



Vedvarende energi i Vestnorden – minigrøn bog

*The West Nordic Renewable Energy Sources
– Mini Green Book*

Task force for energi i tyndt befolkede områder i vestnorden/
*The Task Force for Renewable Energy in the West Nordic
Sparsely Populated Regions*

Vedvarende energi i Vestnorden - minigrønbog

The West Nordic Renewable Energy Sources - Mini Green Book

TemaNord 2006:579

© Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2006

ISBN 92-893-1409-5

Print: Ekspresen Tryk & Kopicenter

Photos: Front page: Narsaq, Climate Changes Tour 2005 Greenpeace, Nick Cobbing. Other photos:

Margrethe Sørensen

Translation into English: Marianne Stenbaek

Copies: 500

Printed on environmentally friendly paper

This publication can be ordered on www.norden.org/order. Other Nordic publications are available at www.norden.org/publications

Printed in Denmark

Nordic Council of Ministers

Store Strandstræde 18

DK-1255 Copenhagen K

Phone (+45) 3396 0200

Fax (+45) 3396 0202

Nordic Council

Store Strandstræde 18

DK-1255 Copenhagen K

Phone (+45) 3396 0400

Fax (+45) 3311 1870

www.norden.org



The Nordic Atlantic Cooperation (NORA) has financed the translation and publication of the report.

The Task Force for Renewable Energy in the West Nordic Sparsely Populated Regions. The Task Force has members from the Nordic countries and the self-governing areas:

Project Director and editor: *Margrethe Sørensen*, Greenland.

Contributors: *Súsanna Sørensen*, Járðfeingi, Faeroese Earth and Energy Directorate- The Faeroe Islands. *Hákon Adelsteinsson*, Orkustofnun – the National Energy Authority, Iceland. *Jesper Reinholdt Knudsen*, Erhvervsdirektoratet -Department of Industry, Greenland. *Knut Hofstad*, Norges Vassdrags-och Energidirektorat – The Norwegian Water Resources and Energy, Norway

Nordic cooperation

Nordic cooperation is one of the world's most extensive forms of regional collaboration, involving Denmark, Finland, Iceland, Norway, Sweden, and three autonomous areas: the Faroe Islands, Greenland, and Åland.

Nordic cooperation has firm traditions in politics, the economy, and culture. It plays an important role in European and international collaboration, and aims at creating a strong Nordic community in a strong Europe.

Nordic cooperation seeks to safeguard Nordic and regional interests and principles in the global community. Common Nordic values help the region solidify its position as one of the world's most innovative and competitive.

Indholdsfortegnelse/Contents

Vedvarende energi i Vestnorden – minigrøn bog Fokus på mere bæredygtig energi i tyndtbefolkede områder (dansk version)	7
--	---

The West Nordic Renewable Energy Sources – Mini Green Book Perspectives on increased Renewable Energy in Sparsely Populated Regions – (English version)	27
--	----

Vedvarende energi i Vestnorden – minigrøn bog

Fokus på mere bæredygtig energi i tyndtbefolkede
områder

Dansk version

Indholdsfortegnelse

Indledning.....	9
Resumé	9
Formålet med grønbogen.....	10
Opgaven	11
Metode.....	11
Grønlands vedvarende energipotentialer	12
Norges vedvarende energipotentialer	14
Færøernes vedvarende energipotentialer	15
Islands vedvarende energipotentialer.....	16
Innovation og kompetence i tyndtbefolkede områder i Vestnorden	16
Grønland.....	17
Færøerne	18
Vestnorge.....	18
Island	19
Omstillingsevne til mere vedvarende energi i forsyningen i Vestnorden	20
Grønland.....	21
Færøerne.....	22
Vestnorge	22
Island	23
Grundelementer til en energistrategi for tyndtbefolkede områder i Vestnorden til opfyldelse af energimålsætningerne om bæredygtighed, forsyningssikkerhed og klimabeskyttelse.	24
Søg flere oplysninger:.....	26

Indledning

Energiforsyning til og i Tyndtbefolkede Områder i Norden skal være rentabel, miljøvenlig og baseret på vedvarende energikilder. En omlægning fra en energiforsyning, som i mange lokalsamfund overvejende er baseret på fossile brændsler, til en forsyning, som overvejende er baseret på vedvarende energikilder, byder på mange udfordringer. Vedvarende energikilder i Nordens tyndtbefolkede områder er imidlertid et emne med mange muligheder, repræsenterende en bred teknologisk skala og med stor forskellighed fra lokalitet til lokalitet.

Task Forcen for Tyndtbefolkede Områder under Embedsmands-Kommitteen for Energi har til opgave at præsentere og formidle viden om tyndtbefolkede områders energiforsyning til interesserede.

Denne minigrønbog indeholder en kort og koncis beskrivelse af situationen for de vedvarende energikilder i de vestnordiske områder. Minigrønbogen er tiltænkt interesserede, som skal danne sig et overblik hurtigt.

Hensigten med denne minigrønbog er at tilvejebringe en platform, som giver politikere indenfor energisektoren et afsæt for at drøfte samarbejdsmuligheder for de tyndtbefolkede geografiske områder, som er karakteriserede af at ligge i udkanten af forsyningsnet, eller som slet ikke er forbundet med et fælles transmissionsnet. Ofte er disse isoleret beliggende lokalsamfund livsvigtigt afhængige af fossile brændsler, og en behersket eller ringe mulighed for at udnytte de vedvarende energikilder, som forekommer lokalt.

Forskere, som søger lokaliteter for anvendelse af nye teknikker med vedvarende energikilder, kan finde inspiration, og forhåbentlig få et lille stykke værktøj, der kan være en øjenåbner.

Myndigheder, brancheorganisationer, energiaktører i bred forstand og forbrugere, som søger samarbejdspartnere eller ønsker at afdække de markedsmæssige muligheder for et produkt, kan også tænkes at have fornøjelse af denne minigrønbog.

Resumé

Tyndtbefolkede områder har forskellige potentialer for anvendelse af vedvarende energi og reduktion af fossile brændsler. Muligheder og løsninger er derfor også forskellige alt efter hvert områdes forudsætninger. Kortlægning af de mest kendte energikilder kan tilvejebringe et grundlag for større forståelse for muligheder for udnyttelse af disse på kort sigt. Formålet er at skabe bedre indsigt i de forskellige barrierer for øget anvendelse af vedvarende energikilder og på sigt nedbryde barriererne.

Hensigten med denne minigrøn bog at tilvejebringe en platform, som giver politikere, virksomheder og organisationer indenfor energisektoren et afsæt for at drøfte samarbejdsmuligheder for de tyndtbefolkede geografiske områder, som er karakteriserede ved at ligge i udkanten af forsyningsnet, eller som slet ikke er forbundet med et fælles transmissionsnet. Ofte er disse isoleret beliggende lokalsamfund livsvigtigt afhængige af fossile brændsler, og en behersket eller ringe mulighed for at udnytte de vedvarende energikilder, som forekommer lokalt.

På oversigtligt niveau gennemgås de enkelte vestnordiske landes vedvarende energikilder, som antages at udgøre et potentiale på relativt kort sigt. I denne første etape omfatter oversigten Island, Grønland, Færøerne og Vestnorge, men minigrønbogen vil kunne udvides med beskrivelser og tekster fra andre tyndtbefolkede områder. Tidshorisonten er 5–10 år.

Oplysningerne viser, at de vestnordiske lande tilsammen repræsenterer en bred skala af vedvarende energikilder, som har mulighed for at blive udnyttet, og der kan tilmed være meget store ressourcer af en enkelt vedvarende energikilde.

Billedet viser desuden, at der i de vestnordiske lande er store forskelle i styrker og svagheder med hensyn til evne til selvfinansiering, knowhow, teknologi, ingeniørship, nyskabelser, innovation, forskning og produktion og handel med relevant udstyr og produkter, der kan udnytte vedvarende energikilder. Men der er også mange ligheder, og hvis de enkelte landes styrker udnyttes i fællesskab, vil gevinsten blive større, end hvis det enkelte område står alene med teknologiudviklingen.

Forbrugerne i alle de vestnordiske lande er omstillingsparate, motiverede for omlægning væk fra fossile brændsler og på energiøkonomisering.

De vestnordiske lande er på energiområdet i nogle henseender anderledes end resten af Norden, og naturligvis i nogle henseender ens. Hvert af de vestnordiske lande er i besiddelse af styrker, men også af helt specielle og unikke forhold, som gør, at der skal tages forbehold eller særlige hensyn til de tyndtbefolkede områder. De nordiske beslutningstagere, som har de tyndtbefolkede områder med i bagagen, skal både på kort og langt sigt efterleve en energistrategi, der tager særligt højde for ø-strukturen, småskalaanlæg og de små økonomier.

Formålet med grønbogen

Tyndtbefolkede områder har helt forskellige potentialer for anvendelse af vedvarende energi og reduktion af fossile brændsler. Muligheder og løsninger er derfor også forskellige alt efter hvert områdes forudsætninger. Kortlægning af de mest kendte energikilder kan tilvejebringe et grundlag for større forståelse for muligheder for udnyttelse af disse på kort sigt. Formålet er at skabe bedre indsigt i de forskellige barrierer for øget anvendelse af vedvarende energikilder og på sigt nedbryde barriererne.

Opgaven

Opgaven blev oprindeligt initieret på et møde i Grønland i sommeren 2004, og er udviklet og gennemført til at være et overblik over og en kortlægning af de vestnordiske landes potentialer af vedvarende energikilder, som på sigt kan erstatte brugen af fossile brændsler i de enkelte lokalsamfund. Målgruppen for denne udredning er den enkelte energiforbruger, det enkelte lokalsamfund eller udkantsregioner.

De enkelte vestnordiske lande og selvstyrende områder har forfattet teksterne med oversigter over de vedvarende energikilder, som antages at have et potentiale på relativt kort sigt. I denne første etape omfatter oversigten Island, Grønland, Færøerne og Vestnorge, men minigrønbogen vil kunne udvides med beskrivelser og tekster fra andre tyndtbefolkede områder. Tidshorisonten er 5–10 år.

Metode

Første step i kortlægningen er at beskrive, om de mest kendte vedvarende energikilder eksisterer, eller der er vished for, at den pågældende vedvarende energikilde ikke eksisterer i relevant og rimeligt omfang. Altså en prioritering af, hvilke vedvarende energikilder, der formodes at være til stede og med et potentiale ud fra nuværende viden.

Det andet trin i kortlægningen er at oplyse, hvor vidt den pågældende vedvarende energikilde har været genstand for undersøgelse af forekomst, kvalitet og anvendelighed.

Endelig – som det tredje element – indgår oplysninger, om den pågældende vedvarende energikilde er økonomisk interessant i forhold til andre energikilder, herunder også i forhold til fossile brændsler.

Ovenstående tre elementer sammenfattes i nedenstående skema og efterfølgende beskrivelse. I skemaet anvendes 3 kategorier, nemlig:

- *U = Uinteressant*, enten fordi den pågældende vedvarende energikilde ikke findes, eller fordi det er uøkonomisk at udnytte den i forhold til udnyttelse af andre vedvarende energikilder. Den pågældende vedvarende energikilde kan også være økonomisk uinteressant i forhold til anvendelsen af fossile brændsler, set aktuelt eller på kort sigt.
- *I = Interessant* mulighed, men der mangler eller savnes systematiske undersøgelser og data om forekomster, kvalitet og samfundsøkonomi.
- *M = Kan realiseres*, fordi energikilden, teknologi, samfundsøkonomi og projektøkonomi er undersøgt.

TB-område	Vandkraft	Vind	Jordvarme	Tidevan d	Bølger	Bio/affald	Sol
Nordgrønland	U	I	I	U	U	U	I/U
Midtgrønland	M	I/U	I	I	I	I	I/M
Sydgrønland	M	I/M	I	I	I/U	I	I/M
Østgrønland	M/U	I	I	I	U	I	I
Færøerne	M	M	U	I	I/M	M*	I/M
Island	M	I	M	I	U	M	M/U
Nordnorge	M	M	I	I	I	U	I/U
Vestnorge	M	M	M	I	I	M	I/U
Østnorge	M	U	M	U	U	M	I/U

* Kun affaldsforbrænding er aktuelt.



Vindmøller, hydrogen og brændselscelle. Utsira 2005

Grønlands vedvarende energipotentialer

Det er nødvendigt at inddele Grønland i delområder, da landet med sine 18 byer, ca. 58 bygder, 10 fangstpladser og ca. 55 fåreholdersteder er et udpræget arkipelag af øer og lokalsamfund, dækkende vidt forskellige klimaer og geografi.

Det er generelt således, at der i hvert eneste lokalsamfund skal være back-up i hel skala på et dieselfyret el- og varmeanlæg. Anlæggelse af transmissionsnet mellem lokalsamfundene er alt for kostbart eller teknisk umuligt. Blot nogle få timer en kold vinternat uden varmforsyning kan forårsage væsentlige skader på infrastruktur og bygninger. Energiproduktionen – også produktionen på vedvarende energikilder – skal derfor enten kunne anvendes af det enkelte lokalsamfund, eller sejles/flyves til andre lokalsamfund eller eksporteres (også pr. sejlads eller flyvning) til udlandet, f.eks. hydrogen.

Vandkraft er den bedst undersøgte mulighed for at erstatte energiforsyning baseret på fossile brændsler med vedvarende energi. På trods af kolossalt store vandkraftpotentialer, er det med nuværende teknologi kun muligt at forsyne et lille antal af alle lokalsamfund med vandkraft. I Nordgrønland er der ingen kendte forekomster af vandkraftreservoirer. I Midtgrønland (fra Diskobugten og sydover) og i Sydgrønland er det muligt og sandsynligvis rentabelt at bygge flere vandkraftanlæg. I Østgrønland er der etableret ét vandkraftværk, og der kendes ikke flere potentialer. Der er normalt ingen skadelige miljøpåvirkninger ved udnyttelse af vandkraftpotentialerne, heller ikke ved de største.

Vindkraft. Vestnordenprojektet har påvist, at det er vindklimaet på et optimalt sted i det enkelte lokalsamfund, der må afgøre, om vindenergien kan udnyttes. Grønland ligger ikke i et vindklimabælte, og det er den lokale topografi, der er afgørende for mulighederne. Generelt er der kun sparsom viden om vindmiljøet til energiforsyningsformål. Det kunne være interessant med en kombination af vandkraft og vind for at øge eller regulere energimængden i vandreservoirerne.

Tidevand. Det må antages, at udnyttelse af tidevand er vanskelig på grund af havis og isfjelde på langt de fleste relevante lokaliteter. Der findes ingen undersøgelsesdata på tidevandsenergien, selv om tidevandsforskellene er markante – 3–4 meter – på både Vest- og Østkysten. En række indsnævninger i fjorde og sunde har markante hastigheder på vandstrømmene ved tidevandsskifterne.

Bølgeenergien er desværre ikke opmålt, men det må antages at kunne være interessant langs med kysten fra Sydgrønland til Midtgrønland. Både havis og isfjelde må antages at kunne vanskeliggøre en eventuel energiudnyttelse.

Affaldsforbrænding er etableret i en række større byer, og varmeenergien anvendes i fjernvarmedistributionen. Forbrændingsanlæggene anses dog alle for at være for små til, at der kan fremstilles elektricitet til offentlige forsyningsformål. Alle lokalsamfund er meget små, og mængden af biomaterialer og affald er relativt lille til de anlæg, som er på markedet. Effektivisering i denne sektor må dog antages at udgøre et potentiale. I Nordgrønland specielt, men i øvrigt overalt i landet, er der meget lang formuldningsstid på grund af det kolde klima i store dele af året.

Solenergi er en mulighed med mange forbehold og variationer. I Nord- og Midtgrønland forsvinder solen i en del af vinteren, eller solen kan stå meget lavt i forhold til horisonten i de måneder af året, hvor behovet for elektricitet og varme er størst. Der anvendes varme i alle opvarmede bygninger hele året, dog i mindre mængder om sommeren. Kombinationer af solpaneler, solfangere og diesel er interessante at undersøge, og der er behov for økonomiske kalkulationer, som kan illustrere under hvilke vilkår, solenergien kan være en realistisk mulighed.

Jordvarme, havets eller søers varme, og varme kilder må indtil andet er bevist antages at være interessante muligheder – ikke mindst som sup-

plement til dyr opvarmning med olie. Totalt anvendes 5 gange så meget energi til opvarmning som til elektricitet. Da en del nordiske lande har erfaring med jord-, fjeld- og søvarmepumper er der muligvis interessante muligheder for at udvide det nordiske marked til også at omfatte Grønland.

Der er et vist kendskab til varme kilder, men ingen deciderede undersøgelser af dem til energiforsyningsformål. Nogle af kilderne ligger tæt på lokalsamfund i Midt- og Østgrønland.

Norges vedvarende energipotentialer

Vandkraften har god spredning over hele landet. Forbedret teknologi gør det nu mere attraktivt at udnytte mange små oplande (vassdrag), som hidtil ikke er taget i brug.

Vindkraft. Samspillet mellem vind- og vandkraft i små-skala (i stedet for vind/diesel) er en interessant mulighed, som burde undersøges. Flere lokaliteter i Vestnorge og Nordnorge har gode forudsætninger for både vind- og vandkraft.

Jordvarme kan udnyttes til varmeformål ved hjælp af varmepumper. Meget af bosætningen i Vestnorge og Nordnorge ligger nær kysten. Der vil det være mere attraktivt at hente varme fra havet med samme teknologi (havet har en forholdsvis høj temperatur også om vinteren p.g.a. Golfstrømmen).

Tidevandsvariationerne er sjældent større end 1–2 meter. Mest aktuelt er det at udnytte tidevandsgenererede havstrømme, som lokalt kan være ganske stærke ved udløbet af snævre fjorde. Tidevandsenergi er ingen stor ressource og kan kun undtagelsesvist benyttes.

Bioenergi. I det indre Østnorge er en del tyndtbefolkede områder med rig tilgang på træ. Denne ressource er lidet udnyttet, bortset fra til varmeformål. Her burde undersøges flere teknologier for konvertering til el, for eksempel forgasning brugt i gasmotorer (bruges i udviklingslande) eller små-skala produktion af biodiesel/etanol (genstand for FoU i flere lande).

Sol til rum-opvarmningsformål i nordlige områder er undervurderet. Brugstiden for et solvarmeanlæg kan blive lige så lang i nord som i mere sydlige strøg på grund af lang fyringssæson. Som supplement til andre opvarmningskilder (olie) er solvarme økonomisk attraktivt, men vil næppe dække mere end ca. 20 % af rum-opvarmnings behovet. Solkraftværker (udnyttelse af den fotovoltaiske effekt) har været prøvet i tyndtbefolkede områder som supplement til konventionelle aggregater med veks-lende erfaringer. Den største barriere er fremdeles omkostningerne for solceller, som i dag er mere end 3 kr./kWh produceret el.

Færøernes vedvarende energipotentialer

Færøerne er dybt afhængige af importerede fossile brændsler, der udgør 95 % af det samlede energiforbrug. En arbejdsgruppe, der blev nedsat af landstyremanden for energi i sommeren 2004, arbejder med at formulere en energipolitik og herunder at undersøge mulighederne for at benytte en større andel vindenergi og for at liberalisere el-markedet og muliggøre tredjeparts adgang til el-nettet.

Næsten al opvarmning foregår med olie. Nyere kvarterer udenfor Tórshavn er dog opvarmet med fjernvarme fra et *forbrændingsanlæg*, og det er vedtaget at udbygge fjernvarmesystemet yderligere ved at knytte overskudsvarmen fra dieselværket på Sund udenfor Tórshavn til fjernvarmesystemet. Udbygningen forventes at give ca. 20 MW, svarende til varmekonsumet hos ca. 1.000 husstande.

Vandkraft udgør i dag ca. 35 % af den samlede el-produktion. Der er foretaget undersøgelser for at kortlægge mulighederne for yderligere udnyttelse af vandkraft. El-selskabet SEV har søgt om tilladelse til yderligere udbygning, som forventes at give en øget produktion til det bestående Eiði værk på 20 mio. kWh pr år. Mulighederne for andre vandkraftsudbygninger er relativt dyre i forhold til forventet produktion, derudover er der stigende fokus på miljøpåvirkninger samt inddragelsen af rekreati-onsområder i forbindelse med disse udbygninger.

Vindkraft forventes at indgå mere i energiforsyningen. I dag stammer ca. 6 % af den samlede el-produktion fra vindmøller. Færøerne har meget gunstige vindforhold, og det har derfor gennem flere år været diskuteret, hvorvidt og hvordan en større andel af el-produktionen kan komme fra vindmøller. I forbindelse med arbejdet med at formulere en energipolitik har Olieadministrationen nedsat en arbejdsgruppe, der skal undersøge muligheden for at øge vindmølleandelen af den samlede el-produktion. Muligheden for at benytte vindenergi til opvarmning af vand bør undersøges.

Bølgekraft. SEV, det kommunale færøske el-selskab har startet et projekt, SEWAVE, som undersøger mulighederne for at udnytte bølgekraft til strømproduktion. De første undersøgelser er foretaget, og på nuværende tidspunkt er man i gang med at finde finansiering til at bygge første fase af projektet med en turbine.

Tidevand. I slutningen af 1980'erne blev der foretaget en undersøgelse af mulighederne for at bruge tidevand til strømproduktion. Konklusionen på det projekt var, at det ikke ville være økonomisk, men det er muligt, at man skulle se nærmere på det igen.

Udnyttelse af *solenergi til opvarmning* er en mulighed, som har stigende interesse. En af fordelene ved solenergi er, at om sommeren, når produktionen er mest effektiv, er der stadig et opvarmningsbehov i modsætning til på kontinentet. Solceller til el-produktion benyttes i begrænset omfang.

Jordvarme anses for nuværende for at være umulig at udnytte.

Islands vedvarende energipotentiale

To tredjedel af det totale energiforbrug er baseret på vedvarende energi. Kun transport- og fiskerisektoren er afhængig af fossile brændsler. Hele befolkningen er tilsluttet et fælles transmissionsnet, på nær nogle få afsidesliggende steder. Grimsey er med ca. 30 husholdninger den eneste by, som ikke er på transmissionsnettet.

Vandkraft udgør 80 % af el-produktionen, hvoraf mere end halvdelen går til storindustri. Potentialer for vandkraft er store i forhold til landets behov, og der er et godt kendskab til store projekter, mens potentialerne for de mindre kraftværker endnu ikke er helt kendte. Der er øget interesse for mindre kraftværker.

Jordvarme og geotermisk energi udgør over halvdelen af den primære energiproduktion. Næsten 90 % af alle bygninger opvarmes med jordvarme og 20 % af el-produktionen er baseret på jordvarme. Andelen af jordvarme til opvarmning af bygninger øges, dels baseret på nye geotermiske værker udenfor de klassiske jordvarmeområder, dels fordi hovedstadsområdet tiltrækker en stadig større del af befolkningen.

Vindenergi har ikke udgjort et tilskud til energiproduktionen. I det første forsøg med vindmøller anvendtes vindkraften til varmeproduktion gennem friktionsenergien, men blev ingen succes. Vindpotentialet kortlægges, og et vindatlas bliver det næste skridt. I fremtiden er det tænkeligt, at vind- og vandkraft kan samarbejde til bedre regulering af vandmagasinerne.

Solenergi anvendes ikke til almindelig energiforsyning, men mange boliger har omlagt en del af sit forbrug for at udnytte lys og varme fra solen.

Bølger og tidevandsenergi. Tidevandsamplituden er på grænsen til at være brugbar. Specielt er områder i Vestlandet muligvis egnede, da stærke strømme opstår mellem øer og andre indsnævring.

Innovation og kompetence i tyndtbefolkede områder i Vestnorden

Under denne overskrift er det formålet at give læseren et indblik i Vestnordens eksisterende kompetencer, innovative potentialer og tiltag. Det er dermed en lille oversigt over de vestnordiske landes styrker og svagheder indenfor de brancher, der er aktuelle for udnyttelse af mere vedvarende energi; uden at teksterne giver sig ud for at være udtømmende samfundsbeskrivelser.

Billedet viser, at der i de vestnordiske lande er store forskelle i styrker og svagheder med hensyn til evne til selvfinansiering, knowhow, teknologi, ingeniørship, nyskabelser, innovation, forskning og produktion og handel med relevant udstyr og produkter, der kan udnytte vedvarende energikilder. Men der er også mange ligheder, og hvis de enkelte landes styrker udnyttes i fællesskab, vil gevinsten blive større, end hvis det enkelte område står alene med teknologiudviklingen.

Grønland.

Med lokalsamfund rangerende fra ganske små steder til relativt store byer, hvor den største har 15.000 indbyggere, er der et varierende udbud af håndværkere, teknikere og rådgivere, både i den private sektor og hos de større offentlige virksomheder og selskaber. Back-up fra store modermåder i udlandet findes især i de større byer.

I de fleste byer og bygder er specialister og forskere en mangelvare, men til gengæld er evnen til at finde løsninger på lokale præmisser meget stor, eftersom både klima og geografi nødvendiggør, at hver eneste by og bygd er i stand til selv at få al infrastruktur til at fungere. En del specielle uddannelser og efteruddannelse har de fastboende i små byer og bygder som målgruppe, for at sikre et mere varieret teknisk miljø i det enkelte lokalsamfund.

Arktisk Center i Sisimiut – Artek – sikrer uddannelse af arktiske ingeniører, og centeret tiltrækker og samarbejder om feasibility-studier og pilotprojekter, blandt andet indenfor vedvarende energi, rensning af vand og dataindsamling om arktiske forhold og fænomener.



Vanskelig geografi og høj forsyningssikkerhed er omkostningstungt. Transmissionslinje Nuuk

Grønland tilbyder med sit klima, beliggenhed, befolknings- og infrastruktur helt specielle og ekstreme testforhold for produkter under udvikling, for produkters robusthed og for produkters forbrugervenlighed.

I det omfang både private og offentlige virksomheders kapacitet og ressourcer tillader det, er der parathed til at indgå partnerskaber, blandt andet for at kunne deltage i perspektiverende forskning og projekter. Der er eksempler på både små og store samarbejds- og partnerskaber i den private og offentlige sektor samt på politisk niveau.

Langt de fleste større byggerier, – f.eks. vandkraftværker –, har internordisk entreprenørdeltagelse og –finansiering.

Færøerne

Færøerne har i al væsentlighed en infrastruktur med gode veje- og færgeforbindelser. Den store fiskerflåde i nogle byer samt flere skibsværfter har givet grundlag for en stor underskov af mekaniske værksteder flere steder. Derudover er der mange små og store virksomheder med specialister inder for områder, der er relevante for vedvarende energiteknologi – herunder el, styring og edb i øvrigt. Flere af disse virksomheder søger til udlandet med deres kompetencer og produkter.

Der er to tekniske skoler, der har et varieret udbud af uddannelser inden for el, træ og metal, samt en maskinskole, der tilsammen giver et varieret udbud af mange teknikere.

Mange håndværkere arbejder i udlandet – specielt i Danmark og Norge, hvor der er god beskæftigelse i olieindustrien. Den kompetence, som disse håndværkere tilegner sig, vil også være til rådighed, hvis der kommer et udviklingsmiljø for vedvarende energi.

Ud over dette er der mange færinger med længere akademiske uddannelser og relevante kompetencer fra udlandet og fra det færøske universitet, der har et naturvidenskabeligt uddannelses- og forskningsmiljø. De mange færøske akademikere, der arbejder i udlandet, vil i stor udstrækning kunne trækkes til Færøerne eller virke som kontakter til yderligere udenlandske ressourcer.

I de senere år har der udviklet sig et innovationsmiljø med venturekapital, der gør det muligt for mindre og nystartede virksomheder at gå ind i større udviklingsprojekter med nye produkter og markeder. Dette miljø har i en vis grad vist interesse for vedvarende energi.

Vestnorge

Der er et forholdsvis lille marked for småskala energiteknologi i de tyndtbefolkede områder, selv om markedspotentialet er stort. Flere små selskaber har specialiseret sig til det norske hyttemarked. Mere end 100.000 hytter er beliggende i områder uden muligheder for tilslutning til

det landsomfattende elnet. Disse hytter er i stor grad udstyret med enkle løsninger for lokal elproduktion baseret på solenergi, mikrovandkraft eller vindkraft samt ordinære dieselaggregater.

Standarden er ikke høj nok til fastboende. Kompetencen hos selskaber, som leverer sådant udstyr, er alligevel af stor betydning, når det bliver aktuelt at udvikle og installere mere avancerede løsninger for mindre lokalsamfund i tyndtbefolkede områder.

Der findes også et marked for etablering af energiforsyning til afsidesliggende tekniske installationer, som ikke er tilsluttet ledningsnettet – f.eks. til telekommunikationsudstyr, farvandsmærker m.v. Løsningerne kan være ret avancerede og kostbare, og den opbyggede kompetence til sådanne anlæg kan blive værdifuld, når udstyret skal tilpasses andre formål.

For at vise, hvordan ny energiteknologi kan anvendes i tyndtbefolkede områder, er der gennemført nogle demonstrationsprojekter. Det drejer sig om hybride energiforsyningsanlæg for enkelthusholdninger, baseret på sol- og vindenergi i samspil med et aggregat. Erfaringerne med disse pilotprojekter har været delte.

En vigtig erfaring har været, at lokalbefolkningens indstilling gennemgående har været positiv overfor de omstillinger, som ofte følger af at anvende ny energiteknologi. Det har også været nemt at organisere den nødvendige, rutinemæssige vedligeholdelse af udstyret. I nogle af projekterne har det endvidere været nødvendigt at gennemføre ændringer på forbrugersiden, som især har berørt reduktion af elafhængigheden gennem gasløsninger, vandbåren rumopvarmning o.lign. Også sådanne omstillinger er blevet accepteret.

Den største udfordring ved disse projekter har været vedligehold og teknisk assistance. Lange afstande gør dette specielt krævende. Et andet kendetegn ved alle pilotprojekter er, at der før eller siden vil opstå tekniske vanskeligheder. Dette sker uanset der i udgangspunktet vælges robuste og driftsstabile løsninger. Når problemerne opstår, og den nødvendige tekniske kompetence befinder sig langt borte, kan driftsafbruddene blive langvarige, hvorved udstyret let kommer i miskredit hos forbrugeren.

Island

Flertallet af lande, som anvender jordvarme som energikilde, ligger på sydlige breddegrader og er ikke afhængige af opvarmning i tilsvarende grad. Island har derfor selv ledet og aktivt deltaget i at udvikle den teknologi, som anvendelse af jordvarme kræver. De store fjernvarmefirmaer og ingeniører, som har specialiseret sig inden for branchen, er derfor efterspurgt som rådgivere og entreprenører til jordvarmeprojekter i udlandet.

Island har for nylig genopdaget små vandkraftværker, uden dog at have mistet tidligere viden. Derfor opstår synergi i form af relativt enkle

løsninger i miniturbiner med avanceret styreteknik. Vandføringsmålinger (hydrologi) er blevet udviklet under vanskelige klimaforhold, hvilket giver en unik erfaring.

Island har ansvaret for to afdelinger inden for de Forenede Nationers Universitet; nemlig områderne geotermisk teknologi og fiskeri. Regeringen har for nylig bestemt at forøge udviklingsbistanden, bl.a. med større aktivitet inden for jordvarme. Sidste år opstartede seminarvirksomhed i lande, hvor jordvarme kan videreudvikles, og hvor islandsk viden kan anvendes (f.eks. i Afrika og Midt-Amerika).

Fiskeriet er et område, hvor energibesparelser kan give stor gevinst. Med bedre styreteknik kan mindst 15% af olieforbruget spares. Der er stor aktivitet inden for dette område i øjeblikket, endvidere inden for krogfiskeri, som ikke kræver tilnærmelsesvis lige så meget energi som fiskeri med trawl.

Teknikere uddannes af tre universiteter/højskoler. Indtil de seneste år har en stor del af ingeniørerne fået en videreuddannelse i udlandet, hvilket medfører mangesidighed, som efterfølgende skaber gode præmisser for innovation og kompetence. Universiteterne lægger nu stor vægt på at tage større del i denne videreuddannelse, og forventer gode muligheder for en udvikling inden for energiteknik. Staten driver et institut for anvendt industriforskning, som også understøtter udviklingen af nye ideer på det tekniske område og i opbygningen af nye foretagender.

Folk, som vokser op i små samfund, befinder sig ofte bedre tilpas i andre små samfund end folk fra de større samfund. Island er velegnet at dele sådanne erfaringer med for andre tyndtbefolkede egne.

Omstillingsevne til mere vedvarende energi i forsyningen i Vestnorden

At være omstillingsparat indebærer blandt andet at være hurtig, interesseret og dristig til at tilegne sig ny teknik. Det forudsætter naturligvis, at energi anlægget og energiforsyningen er egnet for omstilling, at der er en økonomisk gevinst, og at de mennesker, omstillingen berører, også selv besidder en god portion pionerånd.

I almindelighed er både befolkning og virksomheder ret afhængige og forbundne til den eksisterende energiforsyning og adgangen til denne. At ændre på strukturerne i energiforsyningen kan tage lang tid, da investeringer ofte er store og foretaget med det meget lange sigt for øje. Dette faktum skal ikke underkendes. Samtidigt gælder det om at finde de svage eller gamle led i strukturen frem, nøje vurdere de positive muligheder for en omlægning og på den måde måske overvinde barrierer, så der kan blive plads til endnu mere vedvarende energi.

Grønland

Det primære energiforbrug er for 92 %'s vedkommende baseret på olie. El, varmforsyning, også den individuelle, samt alle drivmidler til fiskeri og transport anvender fossile brændsler. Vandkraft (og affaldsforbrænding) dækker 7–8 % af det totale energiforbrug. Afskrivningstiden for kraftvarmeværker er som regel ca. 30–40 år, og for distributionsnettet i hvert lokalsamfund 25–40 år. Levetiden for vandkraftværker er endnu længere.

Omstilling til mere vandkraft og anvendelse af anden vedvarende energi skal planlægges og afpasses i forhold til aktivmassens tilstand og olieprisen i den enkelte bygd eller by for at optimere investeringen. Offentlig energiforsyning og omstillingsevne til mere anvendelse af vedvarende energikilder er et emne, som foruden de umiddelbare økonomiske krav til relativt høje initialinvesteringer også har et langsigtet samfundsøkonomisk perspektiv.

Derimod har den individuelt baserede varme- og elforsyning et kortere sigte, hvilket alt andet lige burde give en hurtig og positiv omstillingsevne. Til husholdninger og bygninger er det ønskeligt med et større udbud af udstyr og produkter, som anvender vedvarende energikilder, enten til erstatning for forbruget af fossilt brændsel eller til supplerende af den eksisterende oliebaserede energikilde.

Energiforbruget i den enkelte husholdning udviser store forskelle afhængigt af, om husholdningen ligger i en stor by, en lille by eller en bygd. Fyringssæsonen er – til trods for de store geografiske og klimatiske forskelle – dog hele året. Forbruget af energi til rumopvarmning er naturligvis størst i de koldeste egne.

Det økonomiske incitament til omstilling fra oliebaseret opvarmning til opvarmning baseret på vedvarende energi har været behersket som følge af, at olieforbrug dels ikke har været beskattet, og dels er omfattet af en landsdækkende udligningsordning, som betyder, at 1 liter olie koster forbrugeren det samme overalt i landet. Udligningsordningen gjaldt også for elektricitet og vand, men er nu ophævet. Herefter afspejler elpriserne i højere grad omkostningerne til elproduktionen i hvert enkelt lokalsamfund.

Interessen for alternativ vedvarende energi er steget markant. Med lokalitetsbestemte omkostninger, er priserne på oliebaseret elektricitet og varme alt andet lige højere i de meget små lokalsamfund. Derfor kan der være fornuft i at revurdere de økonomiske forhold ved at supplere med eller helt ændre til vedvarende energi.

Befolkningen er i almindelighed meget interesseret i ny teknik og omstillingsparat, i særdeleshed når der gives oplysning om økonomien på en målrettet måde for forbrugerne.

Færøerne

95% af det primære energiforbrug er baseret på olie, mens vandkraft, vindenergi og affaldsforbrænding til fjernvarmeforsyning dækker de resterende 5%.



Solceller og passiv solvarme er små supplementer til olievarme og ledningsbåren elektricitet. Nuuk.

Der er etableret fjernvarme i nye bydele i det nordlige Tórshavn. Dette anlæg får leveret varme fra affaldsforbrændingsanlægget, men vil fra sent efterår 2006 også få varme fra to ud af fire motorer på kraftværket nord for Tórshavn. En yderligere udbygning af den vedvarende energi vil reducere produktionen af el fra kraftværket og derved også varme til fjernvarmesystemet. Der er ikke gennemført detaljerede tekniske og økonomiske analyser af samspillet mellem vedvarende energi og en udvidelse af fjernvarmesystemet, men muligheden for at anvende vindmøllestrøm til opvarmning af fjernvarmevand i perioder er diskuteret.

Det seneste år er interessen for solvarmeanlæg og varmepumper steget i takt med, at de økonomiske fordele er blevet synlige. Der er dog stadig etableret så få anlæg, at kendskabet til teknologierne og økonomien i dem er lav.

Vestnorge

Mere end 99 % af elproduktionen i hele Norge er baseret på vedvarende energikilder. Af det totale energiforbrug kan mere end 50 % føres tilbage til vedvarende energikilder (vandkraft, bioenergi). Norge har med andre

ord en forholdsvis stor andel vedvarende energi allerede, men mulighederne for at øge denne andel er betydelig.

Rigelig billig vandkraft har medført, at de fleste husholdninger bruger elektricitet til rumopvarmning. Mange boliger er indrettet med dette for øje, og i gennemsnit er elforbruget i en norsk husholdning væsentlig højere sammenlignet med andre europæiske lande. Dette gælder også for boliger i afsidesliggende egne.

De fleste boliger er tilsluttet elnettet, men i tyndtbefolkede områder er flere af disse nettilknytninger forbundet med høje omkostninger og lav indtjening på grund af de store afstande og de få forbrugere. For at spare en kostbar netudbygning kan flere af disse lokalsamfund med fordel elforsynes fra en lokal elproduktion. Det økonomiske incitament til omstilling ligger hos elværkerne, som har det økonomiske ansvar for at drive elnettet. Forbrugerne betaler ikke en højere netafgift, selv om de befinder sig i et område, det er kostbart at forsyne med elektricitet.

De økonomiske forudsætninger for lokal elproduktion er varierede. Småskala vandkraft er ofte en særdeles konkurrencedygtig energikilde, og store dele af det endnu ikke realiserede økonomiske potentiale ligger i Vestnorge. For vindkraft gælder dog, at udbygningen af småskala vindkraft begrænses, fordi det er en forholdsvis kostbar form for kraftgenerering, sammenlignet med f.eks. vindkraft i stor skala, som er mere end 1 MW. Desuden er et fritstående elproduktionsanlæg altid mere kostbart at etablere end anlæg, som er tilsluttet nettet, og som kan udnytte reguleringskapaciteten i det centrale produktionssystem. Endelig vil en omstilling til lokal elproduktion blive hæmmet af, at mange boliger er indrettet til elopvarmning, som ikke er en rationel løsning for kostbar elproduktion. I afsides liggende områder vil en omstilling alligevel være økonomisk attraktiv, hvis alternativet er en kostbar nettilslutning.

Island

Der er kun behov for at øge anvendelse af vedvarende energikilder til transport og fiskeri.

Staten yder tilskud til forbrug, som er afhængig af direkte elvarme. Regulering af tilskuddene har til formål at udjævne omkostningerne mellem jordvarme og direkte elvarme. Ganske vist omhandler dette ikke store omkostninger, men det er energiøkonomisk og giver forbedrede levevilkår at tilslutte så mange som muligt til geotermiske værker.

Mulighederne for at opnå energibesparelser gennem bygningsregler, forbedret styring af varmeinstallationer i bygninger samt bedre energiadfærd er ved at blive beskrevet og analyseret.

Kun lidt affald anvendes til varmeproduktion. Øget anvendelse kan blive aktuelt, enten fordi jordvarmepotentialet er udtømt eller for kostbart at udnytte, eller når det internationalt anses for uforvarsligt ikke at forbruge energien fra affald.

Island har på verdensplan aktivt deltaget i udviklingen omkring anvendelse af hydrogen til infrastrukturen. Sandsynligvis bliver almindelig anvendelse af hydrogen ikke aktuel på kort sigt i større omfang, fordi hydrogenproduktion ved elektrolyse er for kostbar. Måske bliver hydrogen en realistisk mulighed for forbrug indenlands, men næppe til eksport på grund af stor afstand til markederne og landets egen gode adgang til vedvarende energikilder.

Det er ikke umuligt at vindenergi kan udnyttes, og at lagring af hydrogen kan blive et bidrag til at synkronisere vind- og vandenergi.

Grundelementer til en energistrategi for tyndtbefolkede områder i Vestnorden til opfyldelse af energimålsætningerne om bæredygtighed, forsyningssikkerhed og klimabeskyttelse.

1. Oplysningerne viser, at de vestnordiske lande på kort sigt tilsammen repræsenterer en bred skala af vedvarende energikilder, som har mulighed for at kunne udnyttes.
2. Der kan i enkelte af de vestnordiske lande være enorme ressourcer af en enkelt vedvarende energikilde.
3. Til forsyning af lokalsamfund og enkeltforbrugere er der som regel kun brug for småskala anlæg, som imidlertid skal kunne gøre brug af den nyeste teknologi, eller har behov for, at der udvikles ny teknologi.
4. Udover målsætningen om at reducere afhængigheden af fossile brændsler er en vigtig målsætning, at kunne reducere behovet for reserve- og backupkapacitet uden at give afgørende køb på forsyningssikkerheden. Dette element gælder både for produktion og transmission af energien.
5. De vestnordiske landes tyndtbefolkede områder savner alle nærmere indhentning af data og udarbejdelse af analyser for at kunne vurdere, om det er teknologisk eller økonomisk realistisk at udnytte en række forskellige energikilder.
6. Intet af de enkelte vestnordiske områder har ressourcer indenfor alle de vedvarende energikilder, og der kan være store variationer i det enkelte land.
7. Udnyttelse af nogle af de mest oplagte vedvarende energikilder har muligvis kun aktualitet for en eller to af de vestnordiske lande.
8. Det står klart, at en decentraliseret kraftforsyning baseret på eller overvejende baseret på vedvarende energikilder i tyndtbefolkede områder, skal kunne håndtere teknik og viden indenfor en vifte af vidt forskellige vedvarende energikilder og den dertil nødvendige teknologi.

9. I alle de vestnordiske lande er behovet for omstilling til vedvarende energi til transport og fiskeri markant.
10. Forskning og pilotprojekter med fremstilling af hydrogen fra vedvarende energikilder og anvendelse af hydrogen foregår sporadisk, men erfaringerne fra disse projekter kan på længere sigt blive væsentlige.
11. Alle de vestnordiske lande savner mere viden om muligheder for at kombinere to eller flere vedvarende energikilder.
12. Af historiske og naturgivne årsager er der kun få områder, hvor flere lande besidder ensartet kompetence. Små økonomier er desuden ofte mest sårbare. Med henblik på at udnytte flere af de vedvarende energikilder, som findes lokalt, vil det være en styrke at etablere associationer, alliancer, partnerskaber og lignende fælles interessefora på tværs af de vestnordiske lande.
13. Omlægning til anlæg med mere vedvarende energi, demonstrations- og pilotprojekter har behov for at blive serviceret med hensyntagen til, at afstande er lange, og rejseomkostninger er store. Udover kravet om, at ny teknologi er robust, er relevante og helt moderne IT-metoder en mulighed for at styre, fejlfinde og reparere, som kan minimere omkostninger til vedligehold og driftsafbrud, og understøtte befolkningens interesse i at tage ny teknik i brug.
14. I tyndtbefolkede områder vedrører spørgsmål om forsyningsnet ofte ø-samfundet direkte, og i mindre grad nordiske eller europæiske kodekser for forsyningsnet. Spørgsmål om sammenkobling af forsyningsnet er dog aktuel for nogle af de tyndtbefolkede områder, og viser dermed, at energiforsyning i tyndtbefolkede områder i Vestnorden indeholder et broget billede, som i større eller mindre grad bærer på de samme problemstillinger, som i resten af Norden og hos de nordiske naboer mod vest.
15. Forbrugerne i alle de vestnordiske lande er omstillingsparate, motiverede for omlægning væk fra fossile brændsler og på energiøkonomisering.
16. Tekniske centre, uddannelsesinstitutioner på alle niveauer og innovationscentre er fordomsfrie og vil kunne deltage i forskning og udvikling. På fællesskabsniveau, i samarbejde, i partnerskaber og med strategiske alliancer vil udbyttet af Forskning & Udvikling blive større end som enkeltforanstaltninger.
17. Energiforsyningsvirksomheder har et stort hensyn at tage til virksomhedernes egne forhold – herunder til aktionærerne. Især i tyndtbefolkede områder er nedbringelse af omkostninger vanskeligt. Produktions- og forsyningsvirksomhederne har derfor behov for, at de politiske omgivelser giver klare, langtrækkende og stimulerende signaler. Dette kan medvirke til at sætte fart i projekter, der sigter på at anvende flere eller mere af de vedvarende energikilder, som findes lokalt.

18. De vestnordiske lande er på energiområdet i nogle henseender anderledes end resten af Norden, og naturligvis i nogle henseender ens. Hvert af de vestnordiske lande er i besiddelse af styrker, men også af helt specielle og unikke forhold, som gør, at der skal tages forbehold eller særlige hensyn til de tyndtbefolkede områder. De nordiske beslutningstagere, som har de tyndtbefolkede områder med i bagagen, skal både på kort og langt sigt efterleve en energistrategi, der tager særligt højde for ø-strukturen, småskalaanlæg og de små økonomier.

Søg flere oplysninger:

www.nukissiorfiit.gl – Det grønlandske selskab, som producerer og distribuerer el, vand og fjernvarme i alle byer og bygder.
www.pilersuisoq.gl – Polaroil, det grønlandske olieforsyningsselskab
www.nanoq.gl – Grønlands Hjemmestyre, Landsting og Landsstyre
www.arktiskcenter.gl – Arktisk Innovationscenter og -uddannelse
www.os.is – med mange links til energi, energiressourcer og statistik
www.newenergy.is – selskabet, som varetager udviklingen med hydrogen
www.newenergy.is/naha – den nordatlantiske hydrogen association
www.getek.no – hyttemarkedet, udstyrsforhandlere
www.sunwind.no – hyttemarkedet, udstyrsforhandlere
www.solarnor.no – producent til solopvarmning
www.e-tidevannsenergi.com – Tidevannskraftverk, FoU
www.statkraft.no/pub/annen_miljovanlig/saltkraft/reportasjer/index.asp – omtale af udviklingsprojekt om saltkraft, FoU.
www.ife.no – Institut for Energiteknik
www.jardfeingi.fo – Direktorat for Energi og Geologi på Færøerne
www.vmr.fo – Erhvervsministeriet, der også har energiområdet
www.sev.fo – El-selskabet
www.trade.fo – Trade Council
www.industry.fo – Arbejdsgiverforeningen
www.setur.fo – Universitetet i Torshavn
www.nvd.fo – Fakultet for naturvidenskab
www.norden.org – Nordisk Råd, Nordisk Ministerråd og Komiteer
www.nordicenergy.net – Nordisk Energiforskning

The West Nordic Renewable Energy Sources – Mini Green Book

Perspectives on increased Renewable Energy
in Sparsely Populated Regions

English version

Contents

Introduction	29
Summary	29
The Purpose of the Green Book.....	31
The Task.....	31
Method	31
Greenland's Renewable Energy Potential	33
Norway's Renewable Energy Potential	34
The Faeroe Islands Renewable Energy Potential.....	35
Iceland's Renewable Energy Potential	36
Innovation and Competence in Sparsely Populated Areas in the West Nordic Countries	37
Greenland	38
The Faeroe Islands.....	39
West Norway	40
Iceland	41
Adaptation strategies to increase the use of more renewable energy in the supply of the West Nordic Countries.....	42
Greenland	42
The Faeroe Islands.....	43
West Norway	44
Iceland	45
Fundamental elements for an energy strategy for sparsely populated areas in the West Nordic countries in order to attain the energy objectives of sustainability, supply security and climate protection.	46
To search for more information:.....	48

Introduction

Energy supply in and to the sparsely populated areas of the Nordic Countries has to be environmentally friendly and based on renewable energy sources. (The Nordic Countries include: Iceland, Norway, Sweden, Denmark, Finland, as well as Greenland, the Faeroe Islands and Åland). A change from an energy supply that in many local communities is mainly based on fossil fuels to a supply that is based on renewable energy sources presents many challenges. However, renewable energy sources in the sparsely populated areas of the North present many possibilities, representing a broad technological range with large differences from one locality to another.

The Task Force for Renewable Energy in the West Nordic Sparsely Populated Regions, under the Nordic Committee of Senior Officials for Energy Policy, has as its task to present and disseminate their knowledge about the energy supply in sparsely populated regions to interested parties.

This Mini-Green Book contains a short and concise description of the situation of the renewable energy sources in the West Nordic areas. The Mini-Green Book is aimed at interested persons that need to obtain an overview quickly.

The purpose of this Mini-Green Book is to present an overview that will give the politicians, within the energy sector, a starting point for discussing the cooperative possibilities for the sparsely populated geographical areas which are characterized by being located in the periphery of the supply network or that are not connected to a common transmission network. These isolated local communities are often totally dependent on fossil fuels and have only a limited possibility to use the renewable energy sources that may be found locally.

Researchers who are looking for localities for the use of new techniques with renewable energy sources can find inspiration in this Mini Green Book and hopefully it may provide a small “tool” which will serve as an eye-opener for them.

The authorities, industrial organizations, energy participants in the broadest sense as well as the consumers who, are looking for collaborators or wish to discover the market possibilities for products, may also find this Mini-Green Book useful.

Summary

Sparsely populated regions have different potentials for the use of renewable energy and the reduction of fossil fuels. The possibilities and solutions are, therefore, also different according to each region's preconditions. The mapping of the most well-known energy sources can

create a foundation for a greater understanding of the possibilities for the use of these in the short term. The objective is to create a clearer insight into the different barriers to the increased use of renewable energy sources, with the intention of doing away with these barriers in the long run.

The purpose of this Mini-Green Book is to present an overview that will give the politicians within the energy sector a starting point for discussing the cooperative possibilities for the sparsely populated geographical regions which are characterized by being located in the periphery of the supply network or that are not connected to a common transmission network. These isolated local communities are often totally dependent on fossil fuels and have only a limited possibility to use the renewable energy sources that may be found locally.

The overview looks at each West Nordic country's renewable energy resources that may be presumed to have a potential, within a relatively short time span. In this first phase, the overview includes Iceland, Greenland, the Faeroe Islands and West Norway, but it is possible to expand the Mini Green Book with descriptions and texts from other sparsely populated regions. The time frame is 5–10 years.

The picture that emerges from the overview shows that the West Nordic countries collectively represent a wide array of renewable energy sources which have the potential of being exploited. There are even very large resources of some renewable energy sources.

Furthermore, the overview shows that in the West Nordic countries, there are vast differences in the strengths and weaknesses in regard to the ability for self-financing, know-how, technology, engineering capabilities, new creations, innovation, research as well as production and trade with relevant equipment and products that can use renewable energy. But there are also many similarities and if the strengths of each country are used collectively, the profit and benefits will be greater than if the region tackles the technology development on its own.

The consumers in all the West Nordic countries are ready to change and are motivated to change from fossil fuels and to economize fuel.

As to energy, the West Nordic countries are in some ways different from the rest of the Nordic countries and, of course, in some ways quite similar. Each of the West Nordic countries possess strengths as well as quite special and unique conditions that makes it necessary to give special considerations to sparsely populated regions. The Nordic decision-makers, who include the sparsely populated regions as part of their portfolios have, both in the short-term and in the long-term, to comply with an energy strategy that gives special consideration to the island structure, the small scale installations and the small economies.

The Purpose of the Green Book

Sparsely populated areas have completely different potentials for the use of renewable energies and the reduction of their fossil fuels dependence. The possibilities and solutions are therefore quite different depending upon the conditions in the region. The mapping of the best known energy sources can create a foundation for a greater comprehension of the possibilities, within a short period of time. The purpose is to provide better insight into the different barriers for the increased use of renewable energy sources and, in the long run, to break down these barriers.

The Task

The task was originally initiated at a meeting in Greenland during the summer of 2004 and has been expanded to become an overview and a mapping of the West Nordic countries' potential for renewable energy sources which in the future can replace the use of fossil fuels in the individual local communities. The target group for this overview is the individual energy consumer, the individual local community or the peripheral regions.

The West Nordic countries and the self-governing areas have each written the texts about the renewable energy sources which may be assumed to have a potential, within a short timeframe. In this first phase, the overview includes: Iceland, Greenland, the Faeroe Islands and West Norway, but the Mini Green Book may be expanded with descriptions and texts from other sparsely populated areas. The timeframe is 5–10 years.

Method

The first step in the mapping process is to describe whether the most known renewable energy sources exist or if it is known that the specific energy source does not exist in a relevant and reasonable quantity. There is therefore a prioritization as to which renewable energy sources are thought to be available and to have a potential, based on present day knowledge.

The second step of the mapping process is to describe whether or not the specific renewable energy source has already been the object of research as to its prevalence, quality and use.

Finally as a third element, there is information about whether or not the renewable energy source is economically viable in comparison to other energy options, including in comparison to fossil fuels.

The above three elements are contained in the table below and in the following description. In the table are used three categories:

- N= *non-interesting*, either because the specific energy source is not available or because it is not profitable to use it when compared to the other available renewable energy sources. The particular renewable energy source may also be economically uninteresting in comparison to the use of fossil fuels either at the present time or in the short term.
- I= *interesting possibility* but there is little or no systematic research and research data about the occurrence, the quality and the cost benefit to the community.
- C= *can be realized* because the energy source, the technology, the economy of the local community and that of the project have been researched.

	Water	Wind	Terrestrial Heat	Tide Water	Waves	Bio-waste	Sun
North Greenland	N	I	I	N	N	N	I/N
Mid-Greenland	C	I/N	I	I	I	I	I/C
South Greenland	C	I/C	I	I	I/N	I	I/C
East Greenland	C/N	I	I	I	N	I	I
Faeroe Islands	C	C	N	I	I/C	C*	I/C
Iceland	C	I	C	I	N	C	C/N
North Norway	C	C	I	I	I	N	I/N
West Norway	C	C	C	I	I	C	I/N
East Norway	C	N	C	N	N	C	I/N

*Only refuse incineration is possible



Windmills, hydrogen and fuel cell. Utsira 2005.

Greenland's Renewable Energy Potential

It is necessary to divide Greenland into regions as the country with its 18 towns, approximately 58 settlements, 10 fishing/hunting grounds, and the approximately 55 sheep-breeding areas is an archipelago of islands and local communities, covering a wide variety of climate and geography.

It is generally the case that in each local community there has to be a full-scale backup with diesel generated electricity and heating installations. The construction of transmission networks between the local communities is far too expensive or technically impossible. Only a few hours on a cold winter night without any heat supply can result in damages to the infrastructure and buildings. The energy production, including the production by renewable energy sources, therefore has to be able to be used by the individual local communities or be transported either by air or shipped to other local communities or exported (also by ship or air) to foreign countries, as for example, the export of hydrogen.

Hydro-power is the most researched possibility for exchanging the energy supply based upon fossil fuel with renewable energy sources. In spite of the enormously large hydro potential, it is only possible to supply a small number of the local communities with hydro power, based on the current available technology. In North Greenland, there are no known hydro power reservoirs. In Mid-Greenland (from the Disko Bay to the south) and in South Greenland it is possible and probably economically viable to build more hydro-electric plants. In East Greenland, one hydro-electric plant has been established, but no other potential sites are known. Usually, there are no detrimental environmental impacts with the use of the hydro-electric potential, even with the operation of the larger plants.

Wind Power. The West Nordic Project has shown that it is the wind climate, in an optimal location in a local community that decides whether or not wind energy can be used. Greenland does not lie in a favourable wind climate belt, and it is the local topography that determines the possibilities. Generally there is only very limited information concerning the wind environment for energy supply purposes. It could be interesting to have a combination of hydro and wind power in order to increase or to regulate the amount of energy in the water reservoirs.

Tide water. It must be assumed that the use of tides is difficult due to the presence of sea ice and icebergs in most of the relevant localities. There are no research data concerning tide energy even where the difference in tide level is quite significant, i.e.: 3–4 metres on both the West and East coasts. A number of straits in fjords and sounds have significant water current speeds when the tides change.

The *wave energy* has unfortunately not been measured but it may be presumed that it could be economically interesting along the coast from South to Mid-Greenland. Both sea ice and icebergs may make the use of wave or tidal energy difficult at certain times.

Refuse incineration facilities have been established in some of the larger towns and the heat produced is used in the distribution of district heating. However, the incineration installations are regarded as too small to produce significant amounts of electricity for general public consumption. All local communities are very small and the amount of bio-material and waste available is too small to make the currently available installations economically viable. If the technology can be made more effective, then this sector may be looked upon as having potential. In Northern Greenland, especially, but also elsewhere in Greenland, it takes a long time to reduce vegetable waste and by-products (composting), because of the colder climate for the majority of the year.

Solar energy is a possibility but with many reservations and variations. In North and Mid-Greenland, the sun disappears for part of the winter or the sun is very low on the horizon during the months when there is an increased need for electricity. Heat is used in all buildings year round but in smaller quantities in the summer. The use of solar panels, solar catchers and diesel is a combination which is interesting to examine and there is therefore a need for economic calculations that can illustrate under what conditions, solar energy may become a feasible and realistic possibility.

Terrestrial heat, oceans and lakes heat, or hot springs have to be considered as an interesting possibility as well as a cheap supplement to heating with fossil fuels, until it is shown to be otherwise. In total, five times as much energy is used for heating purposes as for electricity. As several of the Nordic countries have experience with terrestrial, mountain and ocean heat pumps there could be some interesting possibilities to expand this Nordic market to include Greenland.

There is a certain amount of available information and experience with respect to the use of hot springs, but there is no available data on them as to their ability to supply energy. Some of the hot springs are close to the towns and settlement in Mid- and East Greenland.

Norway's Renewable Energy Potential

Hydro electric power has widespread use throughout the country but advances in technology have now made it possible to use previously unused smaller areas.

Wind power. The interaction of wind and hydro power at a small scale (instead of wind/diesel) is an interesting option that should be more seriously considered. Various localities in West and North Norway have considerable potential for the combined use of wind and hydro power.

Terrestrial heat can be used for heating purposes with the help of heat pumps. Many of the settlements in West and North Norway are close to the coast. It would be more economically and environmentally attractive

to harness energy from the ocean with the same technology (the ocean has a relatively high temperature, even during the winter months, due to the Gulf Stream).

The tide variations are seldom more than 1–2 metres. At the present time, it may be of most interest to use the tide-generated ocean currents that locally can be quite strong near the outflow of narrow fjords.

Tidal energy is not yet a substantial source of energy and can only be used occasionally.

Bio Energy. In the interior of eastern Norway, there are sparsely populated areas with access to many trees. This resource is only used minimally, except for heating purposes. Other technologies that may be used for conversion to electricity ought to be studied, for example, gasification used in gas engines (currently used in developing countries) or small scale production of bio diesel/ethanol (the object of research and development in several countries).

Solar Power. The use of solar power to heat houses in northern regions is currently undervalued. The use of solar heating installations can be just as extensive in the northern as in more southern climes because of the extended heating season. As a supplement to other heating sources (fossil fuels), solar energy is economically attractive but can currently only produce 20% of the present home heating needs. Solar power plants (using photovoltaic technology) have been studied in sparsely populated areas as a supplement to conventional energy sources with varied results. Presently, the greatest obstacle for the expanded use of solar energy is the cost, which is currently 3Danish Kroner per kilo watt hour of electricity produced.

The Faeroe Islands Renewable Energy Potential

The Faeroe Islands are extremely dependant on the importation of fossil fuels, which currently stands at 95 % of its total energy consumption. A working group on energy, that was established by the Landstyremænd in the summer of 2004, is formulating an energy policy and examining the possibilities and realities of increasing the use of wind power, as well as opening the electricity market to allow possible third party access to the electricity networks.

Almost all heating uses oil. However, newer districts on the outskirts of Tórshavn are heated by district heating from a *refuse disposal plant*. It has been decided to extend the district heating system further by connecting the surplus heat from the diesel plant at Sund, outside Tórshavn, to the district heating system. This extension is expected to produce 20 megawatt of power which corresponds to the heat consumption used by a thousand households.

Hydroelectric power accounts for approximately 35% of the total electricity produced. Studies have been conducted to map the possibilities for further use of hydroelectric power. The electricity company SEV has applied for permission for a further expansion which is expected to give an increased production of 20 million kilo watt hours annually at the existing Eiði plant. The possibilities for other hydro power expansions are relatively expensive in regard to expected production. Furthermore, there is an increased focus on the environmental impacts and the possible closing of recreational areas in connection with these expansions.

Wind power is expected to become an important contributor to the existing energy supply. Currently, wind power produces approximately 6% of the total electricity production. The Faeroe Islands have extremely favourable wind conditions and, for many years, there have been discussions on how to best harness this resource so as to increase its contribution to the energy supply. In connection with the work on formulating an energy policy, the Oil Administration has set up a working group whose task will be to examine the possibilities for increasing the share of wind mill generated power in the overall electricity production. The potential for using wind energy for the heating of water should be examined.

Wave Energy. SEV, the municipal Faeroese electricity company, has started a project, SEWAVE that is examining the possibilities of harnessing wave energy for electricity production. An initial series of tests have been undertaken and, at the present time, financing is being sought to build the first phase of the project with a turbine.

Tide water. At the end of the 1980's, a study examined the possible use of tidal water for the production of electricity. The conclusion of that study determined that tidal energy was not yet cost effective but it could be reevaluated in the future as technological advances might make it more cost effective.

The use of *solar energy for heating* is a possibility that is attracting increasing attention. One of the advantages of solar energy is that during the summer months when the production is most effective there is still a need for heat unlike many places in Europe. Currently solar cells are used in a limited capacity.

Presently, *terrestrial heat* is viewed as impossible to use effectively.

Iceland's Renewable Energy Potential

Two thirds of the total energy consumption is based upon renewable sources. Only the transportation and the fisheries sectors are dependent upon fossil fuels. The whole population is connected to a common transmission network, with the exception of a few remote areas. Grimsey, with its approximately 30 households, is the only town not connected to the transmission network.

Hydro power makes up 80% of the current production of electricity of which more than half is used by industry. The potential for hydro is great in comparison to the needs of the country. There is much information and data available on large hydro installations. However, the potential for smaller installations is not yet fully known. There is an increased interest in smaller power plants.

Terrestrial heat and geo-thermal energy make up more than half of the primary energy production; almost 90% of all buildings are heated using terrestrial heat and 20 % of the electricity production is based on terrestrial heat.

The amount of terrestrial heat used for the heating of buildings is increasingly based upon new geothermal power plants outside the usual terrestrial heating areas as the capital region attracts an increasingly larger part of the population.

Wind energy has not yet contributed to the energy production. In the first trials with the wind mills, the power generated was used for the production of heat through friction technology; this was not a success. The wind potential is being mapped and a wind atlas is the next step. In the future, it may be possible that wind and hydro power will work together for the regulation of the water reservoirs.

Solar energy is not used for normal energy consumption, but many buildings have changed part of its consumption to incorporate light and heat from the sun.

Wave and Tide Water Energy. The tide water amplitude is just at a point where it may become useful. Especially in the western part of the country, there are areas that may prove suited as strong currents are created between islands and other straits.

Innovation and Competence in Sparsely Populated Areas in the West Nordic Countries

The purpose of this heading is to give the reader an insight into the existing competences, innovative potentials and initiatives from the West Nordic countries. It is a limited overview of a West Nordic country's strengths and weaknesses in the areas of expertise which are topical for the use of more renewable sources of energy; however, the present texts are not comprehensive descriptions of the local communities.

The overview below shows that there are many and great differences in the West Nordic countries as to their strengths and weaknesses with respect to self-financing of these projects, experience and technology, engineering expertise, innovation, research and production as well as trade with the necessary equipment, and products that can readily use energy derived from renewable sources. There are also many similarities, and if the strengths of the individual countries are used collectively, then

the economic benefits will be greater than if each Nordic country is left to develop and use these new technologies on its own.

Greenland

With local communities ranging from small settlements to relatively large towns, with the largest having a population of approximately 15,000 inhabitants, there is a varied supply of workers, technicians and consultants, in both the private sectors, and in the larger public enterprises and corporations. Back-up, from the larger affiliated firms in a foreign country, is mainly found in the bigger towns.

In most towns and settlements, specialists and researchers are in short supply, however, the ability to find solutions based on local needs is great, as both climate and geography necessitate that every single town and settlement have to be able, on their own, to get all infrastructure to function.

A variety of specialized training and educational programs are aimed at and developed for the inhabitants of the smaller towns and settlements in order that they may secure a more diverse technical environment in each local community.

The Arctic Centre in Sisimiut – ARTEK – ensures the training of Arctic engineers. The Centre attracts and cooperates with feasibility studies and pilot projects, for example, in regard to renewable energy, water purification and collection of data relating to Arctic conditions and phenomenon.



Difficult geography and supply security are expensive conditions. Transmission line Nuuk.

Greenland's location, climate, population and infrastructure offer quite special and extreme test conditions for products being developed, with respect to the products' durability and consumer acceptance.

To the extent that the capacity and resources of both public and private enterprises allow it, there is a willingness to engage in partnerships in order to collaborate on relevant research and projects. There exist examples of smaller and larger cooperative efforts both in the public and private sectors as well as with the government.

By far most of the larger construction projects, such as hydro electric dams, have inter-Nordic financing and participation.

The Faeroe Islands

The Faeroe Islands has, for all intents and purposes, an infrastructure with favourable road and ferry access and connections. The larger fishing fleets, present in some towns, as well as several shipbuilding yards have created the foundation for a large number of mechanical workshops in several places. In addition, there are many small and big businesses with specialists in fields which are relevant for renewable energy technology, including electricity, administration and computer expertise. Several of these businesses export their know-how and products to other countries.

There are two technical schools that offer different educational programs that are geared towards electricity, wood and metal work, as well as the operation of machinery. The schools create a ready and diverse supply of knowledgeable technicians.

Many skilled workers work in other countries, especially Denmark and Norway, where there are many employment opportunities available in the oil industry. The competence, know-how and experience of these workers will be available locally, if an environment for renewable resources is developed and made available.

In addition, there are many Faeroese that possess longer academic educational training and relevant experience from abroad, as well as from the Faeroese university that has a natural science program of studies and research environment. The many Faeroese academics who work abroad will be, to a large extent, drawn back to the Faeroe Islands or serve as contacts to further foreign resources.

In the last few years, an innovation environment has been developed with venture capital, which will allow smaller and newly started businesses to enter into larger development projects with new products and markets. This environment has, to some extent, shown an interest in renewable energy sources.

West Norway

There is a relatively small market for small scale energy technology in sparsely populated areas even though the market potential is large. Several small businesses offer specialized products for the Norwegian leisure-time and holiday cottage market. More than 100,000 cottages are situated in areas without any possibility of being connecting to the country-wide electrical network. These cottages are, to a very large extent, equipped with simple solutions for local electrical production based upon solar energy, micro hydro electric power, wind power or regular diesel powered generators.

The standard has not achieved a high enough level for people who live there year round. The know-how of these businesses who market such equipment will, however, be of great importance when the time comes to develop and install more advanced solutions for smaller local communities in sparsely populated areas.

There is also a market for the establishment of energy supply to distant technical installations that are not connected to the energy network; for example, for telecommunication equipment, for light houses, etc. The solution can be quite advanced and expensive; the technical know-how related to such equipment can be very useful when the equipment has to be modified for other purposes.

In order to show how new energy technology may be used in sparsely populated regions, some demonstration projects have been carried out. They are hybrid energy supply installations for single home households based upon solar and wind energy together with an aggregate. The experiences gained from these pilot projects have been varied.

An important result has been to show that the attitude of the local populations have generally been positive towards the changes which follow the introduction of new energy technologies. It has also been easy to organize the necessary maintenance routines of this new equipment. In some of the projects it has, furthermore, been necessary to carry out changes on the consumer side which has led to a reduction in the dependency on electricity through the use of gas, house heating with heated water, etc. Such changes have also been accepted.

The largest challenge posed by these projects has been maintenance and finding the necessary technical assistance. The long distances make this especially important. Another characteristic of these pilot projects is that sooner or later technical difficulties will arise. This happens whether or not sturdy and stable solutions have been chosen from the beginning. When the problems appear and the necessary technical competence is not readily available, interruptions are inevitable and may become quite long, thereby possibly discrediting the new equipment in the eyes of the consumer.

Iceland

The majorities of countries that use terrestrial heat as an energy source are mainly located in southern latitudes and are not dependent on heating to a similar degree. Iceland has therefore been a leader and an active participant in developing the technology necessary for harnessing terrestrial heat for heating purposes. The large district heating companies and the engineers that are specialized in this field are very much in demand as advisors and entrepreneurs on terrestrial heat projects in other countries.

Iceland has recently rediscovered small hydro electrical plants, however, without losing its earlier knowledge. Synergy is hereby created in the form of relatively simple solutions with smaller turbines and advanced steering technology. Hydrology expertise has been developed under difficult climatic conditions which have created unique experiences.

Iceland is responsible for two departments within the United Nations university, i.e.: the areas of geothermal technology and fisheries. The government has recently decided to increase the development aid, for example, with greater emphasis on terrestrial heat. Last year, seminars were started in countries where the further development of terrestrial heat is possible and where Icelandic know-how can be useful, for example, in Africa and Central America.

The fishery is an area where energy savings will increase profits greatly. With the development of better steering technology, a reduction of up to 15% in oil use could be realised. Presently, there is much activity in this area, especially with fisheries using hooks which does not use nearly as much energy as fishing with trawls does.

Technicians study and train at three universities/colleges. During the last few years, a number of these engineers have furthered their education in other countries which has lead to versatility and many-sidedness which in turn creates an excellent basis for innovation and more advanced levels of expertise. The universities now emphasize their increased role in furthering the continuing education and expect good possibilities with respect to advances in technology. The state operates an institute for applied industrial research, which also supports the development of new ideas in the technical area and in new enterprises.

People who grow up in small communities often feel more at ease in small communities than people in larger ones. Iceland is well suited to share such experiences with other in sparsely populated areas.

Adaptation strategies to increase the use of more renewable energy in the supply of the West Nordic Countries

To be ready to change implies the ability to be quick, interested and courageous in adapting new technologies. It requires, of course, that the energy plant and the energy supply are suited for adaptation and change, that there is an economic reward and that the people who are affected also share and possess a pioneering spirit.

In general, both the population and the enterprises are quite dependent on or bound by the existing energy supply and the access to it. It can be a lengthy process to change the structure of the energy supply, as the investments often are large and have been undertaken for the long term. This fact should not be down-played. At the same time, it is important to find the weak or old links in this structure, to closely evaluate the positive possibilities for change and in that way possibly overcome barriers, so that room is made for even more renewable energy.

Greenland

92% of the primary consumption is based on oil. Electricity, heating (also in individual households) as well as all fuel used in the fishery and transportation sectors uses fossil fuel. Hydro power (and the incineration of waste) covers 7–8% of the energy used. The depreciation time for a hydro plant is usually in the order of 30–40 years and for the distribution network in each local community, 25–40 years. The life span of a hydro power plant is even longer.

The change-over to using more hydro power and other sources of renewable energies has to be planned according to the condition of the resources as well as the oil prices in the individual settlements or towns so as to optimize the investment. Public energy supply and the ability to adapt to a greater use of renewable energy sources is a subject that in addition to the immediate economic demands for a relatively high initial investment also has a long term socio-economic perspective.

On the other hand, the individually based electricity and heat supply have a shorter time span which, if all other conditions remain the same, can lead to quick and positive adaptation possibilities. For individual households and buildings it is now desirable to have a larger choice of equipment and products that use energy from renewable sources either as a substitute for fossil fuels or to supplement the existing oil based energy sources.

The energy consumption of individual households shows large differences depending on whether the household is situated in a large town, village or settlement. The heating season spans the entire year, despite

large geographic and climatic differences. The consumption of energy for home heating is naturally greatest in the coldest regions.

The economic incentive to change from oil based heating to heating based on renewable energy sources has been limited because oil consumption has not been taxed. It is covered by a single price national system; this means that one litre of oil anywhere in the country cost the consumer the same price. The single-price system which also included electricity and water has now been discontinued. Presently, the electricity prices reflect, to a higher degree, the real cost of producing electricity in each local community.

The interest in alternative renewable energy has risen significantly. With costs that are dependent on the locality, the prices of oil-based electricity and heat (if all the other conditions are the same) are higher in the smaller communities. Therefore it makes sense to re-evaluate the economic conditions of supplementing with or completely changing over to renewable energy sources.

The population, in general, is interested in new energy technology and is ready to adapt, particularly when information is provided about the economy to the consumers in a goal-oriented manner.

The Faeroe Islands

95% of the primary energy consumption is based on oil, while hydro power, wind energy and waste incineration for district heating make up the other 5%.

District heating has been established in the new districts of the northern part of Tórshavn. This plant receives heat from the waste incineration plant, but from late fall 2006, it will also receive heat from two of the four engines at the power plant, north of Tórshavn.

A further expansion of the renewable energy will reduce the production of electricity from the power plant and, thereby, also the heat to the district heating system. No detailed technical and economic analyses has been carried out of the interaction between renewable energy and an expansion of the district heating system, however, the possibility of using wind generated power for the heating of the district heating water has been discussed.

During the last years, the interest for solar installations and heat pumps has increased as the economic advantages have become apparent. However, there are still so few established installations, that useful knowledge about the technologies and their economic implications is limited.



Solar cells and passive solar heat are supplements to oil heating and electricity. Nuuk.

West Norway

More than 99% of the electricity production in all of Norway is based on renewable energy sources. More than 50% of the total energy consumption is dependent on renewable energy sources (hydro-power, bio-energy). In other words, Norway has a relatively large renewable energy sector already, but the possibilities for increasing this sector are significant.

Most households use electricity for heating due to the abundant and inexpensive hydropower. Many dwellings are built so as to take this into account and on average the electricity consumption in a Norwegian household is significantly higher when compared to other European countries. This also holds true for houses in out-of-the-way locations.

Most houses are connected to the electricity distribution network; however, in sparsely populated areas, several of the network connections have high expenses and low earnings due to the great distances and the few consumers. It may be to the advantage of several of these local communities to be supplied by local electricity production, in order to save an expensive network expansion. The economic incentive for change rests with the electrical power plants that have the economic responsibility for the operation of the network. The consumers do not pay a higher network charge, even if they live in an area which is expensive to supply with electricity.

The economic conditions for local electricity production are varied. Small scale hydropower is often a very competitive energy source; large sectors of the yet to be realized economic potential are in West Norway.

As for wind power, the expansion of small scale wind power generation is limited because it is a relatively expensive form of power generation compared to large scale wind power, i.e.: more than 1 megawatts. Furthermore, a free-standing electricity production plant is always more expensive to establish than a plant which is connected to the network and which can use the regulation capacity of the central production system. Finally, a change to local electricity production can be hindered by the fact that many houses are fitted for electrical heating which is not a rational solution for expensive electricity production. However, a change will still be economically attractive in peripheral locations, if the alternative is an expensive network connection.

Iceland

There is only a need for increasing the use of renewable energy sources in regard to transportation and fishery. The state subsidizes the consumption which is dependent on direct electrical heating. The regulation of the subsidies has as its objective to equalize the costs of terrestrial heat and direct electrical heat. It actually does not involve great costs but it results in better energy economy and improved living conditions, if as many as possible are connected to geo-thermal plants.

The possibilities for attaining energy savings through construction regulations, better administration of heat installations in buildings as well as improved energy behaviour are in the process of being described and analysed.

Only small amounts of waste are used for heat production. Increased use may become of interest either because the terrestrial heating potential is exhausted or is too expensive to use, or when, at the international level, it is judged to be irresponsible not to use the energy from waste incineration.

Iceland has actively participated, worldwide, in the development of hydrogen use for the infrastructure. The ordinary use of hydrogen will probably not become of interest in the short run, to any great extent, because hydrogen production by electrolysis is too expensive. Hydrogen, may possibly, become a realistic possibility for use inside the country, but probably not for export because of the great distances to the markets and the country's own excellent access to renewable energy sources.

Wind generated energy may be a possibility and the storage of hydrogen may become a contribution to the synchronization of wind and water energy.

Fundamental elements for an energy strategy for sparsely populated areas in the West Nordic countries in order to attain the energy objectives of sustainability, supply security and climate protection.

1. The information shows that the West Nordic countries, in the short run, collectively represent a broad spectrum of renewable resources, which have the potential for exploitation.
2. In some of the West Nordic countries, there may be enormous resources of a specific energy source.
3. For the supply of local communities and individual consumers, there is usual only a need for a small scale plant; however, it should be capable of utilizing the newest technology, or have a need for the development of new technology.
4. In addition to the objectives of reducing the dependence on fossil fuels, another important objective is to be able to reduce the need for reserve and back-up capacity without jeopardizing the security of supply. This element applies both to the production and transmission of energy.
5. The sparsely populated regions of the West Nordic countries all lack sufficient collection of data and analyses in order to be able to evaluate, if it is technologically or economically realistic to use a number of different energy sources.
6. None of the individual West Nordic regions possess resources from all the renewable energy sources and there may be great variations in the individual country.
7. The utilization of some of the most obvious renewable energy sources may only be possible in one or two of the West Nordic countries.
8. It is evident, that a decentralized power supply based or mainly based on renewable energy sources, in sparsely populated regions, has to be able to use technical skills and know-how within an array of quite different renewable energy sources and their necessary technology.
9. In all the West Nordic countries, there is a significant need for a change to renewable energy for transportation and fisheries.
10. Research and pilot projects, about the production of hydrogen from renewable energy resources and the use of hydrogen, are only undertaken quite sporadically but the knowledge gained from these projects may become significant, in the long term.
11. All the West Nordic countries lack information about the possibility of combining two or more renewable energy sources.
12. Due to historical and natural reasons, there are only a few areas, where several countries possess the same competence. Furthermore, small economies are often the most vulnerable. With the view to use more of the renewable energy sources, that are found locally, it will

be strength to establish associations, partnerships, and similar common interest fora, across the West Nordic countries.

13. The change-over to plants using more renewable energy as well as demonstration and pilot projects all need to be serviced in a manner that takes into consideration that distances are great and travel cost are expensive. In addition to the demand that new technology is sturdy and relevant, completely modern IT methods must be available to steer, trouble-shoot and repair the technology in order to minimize the costs of maintenance and interruptions and hereby support the communities' interest in using new technology.
14. In sparsely populated regions, questions concerning the supply network often impact the island communities directly and to a lesser extent, the rules of business ethics for supply networks in the Nordic and other European countries. The question of the connection of supply networks is of importance to some of the sparsely populated regions. It, therefore, shows that the energy supply in the West Nordic countries present a varied picture, which, more or less, has the same way of presenting the problem as the rest of the Nordic countries and their neighbours to the west.
15. The consumers in all the West Nordic countries are ready to change and are motivated to change from fossil fuels and to economize fuel.
16. Technical centers, educational institutions at all levels and innovation centers are open-minded and will be able to participate in research and development. When co-operation, partnerships and strategic alliances are established, the results of research and development will be greater than from individual efforts.
17. The energy supply businesses have to take into consideration the businesses' own conditions- including the interests of the shareholders. The lowering of costs is especially difficult in sparsely populated regions. The production and supply business therefore need to have the political powers provide clear, long-term, and stimulating signals. This will contribute to speeding up those projects that aim at using more of the renewable resources, found locally.
18. As to energy, the West Nordic countries are in some ways different from the rest of the Nordic countries and, of course, in some ways quite similar. Each of the West Nordic countries possess strengths as well as quite special and unique conditions that make it necessary to give special considerations to sparsely populated regions. The Nordic decision-makers, who include the sparsely populated regions as part of their portfolios have, both in the short-term and in the long-term, to comply with an energy strategy that gives special consideration to the island structure, the small scale installations and the small economies.

To search for more information:

www.nukissiorfiit.gl – The Greenlandic company that produces and distributes electricity, water and district heating in all towns and settlements.
www.pilersuisog.gl – Polaroil, the Greenlandic oil supply company.
www.nanog.gl – The Greenlandic Home Rule, the Landsting and Landsstyre.
www.arktiskcenter.gl – Arctic innovation and education centre.
www.os.is – Iceland. Many links to energy, energy resources and statistics.
www.newenergy.is – The company that works with hydrogen development.
www.newenergy.is/naha – The North Atlantic Hydrogen Association
www.getek.no – Recreational cottage market. Sale of equipment.
www.sunwind.no – Recreational cottage market. Sale of equipment.
www.solarnor.no – Producer of solar heating
www.e-tidevannsenergi.com – Tidal water power plant
www.statkraft.no/pub/annen_miljovanlig/saltkraft/reportasjer/index.asp – Description of development project with salt power.
www.ife.no – Institute for Energy Technology
www.jardfeingi.fo – Directorate for Energy and Geology on the Faeroe Islands.
www.vmr.fo – The Faeroese ministry of trade and commerce which is also responsible for energy.
www.sev.fo – The Faeroese electricity company.
www.trade.fo – The Faeroese Trade Council.
www.industry.fo – The Faeroese Employer Association.
www.setur.fo – The University in Tórshavn.
www.nvd.fo – The Faculty of Natural Sciences.
www.norden.org – Nordic Council, the Nordic Council of Ministers and committees
www.nordicenergy.net – Nordic Energy Research