.se/faq/hur-mycket-el-producerar-en-solpanel> [2020-10-08]
- Energimyndigheten (2018a). *Solcellers miljöpåverkan*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/lar-dig-mer-om-solceller/solcellers-miljopaverkan/> [2018-10-08]
- Energimyndigheten (2018b). *Förklaring av begrepp*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/lar-dig-mer-om-solceller/forklaring-av-begrepp/> [2020-10-07]
- Energimyndigheten (2019a). *Egenanvänd el*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/lar-dig-mer-om-solceller/egenanvand-el/> [2020-10-07]
- Energimyndigheten (2019b). *Så undersöker du förutsättningarna för solet*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/har-mitt-hus-ratt-forutsattningar/sa-undersoker-du-forutsattningarna/> [2020-10-07]
- Energimyndigheten (2019c). *Skatteregler vid elförsäljning*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vilka-rattigheter-och-skyldigheter-har-jag-vid-installation/skatteregler-vid-elforsaljning/> [2020-10-08]
- Energimyndigheten (2019d). *Solelkalkylen*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vad-kostar-det/solelkalkyl/>
[2020-10-07]
- Energimyndigheten (2020a). *Solceller*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solceller/> [2020-10-03]
- Energimyndigheten (2020b). *Stöd du kan få vid investering*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/solelportalen/vilka-stod-och-intakter-kan-jag-fa/stod-vid-investering/> [2020-10-07]
- Eon (2020). *Så fungerar solceller*. <https://www.eon.se/solceller/hur-fungerar-solceller> [2020-10-06]
- Europakommissionen (2019). *Photovoltaic geographical information system*.
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html [2020-10-08]

Fortum (2020). *Vad är skillnaden mellan växelström och likström*. [fortum-forklarar-vad-ar-skillnaden-mellan-vaxelstrom-och-likstrom](https://www.fortum.se/nyheter/2020/10/06/fortum-forklarar-vad-ar-skillnaden-mellan-vaxelstrom-och-likstrom) [2020-10-06]

Sharma, S., Jain, K.K., Sharma, A. (2015). Solar Cells: In Research and Applications-A Review. *Materials Sciences and Applications*, vol 6, ss. 1145-1155.

Solcellskollen (2019). *Om kW, kWp och hur man får fram effekten för en solcellsanläggning*. <https://www.solcellskollen.se/blogg/om-kw-kwp-och-hur-man-far-fram-effekten-for-en-solcellsanlaggning> [2020-10-07]

Vattenfall (2020). *Hur fungerar solceller*. <https://www.vattenfall.se/solceller/hur-fungerar-solceller/> [2020-10-03]

Vågkraft

Seabased. (2020). *Past projects*. <https://seabased.com/projects> [2020-10-05]

El.se. (2019). *Vågkraft*. <https://el.se/vagkraft> [2020-10-05]

Eco wave power. (2020). *Hur det fungerar*. <https://www.ecowavepower.com/sv/var-teknik/hur-det-fungerar/> [2020-10-05]

Forskning.se. (2017). *Vågenergi och fejkad fotosyntes – fossilfri teknik att räkna med*. <https://www.forskning.se/2017/03/01/vagenergi-och-fejkad-fotosyntes-fossilfria-teknik-att-rakna-med/> [2020-10-05]

Europakommissionen (EU) 2014/08 om *Blå energi – åtgärder för att utnyttja potentialen hos havsenergin i Europas hav till 2020 och därefter* (52014DC0008). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?qid=1396419828231&uri=CELEX:52014DC0008>

Si ocean. (2014). *Wave and tidal energy strategic technology agenda*. [2020-10-06] <https://oceanenergy-sweden.se/wp-content/uploads/2018/03/si-ocean-wavetidal-strategic-technology-agenda.pdf>

Nyteknik. (2011). *EU säger ja till stöd till vågkraftspark*. [2020-10-06] <https://www.nyteknik.se/energi/eu-sager-ja-till-stod-till-vagkraftspark-6419346>

Chatzigiannakou, M.A., Dolguntseva, I. & Leijon, M. (2017). Offshore Deployments of Wave Energy Converters by Seabased Industry AB. *Journal of marine science and engineering*, vol. 5(2), ss. 15.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., Opzeeland, I.V., Coers, A., Cate, C.T & Poppers, A.N. (2010) A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 25(7), ss. 419-427.

Vindkraft

Ekholm, T. (2011). Vindkraftens historia och utveckling - Del 3. *Energinyheter*, 5 september.

Energimyndigheten (2016). *Produktionskostnader för vindkraft i Sverige*. (ISSN 1403-1892). Statens energimyndighet. Tillgänglig:
https://www.energimyndigheten.se/contentassets/9f658fbcc1d24014bbe6fbeb70f80cba/er-2016_17-produktionskostnader-for-vindkraft-i-sverige.pdf [2020-10-06]

Energimyndigheten (2020). *Stöd och bidrag*.
<http://www.energimyndigheten.se/fornybart/stod-och-bidrag-pa-fornybartomradet/>
[2020-10-04]

Jordbruksverket (2020a). *Investeringsstöd för förnybar energi*.
<https://jordbruksverket.se/stod/fornybar-energi/investeringsstod-for-fornybar-energi>
[2020-10-04]

Jordbruksverket (2020b). *Stopp för vissa stöd inom landsbygdsprogrammet*.
<https://jordbruksverket.se/stod/programmen-som-finansierar-stoden/landsbygdsprogrammet/stopp-for-vissa-stod-inom-landsbygdsprogrammet>
[2020-10-04]

Jordbruksverket (2020c). *Stöd för projekt och samarbeten inom lokalt ledd utveckling*.
<https://jordbruksverket.se/stod/lokalt-ledd-utveckling-genom-leader/stod-for-projekt-och-samarbeten-inom-lokalt-ledd-utveckling> [2020-10-04]

Jämtkraft (2020). *Hur fungerar vindkraftverk?* <https://www.jamtkraft.se/om-jamtkraft/var-fornybara-produktion/vindkraft/hur-fungerar-vindkraft/> [2020-10-05]

Leader nedre Dalälven (2019). *Hållnäs framtid*. <http://www.leadernedredalalven.se/hallnas-framtid> [2020-10-04]

Länsstyrelsen (2010). *VindkraftverkHandledning för kommunerna*. (Länsstyrelsen rapport, Januari 2010). Tillgänglig:
<http://extra.lansstyrelsen.se/miljosamverkanvastragotaland/Sv/projekt-och-rapporter/energi/Documents/Vindkraft%20handledning%20kommunerna.pdf>

Länsstyrelsen (2011a). *Förutsättningar för en trygg elförsörjning*. (I2019/01614/E). Stockholm: Infrastrukturdepartementet. Tillgänglig:
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.61dfa31172a239705f281f3/1599461075646/Trygg%20elforsorjning%20Lansstyrelsegemensam%20slutrapport%207%20sept%202020.pdf>

Länsstyrelsen (2011b). *Vindkraft i Tierp, Östhammar och Älvkarleby kommuner, Uppsala län*. (Länsstyrelsens meddelandeserie 2011:8). Uppsala: Samhällsbyggarenheten länsstyrelsen Uppsala län. Tillgänglig:
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.14e585681665e51b75154d4/1539600709301/2011-08%20Vindkraft%20i%20Tierp%20Östhammar%20och%20Älvkarleby%20kommuner%20Uppsala%20län%20-%20Sammanställning%20av%20planeringsunderlag.pdf>

Naturvårdsverket (2011). *Vindkraftens effekter på fåglar och fladdermöss*. (Rapport 6467). Stockholm: Naturvårdsverket. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6467-9.pdf?pid=3775>

SFS 016:899. *Förordning om bidrag till lagring av egenproducerad el*. Stockholm: Infrastrukturdepartementet.

SCB (Statistiska centralbyrån) (2020). *Elektricitet i Sverige*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/elektricitet-i-sverige/>

Sveavind (2020). *Så fungerar vindkraftverk*. <http://sveavind.se/vindkraft-faq.html> [2020-10-05]

Vattenfall (2020). *Elcertifikat*. <https://www.vattenfall.se/foretag/miljo/storskalig-egenproduktion/elcertifikat/> [2020-10-04]

Biogas

Andersson, P. (2020) Vessige Biogas bygger anläggning för fordonsgas i unikt projekt. *Jordbruksaktuellt*, 9 september

Ahlberg-Eliasson, K. (2015). *Slutrapport - Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå*. Stockholm: Hushållningssällskapens förbund

Christensson, K., Björnsson, L., Dahlgren, S., Eriksson, P., Lantz, M., Lindström, J., Mickelåker, M. & Andersson, H. (2009). *Gårdsbiogashandbok*. (SGC Rapport, 206). Stockholm: Svenskt Gastekniskt Center. Tillgänglig: <http://www.sgc.se/ckfinder/userfiles/files/SGC206.pdf>

Hårsmar, D. (2014). *Energianvändning på gårdsbiogasanläggningar*. Rapport i projektet "Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå". H. Förbund.

Jansson, L.-E. (2014). *Ekonomisk utvärdering av biogasproduktion på gårdsnivå*. Rapport i projektet "Utvärdering av biogasanläggningar på gårdsnivå". H. Förbund.

Jordbruksverket (2020). *Investeringsstöd för biogas*. <https://jordbruksverket.se/stod/fornybar-energi/investeringsstod-for-biogas#h-Samycketstodkandufa> [2020-10-08]

Magnus Blümer (2020) *Remiss av SOU 2019:63 Mer Biogas! För ett hållbart Sverige*. <https://www.regeringen.se/remisser/2020/01/remiss-av-sou-201963-mer-biogas-for-ett-hallbart-sverige/> [2020-10-07]

Nizami, A.-S. & Murphy, J.D. (2010). What type of digester configurations should be employed to produce biomethane from grass silage? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14 (6), ss. 1558–156

Schnürer, A. & Jarvis, Å. (2017). *Biogasprocessens mikrobiologi*. Uppsala: SLU Repro 2017.
(Avfall Sverige) Tillgänglig:
<https://www.avfallsverige.se/aktuellt/nyhetsarkiv/artikel/biogasprocessens-mikrobiologi-handbok-1/>

Salomon, Eva. & Vivstad M. (2013) *Rötrestart från biogasanläggningar*. Centrum för ekologisk produktion och konsumtion (EPOK), Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Uppsala.
Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/aldre-bilder-och-dokument/publikationer/rotrestsyntes-hemsida.pdf>

SOU 2019:63 *Mer Biogas! För ett hållbart Sverige*. Stockholm. Energimyndigheten.
Tillgänglig:
https://www.regeringen.se/4afa86/contentassets/19fc575360724f2492bea2cb9e25b7e8/sou_2019_63_webb.pdf