



Miljøvurdering af ForskEL-udbud 2011

ENERGINET/DK



Indhold

Resultater og konklusioner	1
Indledning	2
Miljøvurdering	3
Sådan har vi gjort	13
Forkortelser og forklaringer	14

Udgivet af Energinet.dk

ENERGINET/DK

Tonne Kjærvej 65
DK-7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

April 2011

Resultater og konklusioner

De vigtigste konklusioner på miljøvurderingen af de projekter, der støttes under ForskEL-udbud 2011, er:

- De potentielle CO₂-besparelser fra de teknologier, der støttes, er i princippet nok til at gøre Danmark CO₂ fri.
- Det tekniske potentiale af de teknologier, der støttes, vil kunne dække det danske behov for elproduktion.
- 7 projekter angiver, at de anvender knappe ressourcer til at fremstille deres teknologi.
- 8 projekter angiver, at de har affald, der skal deponeres.
- Der er mange barrierer for implementering af de miljøvenlige teknologier. Det drejer sig hovedsagelig om økonomiske barrierer, men især inden for Smart Grid angives manglende standardisering som en stor hindring for udbredelse.

Besvarelsene fra projekterne giver indtryk af, at der allerede i forhold til miljøvurderingen af udbud 2010, er kommet en øget bevidsthed omkring miljøpåvirkningen fra teknologierne. Det er meget positivt at konstatere, at der ligefrem er projekter, der konstruerer deres teknologi ud fra et krav om lavest mulig miljøbelastning i alle livscyklusfaser.

Langt størstedelen af projekterne har gjort sig overvejelser om, hvem der er aftageren af deres teknologi, og rigtig mange har aftagere og brugere med i deres projekt. Dette er yderst vigtigt for miljøeffekten, for hvis ikke der er aftagere, der finder teknologierne interessante og attraktive, vil de store miljømæssige potentialer aldrig blive indfriet.

Følgende tabel sammenfatter de vigtigste observationer vedr. miljøpåvirkninger fra de forskellige **projekter** - ikke teknologierne generelt. En forklaring af de anvendte indikatorer findes i afsnit 5. Første kolonne refererer til de spørgsmål, som projekterne har skullet svare på. Den egentlige miljøvurdering findes i afsnit 3. Det er vigtigt at understrege, at man ikke direkte kan sammenligne de enkelte indsatsområder på tværs, men at indikatorerne udelukkende skal betragtes som vurderinger baseret direkte på projekternes egne besvarelser.

	Biogas	Biomasse og affald	Brændselsceller	Bølgekraft	Kraftvarme	Smart Grid	Sol	Vind	Øvrige
1. Miljøforbedring	😊	😊	😊	😊	😊	😐	😊	😊	😊
2. Miljøbelastning	😞	😞	😞	😞	😞	😞	%	😞	😞
3. Øvrige miljøbelastninger	😐	😐	😊	😊	😐	😞	😞	😞	😞
4. Teknisk potentiale, se figur 1	😊	😐	😊	😊	😐	😐	😊	😊	😊
6. CO ₂ besparelse, se figur 2	😊	😐	😊	😊	😐	😐	%	😊	😊
10. Udbredelse	😊	😐	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Læringen for Energinet.dk har indtil nu været, at miljøvurdering af teknologier, der ikke er færdigudviklede, er kompliceret. Dels er der meget stor forskel på den opmærksomhed, der er på miljø i de forskellige projekter, og dels kan det ofte være meget svært for projekter at skulle svare på spørgsmål omkring produktionsprocesser, som endnu ikke er fastlagte. Omvendt kan det dog konstateres, at der er en stor velvilje til at arbejde med miljø, og at der rent faktisk allerede på F&U stadiet kan estimeres en del vedr. miljøpåvirkninger, og dette kan bruges som en integreret del af udviklingen.

Metoden til miljøvurdering af ForskEL-støttede projekter er nu tilstrækkelig udviklet til, at der fra udbud 2012 vil være enkelte spørgsmål vedr. miljø i ansøgningsmaterialet, og tilsvarende vil der blive krav om redegørelse vedr. miljøpåvirkninger i slutrapporter. Beskrivelse af miljøpåvirkninger vil således blive indført som et vurderingskriterium for ansøgninger, og fremadrettet skærpes det, efterhånden som modellen bliver mere robust.

Indledning

I forbindelse med ForskEL-udbud 2010 indførte Energinet.dk en miljøvurdering af de projekter, der blev indstillet til støtte. For ForskEL-udbud 2011 videreføres dette arbejde og dette notat er resultatet af miljøvurderingen af de projekter, der er indstillet til støtte under ForskEL-udbud 2011.

Hensigten med miljøvurderingen er dels at sætte mere fokus på miljødelen af de projekter, der støttes under ForskEL, da programmet netop er sat i verden for at støtte miljøvenlig elproduktion, og dels at få ansøgere til at tænke miljø ind i både processer og produkter allerede i udviklingsfasen.

Modellen for miljøvurderingen er udviklet i samarbejde med Syddansk Universitet og baserer sig på en "light version" af LCA (Livs Cyklus Analyse). Vurderingen omfatter således alle faser i et produkts liv: Råmaterialer, produktion, drift, bortskaffelse og transport.

De 33 projekter, der var indstillet til støtte under ForskEL-udbud 2011, har fået tilsendt 2 spørgeskemaer, som skulle udfyldes. En mere detaljeret gennemgang af proceduren er beskrevet i afsnit 3.

31 af 33 projekter har svaret på Spørgeskema 1 og alle 27 projekter, der skulle udfylde Spørgeskema 2, har svaret. Det er således en utrolig flot svarprocent, som giver en god basis for en kvalitativ miljøvurdering.

Det skal understreges, at mange projekter, helt berettiget, ikke er nået så langt, at de kan give meningsfulde svar på alle spørgsmål for deres teknologi. Nogen har således givet et bedste bud, og andre har undladt at svare. Dette er forventeligt, da det er meget forskellige typer af Forskning og Udvikling, der finder sted og meget forskellige typer af projekter. Således er der f.eks. virksomheder, der allerede er ISO14001 certificeret (Miljøcertificering) og samtidig er der universiteter, for hvem det slet ikke er naturligt eller relevant at introducere miljøsystemer og processer.

Miljøvurdering

Dette afsnit indeholder selve miljøvurderingen, som er lavet på baggrund af de besvarelser, som projekterne har indsendt. Det skal understreges, at alle opgivne tal og svar er taget fra projekternes besvarelser og er således **ikke nødvendigvis** holdninger og beregninger, som Energinet.dk kan stå inde for.

Besvarelser af spørgsmålene er gennemgået i forhold til Spørgeskema 1, men der er ved gennemgang og opsummering af svarene til de enkelte spørgsmål taget besvarelser med fra Spørgeskema 2, så det hele er samlet i én vurdering.

Spørgsmål 1: Hvordan vil denne teknologi **forbedre** miljøet. Fx mindre udledning til vand, luft, jord af miljø- og klimaskadelige stoffer. Bedre indpasningsmulighed af VE fx via fleksibel drift. Eliminering/substituering af miljø- og klimaskadelige stoffer i produktionen?

Specielt for Smart Grid projekter: Her er der ikke nødvendigvis nogen direkte positiv miljøeffekt, men der kan være afledte effekter som: Indpasning af VE, reduceret nettab, besparelser i netudbygning, besparelser i elforbrug, reduktion i behov for elproduktion, øget effektivitet i elproduktion etc. Angiv i videst mulig omfang disse miljøpåvirkninger.

Langt de fleste af de støttede teknologier har som ventet en eller anden form for positiv indvirkning på miljøet. Herunder er der opřidset de vigtigste miljøfordele for de enkelte teknologier:

Biogas

For begge biogasprojekter, der modtager støtte under ForskEL-udbud 2011, gælder det, at de vil øge udnyttelsen af biomassen i produktionen af biogas og dermed øge VE-elproduktion.

Biomasse og Affald

Projekterne inden for biomasse og affald har alle 3 som hovedformål at forbedre miljøet. Dels ved at udnytte brændslet bedre, og dels ved at minimere udledninger og reducere restprodukter.

Brændselsceller

Fælles for brændselscelleprojekterne er, at de vil lede til en bedre udnyttelse af brændslet, idet der er en højere el-effekt. Samtidig kan de producere el meget fleksibelt og dermed være en nyttig teknologi til at indpasse fluktuerende VE-produktion.

Brændselsceller kan også anvendes i transportmidler, hvor de ved drift med VE-baserede brændsler kan være med til at øge anvendelse af VE i transportsektoren. Dette ligger dog udover rammerne for ForskEL-programmet. Desuden er der ingen emissioner af NO_x, SO_x, partikler og uforbrændte kulbrinter (UHC). Kun SOFC-brændselscellerne har en udledning af CO₂, som dog vil være forholdsvis ukompliceret at opsamle.

Bølgekraft

Fælles for alle bølgekraftprojekterne er, at de producerer el ud fra VE. For alle teknologierne gælder det, at den store miljøbelastning ligger i materiale- og produktionsfaserne. Når først anlæggene er i drift, er der kun meget få miljøbelastninger bl.a. minimalt udslip af hydraulikolie, som dog i alle tilfælde er valgt at være en miljøvenlig en af slagsen.

Enkelte anlæg anfører endda, at etablering af bølgekraftanlæg ligefrem kan være en gevinst for naturen, idet det skaber kunstige habitater for fisk og planter.

Til sammenligning med vind, anføres det, at bølgekraft kun vil have behov for halvt så meget arealanvendelse og vil ikke i samme grad skabe "optisk forurening".

Kraftvarme

Projekterne inden for kraftvarme har alle til mål at reducere udledning af partikler, NO_x, CH₄, CO₂ og UHC. Dermed bidrager disse projekter både til en forbedring af lokalmiljøet omkring kraftværkerne, men også til det globale miljø i form af reduktion af udledningen af drivhusgasserne CO₂ og CH₄.

Smart Grid

Styring og regulering af elsystemet kombineret med fleksibilitet hos elkunderne kaldes samlet for Smart Grid – eller fremtidens elsystem. I den Europæiske Teknologi Platform defineres Smart Grid som "Intelligente elsystemer, der kan integrere alle tilkoblede brugeres adfærd og handlinger – både dem der producerer el, dem der forbruger el, og dem der gør begge dele – for effektivt at kunne levere en bæredygtig, økonomisk og sikker elforsyning."

Det er især Smart Grid-projekterne, der for mange projekters vedkommende hovedsageligt består af elektronik og styring, der ikke har en direkte positiv indvirkning på miljøet. Tværtimod kan Smart Grid isoleret set godt have en negativ indflydelse på miljøet, idet der sker en øget anvendelse af elektronik. Men der er afledte positive effekter for miljøet, som øget indpasning af fluktuerende VE, energibesparelser, fordi slutbrugerne bliver opmærksomme på deres elforbrug, tilbud af regulerkraftydelse der ikke baserer sig på fossil produktion, besparelser i netudbygning, osv.

Ét af projekterne omhandler Smart Grid og solceller integreret i lystbåde. Dette projekt vil udover de kendte effekter af Smart Grid bidrage til integration af VE i et maritimt miljø - et område, hvor det på samme måde som i transportsektoren er en udfordring at anvende VE.

Ellagring

To af projekterne har til formål at udvikle ellagre. Heller ikke disse projekter har en direkte positiv miljøeffekt, men vil være helt nødvendige komponenter i et energisystem, der baserer sig på en meget stor andel af vindkraft, og hvor der vil være perioder på dage og uger, hvor der ikke er VE-elproduktion.

Et ellager vil derfor i udgangspunktet være en miljøbelastning, idet der altid vil være et større eller mindre tab i konverteringen fra el til lager og tilbage til el.

Solceller

Der er et enkelt solcelleprojekt, der er indstillet til støtte. Formålet med projektet er at forøge produktionen fra solceller ved intelligent styring og dermed forøge VE-andelen i det danske elsystem.

Vind

Begge de indstillede vindprojekter vil bidrage til en større VE-elproduktion. Det éne projekt vil optimere driften, så generatoren ikke overophedes og dermed kan producere flere timer om året. Det andet projekt vil udvikle vindmølleparker, der kan levere systemydelse som erstatning for de systemydelse, der i dag leveres fra fossile anlæg. Dermed kan andelen af vindkraft øges uden at etablere yderligere regulerkraft på fossile anlæg.

Øvrige

Under området "Øvrige" er der et enkelt projekt, omhandlende elektrolyseteknologien SOEC. Projektet kan i princippet føre til flere miljøfordele. Teknologien kan producere H₂ og CH₄ ud fra strøm, vand og CO₂. De fremstillede gasser kan fungere som ellager og omdannes til el igen i vindstille perioder og dermed bidrage til integration af VE i elsystemet. Alternativt kan gasserne omsættes til brændsel til den tungere del af transportsektoren som lastbiler og fly, hvor det ellers er en udfordring at få integreret VE.

Spørgsmål 2: Vil der være dele af fremstilling, drift og bortskaffelse af teknologien, der vil **belaste** miljøet. Fx udledninger af miljø- og klimaskadelige stoffer til jord, vand og luft under fremstilling og drift af teknologien. Hvor stor del af teknologien kan genanvendes før bortskaffelse? Giver teknologien anledning til store mængder affald?

På spørgsmålet, om der er noget ved projekterne, der vil belaste miljøet, er svaret ikke helt så entydigt som for miljøfordelene. Mange projekter kender endnu ikke den endelige materialesammensætning og produktionsmetode og har derfor svært ved at vurdere i hvilket omfang, der vil være stort energiforbrug, anvendelse af kemikalier, behov for deponi, etc. For visse projekter giver det desuden slet ikke mening at besvare spørgsmålet bl.a. ved udrednings- og modelleringsprojekter.

Denne usikkerhed til trods er der rigtig mange projekter, der har forsøgt at give en kvalificeret besvarelse.

Generelt er det vurderingen, at det samlede behov for transport i de forskellige livscyklusfaser ikke har stor betydning for den samlede miljøbelastning af en teknologi. Kun ved biogasproduktion er der et massivt behov for transport af råmaterialer i driftsfasen, men miljøbelastningen ophæves af en øget VE-produktion.

Da der specifikt er spurgt ind til anvendelsen af knappe ressourcer, har rigtig mange ansøgere svaret på dette. Således angiver:

8 projekter, at de ikke anvender knappe ressourcer

7 projekter, at de anvender knappe ressourcer

12 projekter ikke eksplicit svar på spørgsmålet, eller besvarelse er ikke relevant.

De knappe ressourcer, der anvendes er hovedsageligt platin (Pt), som indgår i PEM brændselsceller og kobber, som indgår i elektronikkomponenter. Med hensyn til PEM-brændselsceller er det hensigten, at Pt skal genanvendes ved at indføre et "pantssystem", der sikrer, at Pt returneres til producenten, så det kan oparbejdes.

Idet at kobber indgår i stort set al elektronik, kan man med rette hævde, at langt størstedelen af projekter i mere eller mindre grad anvender knappe ressourcer. På elektronikområdet er der dog EU-direktiverne RoHS og WEEE, der regulerer henholdsvis anvendelsen af 6 farlige stoffer/materialer og indsamling/genanvendelse af komponenter. Dermed vurderes miljøbelastningen ikke at være så omfattende. En stor andel af projekterne angiver eksplicit, at de overholder RoHS- og WEEE-direktiverne.

8 projekter angiver, at der vil være større eller mindre mængder affald fra produktion- og bortskaffelsesfaserne, der skal deponeres. Det reelle antal af teknologier, der vil have materialer, der på et

eller andet tidspunkt skal deponeres, er nok lidt højere. Bl.a. angives det, at beton efter meget lang tids anvendelse vil skulle deponeres, og således vil der være mange anlæg både inden for bølgekraft, vindkraft, biomasse m.m., der har materialer til deponering.

For SOFC-brændselsceller angives det også, at der vil være materialer fra bortskaffelsesfasen, der skal deponeres. Det angives dog, at det ikke på sigt er meningen, at materialer skal deponeres, men at det blot er en løsning, der anvendes i udviklingsfasen. Derudover indeholder SOFC-stakke også nikkel og kobolt, og ved bortskaffelse følges de regler, der gælder for behandling af disse materialer.

I flere af de store produktionsanlæg indgår der store mængder materialer, hovedsageligt stål/jern og cement/beton. Størstedelen af jern/stål kan omsmeltes og genanvendes, men med et betydeligt energiforbrug. Derudover gælder det specielt for cement/beton, at der under fremstilling frigives store mængder CO₂. Dette udgør naturligvis en stor miljøbelastning.

For at sætte det i perspektiv kan det nævnes, at det for ét af bølgekraftanlæggene angives, at den CO₂, der er udledt i materiale- og fremstillingsfaserne, er ophævet efter 5 måneders drift med elproduktion ud fra bølger. Tilsvarende angives det for ét af vindmølleprojekterne, at den energi, der er brugt til produktion af vindmøllen, er "tjent hjem" efter 6,6 måneders drift.

De materialer, der under bortskaffelsesfasen ikke kan genanvendes eller deponeres, vil typisk blive afbrændt og anvendt til el- og varmeproduktion. Det gælder bl.a. kompositter.

I vurderingen af miljøbelastningen, er det igen svært at give en klar vurdering af Smart Grid-projekterne, som også omfatter ellagringer. For de projekter, der omhandler intelligent styring af elsystemet, vil der være en massiv anvendelse af elektronik, samt et konstant, om end lavt, standbyforbrug af strøm. Isoleret set vil det give anledning til en miljøbelastning, men betragtes de afledte positive effekter, er svaret ikke så entydigt.

Tilsvarende problematik gør sig gældende for de 2 ellagringsprojekter, der begge vil give anledning til miljøbelastninger i anlægsfasen og et energitab under drift, men som alligevel er forudsætninger for et fremtidigt energisystem med en meget stor VE-andel.

2 projekter omhandler optimering af gasmotoranlæg, så de udleder henholdsvis mindre NO_x og mindre UHC. Begge projekter vil rent faktisk lede til en lidt mindre effektiv elproduktion, i størrelsesordenen 1% og dermed en øget belastning af miljøet i forhold til CO₂-udledning. Begge projekter vurderes dog samlet set at føre til en miljøforbedring, fordi der netop optimeres på andre områder. Men projekterne illustrerer på fortræffelig vis, at det ikke altid er en simpel vurdering, hvorvidt en teknologi er miljøbelastende eller miljøforbedrende - det er meget ofte en afvejning mellem mange faktorer.

Spørgsmål 3: Er der **øvrige faktorer**, der har betydning for miljøet, og som ikke er adresseret i spørgsmål 1 og 2, f.eks. arbejdsmiljø, støj, støv, lugt, arealanvendelse etc.?

11 projekter angiver, at der ikke er øvrige miljøpåvirkninger ved deres teknologi. Af de øvrige projekter angives især støj og lugt som værende de hyppigste miljøbelastende faktorer. Enkelte projekter oplyser dog samtidig, at deres teknologi overholder støjregulativet.

Arealanvendelse er også en faktor, der skal tages hensyn til - især hvis en teknologi er landbaseret og går hen og bliver meget udbredt. Af teknologier, der specifikt forholder sig til arealanvendelse kan nævnes solceller, der dog ofte kan anvende tagarealer, men for virkelig store anlæg vil kunne optage betragtelige landbaserede arealer. Bølgekraft vil ved stor udbredelse kunne optage store arealer til havs - her anføres det dog, at bølgekraft for en given installeret effekt, kun optager halvt så stort et areal som havvindmøller. Ellagringsprojekterne angiver også en vis arealanvendelse, hvor det for energimembran-projektet oplyses, at arealet vil kunne anvendes til andre formål, når først lageret er anlagt.

For SOFC-projekterne angives det, at der i udviklingsfasen arbejdes med opløsningsmidler, der kan være skadelige for arbejdsmiljøet. Der er dog taget forbehold for dette, og der arbejdes på at finde alternative opløsningsmidler, der er uskadelige, og som på sigt skal anvendes i produktionen.

For alle bølgekrafttyperne er det angivet, at der kan ske et vist udslip af hydraulikolie under drift. Alle projekter påpeger dog, at de anvender miljøvenlig olie, så miljøpåvirkningen ved et udslip minimeres mest muligt.

Spørgsmål 4: Hvad er det **tekniske potentiale** for udbredelse af denne teknologi? Her tænkes på udbredelse af teknologien set i forhold til det nuværende danske elsystem, angivet i installeret kapacitet i MW.

Den årlige danske elproduktion er på ca. 34 TWh/år, og der er en installeret elproduktionskapacitet på 13 GW.

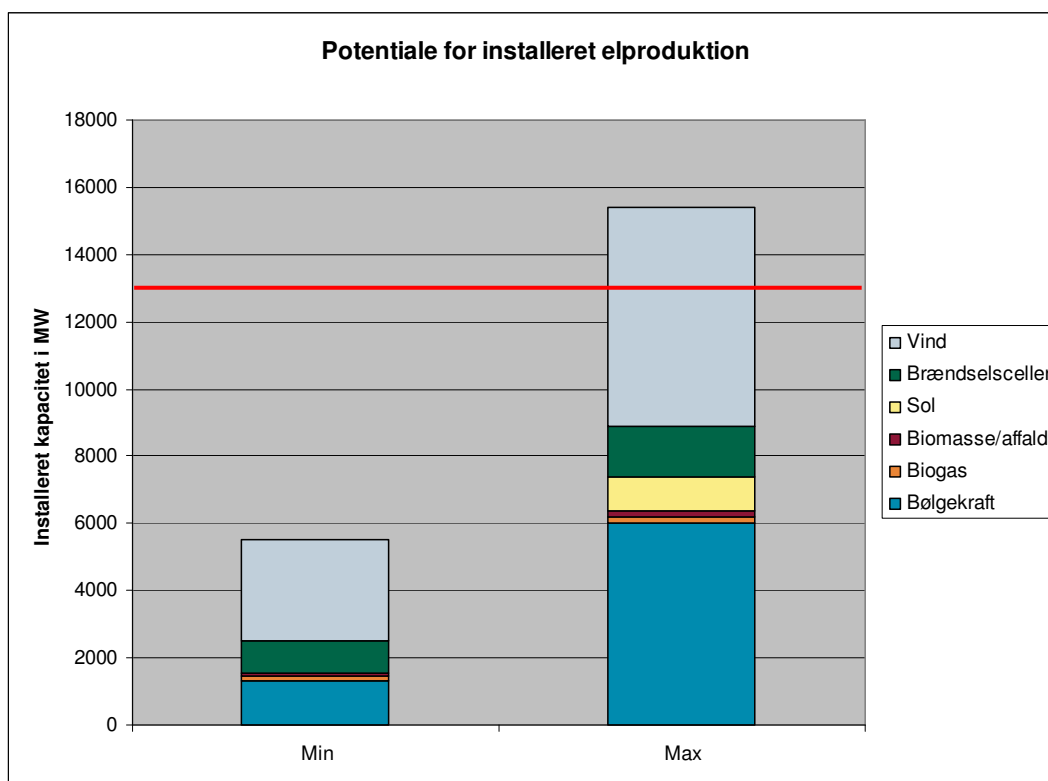
Mange af projekterne anfører at have et meget stort teknisk potentiale og vil hver især være i stand til at udgøre en betydelig del af det danske elsystem. Dette er utvivlsomt korrekt, når der tales teknisk potentiale. Virkelighedens verden vil dog nok komme til at se anderledes ud. Det vil være markedskræfter og afgift-/støttestruktur, der i sidste ende vil få betydning for, hvordan det endelige mix af elproduktion kommer til at se ud. Ikke desto mindre er det meget positivt, at der er udsigter til, at så mange forskellige teknologier vil kunne bidrage til fremtidens miljøvenlige elsystem.

Nogle teknologier er desuden heller ikke konkurrerende om den samme kapacitet. F.eks. vil Smart Grid skulle eksistere sammen med en elproducerende/elforbrugende teknologi uden at bidrage yderligere til elproduktion. Derud-over er der også en del projekter, der omhandler optimering eller miljøforbedringer af eksisterende anlæg, og her er der naturligvis ikke tale om installation af ny kapacitet.

Potentialet for de teknologier, der vil bidrage med **ny** elproduktion, er forsøgt illustreret i Figur 1. Søjlediagrammet er baseret på projekternes egen vurdering af potentiale, og der er kun medtaget værdier fra de projekter, der har svaret med en konkret værdi. Potentialet må således vurderes at være endnu større, idet der er en del projekter, der endnu ikke er i stand til at give et kvantitativt bud på potentialet samt projekter, der handler om optimering og effektivisering, og som også vil bidrage til øget elproduktion.

Idet besvarelsenerne angiver et interval for potentialet, er minimum og maksimum repræsenteret ved hver deres søjle. Den røde linje repræsenterer den nuværende (2010) installerede elproduktionskapacitet på 13.000 MW. Figuren begrænser sig således til **kun** at omfatte teknologier, der støttes under ForskEL-udbud 2011 og **kun** teknologier, der har kunnet give et kvantitativt svar. På

trods af at grafen således ikke kan betragtes som et komplet billede af den kommende danske elproduktion, tegner den alligevel positive forhåbninger om, at det danske elsystem i fremtiden rent faktisk vil kunne sammensættes af miljøvenlige elproduktionsteknologier - også selv om elforbruget formentlig vil øges, som konsekvens af elbiler og øget anvendelse af elopvarmning i form af varmepumper og elpatroner.



Figur 1: Projekternes egen vurdering af potentiale for installeret elproduktion. Den røde linje indikerer den nuværende installerede elproduktionskapacitet på 13 GW.

Tilsvarende er potentialet for regulerkraft opgjort fra de forskellige teknologier. Mange forskellige teknologier vil kunne tilbyde regulerkraft og flere af dem endda med en betydelig kapacitet. SOEC tegner sig som den største potentielle bidrager med 4.000 MW. Herefter kommer elbiler med et vurderet potentiale på 3.000 MW, og da elbiler allerede introduceres i disse år, vil dette potentiale kunne indfries noget før SOEC, der stadig ventes at have 5-8 års udvikling.

Spørgsmål 5: Hvor i elsystemet vil teknologien finde **anvendelse**? Dvs. hvem vil være kunder til teknologien - virksomheder, private husholdninger etc.?

I ForskEL er der sat forstærket fokus på, hvem der egentlig er aftageren af en teknologi og på inddragelse af brugeren under udvikling af teknologier. Derfor er projekterne også blevet bedt om at svare på, hvor i elsystemet en teknologi tænkes at indgå, og hvem der vil være brugeren af teknologien.

Som ventet strækker svarene sig meget bredt lige fra store energiselskaber, kommuner, virksomheder til private husholdninger. Langt størstedelen af projekterne har gjort sig overvejelser om,

hvem der er aftageren af deres teknologi, og rigtig mange har aftagere og brugere med i deres projekt. Dette er yderst vigtigt også for miljøeffekten, for hvis ikke der er aftagere, der finder teknologierne interessante og attraktive, vil de store miljømæssige potentialer aldrig blive indfriet, og så kan den årelange udvikling der har fundet sted, være mere eller mindre forgæves.

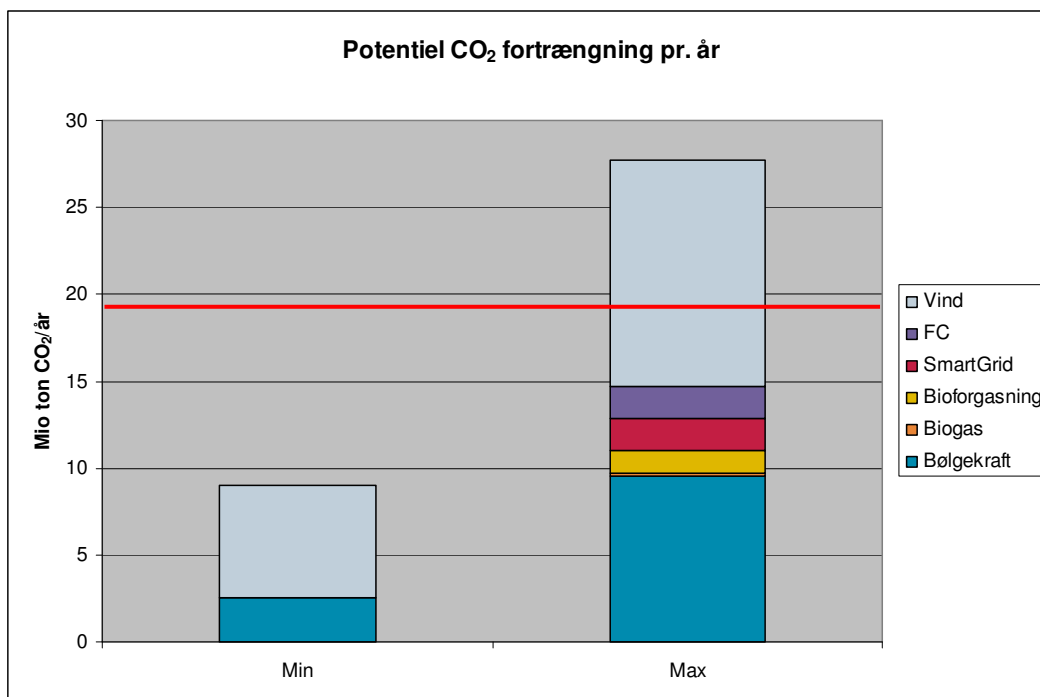
Spørgsmål 6: Hvor stor en **CO₂-besparelse** vil teknologien medføre, hvis den implementeres med sit fulde potentiale? Angives i ton CO₂.

Som noget nyt i år, er projekterne blevet bedt om at give et bud på den potentielle CO₂-besparelse, deres projekt/teknologi vil kunne føre til. Det er et ret kompliceret spørgsmål at svare på, dels fordi der kan være diskussion om, hvad det egentlig er for en elproduktion, der fortrænges, og dels fordi det ikke er alle projekter, der sparer udledning af CO₂.

Projekternes eget bud på, hvor meget de forventer, at deres teknologi vil kunne fortrænge ved fuldt indfriet potentiale, er illustreret i Figur 2. Igen skal figuren læses med et meget stort forbehold. Dels er der nogle projekter, der udregner CO₂-besparelser ved at fortrænge elproduktion på kulkraftværker. Et mere realistisk bud er nok, at det er gennemsnitsel, som det beregnes i Energinet.dk's årlige miljørapport, der fortrænges. Dels er der for Smart Grid projekter angivet ret store CO₂-besparelser. Dette kan der, jfr. afsnit under spørgsmål 1, stilles spørgsmålstejn ved.

Idet de fleste besvarelser angiver et interval for potentialet, er minimum og maksimum repræsenteret ved hver deres søjle. Uanset den store usikkerhed i det billede, der tegnes for den potentielle CO₂-besparelse, er det dog tydeligt, at det især er VE-teknologierne bølgekraft og vind, der virkelig kan bidrage til fremtidige CO₂-besparelser. Her kan der stilles spørgsmålstejn ved, hvor meget bølgekraft der bliver installeret i danske farvande - dette er endnu meget usikkert. Men for vindkraft er prognosen ret sikker, idet der allerede er mål for installation af 50 % vindkraft, som denne CO₂-prognose baserer sig på.

Som det ydermere fremgår af figuren, vil andre teknologier også bidrage til CO₂-besparelser, men deres rolle vil i lige så høj grad være indpasning og er derfor nødvendige komponenter i et fremtidigt elsystem, om end CO₂-besparelsen ikke er så stor som for VE-teknologierne.



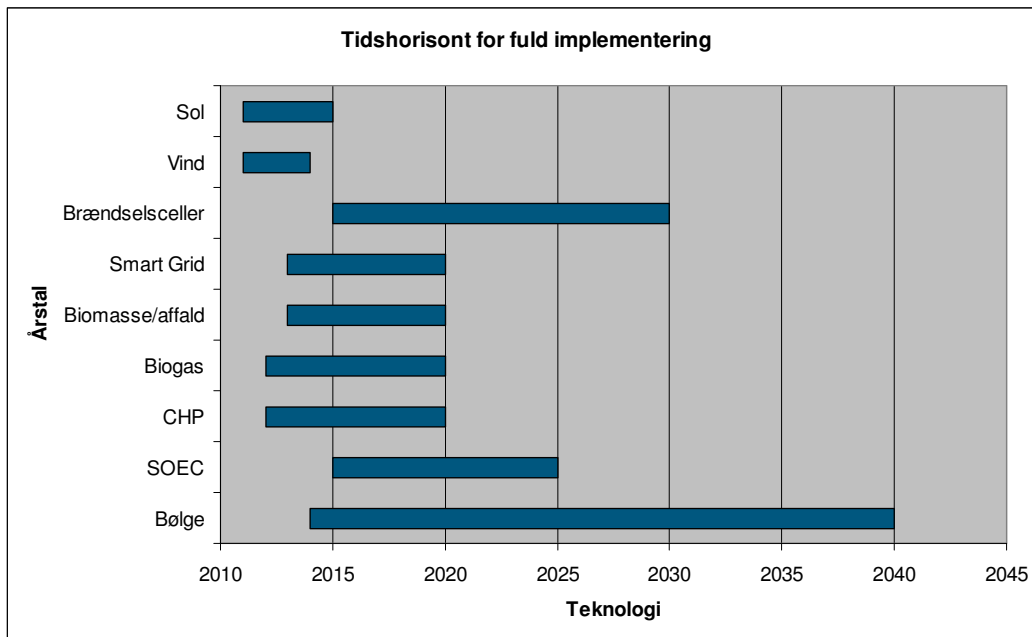
Figur 2: Projekternes egen vurdering af den potentielle CO₂-fortrængning pr. år fordelt på teknologier. Den røde linje indikerer den årlige CO₂-udledning fra den danske elproduktion som i 2009 var på 19.6 mio. ton.

Spørgsmål 7: I hvilket årstal forventes teknologien at kunne **implementeres** med sit fulde potentiale? Kan evt. beskrives med mellemliggende trin.

Spørgsmål 8: Hvor mange års **udvikling udestår**, inden teknologien når en demonstrationsfase?

For at give et billede af med hvilken hastighed teknologierne kommer til at udgøre en betydelig del af elsystemet, er projekterne blevet bedt om at give et bud på, dels hvornår deres teknologier ventes færdigudviklede, og dels hvornår de ventes implementeret med deres fulde potentiale. Igen er det et vanskeligt spørgsmål at besvare, når man for visse teknologiers vedkommende ikke kender den endelige udformning og produktionsproces. Således har mange projekter svaret i et tidsinterval, startende med det år de første anlæg forventes taget i brug.

Svarene for de forskellige teknologier er indtegnet i Figur 3. Som ventet er det projekter, der omhandler optimering og modellering som vind, CHP og biogas, der hurtigst vil kunne gøre brug af sine resultater ved en implementering. Og så først senere kan produktionsteknologier som brændselsceller og bølgekraft komme til at spille en større rolle. Bølgekraft må betragtes som noget af en "joker" i det fremtidige danske elsystem. Projekterne spår selv, at teknologien kan komme til at udgøre op mod 35 % af den installerede kapacitet, men med en implementeringsperiode, der strækker sig over mere end 25 år, må der siges at være temmelig meget usikkerhed omkring, men samtidig også forhåbninger til teknologien.



Figur 3: Projekternes egen vurdering af årstal for implementering.

Spørgsmål 9: Hvad er de tekniske og økonomiske **barrierer** for implementering af denne teknologi?

Det er ikke nødvendigvis kun tekniske forhindringer, der ligger i vejen for en udvikling og implementering af energiteknologi. I visse tilfælde er det også afgiftsstrukturer, infrastruktur, manglende kendskab hos brugerne m.m., der er grunden til, at en teknologi ikke kommer på markedet.

Det er positivt at konstatere, at 10 projekter angiver optimering og effektivisering af teknologien og produktionsprocesserne som barriere eller udestående forhindring. Dette er i virkeligheden et meget lovende tegn på, at mange teknologier er undervejs, og at der ikke er nogle teknologiske "show stopper", der gør, at man må stoppe udviklingen. Kun 7 projekter peger eksplicit på, at det er rammebetingelser, der er den største barriere, hovedsageligt i form af manglende økonomisk støtte.

Især inden for Smart Grid angives manglende standardisering som værende en barriere. I virkeligheden er der på dette område ikke nogle store teknologiske udfordringer som sådan, men hovedsageligt mangel på standarder og gunstigere rammebetingelser.

Resten af projekterne har angivet meget forskellige barrierer, og 2 projekter har angivet, at der ingen barrierer er.

Spørgsmål 10: Forventes teknologien at få en **udbredelse uden for Danmark** og hvis ja, i hvilket omfang?

Der er ingen tvivl om, at det for nye uprøvede teknologier er en fordel med et dansk demonstrationsmarked, der rent praktisk gør det nemmere at komme det sidste stykke med kommercialisering med feedback fra danske samarbejdspartnere.

Men på et senere tidspunkt er det vigtigt og nødvendigt både for miljøet og for den danske samfundsøkonomi, at teknologierne kan eksporteres til europæiske og globale markeder. 30 projekter svarer da også på spørgsmålet om eksportpotentiale, at de ser markedsmuligheder både i Europa og på globalt plan. Kun 1 projekt angiver, at deres teknologi kun er relevant for det danske marked.

Spørgsmål 11: Hvor lang er **levetiden** for det endelige færdigudviklede produkt?

I en miljø- og LCA-sammenhæng er det yderst vigtigt med en lang levetid af energiteknologierne. Dels vil miljøbelastningen, stammende fra materiale og produktionsfasen, pr. produceret kWh reduceres jo længere levetiden for en teknologi er, og dels vil prisen pr. kWh blive lavere, og dermed vil det være mere attraktivt at investere i miljøvenlig elproduktion.

Især for anlæg, der er meget store, det vil sige anvender en stor mængde materiale i forhold til installeret kapacitet, er det vigtigt, at levetiden er lang. Hvis man ser på de svar, der er kommet fra projekterne, synes det også at være tilfældet. F.eks. er bølgekraftanlæg anlæg opbygget af store mængder stål og beton, men samtidig angiver de også at have en levetid på 20-50 år. Tilsvarende er også bioforgasningsanlæg og affaldsforbrændingsanlæg store anlæg, der kræver mange materialer til opbygning, men også her angives forholdsvis lange levetider på 15-25 år.

Kigger man derimod på brændselsceller, er netop levetid ét af fokusområderne i udviklingen. Her angives nuværende levetider på 1-2 år, men hvor målet er at nå op på 40.000 driftstimer svarende til 5-10 år, og på længere sigt er målet levetider på 10-20 år.

Øvrigt, der ikke er omtalt i forbindelse med de enkelte spørgsmål.

På samme måde som levetid er en helt central parameter for miljøbelastningen af energiteknologierne, er også effektiviteten af stor betydning. Hos en stor del af projekterne er der stor opmærksomhed på at få effektiviteten så højt op som mulig idet det både giver en økonomisk og en miljømæssig fordel. For de teknologier, der producerer både el og varme, det vil sige forbrændingsteknologier og brændselsceller, gøres der en stor indsats for at udnytte begge dele og således kommer den samlede virkningsgrad for disse teknologier op over 80 %.

For VE-teknologierne vind og bølgekraft, er der ikke opgivet tal for effektivitet, idet det kan være svært at opgøre, men der er dog stadig meget stor opmærksomhed på at "trække" så meget energi ud af henholdsvis vind og bølger som muligt.

For de 2 lagerteknologier, som er omfattet af dette års udbud, opgives effektiviteter for el til el på 60-80 %. Det er klart, at også her bliver økonomien bedre og miljøet mindre belastet, jo bedre effektivitet man kan opnå. Der vil naturligvis være endnu mindre "energispild", hvis man kan bruge energien, i det øjeblik den produceres, men i fremtidens elsystem med meget fluktuerende el-produktion bliver der behov for lagring af energi, og alt andet lige vil det medføre et energitab.

Sådan har vi gjort

Til miljøvurderingen har vi udarbejdet 2 spørgeskemaer med spørgsmål, som alle projekter, der er indstillet til støtte under udbud 2011, skulle udfylde. Spørgeskema 1 skulle alle projekter udfylde. Spørgeskema 2 skulle udfyldes af de projekter, der omfatter teknologi- og materialeudvikling, test eller demonstration. I tabellen herunder fremgår det, hvilke skemaer de enkelte projekter skulle udfylde.

Projektnr. og titel	Ansøger	Skema nr.
10576 WEPTOS	Oxydice A/S	1 og 2
10609 Udvikling af keramiske elektrolyseceller og - stakke	Risø National Laboratory for Sustainable Energy	1 og 2
10612 Partikelemissioner fra gasmotor drevne kraftvarmeværker	FORCE Technology	1 og 2
10620 Forbehandling med ekstrudering før biogas produktionen	Aarhus University	1 og 2
10622 On-line trace gas measurement technique for gasification	Risø-DTU	1 og 2
10623 Energimembran – nedgravet pumpelager (fase 3)	GODdevelopment ApS	1 og 2
10625 SOFC-Life	Risø-DTU	1 og 2
10627 Dioxin i affaldsforbrændingsanlæg	Rambøll A/S	1 og 2
10634 SCOTAS-SOFC	Risø-DTU	1 og 2
10635 Reduktion af trækulproduktion fra bioforgasningsanlæg	BioSynergi Proces ApS	1 og 2
10638 Termisk modellering og analyse af en vindmøllegenerator	Danmarks Tekniske Universitet	1
10639 Bølgekraft Lever Operated Pivoting Float LOPF - studie	Resen Energy ApS	1 og 2
10640 Information og uddannelse af fremtidens elforbruger	Østkraft Holding A/S	1
10642 Udvikling og optimering af katode subsystem	Topsoe Fuel Cell A/S	1 og 2
10644 SmartGrid Fuel Cell CHP på Bornholm	Dantherm Power A/S	1
10646 Efficiency Optimization of Biomass CHP Gas Engines	Risø-DTU	1 og 2
10648 Smart Photovoltaic Systems	Aalborg University	1 og 2
10649 FLOAT – Ansøgning til udvikling af ny fleksibel UHPC	Hi-Con A/S	1 og 2
10653 EASE WIND	Vestas Wind Systems A/S	1 og 2
10658 Bølgeenergi: Rolling Cylinder	Inventua Aps	1 og 2
10661 Maritim Power dist. hub med smart-grid funktionalitet	Danish Technological Institute	1 og 2
10667 Plug 'n' play-concept for intelligent indoor climate control	Neogrid Technologies	1 og 2
10668 Poseidon 2	Risø-DTU	1
10669 PEMFC katalysatorer for øget aktivitet og forlænget levetid	Department of Chemistry, Technical University of Denmark	1 og 2
10680 Planlægning af Smart Grid distributionsnet	Risø-DTU	1
10682 Adiabatic Liquid Piston Compressed Air Energy Storage	Danish Technological Institute	1 og 2
10683 Catchcrop2biogas	SSB, Aalborg University Copenhagen	1 og 2
10684 Storskala demonstration af miljøvenlig opladning af elbiler	ChoosEV A/S	1 og 2
10688 Nabovarme baseret på jordvarme med intelligent styring	Solrød Kommune	1 og 2
10690 Miljøoptimering af gasmotorbaserede kraftvarmeanlæg	Dansk Gasteknisk Center a/s	1 og 2
10698 Anvendelse af solcelleanlæg i 'Smart Grid'	Danfoss Solar Inverters	1 og 2
10699 Metanreduktion på gasmotoranlæg	Dansk Gasteknisk Center a/s	1 og 2
10705 Optimization of Wave Energy Converters PTO-system Efficiency	Department of Energy Technology, Aalborg University	1 og 2






Skemaerne skulle besvares for den færdigudviklede teknologi og ikke kun for det aktuelle projekt. Det er ikke alle spørgsmål, der kunne besvares for alle projekter. Men for at gøre målingen så præcis som mulig, var det vigtigt at så mange spørgsmål som mulig blev besvaret så præcist og så kvantitativt som overhovedet muligt.

Forkortelser og forklaringer

I tabellen findes en liste med forklaringer og forkortelser som anvendes i miljøvurderingen.

LCA	Livs Cyklus Analyse
NO_x	Kvælstofoxider
PEM	Proton Exchange Membrane
Pt	Platin
RoHS	Restriction of Hazardous Substances Directive. Direktiv, som lægger restriktioner på seks farlige stoffer/materialer der bruges i elektronik
SG	Smart Grid
SOEC	Solid Oxide Electrolysis Cells
SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
SO_x	Svovloxider
UHC	Unburned Hydrocarbons
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment Directive. Direktiv, som målsætter indsamling og/eller genbrug/bortskaffelse af elektronik

I tabellen er forklaret hvordan indikatorerne anvendt i afsnit 1 er defineret.

						%
1. Miljøforbedring	Grad af miljøforbedring, hvor mørkegrøn smiley indikerer den største positive påvirkning af miljøet, og hvor grå smiley indikerer den mindst positive påvirkning af miljøet					Er ikke vurderet
2. Miljøbelastning	Grad af miljøbelastning, hvor mørkerød smiley indikerer den største negative påvirkning af miljøet, og hvor grå smiley indikerer den mindst negative påvirkning af miljøet					Er ikke vurderet
3. Øvrige miljøbelastninger	Grad af øvrige positive og negative påvirkninger af miljøet. Mørkegrøn smiley indikerer den største positive påvirkning af miljøet, udover de påvirkninger omfattet af spørgsmål 1. Mørkerød smiley indikerer den største negative påvirkning af miljøet udover de påvirkninger omfattet af spørgsmål 2					Er ikke vurderet
4. Teknisk potentiale, se figur 1	Størrelse af teknisk potentiale vurderet i forhold til størrelsen af det danske elsystem. Mørkegrøn smiley indikerer stort potentiale og grå smiley indikerer intet potentiale					Er ikke vurderet
6. CO₂-besparelse, se figur 2	Størrelse af CO ₂ -besparelse i forhold til eksisterende elsystem og produktionsteknologier. Mørkegrøn smiley indikerer stort potentiale for CO ₂ -besparelse og grå smiley indikerer ingen potentiale for CO ₂ -besparelse					Er ikke vurderet
10. Udbredelse	Størrelse af det ventede marked. Grøn smiley indikerer, at teknologien ventes udbredt globalt. Grå smiley indikerer, at teknologien kun ventes udbredt i Danmark					Er ikke vurderet