

NORDTEK- Grön Tillväxt

Kartläggning av aktiviteter inom Grön Tillväxt vid nordiska tekniska högskolor och universitet.

Innehållsförteckning

1. SAMMANFATTNING	3
2. BAKGRUND.....	4
3. SYFTE OCH MÅL.....	4
4. GENOMFÖRANDE	5
5. NATIONELLA BESKRIVNINGAR	6
5.1 DANMARK	6
5.1.1 Aktiviteter	6
5.1.1.1 Uddannelse	6
5.1.1.2 Forskning og innovation.....	8
5.1.2 Strategier.....	11
5.1.3 Styrkepositioner	11
5.2 FINLAND.....	13
5.2.1 Aktiviteter	13
5.2.1.1 Utbildning.....	13
5.2.1.2 Forskning och innovation.....	14
5.2.1.3 Speciellt intressanta aktiviteter	16
5.2.2 Strategier	16
5.2.3 Styrkepositioner.....	17
5.3 ISLAND.....	17
5.3.1 Aktiviteter	17
5.3.1.1 Utbildning.....	17
5.3.1.2 Forskning och innovation.....	17
5.3.1.3 Speciellt intressanta aktiviteter	18
5.4 NORGE.....	19
5.4.1 Aktiviteter	19
5.4.1.1 Utbildning.....	19
5.4.1.2 Forskning och innovation.....	20
5.4.1.3 Speciellt intressanta aktiviteter	24
5.4.2 Strategier	26
5.4.3 Styrkepositioner.....	26
5.4.4 Nationella strategier.....	27
5.5 SVERIGE.....	28
5.5.1 Aktiviteter	28
5.5.1.1 Utbildning.....	28
5.5.1.2 Forskning och innovation.....	29
5.5.2 Strategier	30
5.5.3 Styrkepositioner.....	30
5.5.4 Nationella strategier.....	31
6. KONKLUSIONER.....	32
7. FÖRSLAG	35

1. SAMMANFATTNING

För att Norden skall kunna utveckla och stärka sin konkurrenskraft samt bibehålla positionen som ett konkurrenskraftigt område, behövs tillväxt och aktiviteter inom näringslivet som baserar sig på hållbara principer. Denna typ av hållbart näringsidkande och tillväxt har tillkännagivits som Grön Tillväxt. För ett konkurrenskraftigt samhälle är samarbete mellan näringsliv och forskning/undervisning direkt avgörande. Syftet med den aktuella undersökningen var att identifiera och kartlägga de aktiviteter hos de tekniska universiteten och högskolorna (23 st) i Norden som omfattas av begreppet Grön Tillväxt. Undersökningen är gjord genom samarbete inom NORDTEK-nätverket på uppdrag från Nordiska Ministerrådet. Kartläggningen har baserat sig främst på ett Web-baserat frågeformulär som tagits fram av en arbetsgrupp med medlemmar från varje nordiskt land. Ett första steg i kartläggningen var att uppmärksamma den undervisning, forskning och innovation hos de nordiska tekniska universiteten som ligger inom ramen för Grön Tillväxt. Ett andra steg var att på basis av de erhållna svaren identifiera potentialen för samarbete mellan de olika länderna och de olika tekniska universiteten.

Konklusioner

Undersökningen ger en fingervisning om vilka områden som är aktiva inom de respektive nordiska länderna. På grund av den snäva tidsramen inom vilken undersökningen utfördes kan resultaten från kartläggningen endast användas som indikator för de aktiviteter som påträffas inom de olika universiteten.

Endast ett par projekt med samarbete mellan nordiska länder registrerades. Dessa projekt observerades från den finska, isländska och svenska undersökningen.

Gemensamt för de olika länderna är att de har en stor forskningsfokus på systemanalys av olika slag, dvs. livscykelanalys, energisystemanalys och integration av energisystem.

De nordiska länderna är starka inom olika områden och ländernas styrkepositioner kan grovt indelas enligt följande:

- Vindkraft (Danmark)
- Vattenkraft (Norge, Sverige, Island)
- Geotermisk energi (Island)
- Bioenergi (Finland, Sverige, Danmark)
- Katalys (Danmark)
- Elektrolys (Danmark, Norge)
- Framtagningsmetoder och affärsmodeller för produkter och tjänster med liten miljöpåverkan (Sverige)
- Akvakultur (Island, Norge)
- Samhällsplanering, byggnadstekniska lösningar (Finland, Sverige, Danmark)
- Informations- och kommunikationsteknik (Finland, Sverige)
- Avfallssektorn, integration med energisystemet (Danmark, Sverige)

Till dessa kan ännu tilläggas ländernas kompetens och erfarenhet för systemintegration, dvs. samspelet mellan vind, vatten, geotermisk energi och bioenergi mm.

Förslag

Utgående från de erhållna resultaten identifierades följande rekommendationer av arbetsgruppen

- ✓ Man bör sträva efter att samordna och avsätta medel för nordiska forskningsprojekt inom området grön tillväxt
- ✓ Möjligheterna för bildandet av nordiska kompetenscentrum inom vissa områden som ligger inom definitionen för grön tillväxt bör utredas
- ✓ Man bör underlätta lärar- och studentutbytet mellan de nordiska universiteterna, t ex genom stipendier och långsiktiga samarbetsbidrag
- ✓ Skapande av en Nordisk databas med kurser och projekt inom Norden för att möjliggöra ökat samarbete mellan länderna rekommenderas.

2. BAKGRUND

Grön Tillväxt

Green growth means promoting economic growth while reducing pollution and greenhouse gas emissions, minimizing waste and inefficient use of natural resources, and maintaining biodiversity. Green growth means improving health prospects for populations and strengthening energy security through less dependence on imported fossil fuels. It also means making investment in the environment a driver for economic growth. Ref. OECD Definition

De nordiska statsministrarna har beslutat att bilda en task force för Grön Tillväxt. Uppdraget är att kartlägga de nordiska styrkepositionerna och samarbetsområden som skapar mervärde inom ramen för Grön Tillväxt- begreppet.

Ett första steg i arbetet är att bygga upp en kunskapsbas inom området som skall vara ett underlag för val av strategi för vidare satsningar. I kunskapsbasen skall det bl.a. ingå beskrivning av universitetens forsknings-, utbildnings- och innovationsaktiviteter inom området Grön Tillväxt. Nordisk Ministerråd (NMR) har bett NORDTEK att, speciellt för det tekniska området, lämna sitt bidrag till denna.

NORDTEK är ett samarbete i nätverksform mellan de nordiska universitet och tekniska högskolor som utbildar studenter på civilingenjörs- och/eller Master-nivå samt bedriver forskarutbildning inom de tekniska ämnesområdena. NORDTEK har idag 23 medlemmar.

Nedan redovisas resultatet av kartläggningsarbetet samt konklusioner och förslag.

3. SYFTE OCH MÅL

Delrapporten skall, utifrån NORDTEKs perspektiv, inom utbildning, forskning och innovation, identifiera våra medlemmars styrkepositioner inom Grön Tillväxt. Vidare skall potentialen för

ett förstärkt samarbete identifieras och specifika samarbetsområden/projekt beskrivas.

4. GENOMFÖRANDE

Som utgångspunkt i kartläggningsarbetet har NORDTEK valt OECDs definition av begreppet **Grön tillväxt**: *“Green growth means promoting economic growth while reducing pollution and greenhouse gas emissions, minimizing waste and inefficient use of natural resources, and maintaining biodiversity. Green growth means improving health prospects for populations and strengthening energy security through less dependence on imported fossil fuels. It also means making investment in the environment a driver for economic growth”*. Definitionen ovan och anger ingen skarp avgränsning av vad Grön Tillväxt-begreppet omfattar.

Projektgrupp.

För att genomföra projektet har NORDTEK utsett en projektgrupp bestående av nationella resurspersoner inom GT . Projektgruppen har haft följande medlemmar:

MSc. Marta Rós Karlsdóttir, Islands Universitet

Prof. Trond Kvilhaug, Norges Teknisk- Naturvitenskapelige Universitet

Teknologie doktor, Mats Käldestrom, Åbo Akademi

Prof. Mattias Lindahl, Linköpings Universitet

Prof. Henrik Wenzel, Syddansk Universitet

Som projektledare har fungerat Generalsekreterare Peter Göranson, NORDTEK

Projektgruppen har genomfört nationella kartläggningar av undervisnings- och forskningsaktiviteter inom GT-området på universitetsnivå. Ett Web-baserat verktyg i form av ett elektroniskt frågeformulär har använts. I vissa länder har det elektroniska formuläret kompletterats med scheman i textformat. Responsen har varierat i de olika länderna. Speciellt i länder med många medlemsuniversitet som Sverige (11 universitet) och Finland (6 universitet) har det varit viktigt att få en hög svarsprocent. Den har i både Sverige och Finland varit över 50 %. Från de övriga länderna har responsen varit betydligt högre. Svaren har således varit tillräckligt omfattande för att de konklusioner och förslag som presenteras senare har relevans för det vidare arbetet med ett Nordiskt Grön Tillväxt initiativ.

5. NATIONELLA BESKRIVNINGAR

5.1 DANMARK

5.1.1 Aktiviteter

5.1.1.1 Uddannelse

Oversigten over uddannelser på de tre danske tekniske universiteter, der bidrager til grundlaget for Grøn Vækst, er dels etableret via spørgeskemaundersøgelsen, dels ved at læse beskrivelserne af universiteternes udbud af uddannelser, som det fremgår på deres hjemmesider. De fleste af uddannelserne rummer en eller anden grad af fokus på miljødimensionen af ny og gammel teknologi i deres curriculum. Vi har imidlertid her alene valgt at trække de uddannelser frem, som har hovedfokus på miljø, energi og bæredygtighed. Tabel 1 viser en oversigt over disse.

Tabel 1. Uddannelser med hovedfokus på miljø, energi og bæredygtighed på de tre danske tekniske universiteter/fakulteter

Universitet	Uddannelsen		
	Titel	Niveau	Indhold
Aalborg Universitet, AAU	Bæredygtig Bioteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Uddannelsen fokuserer på omdannelsen af biomasse i såkaldte bioraffinaderier. Den omhandler forståelsen af processer baseret på mikroorganismer (svampe og bakterier) og mikrobielt producerede enzymer, som omdanner biomassen til "højværdi-produkter" fx biobrændstoffer, biokemikalier til farmaceutisk og kemisk industri og biologisk aktive stoffer.
Aalborg Universitet, AAU	Bæredygtig Energiteknik	Diplom	Igennem uddannelsen får den studerende kompetencer, der ligger bredt inden for det energitekniske område, med grundlæggende fag inden for det termiske, elektriske, mekatroniske og styrings- og reguleringsmæssige område samtidig med, samt kurser inden for energiplanlægning og økonomi. Disse områder kan kombineres med henblik på at sikre fremtidens energisystemer, hvor forskellige alternative energikilder inddrages i de eksisterende systemer. Herved sikres forsyningssikkerheden i de fremtidige energisystemer, hvad enten de bruges i forbindelse med varme, elektricitet eller transport.
Aalborg Universitet, AAU	Kemi, Miljø og Bioteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Miljøteknik delen af denne uddannelse omhandler den ingeniørmæssige brug af biologiske, kemiske og fysiske teknologier til at udvikle nye miljørigtige løsninger så mennesket ikke skader miljøet og sikrer en god miljøkvalitet i fremtiden.
Aalborg Universitet, AAU	Miljøteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Omhandler det faglige grundlag for at udvikle nye teknologier, som gør det muligt at udnytte jordens ressourcer bedst muligt og uden at skabe miljøproblemer.
Syddansk Universitet,	Miljøteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Studiet omfatter miljøingeniørens fire kernekompetencer – Miljølære, Miljøteknologi, Miljøeffektiv Teknologi og

SDU			Miljørestaurering. På kandidat-delen af uddannelsen kan den studerende specialisere sig inden for retningen Miljøeffektiv Teknologi, som udgør et fagligt grundlag for begrebet 'Grøn Vækst'. Miljøeffektiv Teknologi retningen omhandler ingeniørdiscipliner til at analysere og skabe miljøvenlige og ressource-effektive løsninger for tekniske systemer, produkter og processer.
Syddansk Universitet, SDU	Energiteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Uddannelsen fokuserer på energisystemet i et helhedsperspektiv og den studerende lærer det faglige grundlag for at forstå energisystemet, energikonvertering og –raffinerer, energidistribution, energiforbrugende processer, energisystemets indlejring i omverdenen og kan bl.a. specialisere sig i miljøeffektiv energiteknologi.
Syddansk Universitet, SDU	Miljø og ressource management	M.Sc.	Uddannelsen er udformet således, at den studerende gennem analyser og viden om ressourcer og miljø bliver i stand til at afdække problemer, at foreslå relevante løsninger og at overvåge deres gennemførelse. Programmet er designet til erhvervsledere, som må overveje de miljømæssige effekter af deres beslutninger og udvikle konkurrencefordele indenfor en økologisk begrænset verden. Uddannelsen retter sig også mod ledere indenfor miljøområdet, som har brug for erhvervskompetencer, og som har brug for naturvidenskabelige, tekniske og økonomiske problemstillinger i deres løsning af miljømæssige problemer.
Danmarks Tekniske Universitet, DTU	Miljøteknologi	B.Sc. + M.Sc.	Bachelorlinjen Miljøteknologi handler om, hvordan man forebygger miljøproblemer – og hvordan man rent teknisk kan løse dem. Andre arbejdsopgaver kan være at udnytte vand-, energi- og mineralressourcerne bedre, sikre vandforsyningen og udvikle nye teknologier til affalds- og spildevandsbehandling. Kandidatuddannelsen "Environmental Engineering" er en bred og tværfaglig uddannelse, der sætter den studerende i stand til at udvikle bæredygtige løsninger på komplicerede miljøtekniske problemer, hvor der også bliver taget højde for juridiske, økonomiske og ressource-mæssige aspekter.
Danmarks Tekniske Universitet, DTU	Bæredygtig Energi	M.Sc.	Uddannelsen har fokus på energisystemers bæredygtighed – både miljømæssigt, økonomisk og socialt, og formålet med den er at gøre den studerende til ekspert inden for forskellige bæredygtige energiteknologier og energisystemer.
Danmarks Tekniske Universitet, DTU	Vindenergi	M.Sc.	På denne uddannelse får den studerende adgang til den nyeste viden og teknologi og bliver undervist af forskere fra DTU og Risø DTU samt af eksperter fra vindmølleindustrien. Som færdig civilingeniør i vindenergi vil den studerende have en stor forståelse for vindenergisystemer og en dyb indsigt i aerodynamik, aeroelasticitet, mekanik, nettilslutning og elektroteknologi, som vil kvalificere vedkommende til at analysere, designe, udvikle og operere fremtidens vindenergisystemer.

5.1.1.2 Forskning og innovation

Oversigten over den forskning og innovation på de tre danske tekniske universiteter, der bidrager til grundlaget for Grøn Vækst, er dels etableret via spørgeskemaundersøgelsen, dels ved at læse beskrivelserne af universiteternes forskning, som det fremgår på deres hjemmesider. Universiteternes forskning er bred og varieret og en stor del af den har en eller anden grad af fokus på miljøaspektet. Vi har her valgt at trække den forskning frem som dels er rapporteret via spørgeskemaundersøgelsen, dels er fundet at være mest relevant ud fra vores egen vurdering ved gennemlæsning af den beskrevne forskning på universiteternes hjemmesider og via vores kendskab til dansk teknisk forskning inden for Grøn Vækst generelt. Beskrivelsen i det følgende er en opsummering under udvalgte overskrifter. Bilag 1 viser de samlede svar fra spørgeskemaundersøgelsen.

Bioraffinering og biomasse forgasning

DTU, SDU og AAU har alle en stor forskningsindsats inden for raffinering af energi og ressourceindholdet i biomasse. Der forskes på alle universiteter i ressourceudnyttelsen af gylle i form af biogas såvel som næringsstoffer som fosfor og kvælstof, og der forskes i forskellige substrater til biobrændsler såvel som bio-kemikalier, herunder enzymatiske processer til optimering af udbytterne. Især DTU har desuden en stor forskning inden for termiske processer til forgasning eller forbrænding af biomasse.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Inden for bioraffinering er etableret en stor aktivitet med fokus på enzymatiske processer i en center dannelse med titlen 'The Novo Nordisk Foundation Center for Biosustainability'. Centeret har fokus på 'microbielle celle fabrikker' til produktion af kemikalier i en kombination af kompetenmce inden for Microbial Cell Factories, Metagenomics, Plant Biochemistry, og *in silico* Biologi. Også Dong Energy A/S er gået ind i den videre udvikling af 2. generation bioethanol med etablering og idriftsættelse af verdens første større skala pilotanlæg. Inden for forgasning, katalyse og videre anvendelse af syntesegas er etableret et banebrydende samarbejde, hvor især virksomheden Haldor Topsøe A/S er førende, men også fx Dong Energy A/S er her gået ind i udviklingen af forgasningsteknologi med det såkaldte Pyroneer pilot-anlæg til pyrolyse og forgasning af biomasse med henblik på optimeret energiudnyttelse.

Feltkode endret

Vindenergi

Danske tekniske universiteter har gennem mange år været førende inden for vindforskning og er fortsat med i forskningsfronten, især DTU og AAU. Eksempler på fokusområder i dag er brugen af laser teknologi til måling af vindhastigheder samt forskellige aspekter af off-shore vindmøller.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: etablering af internationalt førende vindmølle virksomheder i Danmark er et kendt eksempel på vellykket innovation. Et meget nyligt skud på stammen er oprettelsen af forskningscenteret LORC ('Lindoe Offshore Renewables Center') der har som formål at teste og demonstrere den nyeste off-shore vind teknologi.

Katalyse, elektrolyse, brændselsceller og syntese af brændsler

En række institutter og centre på DTU har etableret et samarbejde under centeret CASE: Catalysis for Sustainable Energy. Centeret fokuserer på at designe nye katalysatorer, der kan omdanne sol, vind og biomasse til brændstoffer til transportsektoren og til energilagring. Centret har fokus på udviklingen af katalysatorer og på syntese af bæredygtige brændsler ud fra bl.a. kuldioxid og brint. Både AAU og SDU arbejder endvidere med elektrolyse og brændselsceller.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Virksomheden Haldor Topsøe A/S er førende inden for katalyse og indgår i mange samarbejdskonstellationer, især med DTU inden for elektrolyse, brændselsceller og syntese af brændsler ud fra brint, kuldioxid, og syntesegas generelt. Inden for brændselsceller har SDU et tæt samarbejde med virksomheden IRD A/S som er førende inden for Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell Technology (PEMFC) og Direct Methanol Fuel Cell Technology (DMFC). AAUs forskning inden for brændselsceller har bl.a. ledt til etablering af spin-off virksomheden Serenergy A/S, der arbejder med brændselscelleteknologi til biler.

LED lys

Både DTU og SDU har forskning og udvikling af LED systemer. Især DTU/Fotonik har en stor projektportefølje inden for optiske sensorer og belysning (SSL), test og karakterisering af LED komponenter, LED lyskilder, LED lamper og traditionelle lyskilder samt diffraktive, holografiske og mikrooptiske elementer til LED optiske systemer og optiske sensorer.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Der er de senere år opstået et stort antal virksomheder der sælger og anvender LED. SDU har stort samarbejde med bl.a. gartnerierhvervet og DTU/fotonik med et antal forskellige erhverv. Aktuelt har DTU/Fotonik 5 grønne produkter i produktion.

Nanotek

DTU, SDU og AAU har alle en forskningsindsats inden for nanoteknologi. SDU (MCI) har i nærværende undersøgelse især fremhævet udvikling af nanoplasmonics, nanoskalerede organiske solceller og energieffektive mikrokomponenter. DTU (Fotonik) har især fremhævet nanoplasmonics og optiske metamaterialer til at studere nye bølgefænomener og materialeegenskaber, samt anvendelse af nanoplasmoniske strukturer i solceller.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Der er en høj grad af samarbejde med erhvervslivet om nanotek blandt alle universiteter.

Sensing

DTU, SDU og AAU har alle en forskningsindsats inden for udvikling og anvendelse af sensing teknikker. DTU (Fotonik) arbejder bl.a. med udvikling af infrarøde lyskilder (1-5 microns) til især forureningsdetektion. Der forskes bl.a. i udvikling af optiske fibre i polymerer samt silica og soft glass til såkaldte supercontinuum lyskilder til forureningsmåling og grøn kemi.

Desuden arbejdes med laser teknologi til detektion af vindhastighed. Et af målene herunder er udviklingen af den mastefrie meteorologi station.

SDU (ITI) har en stor forskningsportefølje inden for bl.a. Raman spektroskopi. Anvendelsen af denne teknik i forskellige sammenhænge undersøges, fra måling af forurening på overfladen af frugt til optimering af biogaspotentialer i gylle. SDU (KBM) forsker i sensorer til automatisk sortering af affald med henblik på forøget genvinding af ressourceindholdet i affaldet.

Affaldshåndtering og ressourcegenvinding

DTU, SDU og AAU har alle en forskningsindsats inden for håndtering af affald med henblik på øget udnyttelse af energi og ressourcer i affaldet. DTU (Miljø) leder en ph.d. skole under navnet 'Residual Resources Research, 3R' med deltagelse af både SDU og AAU. Der er fokus på øget genvinding af ressourcer fra affaldet. Et eksempel er enzymatisk forbehandling af husholdningsaffald med henblik på at trække den biologiske del af affaldet ud og nyttiggøre den til biogas eller flydende brændsler inden den videre forbrænding af affaldet (Renescence projektet). Et andet eksempel er 'urban mining' eller 'landfill mining' af såkaldt shredderaffald med henblik på dels at nyttiggøre energiindholdet og genvinde en større del af metalressourcerne (SDU).

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Alle universiteter samarbejder med de store affaldsselskaber som Affald Danmark, Dong Energy, Vestforbrændingen, AffaldVarme Århus. SDU har etableret et nært samarbejde med bl.a. HJ Hansen Genvindingsindustri A/S og Kommunekemi A/S.

Fødevarer

Alle tre universiteter har forskning inden for miljøeffektivisering af fødevarerproduktion. Eksempler er udvikling af alternative, miljøvenlige sygdomsbekæmpelses-metoder i akvakultur - brug af probiotiske bakterier eller virulens-interfererende stoffer (DTU/Food) og udvikling af miljøvenlige antibakterielle plantestoffer til bekæmpelse af biofilm og antibakterielle peptider til at reducere brugen af antibiotika i animalsk produktion (DTU/Food). Både DTU og SDU forsker i miljøaspekterne af genmodificerede afgrøder, herunder afgrøder tilpasset fremtidens højere CO₂ indhold i atmosfæren. SDU forsker desuden i miljøeffektivisering af fødevarer produktionsmetoder, herunder brugen af membraner.

Systemanalyse og systemintegration

Alle tre tekniske universiteter/fakulteter har omfattende forskning inden for systemanalyse og systemintegration, herunder Energisystemanalyse (ESA), Livscyklusvurdering (LCA) og miljø- og samfundsøkonomisk analyse. Der indgår arbejdsopgaver omkring LCA i en stor del af den danske forskningsaktivitet generelt, herunder forskning inden for energisystemer, affaldshåndtering, landbrugssystemer, spildevandssystemer, mm. En del af metodeudviklingen går på at integrere den tekniske og økonomiske/markeds mæssige forståelse i modelleringen af de studerede systemer.

Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Industrien har anvendt systemanalyse i produktudvikling siden starten af 1990'erne med stadig stigende udbredelse. Fra at være

startet i de største virksomheder, anvender mange små og mellemstore virksomheder i dag også LCA. Også myndigheder og organisationer har stor bevågenhed over for helhedsvurdering og systemanalyse, de senere år særligt inden for udviklingen af infrastruktur. Universiteterne arbejder således meget sammen med energisektorens store aktører omkring både ESA og LCA, samt med affaldssektoren i dens bestræbelser på at udnytte affaldets energi- og ressourceindhold bedre.

Fleksibelt energiforbrug & styring

Et aspekt af systemintegration er udvikling af løsninger til et mere fleksibelt elektricitetsforbrug, som både AAU, SDU og DTU forsker i. SDU har en stor indsats på udvikling af software til forbedret styring og kontrol af el-forbrugende processer i flere sektorer. Et af de største områder er gartneri-erhvervets forbrug af el til belysning, hvor forskningen bl.a. fokuserer på styring af lysmængde og bølgelængder samt integration med vejrmelding for optimalt samspil mellem sollys og kunstig belysning. DTU/Fotonik har bl.a. forsket i styring af hjemmets energi forbrug samt smart grid telekommunikations netværk. Virksomhedssamarbejde, innovation & udbredelse: Der har gennem tiden været stort samarbejde med industrien, herunder fx gartnerierhvervet. Som et andet eksempel pågår aktuelt foregår en stor vidensudveksling i et netværk omkring køleprocesser.

5.1.2 Strategier

Universiteternes strategier følger i en vis udstrækning de nationale forsknings fokus, der har været gennem tiden, idet forskningsrådenes programmer sætter en del af dagsordenen for universiteternes forskning. Alle universiteter har fx således en vis fokus på bioteknologi og bioenergi, da dette har været i fokus gennem nogle år i forskningsprogrammerne. De danske tekniske universiteter er også kendetegnet ved at have fokus på systemanalyse og helhedsvurdering både på miljø- og energiområdet, idet såvel livscyklusvurdering, LCA og energisystemanalyse, ESA er godt forankret på alle universiteter. I det hele taget er miljø og energiforskning, især vedvarende energi, godt forankret i dansk teknisk forskning. DTU har med fusionen af Risø opnået en meget solid placering og strategisk satsning inden for vedvarende energisystemer.

De senere års strategiske satsning på biobrændsler ser med regeringens nye energiplan 2011 ud til at være faset ud, idet der dog fortsat er en strategisk beslutning om en bred satsning på biogas. Det ser ud til, at en ny fokus er ved at opstå på forgasning af biomasse, og fra flere sider er der interesse for såkaldte Vedvarende Energi gasser (syntesegas fra forgasning, biogas, brint fra elektrolyse). DTUs nye forskningscenter CASE (Catalysis for Sustainable Energy) er et udtryk for denne strategiske satsning. Det er imidlertid endnu for tidligt at kunne sige, om dette bliver en ny national forskningsfokus.

5.1.3 Styrkepositioner

Der henvises til beskrivelsen under de enkelte fagområder.

5.2 FINLAND

5.2.1 Aktiviteter

5.2.1.1 Utbildning

Antal kurser – Tre av sex Finländska tekniska universitet svarade på frågan gällande utbildningsaktiviteter inom Grön Tillväxt (Bilaga 1). Femton olika kurser registrerades varav merparten av svaren erhöles från Tammerfors tekniska högskola och Åbo Akademi. Antalet kurser fördelade sig på följande sätt:

▪ Tammerfors tekniska universitet	8
▪ Åbo akademi	6
▪ Tekniska högskolan	1

Kursinnehåll – Kurserna som noterades hör till områdena arkitektur, logistik och transport, kommunikation och nätverk, hydraulik och automation, trä- och papperskemi samt miljöteknik.

Kurserna i arkitektur behandlar byggnadsdesign (ekologi i arkitektur), energieffektivitet i renovering av olika objekt och fokuserar på förnyelsebara energikällor ur byggnadsteknisk och arkitekturisk synvinkel (*Tammerfors tekniska högskola*).

Kursen inom logistik fokuserar på miljöeffekterna av transport och logistik och behandlar energiförbrukning, utsläpp av växthusgaser samt uppkomsten av buller (*Tammerfors tekniska högskola*).

Kursen inom kommunikation och nätverk behandlar energieffektiviteten hos infrastrukturen hos informations- och kommunikationsnätverk (*Tekniska högskolan*).

Kursen som behandlar hydraulik behandlar aspekter relaterade till design av miljövänliga maskiner drivna med hjälp av vattenhydraulik (*Tammerfors tekniska högskola*).

Syftet med kurserna inom trä- och papperskemi är att bl.a. öka förståelsen och betydelsen av biokemiska reaktioner och mikrobiologiska förlopp för skogsindustriella processer och produkter. Målet med kurserna är att bekanta studerandena med bioraffinering/bioteknik eftersom dessa processer har potentialen att i framtiden ersätta oljebaserade processer och produkter. Dessutom erbjuds kurser som fördjupar kunskapen om viktiga icke-cellulosabaserade polysackarider (hemicellulosor, stärkelse och pektiner) från olika typer av biomassa. Grundprinciper för produktion av biobaserade produkter från biomassa behandlas samt potentialer och begränsningar med att använda biomassa som råmaterial för bioraffinaderier. Evaluering av miljöpåverkan av framställningsteknikerna genomgås grundligt (*Åbo akademi*).

Utöver detta erbjuds även studerandena olika kurser i miljökunskap och miljöteknik för att göra dem förtrogna med EU:s och Finlands miljölagstiftning. Målet är att ge allmänbildande kunskaper i avfallshantering, vattenrening och rökgasrening (*Åbo akademi*).

Syftet med kurserna i miljövärdsteknik är att ge de studerande kunskaper i luft- och vattenvärdsteknik. I kurserna behandlas främst miljövärdstekniska dimensioneringsberäkningar. Efter godkänd kurs förväntas studenten kunna överslagsvis

dimensionera miljövårdsteknisk apparatur. I kursen miljövårdstekniska processer behandlas miljölågstiftning och metoder för stoftavskiljning och processer för avskiljning av svaveldioxid och kvävedioxider. Även biologisk och kemisk reningsteknik för avloppsvatten genomgås.

5.2.1.2 Forskning och innovation

Antal projekt – Fyra av sex Finländska tekniska universitet svarade på frågan om projektaktiviteter som de förehaft de senaste fem åren (Bilaga 2). Projekten som registrerades var 27 till antalet fördelade på följande sätt mellan de olika universiteten:

- Tammerfors tekniska universitet 14
- Åbo akademi 7
- Tekniska högskolan (Aalto universitet) 4
- Vasa universitet 2

Samarbete – Totalt 14 av de sammanlagt 27 projekten inkluderar mer än ett universitet (Bilaga 3). Aalto universitet verkar vara det universitet som de flesta andra universiteten bedriver samarbete med. Detta ger även en fingervisning om att svarsprocenten på enkäten från Aalto universitetet har varit väldigt lågt. Aalto universitet var också den enda högskola som redovisade ett samprojekt med ett annat nordiskt universitet (KTH). Två projekt redovisades som samarbeten med utländska icke-nordiska högskolor medan ett projekt redovisades som ett samarbete med finländska yrkeshögskolor.

Forskningsprojekten som noterades härstammade från ett brett spektra av aktiviteter och en sortering enligt olika forskningsområden utfördes och redovisas nedan.

Samhällsplanering, arkitektur och byggnadstekniska lösningar

- Forskning med avsikt att förbättra förståelsen för urban integration genom att öka förståelsen för tillväxt och omvandlingslogik för städer och på basen på detta, utföra hållbara planeringsbeslut. Hållbar utveckling kan verkställas genom minskning av trafikvolymerna och genom effektivare användning av befintlig infrastruktur.
- Modellering av urban tillväxt. Forskningen fokuserar på hur grönområden i tätorter kan användas i förbättringen av livskvaliteten i nybyggda och återutvecklade områden. Målet med forskningen är att skapa hybrider av traditionella typer av boendemiljöer och landskap för att erbjuda mera mångsidiga urbana miljöer jämfört med de som traditionellt påträffas i Finländska tätorter. Projektet är av tvärvetenskaplig natur och sammanbinder ekologi och psykologi.
- Samhällsplanering för effektivare transporter, förbättrad kollektivtrafik till köpcentra.
- Energieffektiv förnyelse av förorter uppbyggda av massproducerade cementelement.

- Utveckling av hållbara transportsystem i huvudstadsregionen. Dessa lösningar baserar sig på transportmedel med elektricitet eller andra drivmedel med låga koldioxidutsläpp.

Hydraulik och automation

- Utveckling, design samt kontroll av maskiner med vattenhydraulik. Forskning, utveckling och utbildning relaterade till automatisk transport, identifiering och behandling av avfall behandlas. Målet är att öka energieffektiviteten i transporten av kommunalt och industriellt avfall, samt att identifiera hur stor andel av materialen som kan återanvändas. Fokus ligger på mänskliga och sociala aspekter.

Förnybara materialens kemi, förädling av förnybara råvaror

- Utveckla framtidens skogsbaserade bioraffinaderier, utnyttjandet av biomassa för att ersätta oljebaserade produkter med naturvänliga metoder.
- Utnyttja trädbaserade kemikalier som biogödsling för större skördar. Möjligt att ersätta en del syntetiska kemikalier och gödselämnena med motsvarande trädbaserade föreningar.
- Utveckla nya ligninbaserade material. Ligninbaserade produkter torde kunna ersätta vissa oljebaserade produkter och kemikalier.
- Utveckling av nya och befintliga metoder som är kopplade till skogs- och jordbruksbaserade bioraffinaderier.
- Forskning kring utnyttjande av restprodukter från etanolproduktion. Bioetanolproduktion från sockerrör ger upphov till en stor mängd avfall, eller bagass, som är ett intressant råmaterial för termisk konversion och biokonversion till värme och energi, vätskeformiga kemikalier, bio-oljor, massa och papper, biobränslen och bioplaster.

Reglerteknik

- Inom reglerteknik eftersträvas operation av processer på ett optimalt sätt, vilket ur grön synvinkel innebär optimering av råvaruförbrukning, energiförbrukning och utsläpp. Används t.ex. vid reglering av katalysatorer i dieselmotorer.

Industriell ekonomi

- Utvecklandet av hållbara produktionssystem (speciellt energi) där man integrerar affärsverksamheter så att olika företag kan dra nytta av bieffekterna av varandras verksamhet.
- Utveckla affärsmodeller för utnyttjande av biogas i transport och energi. Lägre utsläpp (växthusgas och näringsämnen), ökad skalekonomi i verksamheten, lokal produktion.

El- och energiteknik

- Förbränningsmotorutveckling och -forskning. Målet är att använda förnyelsebara bränslen, utveckla nya typer av motorer (t.ex. gasmotorer) samt att mäta och reducera avgas- och partikelutsläpp.

Informations- och kommunikationsteknologi

- Minimering av energikonsumtion i infrastrukturen för kommunikationsnätverk.
- Utveckla energieffektiva datacentraler som kan utnyttja överloppsvärme. Effektivisera kraft, värme och energilösningar. Målet är att maximera energieffektiviteten för datacentraler.
- Modellering av energikonsumtionen för informations- och kommunikationssystem.

Inga svar specifikt gällande innovationsaktiviteter erhöles under den aktuella undersökningen även om flera av projekten som redovisades mycket väl kan omfattas av innovationsbegreppet.

5.2.1.3 Speciellt intressanta aktiviteter

Intressanta och viktiga är aktiviteterna kring mångsidigt utnyttjande av biomassa baserad på lignocellulosa, dvs. träd. Utnyttjandet av denna typ av biomassa är viktig eftersom lignocellulosa inte kan användas för matproduktion. Med hjälp av ny forskning kan man utveckla processer för förädling av biomassan till nya produkter och kemikalier i de redan befintliga bioraffinaderierna, vars främsta mål idag är att tillverka pappersmassa och papper. Forskning inom samhällsplaning som stöder Grön Tillväxt är även mycket viktig och intressant.

5.2.2 Strategier

De följande strategierna baserar sig endast på de svar som erhållits med hjälp av den framtagna enkäten.

- Strategierna för Tammerfors tekniska högskola verkar ligga inom området för byggnadstekniska lösningar, i att binda samman ekologi och arkitektur.
- Strategierna för Åbo Akademi ligger i forskning kring biomassa och för att utveckla de processer som utnyttjar förnyelsebara material såsom trä i nya funktionella lösningar och som råmaterial i framställning av bränsle och kemikalier.
- Aalto Universitetets strategi verkar ligga inom området för kommunikation och nätverk.

- Vasa Universitets strategi verkar ligga inom el- och energiteknik med utveckling och forskning av förbränningsmotorer.

5.2.3 Styrkepositioner

Tammerfors tekniska universitet framträder som aktivt inom områden som kopplar samman energi, ekologi och arkitekturtekniska lösningar. Åbo Akademi framstår som aktivt inom forskning av förnyelsebara material för framställning av nya produkter, bränslen och kemikalier.

5.3 ISLAND

5.3.1 Aktiviteter

5.3.1.1 Utbildning

Islands Universitet tilbyr et tverrfagligt masterprogramm innenfor miljø og resurser som er direkte målrettet mot utdanning og forskning koblet til begrepet grønn tilvekst, selv om begrepet ikke finnes i programbeskrivelsen. Masterprogrammet, som kalles "Environment and Natural Resources" tar fokus på bærekraftige energisystemer og strategi, energi og miljø, miljøstyrelse og resursstyrelse. Programmet er et tverrfagligt samarbeidsprogramm mellom sosial vitenskap, økonomi og sivilingeniørfag og undervises på engelsk. Kurs som tilbys er blandt annet innenfor miljø- og ressursstrategier, juridiske fag, miljøanalyse, kjemi, jordvarme, økonomi og styrelse.

Diverse kurser innom sivilingeniørprogrammer, natur- og miljøprogrammer og økonomiprogrammer kan ses som delvis målrettet mot utdanning knyttet til grønn tilvekst. Men begrepet "Grønn tilvekst" har ikke blitt tatt i bruk av mange innenfor Universitetet og siden det er for det meste et ukjent eller lite brukt begrep hos de faglærerene som underviser innenfor de forskjellige programmene kan det ikke påstås at de diverse kurs som tilbys gjør studenter oppmerksom på begrepet og hva det står for. Med tanke på dette kan det sies at programmet "Environment and Natural Resources" representerer alene de utdanningsaktivitetene som universitetet tilbyr innenfor Grønn tilvekst tankegangen, mens andre programmer tar ubevist utgangspunkt i begrepet innenfor enkelte kurser.

5.3.1.2 Forskning och innovation

Forskningsområdene som kan identifiseres ved Islands Universitet faller under diverse kategorier; fra økologi til arkitektur, matproduksjon, avfalls- og forurensinghåndtering og energieffektivitet. På grunn av den begrensede tidsrammen til denne undersøkelsen kan det ikke påstås at de forskningsprosjektene som ble innsamlet informasjon om gir et belysende tverrsnitt av alle de forskningsaktivitetene ved Islands universitet som bidrar til grønn tilvekst. Men de prosjektene som ble innsamlet representerer de mest aktive og motiverte forskerene ved Islands universitet innenfor området. Innsamlingen identifiserte 7 forskere som har til sammen 12 prosjekter koblet til grønn tilvekst innenfor forskjellige institutter. Blandt de forskjellige prosjektene var lite om nordisk samarbeid, untatt et prosjekt som inneholder samarbeid mellom Islands universitet, Universitetet i Bodø og Göteborgs

Universitet, men de to sistnevne er ikke medlemmer av NORDTEK.

Spesielle innovasjonsaktiviteter utifra Islands universitet koblet til grønn tilvekst de siste 5 årene ble ikke identifisert i denne omgangen. Men det finnes noen plattformer for innovasjonsaktiviteter koblet til Islands universitet. RANNIS (The Icelandic Center for Reserach) er en forskningsfond som støtter forskning, teknisk utvikling og innovasjon. Innenfor RANNIS finnes det et spesielt program som støtter studentbaserte innovasjonsprosjekter og andre programmer som støtter større forsknings eller utviklingsprosjekter. En annen plattform er INNOVIT innovasjonssenter som ble etablert av studenter fra Islands universitet i 2007 og støtter innovasjonsprosjekter som er direkte koblet til universitetet. Tredje plattformen er GEORG (Geothermal research group) som har som formål å støtte innovasjon innen utvikling af utnyttelse af jordvarme og koble sammen forskere med industrien.

5.3.1.3 Spesielt intressanta aktiviteter.

Forskningsprosjektene viser at aktiviteter knyttet til utnyttelse og forurensningshåndtering i forbindelse med jordvarme er blandt det mest aktive forskningsområdet innenfor de forskningsprosjektene som ble innsamlet. Dette området er allerede anerkjent som et av Islands spesialområder innen for forskning og industri. De to prosjektene som kan dras frem er:

- *Green Geothermal Growth*. Prosjektet skal utvikle en bærekraftig produksjon av mat på Island med bruk av restvarme fra geotermiske kraftverk og andre industrielle prosesser til dyrkning av fisk. Bruk af energi, vann, organiske avfallsprodukter, land og andre locale ressurser skal optimiseres.
- *Biological utilization of geothermal gas*. Prosjektet skal utvikle en økonomisk metode for å produsere biomasse og svovel med utnyttelse av geotermisk gass som slippes ut fra geotermiske kraftverk. Biomassen kan brukes som protinrik fisk- og husdyrfor mens svovelen kan selges som gjødning eller som ingrediens i svovelsyre.

Et stort prosjekt som kan best identifisere seg med grønn tilvekst er et prosjekt som kalles *Green New Deal*. Deltakelsen i *Green New Deal* prosjektet på Islands universitet tar hensikt ut fra at kartlegge de eksisternde og potensielle kreative grønne industrielle prosjekter. Prosjektene skal bidra til å bygge opp en "grønnere" økonomi på Island etter finanskrisen. De individuelle prosjektene som har vært identifiseret skal (1) øke virkningsgraden i bruk av råmaterialer og/eller (2) bruke det som tidligere har vært identifiseret som avfall (produsere verdier ut fra avfall) og dermed øke verdien i produktkjeden. Prosjektene må ha positiv virkning på GDP (Gross domestic product) og på andre skala som GPI (Genuine progress indicator).

Andre prosjekter tar blandt annet utgangspunkt i å convergere økologi, økonomi og sosiale systemer (*CONVERGENCE*), kunnskapsfordeling mellom norden og Asia innenfor fiskeoppdrett (*Synergy effects between Nordic and Asian aquaculture*), forbedring av byggemiljø med hensin til energibruk og transportektoren (*Better built environment*) og

produksjon av metangass fra avfallshånderingsstasjoner til bruk som drivstoff (*Methane Recovery from Álfsnes landfill, Reykjavík capital area*).

5.3.2 Strategier

Ingen direkte strategier innenfor Islands universitet kan kobles til grønn tilvekst. De mest relevante strategier finnes under programbeskrivelsen av masterprogrammet "Energy and Natural Resources" som er målrettet mot følgende:

- Bærekraftig energiproduksjon (jordvarme og vannkraft)
- Hydrogen økonomi
- Avfallshåndtering
- Ecolabels
- Biobrennsel
- Lav karbon brennsel for transport
- Livsyklusanalyse (LCA)

5.3.3 Styrkeposisjoner

Denne undersøkelsen rekker ikke å representere alle forskningsaktiviteter innen Islands universitet som bidrar til grønn tilvekst men den kan anvendes til å tre frem de mest relevante aktivitetene. Islands universitets styrkeposisjoner knyttet til grønn tilvekst kan utifra denne undersøkelsen identifiseres som utdanning og forskning knyttet til generelle perspektiver av grønn tilvekst begrepet, som til diverse forskningsprosjekter koblet til jordvarme og fiskeri. Kort så innebærer Islands styrkeposisjoner følgende:

- Å identifisere rammeverket rundt grønn tilvekst på Island og hvordan nasjonelle strategier er målrettet mot grønn tilvekst. Også, at kartlegge områder og muligheter innenfor grønn tilvekst på Island.
- Å produsere verdier fra avfall innenfor energi- og fiskproduksjon.
- Å satse på grønn energi (hvor jordvarme og vannkraft spiller størst rolle) og fornybar energi (biobrennsel).

5.4 NORGE

5.4.1 Aktiviteter

5.4.1.1 Utbildning

Universitetet i Stavanger (UiS)

Universitetet i Stavanger er relativt ungt universitet og ble offisielt åpnet i januar 2005. Et nytt masterprogram i bærekraftig energi skal begynne høsten 2011, og målsetningen er å integrere forskningsresultatene fra pågående aktiviteter i utdanningen. Energiomvandlingsprosesser, fornybar energi og CO₂ hantering er blant fokusområdene for dette masterprogrammet.

Samarbeid med andre læresteder: Som følge av et regionalt initiativ mellom Rogaland og Agder ble Center for sustainable energy solutions (cenSE – jfr. www.cenSE.no) dannet i 2008 med UiS, Universitetet i Agder (UiA), IRIS och Teknova som eiere. Målsetningen er å øke forskning og utdanningsamarbeid mellom eierorganisasjonene.

En liste over utvalgte relevante kurs og kurstilbud som tilbys er gitt i Vedlegg 1.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

NTNU er lokalisert i Trondheim og består av 53 institutter fordelt på 7 fakulteter. Relevant utdanning (MSc, PhD) innenfor energi og miljø / Grønn tilvekst tilbys gjennom følgende 14 studieprogram:

- Energi og miljø, Arkitekt, Bygg og miljøteknikk, Geofag og petroleumsteknologi, Industriell design, Industriell IKT, Kjemi og bioteknologi, Marin teknikk, Materialteknologi, Produktutvikling og produksjon, Teknisk kybernetikk, Tverrfaglige kulturstudier, Sosiologi og statsvitenskap og Industriell økologi.

Sentralt i denne sammenhengen er MSc studiet Energi og miljø. Studiet kombinerer energi- og prosesseteknikk med elkraftteknikk slik at studentene får grunnleggende kunnskaper innenfor begge felter. Dette gjør dem meget godt egnet til å arbeide med løsninger på aktuelle problemstillinger og teknologiske utfordringer i energisektoren. Studieprogrammet har tre studieretninger og valg av studieretning gjøres etter to år. De tre studieretningene er:

- a) Varme- og energiprosesser
- b) Energibruk og energiplanlegging
- c) Elektrisk energiteknikk

For å tilpasses fremtidens behov er studieprogrammet Energi og miljø under revidering. Det nye studieprogrammet Fremtidens Energi - og Miljøstudium (FREMS) skal ta inn nye studenter høsten 2012. Det er opprettet et prosjekt som skal ferdigstille det nye programmet høsten 2011.

En liste over utvalgte utdanningsområder og spesialiseringer som tilbys i dag er gitt i Vedlegg 2.

5.4.1.2 Forskning och innovation

Universitetet i Stavanger (UiS)

Store, aktive prosjekt (budsjett 1,2 – 18 mill. €) inkluderer følgende:

1. Theoretical and experimental investigation of biogas fuelled technologies using advanced and intelligent modelling and monitoring tools (Bio-CHP-Monitor)
2. Low Emission Gas Turbine Technology for Hydrogen-rich Syngas

3. EU-GCC clean energy network
 4. Energy efficiency improvement via waste heat recovery and inhancement of production in aluminium industry
 5. Intelligent monitoring system for gas turbine based power plants
- Disse er nærmere beskrevet i Vedlegg 1.

Center for sustainable energy solutions (cenSE) har aktiviteter innen biogass & naturgass & hydrogen, CCS, energieffektivisering, solenergi og vindenergi.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

NTNU satte miljøvennlig energi på det strategiske kartet allerede i 2000, da man etablerte "Energi og miljø" som ett av seks tematiske strategiske satsingsområder (TSO Energi). Målsetningen var å utnytte NTNUs faglige bredde til å utvikle flerfaglig forskning og utdanning som kan håndtere komplekse problemer og utfordringer samfunnet står overfor, og som bare kan løses ved flerfaglig samarbeid.

I dag arbeider mer enn 1200 mennesker i NTNU og universitetets samarbeidspartner, forskningsinstituttet SINTEF, for å skape en renere framtid. I dette teamet deltar ca. 200 professorer og ca. 500 PhD-studenter og postdoc'er. Dette teamet utdanner hvert år 300-400 nye kandidater til energisektoren (jfr studieprogrammene foran).

Organisasjonen TSO Energi består i dag av seks målorienterte, flerfaglige forskningssentre (NTNU og SINTEF i samarbeid) og tre strategiske initiativer. Disse sentrene og deres bidrag til klimavennlig energi kan kort beskrives som:

1) Senter for Bærekraftige Bygninger

Senteret jobber med å utvikle ny kunnskap, integrerte løsninger, og teknologi for å dekke energibehovet knyttet til bygninger med vesentlig redusert ressursbruk og miljøbelastning. Viktige forskningsfelt er:

- Brukerbehov, miljøkrav og strategier for implementering av smarte, energieffektive løsninger
- Termisk design, reduksjon av energibehov
- Energisystemer integrert i bygninger og integrert projeksjon
- Dagslyssystemer, solcellesystemer, varmepumper, energilagring, kontroll og automatisering

2) Senter for Fornybar Energi

Forskning ved senteret spenner fra småskala vannkraft, vindkraft, solenergi, bioenergi, bølgekraft, hydrogen som energibærer og varmepumper, til samfunnsmessige aspekter ved energibruk. Dette samarbeidsnettverket omfatter foruten NTNU og SINTEF også

Universitetet i Oslo og IFE, og omfatter ca. 200 vitenskapelige ansatte og 50 PhD-studenter innen fornybar energi.

3) Gassteknisk Senter (GTS)

Gassteknisk senter (NTNU-SINTEF) er det største senteret for gassteknologiforskning og utdanning i Norge. GTS utvikler ny kunnskap og teknologi som kan bidra til en effektiv, miljøvennlig og lønnsom utnyttelse av naturgass. Forskningsaktiviteter dekker hele verdikjeden, og følgende områder er aktuelle for klimavennlig energiteknologi:

- Fangst og lagring av CO₂ (CCS)
- Hydrogen – produksjon, lagring, transport og sluttbruk (brenselceller)

4) Petroleumssenter for bedre ressursutnyttelse (BRU)

BRU arbeider for å gjøre olje og gass tilgjengelig som energikilde for utvikling av samfunnet. Dersom man klarer å løse utfordringene knyttet til håndtering av CO₂, vil man i framtiden kunne benytte olje og gass til å sikre nok energi og ren energi. I denne sammenheng skal nevnes at BRU i dag yter vesentlige bidrag til CCS-satsningen gjennom en stor aktivitet innen lagring av CO₂.

5) Senter for Elektrisk Energi og Energisystem

Forskningssenteret spiller en aktiv rolle i utviklingen av teknologi for produksjon, transport og utnyttelse av elektrisk energi, bl.a. innenfor:

- Metoder for planlegging og drift av energiforsyningssystemer pålitelig strømforsyning
- Transport av elektrisitet (materialer, tilstandsovervåking, vedlikehold og fornyelse)
- Generering, omforming og bruk av elektrisk energi (vannkraft, maritime systemer, vindkraft, installasjon, systemer og energibruk i bygninger, kontroll av elektriske motorer og bærere innenfor det eksisterende elektriske kraftsystemets infrastruktur)
- "Smarte nettverk" (Smartgrids)

6) Senter for Energi og Samfunn

Senteret bidrar til å styrke kunnskapen og grunnlaget for et mer miljøvennlig energiregime i Norge og internasjonalt. En forutsetning for et nytt og mer miljøvennlig energisystem er at nye teknologier og et nytt energisystem blir forstått, akseptert og brukt av offentligheten. Senteret integrerer innsikt fra energiøkonomi, energisystemanalyse, innovasjonstudier, etc. Et hovedmål er å bedre

beslutningsunderlaget for framtidens energistrategi for beslutningstakere både i industrien og det offentlige.

De strategiske initiativene omfatter viktige områder som går på tvers av sentrene:

- 1) Karbonfangst og lagring (CO₂ Capture and Storage; CCS)
- 2) Hydrogenteknologi (brenselceller etc.)
- 3) Industrial Ecology (IndEcol)
 - Dette er et tverrfaglig universitetsprogram som omfatter et masterprogram og et stort antall doktorgradsprosjekter og forskningsprosjekter. Tverrfaglig forskning og undervisning står sentralt ved IndEcol, og målet er å knytte sammen teknologiske, naturvitenskapelige og samfunnsvitenskapelige bidrag i letingen etter bærekraftige løsninger på produksjon og forbruk av energi og ressurser.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

NTNU har opprettet "NTNU Technology Transfer – TTO" for kommersialisering av forskningsresultater fra NTNU. TTO bistår universitetets ansatte med alt fra patentering av nye ideer og markedsundersøkelser til etablering av nye bedrifter og inngåelse av lisensavtaler med en industripartner. Dette har resultert i flere "spin-off"-bedrifter, også innen Grønn tilvekst. Et eksempel er firmaet MemfoACT, som prøver å kommersialisere sin unike membranteknologi. De utvikler og produserer patenterte karbonmembraner for bærekraftig separasjon av forskjellige gassblandinger. Det første produktet er et bærekraftig system for oppgradering av biogass til biometan av drivstoffkvalitet.

Andre systemer og instrumenter for innovasjon:

- On Campus Incubator: For å stimulere teknologioverføring og gi næring til nye selskaper, har NTNU satt opp en "on campus incubator" for studenter og ansatte.
- NTNU School of Entrepreneurship (NSE): Utdanning av fremtidige gründere. NSE er et toårig masterstudium i kommersialisering av teknologi.
- NTNU Entrepreneurship Center: Tilbyr praksisorientert opplæring for studenter.
- Start NTNU: En studentorganisasjon for aspirerende gründere. Studentene arrangerer seminarer, konferanser og premierte konkurranser for å fremme entreprenørskap og innovasjon
- En web-basert jobbdatabase, "Porten til ideer": Tilbyr studenter industri-generert semester prosjekter og master prosjekter
- Tett kontakt med industrien: NTNU har mer enn 4000 industrikontrakter.

5.4.1.3 Spesielt interessante aktiviteter.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

i) Forskningscentre for Miljøvennlig Energi (FME)

Som nærmere beskrevet under Nasjonale strategier (kapitel 4) har Norges investeringer i forskning for å utvikle klimavennlig energi økt betraktelig siden 2008. Et av de nye virkemidlene er "Forskningscenter for miljøvennlig energi" (FME), som skal bringe universiteter, forskningsinstitutter og industri sammen for å jobbe fram nye løsninger. Hver FME har et budsjett på i overkant av 300 millioner kroner (NOK) for de 8 årene innsatsen skal vare, og 25% av dette finansieres av industrien. NTNU og SINTEF er involvert i følgende 7 av de 11 som er opprettet til nå:

1. *BIGCCS – International CCS Research Centre*
Senteret skal utvikle kunnskap, metoder og løsninger som gir effektiv, rimelig og sikker CO₂-handtering for gass- og kullkraftverk og annen industri. Det skal også bidra til å finne ut hvor stor lagringskapasitet vi har offshore for CO₂.
2. *Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN)*
Senteret skal videreutvikle vannkraften slik at den blir tilpasset fremtidens mer fleksible energisystem i samspill med andre fornybare energikilder. I tillegg skal senteret jobbe med miljødesign av annen fornybar energi som, i likhet med vannkraften, også må ta hensyn til lokale miljøvirkninger.
3. *Bioenergy Innovation Centre (CenBio)*.
Senteret skal vise hvordan Norge kan doble bruken av bioenergi basert på norsk råstoff innen 2020. Forskerne skal vise hvordan vi effektivt og miljøvennlig kan høste mer av skogen, utnytte mer avfall for energiformål, lage biobrensel med riktig kvalitet, og forbedre virkningsgraden.
4. *Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology (NOWITECH)*
Senteret skal kombinere kunnskap om vindkraft med offshoreerfaring for å styrke utviklingen av vindparker til havs. Målet er å utvikle ny kunnskap, metoder og teknologi som basis for industriell utvikling av offshore vindparker. Senteret vil ta i bruk innomhus laboratorier som Marintek i Trondheim og fullskala feltforsøk som HyWind utenfor Karmøy.
5. *The Norwegian Research centre for Solar Cell Technology*
Senteret skal samle et landslag i solcelleforskning i Norge for å takle de store forskningsutfordringene. Alle de viktigste forskningsmiljøene og industripartnerne i Norge innen solcelleteknologi skal delta. Gjennom senteret skal norsk solcelleindustri få lett tilgang til et verdensledende miljø. Solcellesenteret vil forske langs hele verdikjeden fra solcellematerialer til ferdige solcellepaneler. Forskingen i senteret skal bidra til mer konkurransedyktige strømpriser fra solceller. Samtidig skal forskningen ved senteret sikre at norsk industri fortsetter å ha en ledende posisjon på verdensmarkedet.

6. *The Research Centre on Zero Emission Buildings – ZEB*

Senteret skal utvikle bygg som gir null utslipp av klimagasser ved å se på hele byggets livsløp fra komponenter og materialer til drift av bygget. Senteret skal se på alt fra forskning på materialer til forskning på hele bygg og systemene i bygg, og utvikle nye materialer og komponenter der dagens ikke er gode nok. Foruten reduserte klimautslipp og redusert energibruk, vil arbeidet resultere i mer konkurransedyktige bedrifter og flere arbeidsplasser i byggsektoren.

7. *Centre for Sustainable Energy Strategies (CenSES).*

CenSES skal utføre forskning som kan bidra til et bedre faktagrunnlag for offentlige og private beslutningstakere i grenseflaten mellom klima, energi og industri. CenSES ambisjon er å forene kreftene til ledende nasjonale samfunnsvitenskapelige institusjoner, tunge internasjonale forskere og et bredt partnerskap av brukere fra både offentlig og privat sektor for kunne bidra til at Norge utvikles til et bærekraftig samfunn når det gjelder energi og klima. Senteret vil foreta brukerstudier for å sikre relevans i forskningen som foregår. Forskningen er organisert i fem forskningsområder:

- a. Policyutforming og overgangsstrategier.
- b. Energisystem og markeder.
- c. Økonomiske analyser.
- d. Innovasjon, kommersialisering og involvering av allmenheten.
- e. Scenarioutvikling.

Mer enn 80 industribedrifter deltar i disse 7 FME-ene, og 175 nye PhD studenter og postdoc'er er tilsluttet sentrene.

ii) CO₂-forskning og CCS

Mange av NTNUs miljøer er internasjonalt ledende innen energi, petroleum og karbonfangst og lagring. NTNU har oppnådd å bli koordinatør for flere større internasjonale prosjekter og har bred kontaktflate mot internasjonale forskningsmiljøer og mot norsk og utenlandsk industri innenfor karbonfangst og lagring.

NTNU i samarbeid med SINTEF har fått koordineringsansvar for den felleseuropeiske innsatsen for oppbygging av forskningslaboratorier som skal levere ny teknologi for fangst og lagring av CO₂, European Carbon dioxide Capture and Storage Laboratory Infrastructure (ECCSEL). Europa, med Norge i spissen, skal bruke over 80 millioner euro (EUR) på ECCSEL de kommende årene. ECCSEL-prosjektet bygger opp om regjeringens miljøsatsing og er anerkjent som et av de viktigste europeiske prosjektene knyttet til forskningsinfrastruktur i årene fremover.

Tilstrekkelig laboratoriekapasitet og bygningsmessige tilpasninger ved NTNU er en forutsetning for framdrift i etableringen av ECCSEL og for en effektiv utnyttelse av forskningsmidlene til miljøvennlig energi. Forskningsinfrastrukturen skal være klar til drift i

løpet av 2012. Totalt sett har NTNU en kostnadsramme på ca. 500 millioner kroner (NOK) for dette prosjektet.

5.4.2 Strategier

Universitetet i Stavanger (UiS)

Aktiviteter innen GT er lokalisert til fagområdet "Energi" ved Institutt for konstruksjonsteknikk og materialteknologi. Mange av de eksternt finansierte forskningsaktivitetene skjer i samarbeid med det egne forskningsinstituttet International Research Institute of Stavanger AS (IRIS). Fremtredende disipliner er:

- Energy Conversion Technologies
- System Integration
- System Modeling And Monitoring
- Bio Fuels
- High Temperature Fuel Cells
- CCS

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Samfunnet er helt avhengig av energi for å skaffe til veie grunnleggende menneskelige behov som mat, klær, hus, transport, helse, rekreasjon, kort sagt alt vi trenger for å leve et godt liv. Vi vet at vi må redusere utslipp av klimagasser til et minimum i løpet av dette århundredet. I samme periode vi flere milliarder nye borgere slutte seg til det globale "middagsbord". Det å sikre nok energi og ren energi til å skape et bærekraftig og fredelig samfunn, er den største utfordringen menneskeheten står overfor.

Nok energi og ren energi er også essensen i visjonen til TSO Energi.

TSO Energi har i sin strategi for 2011-2015 gitt prioritet til et utvalg "nøkkeltknologier" som det skal satses på:

- Bærekraftig energistrategier
- Effektiv sluttbruk av energi (spesielt i bygninger)
- Utnyttelse av fornybare energikilder (offshore vind, solenergi, bioenergi, vannkraft og omgivelsesvarme)
- Karbonfangst og lagring (CCS), for å gjøre det mulig å benytte fossile energikilder i framtiden
- Smarte energisystemer ("Smartgrids") for å binde sammen energikilder og sluttbrukere på en effektiv måte
- Utnyttelse av naturgass på en miljøvennlig måte
- Bedre ressursutnyttelse og energi fra nordområdene
- Hydrogenteknologi

5.4.3 Styrkepositioner

Universitetet i Stavanger (UiS)

Energigruppen på UiS har arbeidet med intelligent overvåking og modellering basert på Artificell Neural nettverk (ANN) en lengre tid. Fornybar energi kjennetegnes av lav

effektdensitet, hvilket innebærer at mange enheter må bidra for at man skal nå en praktisk intressant effektnivå. I denne sammenhengen kommer intelligent overvåkningsteknikk til å spille en viktig rolle for økt tilgjengelighet och minsket vedlikehold. Et annet viktig område er optimal system integrasjon for høy virkningsgrad og energieffektivitet. Forskergruppen har utviklet detaljerte komponentmodeller som kan anvendes for systemoptimering. Lavtemperaturapplikasjoner som geotermisk- og solenergi er områder der optimal systemintegrasjon spiller en avgjørende rolle.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

NTNU har stor aktivitet innen fornybar energi / Grønn tilvekst. Fremtredende fagområder er:

- Gassteknologi - utnyttelse av naturgass til å substituere kull (LNG teknologi)
- Fangst og lagring av CO₂ (Carbon Capture and Storage - CCS); for å redusere CO₂ og andre klimagasser (1 FME)
- Varmepumper (bl.a. bruk av CO₂ som miljøvennlig arbeidsmedium).
- Hydrogenteknologi (produksjon, lagring / transport, brenselceller)
- Fornybar energi; vannkraft, vindkraft på land og til havs, bølgekraft, osmotisk kraft, solenergi; solceller og konsentrert solenergi, bioenergi, geotermal energi (4 FME-er)
- Smarte nettverk (SmartGrids), inklusive IKT
- Energibruk i bygg ("Zero Emission Buildings"); energieffektivisering i alle typer bygninger (1 FME)
- Energisystemanalyse, studier av bærekraftig energi og optimalisering (hvordan kombinere ulike teknologier på den rette måten). Inkluderer forskning på hvordan man kan realisere bærekraftige energiløsninger og overgangen til et bærekraftig energisystem som brukerne godtar, innovasjon, styresett og politikk, energiscenarier (1 FME)

5.4.4 Nationella strategier

Som et resultat av det nasjonale strategidokumentet "Energi 21" og det såkalte "klimavedtaket" i Stortinget i 2008 har nasjonale investeringer innen "miljøvennlig energiforskning" økt kraftig i Norge. I 2009 tildelte Norges forskningsråd (NFR) åtte nye Forskningsentre for miljøvennlig energiforskning (FME). Ordningen med FME-ene skal etablere tidsbegrensede forskningsentre som har en konsentrert, fokusert og langsiktig forskningsinnsats på høyt internasjonalt nivå for å løse utpekte utfordringer på energi- og miljøområdet. En omtale av disse sentrene finnes på <http://www.forskningsradet.no> og en forkortet versjon av beskrivelsen av sentrene er gitt i kapittel 1.4 og under.

Universitetet i Stavanger (UiS)

UiS er partner i FME-senteret *NORCOWE* (offshore vindkraft) som ledes av Christian Michelsen Research AS (CMR) i Bergen. Senteret skal være et kompetanse- og ressurscenter for utvikling av kraftproduksjon fra vind til havs. Det skal bygge på kunnskapen som finnes i

norsk offshoreteknologi og kompetansen på vindenergi fra Danmark. Forskningen ved senteret skal bidra til å få ned kostnadene for offshore vindkraft, og utvikle ressurspersoner med spisskompetanse som næringslivet kan bruke direkte.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU)

Under tildelingen av de åtte nye FME-ene i 2009 ble NTNU og SINTEF partner og/eller leder i seks av disse:

- 1) BIGCCS – International CCS Research Centre
- 2) Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN)
- 3) Bioenergy Innovation Centre (CenBio)
- 4) Norwegian Research Centre for Offshore Wind Technology (NOWITECH)
- 5) The Norwegian Research centre for Solar Cell Technology
- 6) The Research Centre on Zero Emission Buildings – ZEB

Senere har følgende senter ledet av NTNU oppnådd FME-status (FME Samfunn):

- 7) Centre for Sustainable Energy Strategies (CenSES)

De andre FME-ene

Det er i skrivende stund totalt 11 sentre i Norge med FME-status:

Norwegian Centre for Offshore Wind Energy (NORCOWE - nevnt over)

- 8) SUBsurface CO₂ storage – Critical Elements and Superior Strategy (SUCCESS)

Og to til i kategorien FME Samfunn:

- 9) Strategic Challenges in International Climate and Energy Policy (CICEP)
- 10) Oslo Center for Research on Environmentally friendly Energy (CREE)

5.5 SVERIGE

5.5.1 Aktiviteter

5.5.1.1 Utbildning

Antal program og kurser – 5 av 11 svenske NORDTEK medlemmer besvarte denne spørsmål og de redovisde totalt 18 program og 13 kurser. Følgende antall program respektive kurser har rapportert; Blekinge Tekniska Högskola (2/0), Luleå tekniska universitet (0/5), Mittuniversitet (2/3), Tekniska högskolan vid Linköpings universitet (2/5), Umeå universitet¹ (12/0).

¹ Alla utom Umeå universitet som även redovisar i särklass flest program anger på vilket sätt de ser att programmet bidrar till grön tillväxt. Mot bakgrund av den information som ges om Umeå universitets program så är det svårt att bedöma deras bidrag till grön tillväxt då man skulle kunna hävda att även andra universitets liknande program i så fall borde räknas in.

Mot bakgrund av antalet program som redovisas finns det en misstanke om att det finns fler kurser som har koppling till grön tillväxt men att respondenterna i många fall istället har valt att endast redovisa program i vilka kurserna ingår. På grund av tidsbrist har det inte varit möjligt att följa upp detta närmare.

Program- och kursinnehåll – Generellt är det svårt att dra några större slutsatser utifrån de redovisade programmen och kurserna. De är till sin natur ganska traditionella i den bemärkelsen att de verkar ta upp vad de flesta andra likande kurser vid andra universitet och högskolor gör. Flera av programmen och kurserna har kommit till under de senaste 5 åren.

De universitet och högskolor som verkar ha tydligast koppling mellan sina redovisade forskningsprojekt och redovisade utbildningar är Tekniska högskolan vid Linköpings universitet följt av Blekinge Tekniska Högskola. Noteras är även att Tekniska högskolan vid Linköpings universitet har ett program och en master som täcker in alla tre kunskapsområdena SET², BML³ och ESSH⁴.

5.5.1.2 Forskning och innovation

Antal projekt – Totalt 6 av 11 svenska NORDTEK-medlemmar besvarade denna fråga och de redovisade totalt 69 projekt⁵. Ingen gradering görs mellan stora eller små projekt. Följande antal forskningsaktiviteter redovisade Blekinge Tekniska Högskola (8), Luleå tekniska universitet (17), Mittuniversitetet (3), Mälardalens universitet (3), Tekniska högskolan vid Linköpings universitet (26), Umeå universitet (12).

Samarbete – Av de rapporterade projekten är det 30 som inkluderar mer än ett universitet. Det är svårt att dra några större slutsatser men det verkar som Luleå tekniska högskola och Tekniska högskolan vid Linköpings universitet har flest forskningsprojekt i samarbete med andra svenska och europeiska universitet. Endast Blekinge Tekniska Högskola och Luleå tekniska universitet redovisar forskningsprojekt som bedrivs i samarbete med andra nordiska universitet och då endast från Finland och Danmark.

Viktigt att poängtera är att sammanställningen ovan inte beskriver det forskningssamarbete som sker utanför specifika projekt t ex vid disputationer och granskningar.

Projektinnehåll – Projekten spänner över ett stort område men är främst inriktade mot tre områden (listade i rangordning):

² SET: Science, Engineering and Technology

³ BML: Biosciences, Medical / Life Sciences

⁴ ESSH: Economics, Social Sciences and Humanities

⁵ Vid en närmare analys av projekten verkar 5 av de inrapporterade projekten från Luleå tekniska högskola och Umeå universitet vara samma projekt, nämligen Bio4Energy. Projektet är ett mycket stort forskningsprojekt som även innefattar Statens lantbruksuniversitet.

1. Hållbar energiproduktion – främst med fokus på effektivare användning av biobränslen samt utveckling av nya.
2. Framtagning av mindre miljöpåverkande produkter och tjänster – främst utveckling av framtagningsmetoder och affärsmodeller som stödjer detta.
3. Återanvändning av restprodukter, avfall och deponier – främst metoder som främja ökade materialåtervinning.

Antal innovationsaktiviteter – 4 av 11 svenska NORDTEK medlemmar besvarade denna fråga och de redovisade totalt 13 innovationsaktiviteter. Följande antal innovationsaktiviteter redovisade Blekinge Tekniska Högskola (1), Mittuniversitet (1), Tekniska högskolan vid Linköpings universitet (9), Umeå universitet⁶ (2).

Innovationsaktiviteternas innehåll – De flesta av aktiviteterna riktar sig mot företag, entreprenörer och lokala och regionala aktörer. Syftet är oftast att sprida kunskap från forskning och att hjälpa dem att utveckla deras verksamhet och produkter som bidrar till grön tillväxt. Tekniska högskolan vid Linköpings universitet sticker ut genom att redovisa ett antal konkreta projekt där de samarbetat med företag.

Tekniska högskolan vid Linköpings universitet redovisar även ett intressant NORDTEK finansierat projekt som särskiljer sig från de andra redovisade. Projektet gick ut på att sammanföra ett antal unga, "andra generationens" nordiska forskarhandledare inom området hållbar produktinnovation för att dela kunskaper och erfarenheter inom området i syfte att förbättra forskningen och handledningen inom området. Deltagande universitet var förutom Tekniska högskolan vid Linköpings universitet även Norges tekniska universitet, Chalmers, Danmarks tekniska universitet, Helsinki School of Economics and Business Administration, Tekniska högskolan vid Linköpings universitet och Lunds universitet.

5.5.2 Strategier

5.5.3 Styrkepositioner.

Den genomförda kartläggningen är på en övergripande och inte detaljerad nivå och det går därför inte att dra för stora slutsatser på resultatet. T ex så finns inte Chalmers med i undersökningen och de är jämte de deltagande universiteten och högskolorna en av de kända aktörerna i Sverige.

Utifrån forskningsprojekten (för de universitet och högskolor som angivit mer än 3 forskningsprojekt) så framgår att;

- Luleå tekniska universitet och Umeå universitet har styrka inom området hållbar energiproduktion och då främst med fokus på effektivare användning av biobränslen samt utveckling av nya.

⁶ Alla utom Umeå universitet som även redovisar i särklass flest program anger på vilket sätt de ser att programmet bidrar till grön tillväxt. Mot bakgrund av den information som ges om Umeå universitets program så är det svårt att bedöma deras bidrag till grön tillväxt då man skulle kunna hävda att även andra universitets liknande program i så fall borde räknas in.

- Tekniska högskolan vid Linköpings universitet och Blekinge tekniska högskola har styrka inom området framtagning av mindre miljöpåverkande produkter och tjänster och då främst utveckling av framtagningsmetoder och affärsmodeller som stödjer detta.
- Tekniska högskolan vid Linköpings universitet har styrka inom området återanvändning av restprodukter, avfall och deponier och då främst metoder som främja ökade energi- och materialåtervinning.

5.5.4 Nationella strategier

Detta avsnitt sammanfattar övergripande identifierade nationella strategier som kopplar till forsknings-, utbildnings- och innovationsaktiviteter hos NORDTEKs medlemmar.

Sveriges regering – I publikation “Grön drivkraft - 68 insatser för hållbar tillväxt”⁷ tar regeringen upp exempel på åtgärder kopplade till grön tillväxt och övergången till en grön ekonomi som de genomfört under mandatperioden eller som är på gång att genomföras. Punkt 5 “**Forskning för en grönare tillväxt**” tar upp att den forsknings- och innovationsproposition som presenterades i oktober 2008 och som innehöll stora satsningar på forskningsområden som är strategiskt viktiga för det svenska samhället och näringslivet. Totalt satsades 535 miljoner på strategisk forskning inom miljö- och klimatområdet under perioden 2009–2012. Pengarna fördelades på områdena energiforskning (310 miljoner), hållbart utnyttjande av naturresurser (70 miljoner), effekter på naturresurser, ekosystemtjänster och biologisk mångfald (75 miljoner), klimatmodeller (40 miljoner) och havsmiljöforskning (40 miljoner).

Punkt 6 behandlar “**Innovationer för gröna lösningar och miljöteknik**”. Där framgår att Verket för innovationssystem, VINNOVA, har ett uppdrag att genomföra en satsning på 40 miljoner kronor där särskilt fokus läggs vid IT och miljöteknik, forskning med koppling till hållbart stadsbyggande samt inkubatorverksamhet med fokus på miljöteknik i samverkan med Innovationsbron AB. Innovationsbron arbetar i hela Sverige med att göra affärer av forskning och innovationer och hjälper till att överbrygga de inledande svårigheterna och riskerna i utvecklingen av affärsidéer innan kommersiella aktörer, exempelvis riskkapitalbolag, tar vid.

Sveriges näringsdepartement – Inom departementet finns eller förbereds följande relevanta strategier:

- **Tjänsteinnovationsstrategin**⁸ – Strategin antogs 2010 av regeringen. Cirka 70 procent av förädlingsvärdet i Sverige uppstår i tjänstesektorn och syftet med strategin är att företag, offentliga aktörer och andra organisationer i Sverige tillsammans ska kunna bidra till att utveckla förmågan till tjänsteinnovation och på så sätt utveckla konkurrenskraften i hela ekonomin. Strategin är framtagen i en dialog med företag, organisationer och offentliga aktörer på lokal, regional och nationell nivå.

⁷ www.regeringen.se/sb/d/12567/a/149129 (2011-04-04)

⁸ <http://www.sweden.gov.se/sb/d/13356/a/149629> (2011-04-12)

- **Miljöteknikstrategi⁹** och **Innovationsstrategi¹⁰** – Arbetet pågår för att ta fram dessa.

Sveriges miljödepartement – Följande strategier finns och har koppling till området som denna studie fokuserar på; Klimatstrategin och Hållbarhetsstrategin.

Verket för innovationssystem – VINNOVA – Under Sveriges EU-ordförandeskap drev Sverige konceptet “EcoEfficient Economy” vilket är ungefär det samma som Grön tillväxt. VINNOVA har ingen färdig strategi inom området grön tillväxt men inom miljöområdet fokuserar de på att förena affärs- och miljönytta inom områdena klimat, vatten och biologisk mångfald.

De utvecklar för tillfället strategier för grön tillväxt inom ramen för deras strategiarbete.

Under 2011 kommer de att göra satsningar med ett utmaningsperspektiv där de utgår från fyra utmaningar: Hållbara attraktiva städer, Konkurrenskraftig Produktion, Framtidens hälsa och sjukvård samt Informationssamhället 3.0. Samtliga adresserar grön tillväxt. För info om detta arbete se www.vinnova.se/sv/Om-VINNOVA/Utmaningsdriven-innovation (mer info kommer).

6. KONKLUSIONER

Undersökningen ger en fingervisning om vilka områden som är aktiva inom de respektive nordiska länderna. På grund av den snäva tidsramen inom vilken undersökningen utfördes kan resultaten från kartläggningen endast användas som indikator för de aktiviteter som påträffas inom de olika universiteterna. För att erhålla en mera omfattande helhetsbild över aktiviteterna borde en utförligare undersökning utföras. Med en mera omfattande undersökning kan man förhoppningsvis även täcka in alla relevanta områden som faktiskt har bäring på Grön Tillväxt och inte bara de gamla traditionella områdena.

Samarbete mellan de Nordiska universiteterna

Utredningen visar att det inte finns så många forskningsprojekt inom området för Grön Tillväxt som omfattar flera nordiska länder. Endast ett par projekt med samarbete mellan nordiska länder registrerades. Dessa projekt observerades från den finska, isländska och svenska undersökningen.

Karaktäristiskt för de olika länderna

Gemensamt för de olika länderna är att de har en stor forskningsfokus på systemanalys av olika slag, dvs. livscykelanalys, energisystemanalys och integration av energisystem. De nordiska länderna står mycket starka i utveckling av ett framtida samfund som önskar bli oberoende av fossila bränslen och finna lösningar till klimatproblemet.

⁹ <http://www.nyteknik.se/asikter/debatt/article3104065.ece> (2011-04-12)

¹⁰ <http://www.sweden.gov.se/sb/d/14440> (2011-04-12)

De nordiska länderna är starka inom olika områden och ländernas styrkepositioner kan grovt indelas enligt följande:

- Vindkraft (Danmark)
- Vattenkraft (Norge, Sverige, Island)
- Geotermisk energi (Island)
- Bioenergi (Finland, Sverige, Danmark)
- Katalys (Danmark)
- Elektrolys (Danmark, Norge)
- Framtagningsmetoder och affärsmodeller för produkter och tjänster med liten miljöpåverkan (Sverige)
- Akvakultur (Island, Norge)
- Samhällsplanering, byggnadstekniska lösningar (Finland, Sverige, Danmark)
- Informations- och kommunikationsteknik (Finland, Sverige)
- Avfallssektorn, integration med energisystemet (Danmark, Sverige)

Till dessa kan ännu tilläggas ländernas kompetens och erfarenhet för systemintegration, dvs. samspelet mellan vind, vatten, geotermisk energi och bioenergi mm. Detta är en viktig och mycket karakteristisk egenskap för det nordiska systemet. Dessutom är de nordiska länderna starka inom andra områden, t ex olika typer av sensorer, ny innovationsdata och kommunikationsteknik som har bäring på Grön Tillväxt. Skype och Spotify är bl a kända exempel på detta.

För vilka skolor finns en potential för samarbete?

Målet var att identifiera de högskolor som har potential för samarbete. Därför identifierades, utgående från de forskningsprojekt som registrerades i undersökningen, de skolor som hade aktiviteter inom samma områden (Tabell 1). Områdena behöver inte nödvändigtvis vara styrkepositioner för respektive universitet, tanken var endast att identifiera potentialen för samarbete mellan de olika högskolorna.

Tabell 1. Förslag till samarbete mellan universitet med aktiviteter inom liknande områden.

Forskningsområde	Universitet	Land
LCA (life cycle analysis)	Linköpings universitet	Sverige
	Blekinge tekniska högskola	Sverige
	Mittuniversitetet	Sverige
	Syddansk Universitet	Danmark
	Aalborg universitet	Danmark
	Danmarks Tekniske Universitet	Danmark
Kemiteknik	Islands Universitet	Island
	Luleå universitet	Sverige
	Umeå Universitet	Sverige
	Åbo akademi	Finland
Återanvändning, avfallshantering	Danmarks tekniska universitet	Danmark
	Linköpings tekniska högskola	Sverige
	Syddanskt universitet	Danmark
	Danmarks Tekniske Universitet	Danmark
Samhällsplanering, byggnadstekniska lösningar	Islands universitet	Island
	Tammerfors tekniska högskola	Finland
Vindkraft	Aalborg universitet	Danmark
	NTU	Norge
	Danmarks Tekniske Universitet	Danmark
Vattenkraft	Aalborg universitet	Danmark
	NTU	Norge
	Blekinge tekniska högskola	Sverige
Energieffektivitet för nätverk	Islands Universitet	Island
	Universitetet i Stavanger	Norge
Energieffektivitet för processer	Aalto universitetet	Finland
	Syddansk universitet	Danmark
	Mälardalens högskola	Sverige
	Linköpings Universitet	Sverige
	Islands Universitet	Island

Innovation

I enkäten fanns också en fråga angående innovation. Frågan gällande innovationsaktiviteter erhöll dock väldigt få svar, även om flera av projekten som redovisades mycket väl kan omfattas av begreppet innovationsaktiviteter. Orsaken till den låga svarsprocenten på frågan kunde ligga i osäkerheten för vilka aktiviteter som omfattas av innovationsbegreppet. Dessutom skönjdes osäkerhet från respondenterna om vad begreppet betyder eftersom en person frågade vad begreppet innebär.

7. FÖRSLAG

Utgående från de erhållna resultaten identifierades följande rekommendationer av arbetsgruppen

- ✓ Det behövs en tydligare definition av begreppet grön tillväxt och hur det förhåller sig till andra begrepp inom hållbar utveckling. En sådan definition bör fungera i ett nordiskt sammanhang och får inte vara för snäv, så att den inte bara inkluderar traditionell miljöteknik utan även andra områden med relevans för grön tillväxt
- ✓ Man bör sträva efter att samordna och avsätta medel för nordiska forskningsprojekt inom området grön tillväxt
- ✓ Möjligheterna för bildandet av nordiska kompetenscentrum inom vissa områden som ligger inom definitionen för grön tillväxt bör utredas
- ✓ Man bör underlätta lärar- och studentutbytet mellan de nordiska universiteten, t ex genom stipendier och långsiktiga samarbetsbidrag
- ✓ Skapande av en Nordisk databas med kurser och projekt inom Norden för att möjliggöra ökat samarbete mellan länderna rekommenderas