

Indikatorer for prioritering i norsk forskning

Aris Kaloudis, Stig Slipersæter og Susanne Lehmann Sundnes



© NIFU STEP Norsk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning
Wergelandsveien 7, 0167 Oslo

Rapport 20/2010
ISBN 978-82-7218-682-0
ISSN 1504-1824

For en presentasjon av NIFU STEP's øvrige publikasjoner, se www.nifustep.no



Norsk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning
Norwegian Institute for Studies in Innovation, Research and Education
Wergelandsveien 7, 0167 Oslo
Tlf. +47 22 59 51 00 • www.nifustep.no

RAPPORT 20/2010

Aris Kaloudis, Stig Slipersæter og Susanne Lehmann Sundnes

Indikatorer for prioritering i norsk forskning



Forord

På oppdrag for Kunnskapsdepartementet har NIFU STEP i denne rapporten utarbeidet forslag til indikatorer som kan brukes for å måle eller beskrive status for prioriteringene i regjeringens siste forskningsmelding; St.meld. nr. 30 (2008-2009) *Klima for forskning*. Rapporten gir også en oversikt over indikatorer og indikatorutvikling knyttet til forsknings- og innovasjonssystemet – nasjonalt og internasjonalt.

Prosjektet er gjennomført av Aris Kaloudis, Stig Slipersæter og Susanne Lehmann Sundnes, sistnevnte har vært prosjektleder.

Oslo 15. juni 2010

Sveinung Skule

Direktør

Susanne Lehmann Sundnes
Forskningsleder

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Kort om bakgrunnen for rapporten og rapportens oppbygning	7
1.2	Indikatorutvikling nasjonalt og internasjonalt.....	8
1.3	Basisindikatorer og datakilder	10
1.3.1	Nasjonale basisindikatorer	11
1.3.2	Internasjonale basisindikatorer.....	11
1.3.3	Forskningsrådets merking av prosjekter	11
1.4	Prioriteringer i norsk forskning.....	12
1.4.1	Utfordringer for dette oppdraget.....	13
2	Høy kvalitet i forskningen	14
2.1	Situasjonsbeskrivelse	14
2.2	Sentrale indikatorer for kvalitet i forskningen.....	15
3	Internasjonalisering av forskning	18
3.1	Situasjonsbeskrivelse	18
3.2	Sentrale indikatorer for internasjonalisering.....	19
4	Effektiv utnyttelse av ressurser og resultater	23
4.1	Situasjonsbeskrivelse	23
4.2	Sentrale indikatorer for effektiv utnyttelse av ressurser	26
5	Et velfungerende forskningssystem	30
5.1	Situasjonsbeskrivelse	30
5.2	Sentrale indikatorer for et velfungerende forskningssystem.....	30
5.3	Forslag til nye indikatorer og analyser.....	31
6	De fem strategiske prioriteringer	35
6.1	Næringsrelevant forskning på strategiske områder	35
6.2	Globale utfordringer	36
6.3	Velferdsforskning, bedre helse og helsetjenester	37
6.4	Kunnskapsbasert næringsliv i hele landet	37
7	Konklusjoner og anbefalinger	38
	Vedlegg 1 Basisindikatorer	41
	Vedlegg 2 EUs indikatorer for vitenskap, teknologi og innovasjon	43
	Vedlegg 3 Eksempler på nye indikatorer og analyser	45

1 Innledning

1.1 Kort om bakgrunnen for rapporten og rapportens oppbygning

I den siste forskningsmeldingen – St.meld. nr. 30 (2008-2009) *Klima for forskning*¹ viderefører regjeringen hovedlinjene i forutgående melding (St.meld. nr. 20 (2004-2005) *Vilje til forskning*). Samtidig ser vi en dreining fra innsatsmål til sterkere fokus på resultatmål og effekter.

I *Klima for forskning* har regjering og storting satt ni mål for norsk forskningspolitikk. Målene er at norsk forskningspolitikk skal bidra til:

- å løse globale utfordringer med særlig vekt på miljø-, klima-, hav-, matsikkerhet- og energiforskning
- god helse, utjevne sosiale helseforskjeller og utvikle helsetjenester av høy kvalitet
- forskningsbasert velferdspolitik og profesjonsutøvelse i velferdssektorenes yrker
- et kunnskapsbasert næringsliv i hele landet
- næringsrelevant forskning innen områdene mat, marin, maritim, reiseliv, energi, miljø, bioteknologi, IKT og nye materialer/nanoteknologi
- høy kvalitet i forskningen
- et velfungerende forskningssystem
- høy grad av internasjonalisering av forskningen
- effektiv utnyttelse av forskningsressursene og –resultatene.

De fem første er strategiske mål, mens de fire siste målene er tverrgående og gjelder hele forskningssystemet.

Kunnskapsdepartementet har behov for – ved hjelp av et bredt sett av indikatorer og statistikk – å kunne gi en beskrivelse av status i norsk forskning ut fra de målene som er beskrevet over. Indikatorene skal gi et best mulig bilde av hvordan norsk forskning bidrar til å nå hvert av de ni forskningspolitiske målene. Departementet ønsker at hovedvekten i dette oppdraget skal ligge på de fire tverrgående målene, men det er også ønskelig med en vurdering av de fem strategiske prioriteringene.

Oppdragets mandat er begrenset til å foreslå indikatorer for å måle eller beskrive status for prioriteringene i den siste forskningsmeldingen. De tverrgående prioriteringene kan ses som gyldige for hele forskningssystemet, mens de strategiske målene er rettet mot områder hvor det er størst behov for ny politikk, nye tiltak og politiske avklaringer, ifølge Forskningsmeldingen. I en innledende dialog med Kunnskapsdepartementet har vi identifisert de mest sentrale elementene i de forskningspolitiske målene, som et utgangspunkt for å knytte indikatorer til målene. Det ligger utenfor rammene i dette oppdraget å ta stilling til prioriteringene som sådan eller vurdere status for forskningssystemet per i dag. Her spiller imidlertid Fagerbergutvalget² en sentral rolle.

¹ I denne rapporten omtalt som *Forskningsmeldingen*.

² Fagerbergutvalget: Ekspertutvalg nedsatt av regjeringen for å vurdere måloppnåelsen i offentlig finansiert forskning. Utvalget ledes av professor Jan Fagerberg ved TIK-senteret, UiO og skal levere sin innstilling innen 1. mai 2011.

I kapittel 1 beskriver vi status for arbeidet med utvikling av indikatorer på forsknings- og teknologiområdet, herunder på den internasjonale arena. Vi gir en omtale av det vi i rapporten definerer som basisindikatorer på FoU- og teknologiområdet. I dette kapitlet presenteres også de gjeldende prioriteringene i norsk forskning og hvordan vi ser dem som avhengige av hverandre. Sist i kapittel 1 tar vi opp utfordringene for dette oppdraget.

I kapitlene 2, 3, 4 og 5 går vi nærmere inn på hver av de fire tverrgående prioriteringene og presenterer forslag til hvordan disse kan måles og beskrives ved hjelp av FoU-indikatorer. Sist i kapittel 5 presenteres forslag til nye indikatorer og analyser. Kapittel 6 tar for seg de fem strategiske målene og hvilket datamateriale som er tilgjengelig, eventuelt kan utvikles, for å beskrive aktiviteten innenfor hvert enkelt mål. Avslutningsvis i rapporten (kapittel 7) følger forslag til et indikatorsett som på best mulig måte kan måle og beskrive prioriteringene i Forskningsmeldingen og hvilke kriterier vi har benyttet for å gi indikatorene prioritet. Her omtales også noen utfordringer dataproduksjon og indikatorutvikling knyttet til dette feltet står overfor.

I vedlegget inngår en oversikt over de mest sentrale basisindikatorer (vedlegg 1) samt EUs indikatorer for vitenskap, teknologi og innovasjon (vedlegg 2). Vedlegg 3 gir noen eksempler på nye indikatorer og analyser.

1.2 Indikatorutvikling nasjonalt og internasjonalt

Kunnskap, kompetanse og forskning har blitt avgjørende innsatsfaktorer i all produksjon og tjenesteyting og benyttes i økende grad for å oppnå økonomisk utvikling og sosial velferd. Behovet for data og indikatorer om FoU og innovasjon vokser i takt med denne utviklingen.

Dersom indikatorer skal ha verdi, må de oppfylle en rekke kriterier, som for eksempel sammenlignbarhet, relevans og legitimitet. Hvis disse kriteriene er til stede, representerer gode indikatorer et felles språk for å drøfte utviklingen av norsk forskning og for å foreta sammenligninger av norsk forskningsvirksomhet med tilsvarende i andre land. Indikatorene må være enkle å tolke og bygge på data som ikke er alt for ressurskrevende og komplekse å innhente og sette sammen, verken på leverandør- eller produsentsiden. Samtidig som kreativitet og nytenkning er viktige elementer i arbeidet med indikatorutvikling, kreves også en viss konservatisme for at indikatorer skal oppfylle visse kvalitetskriterier, være robuste over tid, mellom sektorer og mellom ulike land. Selv for etablerte indikatorer kreves mye arbeid for å holde kvaliteten oppe – hvis ikke reduseres verdien av målinger betydelig. Generelt er det også verdt å nevne at for de fleste mål man benytter for å beskrive FoU-feltet gjelder at man i et historisk perspektiv har fokusert på sammenligninger på makronivå, mens man de senere årene har fått større fokus på sammenligninger på mikronivå og såkalte "position indicators".

Det finnes et omfattende datamateriale om FoU på innsatssiden, både nasjonalt og internasjonalt. Samtidig som dette videreføres og nye elementer tilføyes, er det nå et sterkt fokus på å utvikle bedre metoder for resultatmåling, slik at sammenheng mellom finansiering og resultater kommer klarere fram – på alle nivåer.

Grunnlaget for etablering og utvikling av indikatorer for FoU startet med OECDs initiativ i 1963, et arbeid som resulterte i første utgave av den såkalte *Frascati-manualen* eller *Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Development*. Nå foreligger 6. versjon av denne manualen, som gir retningslinjer for gjennomføring av FoU-undersøkelser og brukes av alle land som leverer FoU-statistikk til OECD. Norge har i alle år tatt aktivt del i dette samarbeidet, som også har vært styrende for de norske FoU-undersøkelsene og indikatorutvikling. Med den økende oppmerksomheten på at FoU og innovasjon er nøkkelementer i den kunnskapsbaserte økonomien, har man i siste utgave av *Frascati-manualen* kommet et lite skritt videre mot å

forbedre FoU-statistikken for servicesektoren, på området "menneskelige ressurser" samt mot å gi anbefalinger vedrørende klassifiseringer som adresserer globaliseringsutfordringen. De seneste årene har statistikkarbeidet i OECDs regi hatt et særlig fokus på innovasjon.

I "Frascati-familien" inngår også andre manualer. *Oslo-manualen* gir retningslinjer for innovasjonsundersøkelsene, mens *Canberra-manualen* dreier seg om menneskelige ressurser. I tillegg kommer manualer om teknologibalanse og patenter. Frascati-manualen er ikke lenger bare en standard for OECDs medlemsland, men har etter hvert blitt en standard også for UNESCO, EU (Eurostat) og ulike regionale organisasjoner.

Eurostat er den andre store internasjonale organisasjon for samarbeid og utvikling på FoU- og innovasjonsstatistikkfeltet. Eurostat og OECD samarbeider nå tett på dette statistikkområdet, både når det gjelder faglig utvikling og i forhold til koordinering av dataleveranser. Som EFTA-land er Norge – på lik linje med EUs medlemsland – forpliktet til å levere statistikk til gitte tidspunkter og etter gjeldende standarder. Eurostat har også lagt ned et betydelig arbeid med metadata og kvalitetsrapporter knyttet til de FoU-statistiske undersøkelsene.

Med et felles europeisk forskningsområde (European Research Area – ERA) som et viktig mål i den nye Lisboa-traktaten og i strategien *Europe 2020* arbeides det med å utvikle nye indikatorer for å følge opp denne policyprosessen. Det er fem dimensjoner som ERA-politikken fokuserer på. Alle fem representerer betydelige utfordringer for indikatorarbeid. Disse er:

1. Ny forskningsinfrastruktur som skal bygges i samarbeid med flere medlemsland. En liste over mulige tiltak er laget av komiteen European Strategy Forum for Research Infrastructure (ESFRI).
2. Mobilitet av forskere og mer generelt forvaltning av menneskelige ressurser i forskningen er et sentralt tema.
3. Felles forskningsprogrammer (Joint Programming Initiative) som også knyttes til de store samfunnsutfordringene. Disse programmene skal opprettes med betydelige midler fra medlemslandene og skal ikke være en del av rammeprogrammet.
4. Opphavsrettigheter og utnyttelse av kunnskapen.
5. Internasjonalt samarbeid med land og regioner utenfor Europa.

Videre er målet å utvikle et *styringssystem (governance)* for ERA hvor samordning og koordinering mellom europeisk og nasjonalt nivå samt en mest mulig effektiv bruk av ressurser til forskning i hele ERA. Kunnskapstriangelet, dvs. sammenhengen mellom forskning, utdanning og innovasjon, blir av denne grunnen et viktig begrep. Videre skal de mer tematiske prioriteringene i ERA-politikken knyttes til det som kalles de store samfunnsmessige eller globale utfordringene som klima, energi, helse og miljø. På mange måter kan man si at prioriteringene i Forskningsmeldingen ganske godt gjenspeiler denne bredere policyutviklingen som foregår på ERA-nivå.

Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009 (<http://ec.europa.eu/research/era/>) er en viktig referanse i forhold til indikatorer som brukes i EU. I tillegg til dette videreutvikles nå nye ERA-indikatorer på grunnlag av et arbeid fra en ekspertgruppe (<http://ec.europa.eu/growthandjobs/>). Samlet er det foreslått mellom 20-25 indikatorer. Ekspertgruppens arbeid vil bli slutført i løpet av sommeren og skal danne grunnlag for neste utgave av EUs indikatorrapport. NIFU STEP arbeider aktivt med utviklingen av forskermobilitetsindikatorer i forbindelse med arbeid knyttet til MORE-prosjektet (se http://www.researchersmobility.eu/www/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=60).

Utviklingen av nye indikatorer i europeisk sammenheng har de senere årene også i stor grad foregått som et samspill mellom akademiske miljøer og de faste statistikkprodusentene. Samspillet har gjerne fungert på den måten at akademiske miljøer ved hjelp av prosjekter finansiert av EU eller OECD har gjort eksperimentell datainnsamling og analyser for utvikling av nye indikatorer, mens de faste statistikkprodusentene har tatt over når det har vist seg mulig å fremskaffe data, og indikatorene har vist seg holdbare.³ Et eksempel er arbeidet som ble iverksatt under det EU-finansierte PRIME Network of Excellence.³ Dette nettverket finansierte indikatorutvikling for indikatorer for prosjektfinansiering fra forskningsråd etc. og indikatorer for sammenligning av institusjoner innen høyere utdanning. Begge deler er nå i ferd med å bli en del av Eurostat's regulære datainnsamling. Datainnsamlingen for institusjoner innen høyere utdanning dekket et forholdsvis lite antall land og institusjoner. Denne har senere blitt utvidet gjennom en mulighetsstudie (EUMIDA⁴) som dekker hele EU, samt Norge og Sveits, og som skal legge grunnlaget for en fast innsamling av data om europeiske institusjoner. Samarbeidet mellom politikkmiljøer, akademiske miljøer og statistikkprodusenter har ført til at man har fått forsterket interesse for å bruke indikatorer i politikktutviklingen på området, samtidig som man har fått et internasjonalt akademisk miljø innenfor feltet, blant annet symbolisert gjennom etableringen av ENID⁵ og en fast konferanseserie.

1.3 Basisindikatorer og datakilder

Basisindikatorer er her definert som data og indikatorer som produseres med regelmessige intervaller og etter gitte standarder. De FoU-statistiske undersøkelsene er den viktigste kilden til basisindikatorene. Undersøkelsene beskriver ressursinnsatsen innenfor norsk forskning og utviklingsarbeid, belyser utviklingen over tid og muliggjør sammenligninger med andre land. FoU-statistikken er derfor et viktig verktøy for å måle Norges FoU-innsats i forhold til andre land, dimensjonere FoU-bevilgninger og forskerutdanning og vurdere hvorvidt politiske signaler blir fulgt opp.

Forskningssystemet har i en årrekke vært monitorert ved hjelp av denne regelmessige innhentingen av data som beskriver ressursinnsatsen. I de senere år har man i større grad søkt å utarbeide indikatorer som kan belyse resultatsiden. Det eksisterer derfor et omfattende datasett om forskningssektoren som utvides med nye årganger og som vi her benevner *basisindikatorer*. Disse er grunnleggende for måling av aktiviteten på dette feltet og vil også være det viktigste verktøyet for internasjonale sammenligninger, i og med at de er utarbeidet etter felles retningslinjer og klassifikasjonssystemer, nedfelt i internasjonalt etablerte manualer.

Hovedfokus i dette oppdraget er ikke på de etablerte innsatsindikatorer. De er imidlertid nødvendige verktøy for å beskrive ressursene i forskning, og i tillegg er de i de fleste sammenhenger sentrale for å vurdere utviklinger, se på fordelinger og foreta sammenligninger på ulike nivåer. Basisindikatorene kan brukes enkeltstående, settes sammen eller kombineres med andre data og på den måten danne nye indikatorer. I kombinasjon med statistiske basistall (BNP, folketall m.m.) kan de fortelle en annen historie enn brukt alene, og settes de sammen med resultatindikatorer, bidrar de til å beskrive effekter.

³ PRIME - Policies for Research and Innovation in the Move towards the European Research Area.

⁴ Feasibility Study for Creating a European University Data Collection.

⁵ European Network of Indicator Designers, www.enid-europe.org.

1.3.1 Nasjonale basisindikatorer

Den viktigste nasjonale kilden for basisindikatorer er, som nevnt, FoU-undersøkelsene i de tre FoU-utførende sektorene. NIFU STEP er ansvarlig for FoU-statistikken i universitets- og høgskolesektoren og instituttsektoren, mens Statistisk sentralbyrå har ansvaret for næringslivet. I gruppen av basisindikatorer inngår dessuten tallmateriale som beskriver studenter, avlagte grader og forskere.⁶ For studentdata er Database for statistikk om høyere utdanning (DBH) en viktig kilde. Resultatene fra statsbudsjettanalysene utgjør også viktige grunnlagsdata i forhold til å belyse offentlig finansiert forskning. Med årlig innsamling av FoU-tall for helseforetakene fra 2005 har vi inkludert dette materialet i basisgruppen. Fra resultatsiden inngår som basisindikatorer publiserings- og patentdata. Resultater fra SSBs innovasjonsundersøkelser defineres også inn her. Vedlegg 1 gir en oversikt over basisindikatorene.⁷

1.3.2 Internasjonale basisindikatorer

Denne indikatorgruppen omfatter i hovedsak de samme data og indikatorer som de nasjonale basisindikatorene. Utvalget og detaljeringsmulighetene er likevel noe mer begrenset enn for våre nasjonale tall og varierer også fra land til land, hvilket gjør at ikke alle nasjoner kan sammenlignes ved hjelp av samme indikatorsett. Spesielt i forhold til datamateriale som karakteriserer forskerpopulasjonen, er tilgjengeligheten for de aller fleste land mer begrenset enn for Norge. De viktigste kildene for internasjonale basisindikatorer knyttet til FoU og innovasjon er OECD og Eurostat, og publiseringsdata kan kjøpes inn fra de store kommersielle databasene National Science Indicators/Thomson Reuters og Scopus. Se også vedlegg 2: EUs indikatorer for vitenskap, teknologi og innovasjon.

1.3.3 Forskningsrådets merking av prosjekter

Norges forskningsråd har gjennom flere år lagt ned et stort arbeid i å merke prosjektene de selv finansierer. Prosjektmerkingen gjør Forskningsrådet i stand til å rapportere på innsatsen innenfor ulike forskningspolitiske dimensjoner. Forskningsmeldingens prioriteringer er svært sentrale i dette merkesystemet, men innsatsen innenfor en rekke andre dimensjoner skal også kunne tallfestes. Som hovedregel merkes prosjektene med en prosentvis andel knyttet til et bestemt mål, aktivitet, fagområde eller virkemiddel. Statistikk om Forskningsrådets prosjekter kan derfor tas ut etter mange ulike dimensjoner. Systemet dekker naturlig nok kun den del av offentlig forskningsfinansiering som Forskningsrådet forvalter, om lag en fjerdedel av offentlige midler til FoU i Norge i 2007.

⁶ NIFU STEPs forskerpersonalregister er et individregister som inneholder opplysninger om vitenskapelig/faglig personale i UoH-sektoren, forskere i instituttsektoren og leger og forskerpersonale som deltar i FoU ved helseforetakene. Registeret inneholder opplysninger om kjønn, alder, stilling, arbeidssted (lærested/institutt), fagområde, høyeste akademiske grad og doktorgrad. Opplysninger om forskerpersonalet samles inn per 1. oktober (årlig fra 2007), og innhentes direkte fra de forskningsutførende enhetenes sentrale administrasjoner. Registeret har data tilbake til 1961.

⁷ Se også Norges forskningsråd. Wendt, Kaja (red.) (2009): *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer 2007*. Oslo, Norges forskningsråd.

1.4 Prioriteringer i norsk forskning

I *Klima for forskning* foreslår regjeringen at forskningspolitikken rettes inn mot fire tverrgående mål:

- Høy kvalitet i forskningen
- Internasjonalisering av forskningen
- Effektiv utnyttelse av resultater og ressurser
- Et velfungerende forskningssystem

og fem strategiske:

- Globale utfordringer
- Bedre helse og helsetjenester
- Velferd og forskningsbasert profesjonsutøvelse
- Kunnskapsbasert næringsliv i hele landet
- Næringsrelevant forskning på strategiske områder

Samtidig er, som tidligere nevnt, den forskningspolitiske oppmerksomheten vridd fra ressursinnsats til resultater og effekter.

I dette oppdraget er hovedfokus på de fire tverrgående målene. Disse er gyldige for hele forskningssystemet og har ikke en tematisk innretning, som de strategiske. Det er derfor en større utfordring å søke å kvantifisere forskningen innenfor de tverrgående prioriteringene. I figuren nedenfor har vi forsøkt å illustrere hvordan vi vurderer sammenhengen mellom målene. Høy kvalitet, internasjonalisering og effektiv resultatutnyttelse er faktorer forskningssystemet må inneholde for å kunne kalles velfungerende. Videre vil et forskningssystem som fungerer godt danne grunnlaget for en satsing på områder som forskningspolitisk anses viktige for det norske samfunnet.

Figur 1 Prioriteringene i St.meld. nr. 30 (2008-2009) *Klima for forskning*.



1.4.1 utfordringer for dette oppdraget

Prioriteringene i den siste forskningsmeldingen innebærer en generell endring av fokus fra finansielle innsatsfaktorer til en bedre oversikt over humane ressurser, karriereutvikling, effektiv utnyttelse av ressursene samt et økt fokus på koblingen av innsatsfaktorene og resultater. Flere av målene er kvalitative og kan vanskelig måles ved kvantitative metoder alene. Dette er momenter som bidrar til at det ligger en stor utfordring i å etablere et indikatorsett som kan fungere som et verktøy for å måle hvorvidt prioriteringene følges opp.

Mengden av data og indikatorer som beskriver forskningsinnsatsen er betydelig, mens arbeidet med indikatorutvikling på resultatsiden ikke har kommet like langt. Dette har de siste årene vært høyt prioritert i internasjonale statistikkfora på FoU- og innovasjonsområdet. Innsatsindikatorer er imidlertid også nødvendige og relevante i vurderingen av om Forskningsmeldingens prioriteringer blir fulgt opp. Den store datamengde og det mangfold av indikatorer som er tilgjengelige – særlig på inputsiden, har gjort det utfordrende å begrense forslaget til indikatorer til en håndterbar mengde. Gitt prosjektets ramme har det ikke vært mulig å favne over alt som foregår på indikatorutviklingsfeltet. Av den grunn kan noen områder være grundigere behandlet enn andre.

Generelt gjelder at statistikk og indikatorer har sine begrensninger; alt kan ikke måles til enhver tid og på en måte som gir mening. Det må også være en viss balanse mellom ambisjon og realitet. Indikatorene bør være enkle å tolke og forstå slik at de ikke brukes feil og fører til feil konklusjoner. Når innsats- og resultatindikatorer settes sammen, er det særlig viktig at disse har høy kvalitet og brukes med forsiktighet – og helst på et aggregert nivå.

Regjeringens tverrgående prioriteringer framstår som relativt omfattende begreper. Vi har her søkt å identifisere en rekke elementer som kan ha betydning for hvert enkelt mål. Mange av elementene vil være sentrale dimensjoner i flere eller alle prioriteringene.

2 Høy kvalitet i forskningen

2.1 Situasjonsbeskrivelse

Kvalitet er et vidtfavnende begrep og må settes i en sammenheng for å gi mening. Relatert til forskning vil høy kvalitet i siste instans innebære en høy samfunnsmessig avkastning av summen av investeringene i forskningen. For å oppnå dette, må alle elementer i forskningssystemet fungere optimalt – fra utdanning av nye forskere til resultater av forskningsvirksomheten.

Kvalitet er på mange måter også et subjektivt begrep – ulike personer kan legge ulike kriterier til grunn for å vurdere hvorvidt kvalitet er god eller dårlig. Det er likevel en rekke dimensjoner knyttet til forskning og forskningssystemet som må være på plass for at dette skal fungere optimalt og gi avkastning på sikt. Noen av disse er enkelt kvantifiserbare – andre gir adskillig større utfordringer i forhold til å tallfeste.

Med utgangspunkt i Forskningsmeldingen har vi søkt å identifisere en rekke sentrale dimensjoner ved forskning som hver for seg og/eller sammen har betydning for forskningens kvalitet. Listen omfatter svært forskjellige elementer, som for eksempel investeringer i forskningsinfrastruktur, likestilling, siteringer og ulike satsinger, men de har alle på en eller annen måte en relasjon til forskningens kvalitet. Vi skal her verken supplere, begrunne eller inngående redegjøre for elementene – det er utenfor prosjektets mandat – men foreslå indikatorer som kan bidra til å beskrive og måle kvalitetsdimensjonen i forskningen ved å relatere indikatorene til elementene beskrevet i Forskningsmeldingen.

Sentrale dimensjoner knyttet til kvalitet i forskningen:

- Styrke grunnforskning
 - Sentre for fremragende forskning (SFF), Yngre fremragende forskere (YFF)
 - Publisering
 - Forskningsrådets fagevalueringer med oppfølging
 - Deltagelse på den europeiske forskningsarena (ERC)
- Gode arbeidsvilkår
 - Tilstrekkelig finansiering
 - Ansettelsesforhold/rekruttering
 - Likestilling
 - Tid til forskning
- Utstyr og infrastruktur
 - Investeringer i utstyr
 - Samarbeid og deling
 - Lokaler og bygg
 - Drift av forskningsfasiliteter
- Internasjonalisering (se kapittel 3)

2.2 Sentrale indikatorer for kvalitet i forskningen

Med utgangspunkt i elementene som bør være til stede for at kvaliteten i forskningen skal karakteriseres som høy, følger nedenfor forslag til indikatorer som beskriver ulike dimensjoner av kvalitet i forskningen. Indikatorene er satt inn i en standard mal og i dette kapitlet ordnet etter tema. Dette fordi flere indikatorer kan beskrive hvert tema. Se også liste over basisindikatorer i vedlegg 1.

2.1) Indikatorer for:	Grunnforskning
FM formål	Styrke grunnforskning
Relevans	Vurdere vilkårene for grunnforskning <ul style="list-style-type: none"> ○ Realvekst over tid og per sektor ○ i forhold til anvendt forskning og utviklingsarbeid ○ som andel av total FoU, eller BNP
Data/beregning	Driftsutgifter til FoU i faste og løpende priser, totalt BNP
Datakilde (r)	FoU-statistikken (NIFU STEP/SSB)
Tilgjengelighet	Næringslivet og instituttsektoren årlige tall, UoH-sektoren annethvert år (oddetallsår)
Internasjonale data	Ja
Utfordringer/begrensninger	Kan ikke relateres til finansieringskilde
2.2) Indikatorer for:	SFFene; innsats, produktivitet
FM formål	Satse på forskningsmiljøer i internasjonal klasse
Relevans	Beskriver innsatsfaktorer i forhold til resultater
Data/beregning	FoU-utgifter totalt og per kilde (spesielt EU-finansiering), FoU-årsverk per publiserte artikkel, siteringer, doktorgradsproduksjon
Datakilde (r)	FoU-statistikken (NIFU STEP, SSB), DBH, NSI/Thomson Reuters, Doktorgradsregisteret (NIFU STEP)
Tilgjengelighet	Ja, med forbehold (se utfordringer/begrensninger)
Internasjonale data	-
Utfordringer/begrensninger	Krever bedre avgrensning av SFF som økonomisk enhet, dvs. mer detaljer på økonomisiden
2.3) Indikatorer for:	FoU-finansiering
FM formål	Sikre tilstrekkelige rammebetingelser for forskningen
Relevans	Et kvalitativt godt forskningsmiljø krever at forskerne har nødvendige driftsmidler til sin forskning, i tillegg evne til å trekke til seg eksterne midler i konkurranse med andre
Data/beregning	FoU-utgifter per fagområde/finansieringskilde, driftsmidler per FoU-årsverk
Datakilde (r)	FoU-statistikk (NIFU STEP, SSB)
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Ja, i prinsippet, men ulik nedbrytning av FoU-utgifter mellom land
Utfordringer/begrensninger	-

2.4) Indikatorer for:	Likestilling
FM formål	Rekruttere studenter og forskere fra begge kjønn til alle fag
Relevans	Tallfester kjønnsfordeling innenfor institusjoner, fag, stillingsnivåer
Data/beregning	Andel kvinner med doktorgrad, andel kvinner per institusjon og i ulike fag, andel kvinner per stillingskategori
Datakilde (r)	Forskerpersonalregisteret (NIFU STEP), SSB
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Ja (<i>She-figures</i> , EU-kommisjonen)
Utfordringer/begrensninger	Næringslivets forskere inngår ikke i Forskerpersonalregisteret

2.5) Indikatorer for:	Forskningstid
FM formål	Sikre tilstrekkelig sammenhengende tid til forskning
Relevans	Beskriver tid brukt på ulike oppgaver i forsknings- og utdanningssystemet
Data/beregning	Tidsbruksundersøkelser
Datakilde (r)	Del av " <i>universitetsundersøkelsen</i> " (tilsvarende for statlige høyskoler)
Tilgjengelighet	Undersøkelser ca hvert 10. år, sist år 2000 (universiteter og vitenskapelige høyskoler), 2005 (statlige høyskoler)
Internasjonale data	-
Utfordringer/begrensninger	For langt intervall mellom undersøkelsene, gjelder kun UoH-sektor

2.6) Indikatorer for:	Utstyr og infrastruktur
FM formål	Sikre tilgang til oppdatert forskningsinfrastruktur
Relevans	Tilgang på utstyr/infrastruktur nødvendig for å henge med i forskningsfronten; finansiering, samarbeid og deling, drift av infrastruktur
Data/beregning	FoU-utgifter til utstyr, infrastruktur, drift av infrastruktur
Datakilde (r)	FoU-statistikk (NIFU STEP, SSB)
Tilgjengelighet	FoU-utgifter til utstyr og bygg/anlegg for alle sektorer
Internasjonale data	I noen grad
Utfordringer/begrensninger	Ikke detaljerte data for infrastruktur (laboratorier m.m.), drift av installasjoner og lignende. Krever utvidelse på rapporteringssiden, ev. mer detaljerte regnskapsrapporter

2.7) Indikatorer for:	Publisering (se også kapittel 3.2 og 4.2)
FM formål	Øke vitenskapelig publisering i publikasjoner med referee-ordning
Relevans	Måler artikler, siteringer og samforfatterskap i publikasjoner
Data/beregning	Kan brytes ned på sektor/institusjon/individ for norske forfattere
Datakilde (r)	DBH/Cristin, NSI/Thomson Reuters, Scopus
Tilgjengelighet	Tilgjengelig på mikronivå for norske institusjoner og forfattere, og på makronivå (landfordeling) mht til medforfattere. Ikke tilgjengelig på mikronivå (institusjoner, medforfattere) når det gjelder utenlandske medforfattere.
Internasjonale data	Må kjøpes
Utfordringer/begrensninger	I kombinasjon input/output må data ha høy kvalitet

2.8) Indikatorer for:	Avlagte doktorgrader
------------------------------	-----------------------------

FM formål	Øke kompetansen i forskningssystemet
Relevans	Synliggjør utviklingen i doktorgradsutdanningen
Data/beregning	Doktorgradsproduksjon over tid, andel med doktorgrad av forskerpersonalet, kjønnsfordeling m.m., antall avlagte doktorgrader som andel av antall avlagte mastergrader
Datakilde (r)	NIFU STEPs Doktorgradsregister
Tilgjengelighet	Oppdateres 2x per år
Internasjonale data	Ja (Eurostat)
Utfordringer/begrensninger	-

2.9) Indikatorer for:	Tildelinger fra European Research Council (ERC)
FM formål	Høy kvalitet /deltakelse i ERA / internasjonalisering
Relevans	Tildelinger fra ERC krever svært høy kvalitet
Data/beregning	Tildelinger per stipendtype, fagområde (hovedområde og "panel") og institusjon. Tildeling som andel av innsendte søknader. Internasjonal sammenligning.
Datakilde (r)	ERC
Tilgjengelighet	Tilgjengelig fra ERC
Utfordringer/begrensninger	Tildelinger gis til individer og vertsinstitusjoner, men det kan forekomme at mottaker overfører bevilgningen til annen vertsinstitusjon. Data må derfor etterkontrolleres

2.10) Indikatorer for:	Forskningsrådets fagevalueringer
FM formål	Vurdere forskningskvalitet innenfor enkelte fag (internasjonalt nivå, rammebetingelser, rekruttering)
Relevans	Beskriver et fags posisjon i et internasjonalt perspektiv
Data/beregning	Sammenstille resultater fra evalueringene
Datakilde (r)	Norges forskningsråd
Tilgjengelighet	Ad hoc
Utfordringer/begrensninger	-

3 Internasjonalisering av forskning

3.1 Situasjonsbeskrivelse

Internasjonalisering av forskning bidrar til forskningens kvalitet og relevans ved at man får tilført kunnskap og impulser utenfra, og ved at man kan løse problemer som ikke lar seg løse innenfor et land alene. Internasjonalisering har to sentrale dimensjoner; samarbeid og konkurranse, og indikatorer for internasjonalisering forholder seg gjerne til disse to dimensjonene. Samarbeid i forskning dreier seg primært om at man går sammen for å løse vitenskapelige utfordringer ved felles ressursutnytting, for eksempel i prosjekter med flernasjonale forskningsteam, deling av infrastruktur etc., men har også det aspektet at forskningsutførende institusjoner, finansieringsorganer og myndigheter legger til rette for samarbeid. Indikatorer for internasjonalt samarbeid kan derfor dekke både selve samarbeidet og elementer i tilretteleggingen. Et eksempel på det første er indikatorer for internasjonalt samforfatterskap, mens indikatorer for økonomiske ressurser avsatt til internasjonale prosjekter er et eksempel på det andre.

Konkurranse i forskning henger sammen med at forskning og forskningsresultater betraktes som en samfunnsmessig og økonomisk ressurs, og at forskningsresultater kan bidra blant annet til et lands kulturelle, økonomiske og militære utvikling. Konkurranse som sådan lar seg vanskelig måle, men indikatorer som plasserer et land eller et lands institusjoner relativt i forhold til hverandre har ofte et implisitt konkurranseaspekt ved seg, ved at det knyttes prestisje til posisjonen. Eksempler på slike indikatorer er indikatorer som måler kvalitet (se kapittel 2) og indikatorer som måler ressurser til FoU, antall publikasjoner og siteringer, rangeringer av institusjoner, institusjoners attraktivitet etc.

I Forskningsmeldingen knyttes internasjonalisering konkret til deltakelse i det europeiske forsknings samarbeidet gjennom EUs rammeprogrammer og deltakelse i ERA, til utvikling av det nordiske samarbeidet gjennom deltakelse i NordForsk og andre tiltak, og gjennom bilateralt samarbeid mellom Norge og utvalgte land. Videre er internasjonalisering gjennom samarbeid om forskningsinfrastruktur viktig, blant annet ved deltakelse i arbeidet ved etablerte laboratorier som CERN og EMBL og ved utvikling av ny infrastruktur gjennom ESFRI-samarbeidet. Bevegelse av forskere på tvers av landegrensene er et ytterligere element i internasjonaliseringen.

Med utgangspunkt i Forskningsmeldingen vil indikatorer for internasjonalisering for det første måtte adressere hvordan det norske forskningssystemet er integrert i det globale systemet, med vekt på Europa og de prioriterte samarbeidslandene. Norsk deltakelse i EU-finansierte forskningsprogrammer har blitt grundig analysert i evalueringer, men ut over finansiering fra EU lages det ikke permanente indikatorer for norsk deltakelse.⁸ Fordi deltakelsen i rammeprogrammene er en svært viktig del av internasjonaliseringen vil det være hensiktsmessig at man får en mer permanent monitorering av deltakelsen. Nedenfor foreslår vi en indikator for deltakelsen i rammeprogrammene, mens vi i Vedlegg 3 gir flere innspill til hvordan en slik monitor kan utformes. Videre foreslår vi indikatorer for i hvilken grad norsk forskningsfinansiering er åpen for andre lands søkere. Dette er et mål på vilje og evne til å internasjonalisere landets eget forskningssystem. Denne indikatoren er i løpet av kort tid forventet å bli del av det europeiske indikatorsystemet og man vil dermed få internasjonale sammenlignbare data. Samarbeid med de prioriterte samarbeidslandene (og eventuelt andre land) foreslår vi målt gjennom

⁸ Vi er selvfølgelig kjent med at Norges forskningsråd har data om norske søknader til rammeprogrammene og resultatene fra søknadsrundene, men disse dataene benyttes ikke til fast indikatorproduksjon.

samarbeidsavtaler, men her gir også publikasjonsdata viktig informasjon. I hvilken grad Norge og norske institusjoner evner å tiltrekke seg menneskelige forskningsressurser, foreslår vi målt gjennom mobilitet av forskere og doktorgradskandidater.

3.2 Sentrale indikatorer for internasjonalisering

Finansiering, mobilitet og samarbeid er de mest sentrale elementene i internasjonalisering av norsk forskning, og vi foreslår et sett med indikatorer som gjenspeiler dette.

Indikator 3.1	Antall norske deltakelser i EUs rammeprogram
FM formål	Aktiv deltakelse i rammeprogrammene
Relevans	EU-prosjekter er i prinsippet internasjonale samarbeidsprosjekter. Måler antall deltakelser over tid sammenlignet med andre land. Brytes ned på tematiske områder (delprogram) og deltakende sektor/institusjonstype/enkeltinstitusjoner. Gir bedre mål på suksess enn antall innvilgede søknader per antall leverte.
Beregningsmetode	Antall prosjekter finansiert gjennom rammeprogrammet med minst en norsk partner som andel av totalt antall finansierte prosjekter.
Datakilde (r)	EU-kommisjonen/CORDA
Tilgjengelighet	Begrenset til definerte institusjoner.
Utfordringer/begrensninger	Totalt antall prosjekter vil variere avhengig av budsjetttramme og størrelse på innvilgede prosjekter, men dette vil gjelde likt for alle deltakere. Indikatoren bør normaliseres som antall per capita eller antall per forskerårsverk for å være sammenlignbar i forhold til størrelsen på de nasjonale forskningssystemene.
Indikator 3.2	Andel norsk FoU-finansiering åpen for utenlandske søkere
FM formål	Prioritering av Joint Programming innenfor ERA
Relevans	Viser norsk bruk av Joint Programming i sammenligning med andre land. Brytes ned på bidrag til felles programmer (tildelinger besluttet av organer felles for deltakerne) og bidrag til norske programmer åpne for utenlandske søkere.
Beregningsmetode	Andel av totalt utlyste konkurranseutsatte midler som er åpne for utenlandske søkere.
Datakilde (r)	Metodologi er under utvikling med tanke på fremtidig innhenting av Eurostat.
Tilgjengelighet	Forventes tilgjengelig i løpet av to år.
Utfordringer/begrensninger	I den grad data er tilgjengelig bør reell tildeling til utenlandske søkere måles siden programmer kan være åpne i prinsippet, men ikke i realiteten.

Indikator 3.3	Mobilitet: Andel forskere med utenlandsk statsborgerskap
FM formål	Norge som attraktivt vertsland, økt kvalitet gjennom rekruttering.
Relevans	Internasjonalisering av staben ved forskningsutførende institusjoner som uttrykk for faktisk internasjonalisering.
Beregningsmetode	Andel av totalt antall forskere per sektor/fagområde/institusjon.
Datakilde (r)	NIFU STEP forskerpersonalregisteret og SSB. Krever samkjøring av data.
Tilgjengelighet	Kan oppdateres årlig. Ikke tilgjengelig for næringslivet.
Utfordringer/begrensninger	Noen metodiske utfordringer i forhold til hvor lenge man skal klassifisere personer som utenlandske og ved endring til norsk statsborgerskap. Bør utvise varsomhet med å tolke indikatorene ut fra kvalitative vurderinger.

Indikator 3.4	Mobilitet: Andel dr.gradskandidater/avlagte dr.grader av personer med utenlandsk statsborgerskap
FM formål	Norge som attraktivt vertsland, økt kvalitet gjennom rekruttering.
Relevans	Internasjonalisering av rekrutteringen ved UH-institusjoner som uttrykk for faktisk internasjonalisering. Mulighet for sammenligning med andre lands institusjoner.
Beregningsmetode	a) Andel utenlandske dr.gradskandidater (PhD studenter) av totalt antall kandidater per fagområde/institusjon og statsborgerskap. b) Andel dr.grader avlagt av utenlandske kandidater av totalt antall dr.grader per fagområde/institusjon og statsborgerskap.
Datakilde (r)	a) DBH/Eurostat b) NIFU STEP
Tilgjengelighet	a) Vil i nær fremtid bli tilgjengelig i DBH og fra Eurostat for internasjonale data. b) Tilgjengelig
Utfordringer/begrensninger	-

Indikator 3.5	Andel forskere med dr.grad som har studert, arbeidet eller utført forskning mer enn tre måneder sammenhengende i et annet europeisk land i løpet av de siste ti år
FM formål	Økt internasjonal mobilitet
Relevans	Viser trans-nasjonal mobilitet blant forskere. Denne indikatoren er foreslått som ERA-indikator og vil gi grunnlag for internasjonale sammenligninger.
Data/beregning	Andel av totalt antall personer med dr.grad med tre måneders opphold.
Datakilde (r)	Eurostat/CDH survey
Tilgjengelighet	Oppdateres hvert tredje år avhengig av gjennomføring av CDH survey.
Utfordringer/begrensninger	Noen store EU-land deltar ikke i surveyen. Definisjonen kan bli endret til seks måneders opphold siste fem år.

Indikator 3.6	Antall aktive bilaterale samarbeidsavtaler ved norske institusjoner
FM formål	Styrke bilateralt samarbeid

Relevans	Viser graden av samarbeidsaktivitet mellom norske institusjoner og institusjoner i prioriterte samarbeidsland (eventuelt også andre land). Kan også omfatte indikatorer for innhold i samarbeidet (f.eks forskerutveksling, prosjektsamarbeid etc).
Beregningsmetode	Antall aktive samarbeidsavtaler per sektor/institusjon, fagområde/disiplin og samarbeidsland.
Datakilde (r)	Surveydata fra forskningsutførende institusjoner
Tilgjengelighet	Ikke tilgjengelig som fast indikator, men NIFU STEP gjorde i 2009 en survey for Norges forskningsråd som kartla samarbeidsavtaler mellom norske institusjoner og institusjoner i Norges prioriterte samarbeidsland. Surveyen kan danne utgangspunkt for regelmessig datainnsamling.
Utfordringer/begrensninger	Må skille ut rene utdanningsavtaler. Gir ikke et absolutt mål for samarbeidsaktivitet, men gir en indikasjon på hvor tyngden i samarbeidet ligger. Innføre fast rapportering/survey fra forskningsutførende institusjoner.

Indikator 3.7	Finansiering av norsk FoU fra utenlandske kilder og finansiering av FoU i utlandet fra norske kilder
FM formål	Utenlandsk finansiering av norsk forskning skal fortsatt øke
Relevans	Økonomiske transaksjoner fra/til utlandet gir indikasjoner på attraktivitet i det norske systemet, men også det norske systemets samspill med og avhengighet av utenlandske partnere og finansieringskilder.
Data/beregning	Andel FoU-finansiering fra utenlandske kilder fordelt på kilde og mottakers utførende sektor/institusjon. Andel norsk FoU-finansiering til utenlandske mottakere fordelt på land mottakers sektor/institusjon. Fordelt på kjøp av FoU og tilskudd til utenlandske institusjoner (CERN etc).
Datakilde (r)	FoU-statistikk (NIFU STEP, SSB)
Tilgjengelighet	Tilgjengelig for finansiering fra utlandet med relativt detaljert nedbryting på kategorier for alle sektorer. Finansiering til utlandet (innkjøpt FoU) er tilgjengelig for næringslivet, men er i mindre grad aktuell for UoH og institutter. Tilskudd til utenlandske institusjoner tilgjengelig.
Utfordringer/begrensninger	Økende bruk av "joint programming" og åpning av nasjonale programmer for utenlandske søkere vil gjøre det mer krevende å følge finansieringsstrømmene.

Indikator 3.8	Antall publikasjoner med internasjonalt samforfatterskap
FM formål	Økt internasjonalt samarbeid
Relevans	Svært relevant som mål på faktisk gjennomført samarbeid. Bedre data på utenlandske medforfatteres institusjonstilhørighet vil gi svært god indikasjon på samarbeidsmønstre.

Data/beregning	Fraksjonert telling av samforfatterskap. Kan brytes ned på sektor/institusjon/individ for norske forfattere.
Datakilde (r)	DBH/Cristin, ISI, Scopus
Tilgjengelighet	Tilgjengelig på mikronivå for norske institusjoner og forfattere, og på makronivå (landfordeling) mht til medforfattere. Ikke tilgjengelig på mikronivå (institusjoner, medforfattere) når det gjelder utenlandske medforfattere.
Utfordringer/begrensninger	Vanskelig å relatere til input, f.eks utenlandske finansieringskilders betydning for samarbeid. Detaljerte data om samarbeid krever identifisering av institusjonstilhørighet for utenlandske forfattere. Det arbeides internasjonalt med å løse dette.

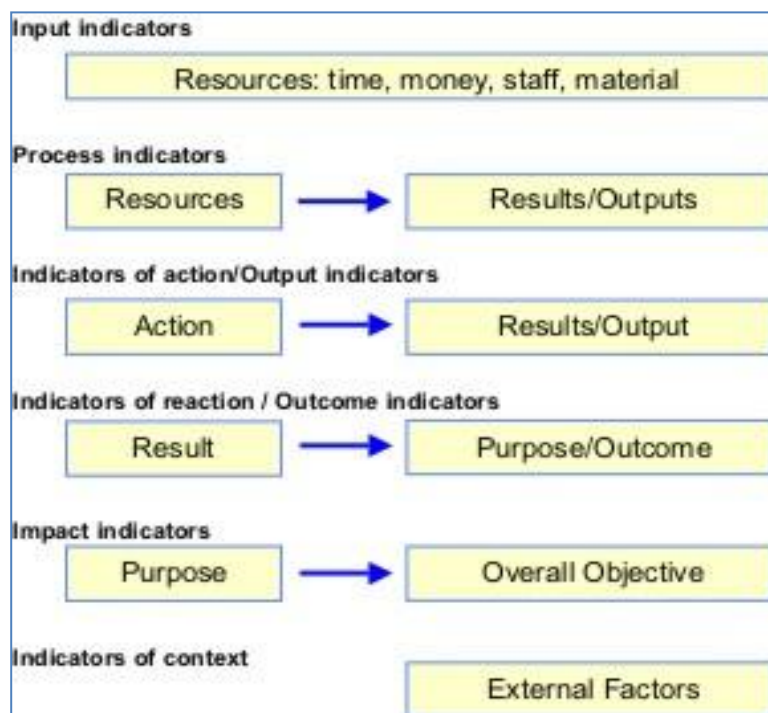
4 Effektiv utnyttelse av ressurser og resultater

4.1 Situasjonsbeskrivelse

Effektiv utnyttelse av ressurser og resultater er en sentral dimensjon i et velfungerende forskningssystem. Hovedutfordringen ligger i utviklingen av pålitelige indikatorer som kan måle ressursbruk i forhold til resultater. Dette er krevende, og det pågår betydelig forskning for blant annet å utvikle SMART-indikatorer innenfor dette feltet. SMART er en engelsk forkortelse som betyr "Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound". Poenget med SMART-indikatorer er å vurdere grad av måloppnåelse i forskningsprosjekter og forskningsprogrammer på bakgrunn av eksplisitte og målbare forventninger som er blitt formulert på forhånd (ex ante). Dette innebærer imidlertid at policytiltakene er designet med en klar tanke i forhold til hva slags resultater en ønsker å oppnå og med en forestilling av hvordan policytiltakene skal kunne virke gjennom spesifikke deler av forskningssystemet og inn i en teknologi, i økonomien og/eller i samfunnet.

Analyser av effektiviteten i utnyttelsen av ressurser og resultater i forskningspolitiske virkemidler er derfor en krevende oppgave fordi de ideelt sett forutsetter en intervensjonslogikk med følgende komponenter; a) hvordan input, for eksempel forskertid, bevilgninger, humanressurser og annen infrastruktur, fører til ønskede forskerresultater; b) hva slags ringvirkninger forskerresultatene har (for eksempel forskningens effekter på bedriftenes økonomisk vekst eller på sykehusenes behandlingsmetoder) og; c) hvordan disse effektene kan påvirke samfunnet og økonomien på makronivå. Figuren nedenfor skisserer hvordan enkelte typer indikatorer kan benyttes for å måle ulike nivåer av måloppnåelse (resultater, effekter og økonomiske samt samfunnsmessige ringvirkninger).

Figur 2 Ulike indikatorer og fokus på monitorering.



Kilde: Manual Project Cycle Management, March 2001

Effektanalyser (impact assessments)

Det foreligger en del studier som (ex post) måler finansiering av forskning opp mot økonomisk vekst på makronivå,⁹ meso- og mikronivå. Den mest oppdaterte oversikten over denne type studier finner man i Hall, Mairesse, Mohen (2010).¹⁰

I de fleste effektevalueringene skiller man vanligvis mellom bedriftsøkonomiske og samfunnsøkonomiske effekter. På programnivå foreligger en del studier og evalueringer som ser nærmere på *bedriftsøkonomiske effekter* av bedriftenes deltakelse i forsknings- og innovasjonsprosjekter (impact studies).¹¹ Gjennom A. Hervik har vi i Norge en lang tradisjon på å måle langsiktige resultater av forskningsprosjekter på bedriftenes lønnsomhet og overlevelsessevne. I disse studiene finner Hervik store effektforskjeller mellom ulike prosjekter og deltakende bedrifter innenfor og på tvers av næringer. Videre er det i de fleste evalueringene av forskningsprogrammer vanlig praksis å produsere indikatorer som viser deltakernes grad av tilfredshet, forventninger i forhold til måloppnåelse, forventninger knyttet til kommersialisering av resultater med mer.¹²

Når det gjelder *samfunnsøkonomiske effekter* er litteraturen om ringvirkninger (spill-overs) helt sentral. På grunn av slike ringvirkninger er forskningens samfunnsøkonomiske effekter nesten alltid beregnet til å være høyere enn de bedriftsøkonomiske effekter.¹³

Det er imidlertid langt mer vanskelig å måle samfunnsmessige effekter, og det er her mye av indikatorutviklingsarbeidet bør fokuseres i fremtiden. Med samfunnsmessige effekter menes effekter av forskning på velferd, helse, lykke, sikkerhet, bærekraftig utvikling med mer. EU-kommisjonen har allerede finansiert minst tre større prosjekter innenfor denne problemstillingen, mens det er lite som er blitt gjort i Norge på dette området. Det er åpenbart økende behov for å dokumentere effekter av nasjonal forskning på klima, psykisk og somatisk helse, velferd (inkludert reduksjon av fattigdom) i tillegg til verdiskapning og økonomisk vekst.

På nasjonalt nivå er det også behov for flere *systemevalueringer* for å undersøke hvordan de nasjonale forskningspolitiske virkemidlene virker sammen i forhold til de overordnede norske målene og prioriteringene. Er de virkemidlene som brukes egnet for det norske forskningssystemet? Er de effektive? Og fremfor alt: er virkemidlene komplementære, dvs. virker de gjensidig mot de samme målene? Vi vet lite om disse problemstillingene. Finland har nylig gjennomført en evaluering av det finske forsknings- og innovasjonssystemet. OECD har også gjennomført en evaluering av innovasjonspolitikken i Norge i 2008.

⁹ Se for eksempel: Guellec D., de la Potterie B. van Pottelsberg (2001): R&D and productivity growth: panel data analysis of 16 OECD countries, i *OECD Economic Studies* 33 (2001), pp. 111–136.

¹⁰ Hall B., J. Mairesse, P. Mohen (2010): Measuring the returns to R&D. UNU MERIT Working paper series 2010-006.

¹¹ Se for eksempel: IDEA Consult (2010): Impact assessment of the SME-specific measures of the Fifth and Sixth Framework programmes for Research on their SME target groups outsourcing research. Brussels, January 8th 2010, og CM International, Logotech, Avendas, Gopa (2010): Impact assessment of the participation of SMEs in the Thematic Programmes of the Fifth and Sixth Framework Programmes for RTD. RTD-T04_SME-THEMAT-2008.

¹² Se for eksempel Godø, Langfeldt, Kaloudis med flere (2009): In need for a Better Framework for Success. NIFU STEP 22/2009.

¹³ For en mer utfyllende diskusjon av måling av ringvirkninger se på Kaloudis A. (2003): *Ringvirkninger av direkte virkemidler for innovasjonspolitikken : en drøfting*. STEP-rapport R03/2003.

Målinger av forskningens relevans

Man antar at forskningen som er relevant for økonomiske anvendelser og for politikutformingen også er lettere å ta i bruk og omsette i resultater. Derfor er relevans en forutsetning for at forskningsbasert kunnskap tas i bruk (eller sirkuleres) i samfunnet.

Kaloudis (2008)¹⁴ viser at Norge er et av de landene i Europa med høyest korrelasjon mellom FoU-spesialisering og økonomisk spesialisering. FoU-spesialisering måles ved hjelp av både FoU-input (BERD fordelt på næringer, GBOARD, HERD og GOVERD)¹⁵ indikatorer, FoU-output indikatorer (publikasjoner, siteringer og patenter fordelt på fagområder og næringer av relevans) og økonomisk output (bearbeidingsverdi, sysselsetting, eksport). Sammenligninger mellom disse tre typer indikatorer viser grad av relevans av nasjonal FoU-innsats for norsk økonomi. Det er mange metodologiske begrensninger knyttet til denne type studier og til spesialiseringsindikatorer, men oss bekjent, er Kaloudis (2008) den første studien som viser at mye av norsk FoU skjer i de feltene der Norge har en klar økonomisk spesialisering. Til sammenligning viser den samme studien at FoU-produksjon i Tyskland er mer orientert mot eksportnæringer og ikke mot økonomien som helhet.

Målinger av forskningens relevans for policyutforming og for samfunnets behov er imidlertid vanskeligere, og det er lite utviklingsarbeid som pågår på dette tema i Norge.

En opprydning i begreper

Diskusjonen ovenfor viser at effektiviteten i utnyttelse av forskningsressurser er en meget sammensatt og kompleks problemstilling og kan adresseres både på et mikro- (forskergruppe, prosjekt), meso (FoU-institusjon, eller forskningsprogram) og makronivå (nasjonalt).

Vi foreslår å skille mellom:

1. *Effektivitet i organisering av forskningssystemet og;*
2. *Effektiv utnyttelse av FoU-ressurser og resultater.*

Med *effektiv organisering av ressurser* menes en mest mulig fleksibel og kostnadseffektiv prosess i produksjon av forskningsbasert kunnskap. Er det norske forskningssystemet kostnadseffektiv? Får vi gode nok resultater per FoU-krone investert eller per forskerårsverk?

Med *effektiv utnyttelse av resultater* menes derimot at det øvrige samfunnet (dvs. næringslivet, offentlig sektor og det sivile samfunnet) har evne, kapasitet og forutsetninger for å benytte og utnytte forskningsbasert kunnskap enten i samarbeid med forskere eller uavhengig av forskningsmiljøene. Utnyttelsesgraden av FoU-resultater dreier seg egentlig om to ulike spørsmål:

- Om samfunnets forutsetninger for å absorbere forskningsbasert kunnskap
- Effektiviteten i kanaler der hvor forskningsbasert kunnskap sirkuleres i samfunnet

Det første spørsmålet mener vi ligger utenfor mandatet for dette prosjektet, men er selvsagt sentralt for utviklingen av det norske kunnskapsamfunnet. Det andre spørsmålet er nærmere

¹⁴ Se Kaloudis A. (2008): *Indicators on sectoral heterogeneity*, in E. Carayannis, A. Kaloudis, Å. Mariussen: Diversity in the Knowledge Economy: Social and economic Dynamics. Edward Elgar Publisher (April 2008).

¹⁵ BERD: Business enterprise R&D: FoU-utgifter i foretakssektoren.
HERD: Higher education R&D: FoU-utgifter i universitets- og høyskolesektoren.
GOVERD: Government R&D: FoU-utgifter i offentlige forskningsinstitutter.
GBOARD: Government budget appropriations for R&D: Bevilgninger til FoU over statsbudsjettet.

knyttet til hvorvidt det norske forskningssystemet er et velfungerende system. Et velfungerende forskningssystem inkluderer nemlig effektiv sirkulasjon av forskningsresultater som kan omsettes til bedriftsøkonomiske, samfunnsøkonomiske og samfunnsmessige positive effekter. Dette diskuteres videre i kapittel 5 i denne rapporten.

I fortsettelsen av dette kapitlet fokuserer vi på indikatorer som måler effektivitet i organisering av det norske forskningssystemet (eller kortere sagt effektiv utnyttelse av ressurser), med unntak av problemstillinger knyttet til *arbeidsdeling mellom de FoU-utførende sektorer*. I tråd med Forskningsmeldingen mener vi at samarbeid, arbeidsdeling og konsentrasjon i FoU-sektorene snarere er aspekter av en overordnet vurdering av hvor velfungerende forskningssystemet er.

4.2 Sentrale indikatorer for effektiv utnyttelse av ressurser

For å måle grad av effektivitet i utnyttelsen av FoU-ressurser i det norske forskningssystemet har en behov for indikatorer på produktivitet, kostnadsutvikling, bruk av menneskelige ressurser og på forskersamarbeid nasjonalt og internasjonalt. Samarbeid mellom forskere gir en indikasjon på hvor åpen og integrert en forskningsorganisasjon og /eller et forskningssystem er. Åpenhet og integrasjon er begge aspekter av både kvalitet og effektivitet i forskningen.

Indikatorer på produktivitet og kostnadseffektivitet i norsk forskning:

- Ordinære output indikatorer, men normalisert per million FoU-kroner eller per forskerårsverk og per sektor: vitenskapelige publikasjoner, konferansedeltakelser, patenter, lisenser, nyetableringer med forskermedvirkning
- Indikatorer på kostnadsutvikling i FoU-aktiviteter i Norge
- Analyser av kostnader versus (normaliserte) outputindikatorer
- Kostnader og bruk av forskningsinfrastruktur

Indikatorer på bruk og anvendelse av menneskelige ressurser:

- Forskerpersonell (beholdninger): Antall personer, årsverk, typer stillinger (særlig midlertidige versus faste ansatte), forholdet mellom typer stillinger per fagfelt og per sektor (se avsnitt for nasjonale basisindikatorer 1.3.1)
- Bruk av tid til forskning
- Bruk av tid (og ressurser) til å anskaffe ekstern finansiering for forskningsaktiviteter
- Ansettelse av forskere, mobilitet til og fra andre sektorer og til og fra utlandet samt aldersavgang (strømmer av menneskelige ressurser)
- Forskerutdanning (eller produksjon av nye forskere): Personer under forskerutdanning anses ifølge Frascati-manualen å være forskere. Beholdninger og strømmer, effektivitet i forskerutdanning (gjennomstrømming og drop-outs), bruk av ressurser i forskerutdanning (kostnader per stipendiat, bruk av veiledningstid i doktorgradsutdanningen og netto gjennomføringstid i forhold til finansieringskilder)
- Tilfredshetsindikatorer på forskernivå

Indikatorer på forskningssamarbeid:

- Samforfatterskap i vitenskapelige publikasjoner som involverer norske forfattere fra ulike norske forskningsorganisasjoner innenfor eller på tvers av de tre forskningsutøvende sektorene, men med spesielt fokus på samforfatterskap mellom akademia (UoH og instituttsektoren) og næringslivet.
- Samforfatterskap med utlandet (se indikator 3.8)
- Samdeltakelser i nasjonale forskningsprosjekter som involverer ulike forskningsorganisasjoner innenfor eller på tvers av de tre forskningsutøvende sektorene
- Samdeltakelser i EUs rammeprogrammer som involverer ulike norske forskningsorganisasjoner innenfor eller på tvers av de tre forskningsutøvende sektorene

Tilgjengelighet av forskningsresultater er også et element av effektiviteten i systemet. Lave kostnader og kort tid til anskaffelse av relevante forskningsresultater gjør et forskningssystem mer effektivt. Relevante indikatorer er her andeler av vitenskapelige publikasjoner som er fritt tilgjengelige på nettet og/eller i norske vitenskapelige arkiver, andeler av offentlig finansierte oppdragsrapporter som er fritt tilgjengelige for norske forskere og tilfredshet blant brukerne (offentlige og private virksomheter).

Eksempler på sentrale indikatorer for effektiv utnyttelse av ressurser er:

4.1) Indikatorer for:	Lønnskostnader
FM formål	Lønnskostnader over tid i faste kroner
Relevans	Vurdere kostnadsutviklingen i forhold til lønn over tid <ul style="list-style-type: none"> ○ Realvekst over tid og per sektor og per fagområde, der det er mulig
Data/beregning	Driftsutgifter til FoU knyttet til lønn i faste og løpende priser per forskerårsverk
Datakilde (r)	FoU-statistikken (NIFU STEP/SSB)
Tilgjengelighet	Næringslivet og instituttsektoren årlige tall, UoH-sektoren annethvert år
Internasjonale data	Nei, men kan utledes av eksisterende data
Utfordringer/begrensninger	-

4.2) Indikatorer for:	Vitenskapelig produktivitet (se også kapittel 2.2 og 3.2)
FM formål	Vurdere vitenskapelig produksjon i forhold til ressurser
Relevans	Vurdere effektivitet i forskningssystemet
Data/beregning	Vitenskapelige publikasjoner per FoU-årsverk (og per fagområde)
Datakilde (r)	NSI/Thomson Reuters, NIFU STEP, EUROSTAT, OECD ,DBH
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Ja, men det kreves separate analyser
Utfordringer/begrensninger	Detaljnivå i forhold til fagfelt for internasjonale sammenligninger. Lav kvalitet i internasjonal statistikk for antall forskere og forskerårsverk. Forskjeller mellom fagområder (ulike publiseringstradisjoner)

4.3) Indikatorer for:	Kostnadseffektivitet
FM formål	Vurdere effektivitet i produksjon av forskningsresultater
Relevans	Vurdere gjennomsnittslønnskostnad per forskerårsverk i forhold til vitenskapelig produksjon per forskerårsverk (komparativ sammenlikning)
Data/beregning	FoU-årsverk per fagområde, publiseringer per FoU-årsverk
Datakilde (r)	NSI/Thomson Reuters, NIFU STEP, EUROSTAT, OECD, DBH
Tilgjengelighet	Nei, krever utviklingsarbeid
Internasjonale data	Ja, i prinsippet, men krever separate analyser
Utfordringer/begrensninger	Se vedlegg 3, eksempel 1

4.4) Indikatore for:	Akademisk patentering
FM formål	Vurdere resultater fra offentlig finansiert forskning utover vitenskapelige publikasjoner
Relevans	Måler antall patenter med forskermedvirkning
Data/beregning	Spørreundersøkelse og/eller patentanalyser
Datakilde (r)	NIFU STEP / PATSTAT /Eurostat
Tilgjengelighet	Nei, krever utviklingsarbeid
Internasjonale data	Usikkert – må undersøkes (EUROSTAT databaser)
Utfordringer/begrensninger	Behov for nye studier

4.5) Indikatore for:	Nyetableringer med forskermedvirkning
FM formål	Vurdere resultater fra offentlig finansiert forskning utover vitenskapelige publikasjoner
Relevans	Måler antall nyetableringer med forskermedvirkning
Data/beregning	Analyser av registerdata. Måler nye bedrifter som ansetter individer med tidligere ansettelse i offentlige forskningsorganisasjoner
Datakilde (r)	Norske registerdata
Tilgjengelighet	Nei, krever utviklingsarbeid
Internasjonale data	Nei
Utfordringer/begrensninger	Relativt arbeidsintensive undersøkelser. Behov for nye studier

4.6) Indikatore for:	Doktorgradsstipendiater som andel av Masterstudenter og som andel av FoU-årsverk i UoH-sektoren
FM formål	Vurdere balansen og god miks i forskerutdanning
Relevans	Måler antall stipendiater som andel av Masterstudenter og som andel av FoU-årsverk i UoH per fagområde og per institusjon
Data/beregning	Analyser av Forskerpersonalregisteret og DBH
Datakilde (r)	NIFU STEP / DBH
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Nei
Utfordringer/begrensninger	Behov for kontinuerlig statistikk

4.7) Indikatore for:	Gjennomstrømming i forskerutdanning
FM formål	Vurdere effektivitet i forskerutdanningen
Relevans	
Data/beregning	Andel av uteksaminerte doktorgradsstipendiater under normert tid per fagfelt og per finansieringskilde
Datakilde (r)	DBH/NIFU STEP
Tilgjengelighet	Nei, krever utviklingsarbeid
Internasjonale data	Nei
Utfordringer/begrensninger	Behov for nye studier

4.8) Indikatore for:	Samforfatterskap mellom utøvende sektorer
FM formål	Vurdere grad av samarbeid i forskningssystemet
Relevans	Mål for effektivitet
Data/beregning	Antall artikler som er skrevet av forfattere som hører til ulike forskningsorganisasjoner per sektor og per fagfelt
Datakilde (r)	NSI/Thomson Reuters, NIFU STEP, ERAWATCH
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Ja, men må kvalitetssikres
Utfordringer/begrensninger	Se over

4.9) Indikatore for:	Samdeltakelser i forskningsprosjekter
FM formål	Vurdere grad av samarbeid i forskningssystemet
Relevans	Mål for effektivitet
Data/beregning	Antall FoU-prosjekter med deltakelser av forskere som hører til ulike forskningsorganisasjoner per sektor og per fagfelt
Datakilde (r)	Forskningsrådet / Innovasjon Norge
Tilgjengelighet	Nei
Internasjonale data	Nei
Utfordringer/begrensninger	Databasene ved Forskningsrådet må analyseres for å lage slike indikatorer

5 Et velfungerende forskningssystem

5.1 Situasjonsbeskrivelse

I denne rapporten ser vi prioriteringen "Et velfungerende forskningssystem" som en funksjon av de tre prioriteringene *Kvalitet, Internasjonalisering og Resultater/effekter*. Et forskningssystem som fungerer optimalt er imidlertid også avhengig av andre faktorer, blant annet den interne flyten av kunnskap og kompetanse i systemet, tilstrekkelige menneskelige og økonomiske ressurser, gode samarbeidsforhold og nødvendig infrastruktur. Mange av disse faktorene er dekket av de indikatorene vi har foreslått foran og basisindikatorene. Vi foreslår derfor her bare noen få indikatorer i tillegg for å fange opp sentrale dimensjoner som ikke er dekket hittil. I tillegg viser vi til avsnittet *Sirkulasjon og opptak av forskningsbasert kunnskap i samfunnet* under 5.3.

5.2 Sentrale indikatorer for et velfungerende forskningssystem

5.1) Indikatorer for:	Mobilitet
FM formål	Øke mobilitet mellom UoH-institusjoner, forskningsinstitutter, helseforetak og næringsliv (for internasjonal mobilitet, se kap. 3)
Relevans	Identifiserer forskernes bevegelser mellom sektorer, eller ut av forskningssystemet
Data/beregning	Personaldata (stilling, arbeidssted), kobling med sysselsettingsdata gir mer informasjon
Datakilde (r)	Forskerpersonalregisteret (NIFU STEP), SSB
Tilgjengelighet	Ja, men krever analyser
Internasjonale data	-
Utfordringer/begrensninger	-

5.2) Indikatorer for:	Rekruttering
FM formål	Sikre tilstrekkelig og relevant tilgang på nye forskere
Relevans	Beskriver stipendiater per institusjon, fag, finansieringskilde
Data/beregning	Antall stip. fordelt på ulike dimensjoner; kjønn, kilde, institusjon m.m.
Datakilde (r)	Forskerpersonalregisteret (NIFU STEP)
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Inngår ikke i offisiell FoU-statistikk
Utfordringer/begrensninger	-

5.3) Indikatorer for:	Regional fordeling av forskningen
FM formål	Utløse regionalt vekstpotensial og verdiskapning i hele landet
Relevans	Beskriver ressurser til forskning per fylke og region
Data/beregning	FoU-utgifter, FoU-personale og –årsverk fylkesfordelt, FoU-utgifter per capita per fylke
Datakilde (r)	FoU-statistikk /NIFU STEP, SSB)
Tilgjengelighet	Ja
Internasjonale data	Regionale data hos Eurostat
Utfordringer/begrensninger	-

5.4) Indikatorer for:	Sektorprinsippet
FM formål	Sektorfordelt ansvar for norsk forskning for å sikre forskning med høy grad av relevans i forhold til sektorenes behov
Relevans	Beskriver fordelingen av offentlige bevilgninger
Data/beregning	FoU-bevilgninger per departement
Datakilde (r)	Statsbudsjettanalysen (NIFU STEP)
Tilgjengelighet	Ja, årlig
Internasjonale data	På aggregert nivå
Utfordringer/begrensninger	-

5.3 Forslag til nye indikatorer og analyser

Basert på kunnskap om utviklingen innen FoU-statistiske data, deltagelse i internasjonale fora på dette feltet og indikatorutvikling generelt presenterer vi nedenfor noen forslag til nye indikatorer og analyser. Dette er områder som for tiden får mye oppmerksomhet. Våre forslag er ikke uttømmende, men må sees som innspill til aktiviteter som kan forbedre de indikatorene og analysene som alt finnes.

Ny tidsbruksundersøkelse for UoH-sektoren og tilsvarende for instituttsektoren

Tidsbruksundersøkelsene i universitets- og høyskolesektoren er et viktig bidrag i utarbeidelse av FoU-statistikken for denne sektoren. Undersøkelsene brukes blant annet til å beregne FoU-andel av total arbeidstid for det fast ansatte personalet. Førrige undersøkelse gjelder 2000, så det er nå behov for å se hvorvidt forskernes fordeling av arbeidstiden har endret seg i løpet av siste tiår, hvor også Kvalitetsreformen har blitt innført. For instituttsektoren har slike undersøkelser til nå ikke vært gjennomført, og med det fokus som er på denne sektoren for tiden, både nasjonalt og internasjonalt, vil en slik innsamling av data om tid brukt til forskning gi et verdifullt bidrag til kunnskapsgrunnlaget for forskningsinstituttene.

Innovasjon i offentlig sektor

Innovasjon i offentlig sektor anses å være en grunnleggende faktor i møte med store utfordringer, som globalisering, demografiske endringer og opprettholdelse av et høyt nivå på offentlige tjenester. Imidlertid har kvantitativ kunnskap for å forstå og fremme innovasjon i offentlig sektor til nå vært sparsom, men det legges for tiden mye ressurser i å utvikle en definisjon av offentlig innovasjon samt indikatorer for å måle innovasjonsaktiviteter, barrierer, samarbeid m.m. Når dette er på plass, vil innovasjonsundersøkelser i offentlig sektor utgjøre et viktig bidrag til kunnskapen om denne sektoren.

Rangering av norske universiteter

Økt konkurranse mellom institusjoner og større åpenhet og oppmerksomhet omkring institusjonenes relative kvalitet er aspekter ved internasjonalisering og bedømming av kvalitet. Det er mange metodiske problemer knyttet til det å rangere så komplekse institusjoner som universiteter og høyskoler, men det kan ikke underslås at institusjonenes plassering på de ulike internasjonale rangeringene får stor oppmerksomhet og nok også tillegges vekt når studenter velger studiested og når forskere velger arbeidssted. Internasjonalt finnes det flere kjente rankinger, med rankingen fra Shanghai-universitetet som kanskje den mest kjente og Times Higher Education som nummer to. For sistnevnte er man i ferd med å revidere metodegrunnlaget kraftig. Videre utarbeider CWTS ved Universitetet i Leiden rankinger basert på publiseringsaktivitet (se Vedlegg 3, eksempel 4). Etter hvert som metodene blir bedre gir disse rankingene informasjon om hvordan norske institusjoner plasserer seg i det globale bildet.

Samtidig er det opplagt at rangeringer basert på et lite sett av indikatorer gir for lite informasjon til å sammenligne institusjonenes arbeidsbetingelser og handlingsmuligheter. De sier for eksempel ingen ting om ressurser per student eller per ansatt, antall studenter per ansatt, forholdet mellom basisfinansiering og annen finansiering og lignende. Siden de norske UoH-institusjonene er såpass forskjellige gir det ofte lite tilleggsverdi å sammenligne dem med hverandre.

De globale rankingene har derfor svakheter, dels fordi de bygger på subjektive oppfatninger som favoriserer de store og kjente institusjonene, og dels fordi de ikke tar hensyn til konteksten institusjonene arbeider under; deres historiske forutsetninger, rammebetingelser og nasjonale prioriteringer (se også avsnittet om Posisjonsindikatorer nedenfor). For å få et bedre grep om de norske institusjonenes situasjon i den internasjonale konkurransen og for å få bedre dokumentasjon av utviklingen, kunne det være hensiktsmessig å etablere et indikatorbasert sammenligningsgrunnlag for et utvalg institusjoner, for eksempel fra de øvrige nordiske land og/eller et utvalg institusjoner fra andre land. Ved bruk av et ganske avgrenset sett av indikatorer som vedlikeholdes over tid, ville man få gode indikasjoner på den relative situasjonen til de norske institusjonene, noe som vil forbedre faktagrunnlaget for drøftinger av ressursituasjon, produktivitet, studenttilstrømning etc. Hensikten ville ikke først og fremst være rangering, men heller å få etablert et faktabasert sammenligningsgrunnlag basert på indikatorer, blant annet for finansiering, utgifter, personale, studenter, avlagte grader/eksamener og publisering.

Posisjonsindikatorer

Et sentralt punkt i utviklingen av indikatorer de siste fem årene har dreid seg om å plassere institusjoner eller forskningsmiljøer i forhold til hverandre. De såkalte posisjonsindikatorene ("positioning indicators") er utviklet med kunnskap om at forsknings- og innovasjonssystemene er svært heterogene og at sammenligninger på makronivå derfor kan være tilslørende i forhold til underliggende variasjon og karakteristiske trekk ved systemene. For eksempel kan det være misvisende å sammenligne produktivitet mellom ulike lands UoH-sektorer når man vet at i noen land består systemet av flere institusjonstyper med varierende forskningsgrad, mens andre land bare har tradisjonelle universiteter. På institusjonsnivå kan det være tilsvarende misvisende å sammenligne et universitet uten medisinsk fakultet/universitetssykehus med et universitet som har et slikt fakultet fordi universiteter med medisinske fakulteter sannsynligvis vil ha betydelig høyere inntekter per ansatt enn et universitet uten. Hensikten er altså å komme fram til indikatorer som i størst mulig grad tar hensyn til ulike karaktertrekk, og dermed gjør at man kan sammenligne mest mulig like enheter. For universiteter skjer det blant annet ved at man tar hensyn til fagprofilen, størrelsen, forskningsintensiteten eller sammensetningen av finansieringen. Det er viktig å understreke at posisjonsindikatorer ikke er rangeringer, men heller gir uttrykk for at institusjoner kan ha ulike posisjoner på indikatorer avhengig av hvilke strategier de følger, hva slags finansiering de har, eller hvordan studentmassen er sammensatt.

For et lite land som Norge vil det være særlig aktuelt å utvikle indikatorer som gjør det mulig med sammenligninger med andre land. Fordi vi har få institusjoner nasjonalt vil det kunne være vanskelig å finne relevante enheter for sammenligninger uten å gå ut av landet. For eksempel kan det være mer relevant å sammenligne NTNU med Danmarks tekniske universitet enn med Universitet i Oslo. Posisjonsindikatorer har også den fordel at de gir bedre grunnlag for handling fordi man opererer på et lavere aggregeringsnivå. Hvis indikatorene viser at en eller flere institusjoner avviker vesentlig fra de det er naturlig å sammenligne med, vil det være enklere å lete etter forklaringer på avviket og eventuelt sette inn målrettede tiltak dersom man finner det nødvendig.

Vi foreslår ikke her konkrete posisjonsindikatorer. Hensikten er å peke på at det skjer et betydelig utviklingsarbeid på dette området internasjonalt og at det for Norges vedkommende kan være hensiktsmessig å følge utviklingen nøye med tanke på hva som kan implementeres på sikt.

Internasjonalisering

En av de viktigste utfordringene når det gjelder indikatorer for internasjonalisering er å finne mål for effekten av internasjonalt samarbeid. Man antar, sannsynligvis med god grunn, at internasjonalt samarbeid tilfører det norske systemet ny kunnskap og øker absorpsjonskapasiteten. Samtidig vet man at involveringen i internasjonalt samarbeid varierer og at internasjonalt samarbeid kan ha betydelige transaksjonskostnader som kan bidra til å redusere produktiviteten. Det er derfor behov for å finne fram til indikatorer som kombinerer input og output indikatorer i effektmål, for eksempel for å kunne måle om graden av internasjonal finansiering har betydning for internasjonalt samforfatterskap, faglig produktivitet, siteringer, patenter etc. Siden internasjonalt samarbeid er ujevnt fordelt mellom enheter, må man ha indikatorer på et lavt aggregeringsnivå, for eksempel institutt- eller forskergruppenivå i UoH-sektoren.

Effektiv organisering

Det er stort behov for utvikling av nye indikatorer som måler effektivitet i organiseringen av det norske forskningssystemet. Det er bare i de siste årene at effektivitet i forskning og forskerutdanningen er blitt en viktig forskningspolitisk problemstilling. Derfor finnes det ikke et gjennomtenkt sett av effektivitetsindikatorer som er i bruk og som produseres på en systematisk måte. Som konsekvens er mange av de indikatorene som er nevnt i kapittel 4 ikke en del av de nasjonale basisindikatorer, og mange av disse produseres i forbindelse med ad hoc studier og evalueringer (for eksempel indikatorer knyttet til forskerrekruttering).

Her ønsker vi likevel å fokusere på noen få forhold og typer indikatorer. Når det gjelder *indikatorer på produktivitet og kostnadseffektivitet i norsk forskning* ligger utfordringen i at det er behov for mer systematiske og komparative studier av denne type. Videre er det behov for å eksperimentere med nye kvantitative metoder for å beregne effektivitetsforskjeller mellom forskningsorganisasjoner. Vedlegg 3 (eksempel 3) viser et eksempel på en slik metode. Det er også viktig å påpeke at et resultatbasert finansieringsystem ikke kan baseres på enkelte (og enkle) indikatorer. Et eksempel på en slik enkel indikator er antall vitenskapelige publikasjoner per forskerårsverk og per institusjon. Det er behov for å forstå forskning som en produksjonsaktivitet som benytter flere typer ressurser og produserer flere typer resultater (for eksempel, studenter, publikasjoner, policyanalyser, patenter med mer). Data Envelopment Analysis metode (DEA – se vedlegg 3) tillater nettopp slike kompliserte målinger, men det finnes også andre metoder (regresjonsanalyser) som kan anvendes (se også punktet om posisjonsindikatorer ovenfor).

Når det gjelder indikatorer på *bruk og anvendelse av menneskelige ressurser i forskningen*, er situasjonen enda mer problematisk. Utover de nasjonale basisindikatorene om antall forskere og forskerårsverk har vi ennå ikke utviklet et bredere sett av indikatorer med tilhørende analyser og metoder som tillater målinger av effektiviteten i bruken av menneskelige ressurser i forskningen. Tidsbruks- og tilfredshetsundersøkelser (surveys) burde gjentas minst hvert femte år og bør inkludere både UoH- og instituttsektoren. Bruk av forskernes tid (og ressurser) til å anskaffe ekstern finansiering for forskningsaktiviteter fortjener en separat studie, vi vet svært lite om denne problemstillingen, og her ligger kanskje muligheter for en smartere organisering i implementeringen av nasjonale virkemidler i Norge. Mer informasjon om dette kan være nyttig både for departementet og for Forskningsrådet. Sammenhengen mellom beholdninger og strømmer av menneskelige ressurser i forskningssystemet er knapt nok studert i detalj. Indikatorer for forskermobilitet (på tvers av sektorer og på tvers av land) er nå en viktig prioritet innenfor EU i forbindelse med oppfølging av ERA og bør derfor prioriteres også i Norge. Det

samme gjelder effektivitet og kostnadsutvikling i forskerutdanningen. Hovedpoenget her er at studier av bruk av menneskelige ressurser bør være basert på analyser rettet inn mot mer regulær indikatorproduksjon og ikke basert på ad hoc studier.

Sirkulasjon og opptak av forskningsbasert kunnskap i samfunnet

Man kan definere fire brede grupper som kan og bør ta i bruk forskningsbasert kunnskap:

1) Forskersamfunnet er kanskje den største brukeren av forskningsresultater. Sirkulasjon av kunnskap mellom forskere foregår gjennom mange kanaler, blant annet gjennom deltakelse i seminarer og konferanser, kortere opphold i andre FoU-organisasjoner (forskerbesøk), bistillinger, endring av forskernes arbeidssted mellom ulike FoU-organisasjoner (forskermobilitet) og gjennomlesning av vitenskapelig litteratur. Man kan måle alle disse aspekter av kunnskapssirkulasjon blant forskerne med eksisterende indikatorer som for eksempel antall seminardeltakelser nasjonalt og internasjonalt, antall siteringer til vitenskapelige publikasjoner i andre vitenskapelige publikasjoner og patenter, med mer. Forskermobilitet og kortere forskningsopphold nasjonalt og/eller internasjonalt er kanskje av de indikatorene som vi vet minst om.

2) Næringslivet bruker både egenutført FoU og FoU fra eksterne leverandører. Aktuelle indikatorer som viser bruksnivået (opptak) av forskning i næringslivet kan være: a) egenutførte FoU-utgifter som en indikator av egen kapasitet til å absorbere forskningsresultater; kjøp av FoU-tjenester og FoU-basert rådgivning fra andre nasjonale og internasjonale FoU-organisasjoner; FoU-samarbeid mellom bedrifter og FoU-organisasjoner; forskermobilitet mellom bedrifter og andre nasjonale eller utenlandske FoU-organisasjoner og; grad av kommersialisering av forskningsresultater. Den sistnevnte kan måles i antall patenter innefor avanserte teknologiske feltområder; lisensstatistikk og antall nyetableringer fra forskningsmiljøer.

3) Offentlige instanser er tunge brukere av forskningsbasert kunnskap, og dette er en viktig bakgrunn for sektorprinsippet i norsk forskningspolitikk. Det er imidlertid påfallende hvor lite informasjon man har om bruk og opptak av forskningsresultater i politikkkutforming. Unntaket her er Brofoss og Wiig (2006). På dette området kreves det mye utviklingsarbeid for å etablere nye bruksindikatorer. En mulighet er å måle antall siteringer til vitenskapelige artikler og rapporter i offentlige policydokumenter.

4) Samfunnet er også en betydelig bruker av forskningsresultater. På lang sikt er det avgjørende at befolkningen og spesielt unge har en grunnleggende forståelse av vitenskapelige prinsipper og hvordan en bør håndtere vitenskapelig informasjon. I moderne samfunn er kvaliteten på formidling av forskningsresultater og bruksnivå av forskningsbasert kunnskap en betydelig faktor for livskvalitet og for økonomisk vekst. For eksempel er det mye nyere litteratur som viser at brukerferdigheter innenfor IKT blant befolkningen er en viktigere faktor for økonomisk vekst enn produksjonsferdigheter. European Innovation Scoreboard (EIS) – som måler sentrale innovasjonsparametre i EU27 - inkluderer derfor indikatorer som andel av befolkningen som har tilgang og/eller bruker bredbånd som nøkkelindikator (se vedlegg 2).

Til syvende og sist er en effektiv sirkulasjon av forskningsbasert kunnskap innenfor og mellom disse fire brukergruppene det som skaper et fremtidsrettet, velferds- og vekstorientert kunnskapssamfunn.

6 De fem strategiske prioriteringer

De strategiske prioriteringene i *Klima for forskning* er i stor grad en videreføring av prioriteringene i forrige forskningsmelding. Det legges imidlertid sterkere vekt på velferdsutfordringene og det globale perspektivet i forskningen. Et kunnskapsbasert næringsliv i hele landet er også spesielt vektlagt i denne meldingen. Prioriteringen *næringsrelevant forskning på strategiske områder* omfatter flere av de tematiske områdene fra forrige forskningsmelding, men også noen nye. Teknologiområdene er de samme som i forrige meldingsperiode.

Også for de strategiske prioriteringene er oppmerksomheten i større grad enn tidligere vendt mot resultater og effekter. For prioriteringene i denne gruppen gjelder at de er rettet mot konkrete områder som er viktige for Norge. Flere er imidlertid prioriterte forsknings-satsinger som også er gyldige i et internasjonalt perspektiv. Dette innebærer at internasjonalt sammenlignbare data vil være tilgjengelig i varierende grad.

Det har gjennom flere år vært innhentet data om spesielle forskningspolitiske prioriteringer i Norge, i forbindelse med de FoU-statistiske undersøkelsene. Dette gjelder blant annet for de teknologiske prioriteringene IKT, bioteknologi og nye materialer. Prioriteringene som tidligere ble betegnet som temaområder, har i større grad enn de teknologiske prioriteringene gjennomgått endringer i forhold til innhold og definisjon. Med bakgrunn i formuleringen av de nye målene for norsk forskningspolitikk, ble FoU-undersøkelsen for 2009 endret i samsvar med målene. Det betyr at vi vil få et godt bilde av ressursene til og dermed satsingen innenfor de strategiske prioriteringene fra 2009.

6.1 Næringsrelevant forskning på strategiske områder

De strategisk prioriterte områdene er **mat, marin, maritim, energi, miljø, bioteknologi, IKT og nye materialer/nanoteknologi**. Nytt i *Klima for forskning* er at det knyttes et næringsaspekt til hvert enkelt område.

Som tidligere nevnt har det for flere av områdene vært innhentet data om FoU-virksomheten i flere år, noe som gjør det mulig å følge utviklingen over tid. Dette gjelder innenfor energi og miljø og for teknologiområdene bioteknologi, IKT og nye materialer.

Fra 2009¹⁶ finnes følgende data for ressursinnsatsen (per prioritert område, sektor, næring, lærested/gruppe, instituttgruppe):

- FoU-utgifter
- FoU-årsverk
- Andel næringsrelevans (prosent eller FoU-utgifter/FoU-årsverk)

Indikatorer på ressurssiden:

- FoU-utgifter innenfor prioriterte områder som andel av totale FoU-utgifter
- Næringsrelevans for prioriterte områder som andel av næringsrelevans av total FoU
- Utviklingen av FoU-utgifter over tid fra 2009 (og for områder vi har tall også bakover i tid, se over) relatert til totale FoU-utgifter over tid.

Begrensninger: Kan ikke knyttes til finansieringskilder, forskningsart eller hoder (kompetanse).

¹⁶ FoU-statistikk for næringslivet (SSB) og instituttsektoren utarbeides årlig, annethvert år for UoH-sektoren (hovedtall for mellomliggende år).

Indikatorer på resultatsiden:

- Bibliometri (antall artikler, siteringer og samforfatterskap)
- Patenter (antall patentsøknader til EPO innenfor utvalgte teknologiområder)

Begrensninger: Publiseringsdata ikke direkte tilgjengelig, krever noe arbeid og tilrettelegging i forhold til å relatere data til spesielle områder. Det samme gjelder for patentdata, her planlegger Eurostat årlig oppdaterte data basert på PATSTAT.

I tillegg til FoU-statistikk, publiserings- og patentdata, har NIFU STEP over flere år gjennomført kartlegginger av forskningen innenfor noen av de prioriterte områdene. Kartleggingene er nært knyttet til FoU-statistikken og har resultert i et omfattende tallmateriale på områdene *marin/havbruk* (fra 1999) og *bioteknologi* (fra 2003). På områdene *mat* og *utdanning* startet tilsvarende kartlegginger med FoU-statistikkåret 2007.

6.2 Globale utfordringer

Som for næringsrelevant forskning på strategiske områder (se over) gjelder at FoU-statistikken fra 2009 er kilde for data om ressursinnsatsen. **Globale utfordringer** er spesifisert i følgende underområder:

- Fornybar energi
- Annen miljørelatert energi
- Petroleumsvirksomhet
- Annen energi
- CO₂ – håndtering
- Annen klimaforskning og – teknologi
- Annen miljøforskning
- Utviklingsforskning

For hvert underområde innhentes og sammenstilles data om FoU-utgifter og FoU-årsverk, mens andel næringsrelevans er knyttet til hovedområdet.

Indikatorer på ressurssiden:

- FoU-utgifter innenfor globale utfordringer totalt og for hvert underområde som andel av totale FoU-utgifter
- Næringsrelevans for globale utfordringer som andel av total næringsrelevans

Begrensninger: Kan ikke knyttes til finansieringskilder, forskningsart eller hoder (kompetanse).

Indikatorer på resultatsiden:

- Bibliometri (antall artikler, siteringer og samforfatterskap)
- Patenter (antall patentsøknader til EPO innenfor utvalgte teknologiområder)

Begrensninger: Publiseringsdata ikke direkte tilgjengelig, krever noe arbeid og tilrettelegging i forhold til å relatere data til spesielle områder. Det samme gjelder patentdata, her planlegger Eurostat årlig oppdaterte data basert på PATSTAT.

6.3 Velferdsforskning, bedre helse og helsetjenester

Vi ser en klar sammenheng mellom de to strategiske prioriteringene Velferd og forskningsbasert profesjonsutøvelse og Bedre helse og helsetjenester og omtaler derfor disse sammen.

Forskning rettet inn mot økt velferd i samfunnet og da særlig helse, helsetjenester og profesjonsutøvelse er områder av betydelig policyinteresse i flere land, særlig i Norden. For eksempel har både Danmark og Finland FoU-programmer innenfor disse temaer. Hovedutfordringen i forbindelse med denne prioriteringen er å utvikle gode input og output indikatorer. Problemstillingen er egentlig å måle effekter av økt bruk av forskningen på relevante politikkområder og å få mer velferd av statlige budsjetter. I Perspektivmeldingen (St. meld. nr. 9 (2008-2009) - *Perspektivmeldingen 2009*, kapittel 8 og 9) finner man en rekke indikatorer som også er relevante for å måle spesielt *effekter* av forskning innenfor disse områdene. Eksempler¹⁷ på slike indikatorer kan være:

- utviklingen i sykefraværet
- utvikling i sosial ulikheter
- uførhet, yrkesinaktivitet og yrkesdeltakelse
- helsekonsum per innbygger
- helseindeks korrigert for ressursbruk
- ressursbruken i pleie- og omsorgssektoren i timeverk og i forhold til befolkningssammensetningen,
- hjemmebaserte og institusjonsbaserte pleie- og omsorgstjenester. Andelen brukere per årsklasse
- gjennomsnittlig antall heldøgnsopphold per pasient på somatiske offentlige institusjoner
- helseindeks korrigert for ressursbruk
- ressursbruk i utdanningen sammenliknet med PISA-resultater
- utviklingen i mottakere og utgifter i ulike trygdeordninger og AFP
- ressursbruk versus DRG-poeng

Videre vil det pågående nordiske arbeidet som tar sikte på å lage en manual for indikatorer for innovasjon i offentlig sektor være av stor betydning her.

6.4 Kunnskapsbasert næringsliv i hele landet

I forbindelse med denne prioriteringen er det en rekke indikatorer som kan hentes fra innovasjonsstatistikken og benyttes for å måle status og utviklingen regionalt og nasjonalt. En sentral dimensjon som imidlertid ikke dekkes av innovasjonsindikatorer, er hvor mye og hva slags kompetanseutvikling som finner sted i arbeidslivet (dvs. både i privat og offentlig sektor). Her finnes det mange muligheter til å utvikle både nye og gode indikatorer som for eksempel måler:

- Næringslivets totale investeringer i kompetanse basert blant annet på CVTS-data og Lærevilkårsmonitoren
- Formell kompetanse og rekruttering i norske virksomheter (inklusive kjønn, regionale og faglige inndelinger) basert på registerdata og/eller data fra arbeidsmarkedsundersøkelser
- Entreprenørskap i arbeidslivet basert på registerdata.

For en mer utfyllende diskusjon av kompetanseindikatorer se Kaloudis A., T. Næss, T. Sandven (2008): Kompetanseinvesteringer i norsk arbeidsliv. NIFU STEP rapport 31/2008.

¹⁷ Se ellers i Perspektivmeldingen.

7 Konklusjoner og anbefalinger

I tabellen nedenfor har vi listet alle indikatorene foreslått foran og gitt dem en prioritering på skalaen "høy – middels – lav" ut fra flere kriterier. En slik prioritering skal selvfølgelig ivareta mange hensyn og er derfor ikke uten videre enkel. Den skal gjenspeile prioriteringene i Forskningsmeldingen og bredden i forskningssystemet slik at både de viktigste prioriteringene og de ulike elementene i systemet dekkes. Den skal videre ta hensyn til internasjonale utviklingstrekk og det faktum at norske indikatorer ofte er mindre interessante hvis det ikke foreligger et internasjonalt sammenligningsgrunnlag. Det er også viktig at indikatorene har et stabilt datagrunnlag, er metodisk velfunderte og er lette å forstå også utenfor kretsen av spesialister. Prioriteringen er derfor et kompromiss mellom mange hensyn, og en annen vektlegging av hensynene vil kunne gi et annet resultat.

Våre anbefalinger gjenspeiler til en viss grad det omfattende arbeidet med videreutvikling av indikatorer som er igangsatt internasjonalt og reflekterer også et stort behov for et solid kunnskapsgrunnlag for politikktutforming. Blant annet er økt tilgang til internasjonal finansiering, økt mobilitet, utviklingen av ERA og økt fokus på kvalitet drivkrefter bak denne utviklingen. Samtidig som kunnskapsbehovet øker, øker også presset på institusjoner og forskere når det gjelder rapportering av data. Rapportering og besvaring av ulike spørreskjema kan oppleves som arbeidskrevende og uttrykk for unødig byråkrati. I videreutviklingen av kunnskapsgrunnlaget er det derfor en stor utfordring å finne fram til indikatorer som ikke fører til unødig merarbeid. Dette kan blant annet gjøres ved at man utvider bruken av administrative data og tilpasser disse også til bruk for indikatorproduksjon, ved utvidet bruk av registerdata og ved at man foretar koblinger mellom ulike datakilder. Hensikten må være å komme fram til data og indikatorer som lar seg produsere med høy kvalitet og kostnadseffektivt. Vi anbefaler derfor at man i forlengelsen av denne rapporten, erfaringene fra arbeidet i Handlingsromutvalget¹⁸ og de fremtidige anbefalingene fra Fagerbergutvalget foretar en prioritering av de viktigste utfordringene med hensyn til kunnskapsgrunnlaget, og at man gjennomgår de eksisterende systemene for datainnhenting med tanke på forbedringer og forenklinger.

¹⁸ Kunnskapsdepartementet oppnevnte høsten 2009 en arbeidsgruppe som skulle vurdere hvordan universitetene og høgskolenes selvstendighet fungerer og blir forvaltet. Målet var å øke kvaliteten innen høyere utdanning og forskning og legge et bedre grunnlag for å fremme handlefrihet. Rapporten fra gruppen ble levert i februar 2010.

Forslag til indikatorer som måler/beskriver et velfungerende forskningssystem

Indikatorer for: (se også omtale under kapittel 2, 3, 4 og 5)	Tilgjengelighet			Prioritet
	Kan lages fra eksisterende data	Under planlegging	Krever spesial-analyser	
2.1 Grunnforskning	ja			høy
2.2 SFFene	delvis		x	lav
2.3 FoU-finansiering	ja			høy
2.4 Likestilling	ja			middels
2.5 Forskningstid	ja			lav
2.6 Utstyr og infrastruktur	delvis	x		høy
2.7 Publisering	ja		x	høy
2.8 Avlagte doktorgrader	ja			høy
2.9 Tildelinger fra ERC	delvis			lav
2.10 Forskningsrådets fagevalueringer			x	lav
3.1 Norske deltagelser i EUs rammeprogram	delvis			høy
3.2 Andel norsk FoU-finansiering åpen for utenlandske søkere		x		lav
3.3 Andel forskere med utenlandsk statsborgerskap	ja			høy
3.4 Andel dr.gradskandidater/avlagte dr.grader av personer med utenlandsk statsborgerskap	delvis	x		middels
3.5 Andel forskere med dr.grad med mer enn tre måneder sammenhengende opphold i et annet europeisk land i løpet av de siste ti år	delvis			lav
3.6 Antall aktive bilaterale samarbeidsavtaler ved norske institusjoner	delvis	x		lav
3.7 Finansiering av norsk FoU fra utenlandske kilder og finansiering av FoU i utlandet fra norske kilder	ja			middels
3.8 antall publikasjoner med internasjonalt samforfatterskap	delvis	x	x	høy
4.1 Lønnskostnader	ja			lav
4.2 Vitenskapelig produktivitet	ja			høy
4.3 Kostnadseffektivitet	ja		x	høy
4.4 Akademisk patentering	nei		x	middels
4.5 Nyetableringer med forskermedvirkning	ja		x	middels
4.6 Dr.gradsstip. som andel av masterstud. og som andel av FoU-årsverk i UoH-sektoren	ja			høy
4.7 Gjennomstrømming i forskerutdanningen	ja		x	høy
4.8 Samforfatterskap mellom utøvende sektorer	ja			høy
4.9 Samdeltakelser i forskningsprosjekter	nei			middels
5.1 Mobilitet	ja		x	middels
5.2 Rekruttering	ja			høy
5.3 Regional fordeling av forskningen	ja			middels
5.4 Sektorprinsippet	ja			lav

Som nevnt i avsnitt "1.4.1 utfordringer for dette oppdraget" er det en utfordring å finne indikatorer som fanger opp utviklingen med hensyn til Forskningsmeldingens tverrgående prioriteringer, og ikke minst om disse prioriteringene bidrar til det overordnede målet om et velfungerende forskningssystem. Det er opplagt at indikatorene bare kan bli indikasjoner på enkelte elementer i utviklingen, og at utviklingen i forskningssystemet som helhet må tolkes både i lys av indikatorer, evalueringer og annen informasjon. Vi tror likevel at de prioriterte indikatorene, eventuelt supplert med andre, gir gode indikasjoner på utviklingen langs dimensjoner som er svært viktige for oppfyllelse av prioriteringene. Det tilsier at hvis man velger å fjerne en eller flere indikatorer, så bør man tenke gjennom hvilke dimensjoner man dermed mister, og om eventuelle andre indikatorer helt eller delvis kan gi den samme informasjonen.

Vedlegg 1 Basisindikatorer

Tabellen nedenfor gir en oversikt over det vi i denne rapporten benevner basisindikatorer. Dette er data og indikatorer knyttet til FoU og innovasjon som innhentes med regelmessige intervaller. Den viktigste datakilden er de nasjonale FoU-undersøkelsene i de tre FoU-utførende sektorene næringslivet, universitets- og høgskolesektoren og instituttsektoren.

Internasjonale basisindikatorer omfatter i hovedsak de samme data og indikatorer som de norske, men utvalget og detaljeringsmulighetene er noe mer begrenset. Data tilgjengelighet for ulike land varierer. OECD og Eurostat er hovedkilder for internasjonale basistall om FoU- og innovasjonssystemet. Se også vedlegg 2; EUs indikatorer for vitenskap, teknologi og innovasjon.

Basisindikatorer		
Indikator	Beskrivelse	Kilde
1. Studenter/kandidater	Antall studenter og høyere grads kandidater a) Lærested/lærestedsgruppe b) Kjønn c) Fagfelt d) Studiepoeng	Kandidatundersøkelsen, NIFU STEP Database for statistikk om høyere utdanning (DBH)
2. Doktorgrader	Avlagte doktorgrader a) Institusjon b) Gradtittel c) Kjønn d) Fagområde	Doktorgradsregisteret; NIFU STEP
3. FoU-personale	Totalt FoU-personale a) Sektor b) Næring (næringslivet) c) Fylke/region d) Personalgruppe Personale i vitenskapelige/faglige stillinger (UoH-sektor, instituttsektor) a) Sektor e) Lærested f) Instituttgruppe g) Kjønn h) Alder i) Utdanning j) Fagområde k) Stilling	SSB Forskerpersonalregisteret, NIFU STEP
4. FoU-årsverk	Utførte FoU-årsverk a) Sektor b) Næring (næringslivet) c) Fylke/region d) Fagområde e) Personalgruppe	FoU-statistikken; NIFU STEP/SSB
5. FoU-utgifter	Utgifter til FoU 1970-2008 a) Sektor b) Næring, sysselsettingsgruppe	FoU-statistikken; NIFU STEP/SSB

	<p>(næringslivet)</p> <ul style="list-style-type: none"> c) Lærested (UoH-sektor) d) Institutttype (instituttsektor) e) Forskningsart (grunnforskning, anvendt forskning, utviklingsarbeid) f) Utgiftstype (lønn, drift, utstyr, bygg) g) Fagområde h) Finansieringskilde i) Fylke/region 	
6. Helseforetak	<p>FoU-statistiske data i helseforetakene (årlig fra 2005)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) FoU-utgifter (helseforetak, utgiftstype, finansiering, region) b) Forskerpersonale c) FoU-årsverk d) Publisering e) Avlagte doktorgrader 	<p>Forskningsstatistikk for helseforetakene, NIFU STEP</p>
7. Bevilgninger over statsbudsjettet	<p>Anslåtte FoU-bevilgninger i vedtatt statsbudsjett</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Departement b) Primærmottaker c) Hovedformål 	<p>Statsbudsjettanalysen, NIFU STEP</p>
8. Vitenskapelig publisering	<p>Artikler i vitenskapelige tidsskrifter</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Fagfelt b) Land c) Samforfatterskap d) Siteringer e) Publiseringspoeng 	<p>NSI Scopus DBH</p>
9. Patentdata	<p>Patentsøknader Land</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Teknologiområde 	<p>PATSTAT, Eurostat</p>
10. Innovasjonsdata	<p>Innovative foretak; kvantitative data, vurderinger m.m. for næringslivet</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Type innovasjon b) Næring/sysselsettingsgruppe (næringslivet) c) Samarbeid om innovasjon d) Begrensende faktorer for innovasjon e) Bruk av patenter f) Effekter av innovasjon g) Fylke/region h) +++ Div. vurderinger av innovasjonsvirksomheten 	<p>SSB</p>
11. Statistiske basistall	<ul style="list-style-type: none"> a) Prisindekser b) Bruttonasjonalprodukt (BNP) c) Innbyggertall d) Sysselsatte 	<p>SSB</p>

Vedlegg 2 EUs indikatorer for vitenskap, teknologi og innovasjon

Strukturtabeller

Indikatorer

- 1 Menneskelige ressurser**
 - 1.1 Offentlige utgifter til utdanning, andel av BNP (%)
- 2 FoU-utgifter**
 - 2.1 Totale FoU-utgifter, andel av BNP (%)
 - 2.2 FoU-utgifter finansiert av næringslivet, andel av total FoU (%)
- 3 Tilgang til Internett**
 - 3.1 Tilgang til Internett, husholdninger – % alle husholdninger
- 4 Høyere utdanning innenfor vitenskap og teknologi (V&T)**
 - 4.1 Antall i befolkningen med høyere utdanning innenfor V&T, 20–29 år, pr. tusen innbyggere
- 5 Patenter**
 - 5.1 Antall patentsøknader til EPO pr. mill. innbyggere
 - 5.2 Antall patentsøknader til USPTO pr. mill. innbyggere
- 6 Venture kapitalinvesteringer**
 - 6.1 Venture kapitalinvesteringer (tidlig fase), andel av BNP (%)
- 7 IKT-investeringer**
 - 7.1 IKT-investeringer – utgifter til informasjonsteknologi (IT), andel av BNP (%)
- 8 E-handel**
 - 8.1 Foretaks salg via Internett, andel av total salg (%)
- 9 Ungdoms utdanningsnivå**
 - 9.1 Andel befolkningen med minst fullført videregående skole, 20–24 år (%)
- 10 Tilgjengelighet til offentlige internettjenester**
 - 10.1 Andel av de 20 viktigste offentlige internettjenestene med full tilgjengelighet online (%)
- 11 Privatpersoners bruk av offentlige internettjenester**
 - 11.1 Andel av personer, 16–74 år, som har kontaktet offentlige institusjoner via Internett siste 3 mnd. (%)
- 12 Næringslivets bruk av offentlige internettjenester**
 - 12.1 Andel av foretak som har kontaktet offentlige institusjoner via internet (%)
- 13 Bredbånd**
 - 13.1 Antall bredbåndtilkoblinger pr. 100 innbyggere (%)
- 14 Høyteknologiekspert**
 - 14.1 Eksport av høyteknologiprodukter, andel av total eksport (%)

Kilde: Eurostat

Indikatorer for innovasjon

Indikatorer

SAMMENSATT INNOVASJONSINDEKS¹

1 DRIVKREFTER

1.1 Menneskelige ressurser

- 1.1.1 Antall personer med høyere utdanning innenfor V&T, pr. tusen innbygger av 20–29 åringer
- 1.1.2 Antall personer med doktorgrad innenfor V&T, pr. tusen innbygger av 25–34 åringer
- 1.1.3 Andel av befolkningen med høyere utdanning (% av 25–64 åringer)
- 1.1.4 Deltaking i livslang læring (% av 25–64 åringer)
- 1.1.5 Andel av ungdom med videregående utdanning (% av 20–24 åringer)

1.2 Finansiering og støtte

- 1.2.1 Offentlige FoU-utgifter, andel av BNP (%)
- 1.2.2 Venture kapital, andel av BNP (%)
- 1.2.3 Privat kreditt, andel av BNP (%)
- 1.2.4 Tilgang til bredbånd for foretak, andel av alle foretak (%)

2 FORETAKSAKTIVITET

2.1 Foretaksinvesteringer

- 2.1.1 Næringlivets FoU-utgifter, andel av BNP (%)
- 2.1.2 IT-investeringer, andel av BNP
- 2.1.3 Innovasjonskostnader (utenom FoU), andel av omsetning (%)

2.2 Samarbeid og entreprenørskap

- 2.2.1 Andel SMB med egenutviklet innovasjon, andel av alle SMB (%)
- 2.2.2 Andel SMB med samarbeid med andre om innovasjon, andel av alle SMB (%)
- 2.2.3 Bedriftsetableringer (netto), andel av alle SMB (%)
- 2.2.4 Offentlig-private fellespubliseringer, pr. mill. innbygger

2.3 Immaterielle produkter

- 2.3.1 Antall patentsøknader til EPO, pr. mill. innbyggere
- 2.3.2 Antall nye varemerkeregistreringer i EU, pr. mill. innbyggere
- 2.3.3 Antall nye designregistreringer i EU, pr. mill. innbyggere
- 2.3.4 Teknologisk betalingsbalanse, andel av BNP (%)

3 RESULTATER

3.1 Innovatører

- 3.1.1 Andel SMB med produkt- eller prosessinnovasjon, andel av alle SMB (%)
- 3.1.2 Andel SMB med markeds- eller organisatorisk innovasjon, andel av alle SMB (%)
- 3.1.3 Ressurseffektive innovatører

*3.1.3a Reduserte arbeidskostnader, andel av innovative foretak (%)

*3.1.3b Redusert bruk av materialer og energi, andel av innovative foretak (%)

3.2 Økonomiske effekter

- 3.2.1 Sysselsetting i medium-høy og høy-teknologisk industri, andel av arbeidsstyrken (%)
- 3.2.2 Sysselsetting i kunnskapsintensiv tjenesteyting, andel av arbeidsstyrken (%)
- 3.2.3 Eksport av medium og høy-teknologiprodukter, andel av total eksport (%)
- 3.2.4 Eksport av kunnskapsintensive tjenester, andel av total tjenesteeksport (%)
- 3.2.5 Salg av markedsnye produkter, andel av omsetning (%)
- 3.2.6 Salg av foretaksnye produkter, andel av omsetning (%)

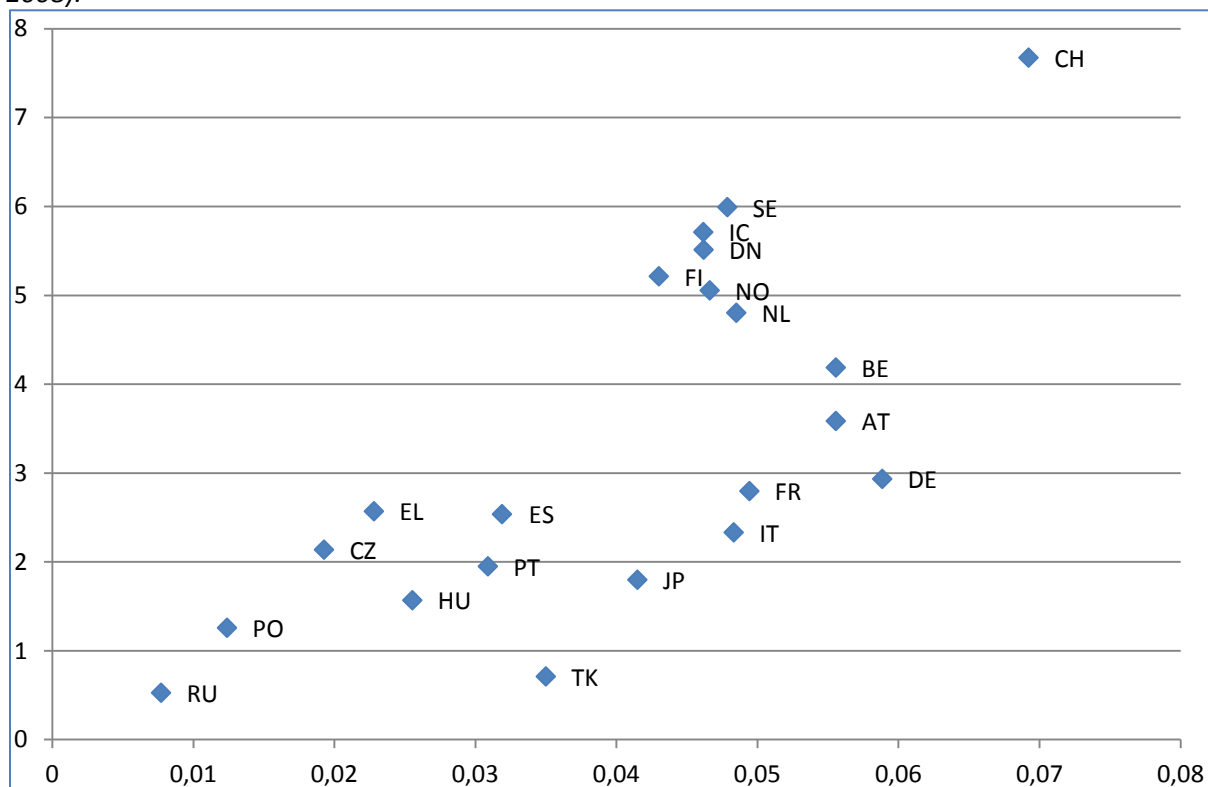
¹ Innovasjonsindeksen er sammensatt av 29 ulike indikatorer med 0 som laveste mulige verdi og 1 som høyeste.

Kilde: DG Enterprise

Vedlegg 3 Eksempler på nye indikatorer og analyser

Eksempel 1) Komparativ analyse av lønn versus produktivitet

Figure 1: *Scientific productivity in selected countries versus average research wages. X-axis: Average wage in million 2000 PPPs. 2005 wages. Y-axis: Number of publications per capita (2006-2008).*



Source: NIFU STEP based on EUROSTAT, National Science Indicators/Thomson Reuters

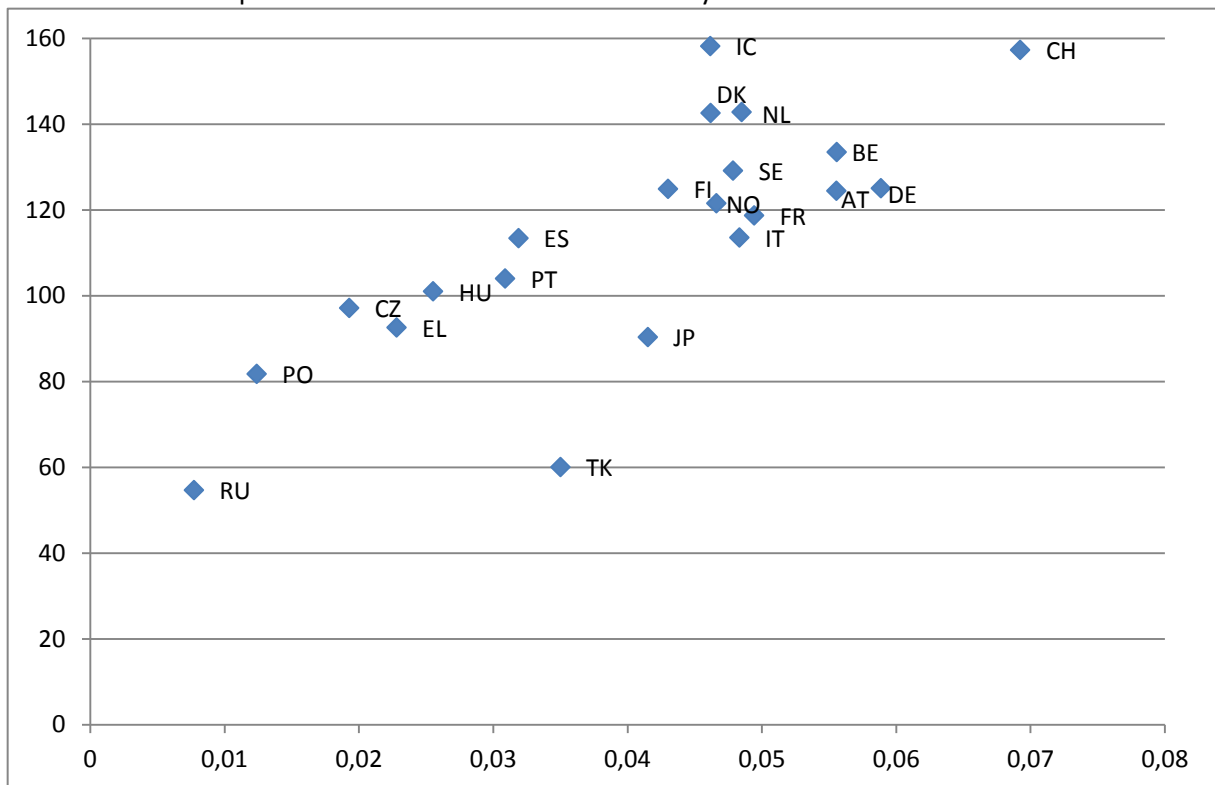
Figure 1 suggests that there are considerable differences in scientific productivity between countries and that there is a clear correlation between average researcher wage by country on the one hand and scientific productivity on the other. Further, Nordic countries and the Netherlands constitute a cluster of countries with similar levels of high scientific productivity and moderate real wages. Belgium, Austria and Germany belong to a group of countries with high wages and moderate levels of scientific productivity, while France, Italy Japan belong to a group of countries with moderate wages and moderate levels of scientific productivity. Greece, Spain, Poland, Hungary Portugal and Czech Republic constitute another interesting group of countries showing moderate scientific productivity and relative low research wage levels. Switzerland, Russia and Turkey are clearly outliers with the former in the upper right end of the chart and with Russia and Turkey in the lower left end.

Figure 2 plots national citation indexes versus average researcher wages. Citation indexes are occasionally used as proxies of scientific quality. There is an ongoing discussion on the validity of this approach, but if we assume for a moment that this approach is valid then the conclusion from

Figure 2 must be that there is a positive correlation between average wages and scientific quality and that the pattern revealed is very similar with the one shown in Figure 1.

Hence, if the bibliometric data shown in Figures 1 and 2 capture real productivity and quality differences in research performed at national levels, so we may infer that a research man-year in the Nordic countries seems to be cheaper than in Germany. The same could be said for Greece and Czech Republic; an R&D man year in these countries seems to be cheaper than in France and Italy. It is also interesting to observe that Japan, given its average researcher wage level, has to triple its scientific productivity for reaching the group of the Nordic countries. Turkey faces similar challenges. In Russia and Poland the levels of researcher wages seem to be significantly lower than wages in many other comparable countries and it is primarily in these countries where researchers have the incentive to leave domestic R&D-organizations in favour for better paid positions abroad.

Figure 2: Relative citation index versus average research wages in selected countries. X-axis: Average wage in million 2000 PPPs. 2005 wages. Y-axis: Citation index calculated as accumulated citations to articles published in 2006 and 2007. 2008 end year.



Source: NIFU STEP based on EUROSTAT, National Science Indicators/Thomson Reuters.

Note: The citation index weights accumulated citations according to the countries' relative publication production in scientific fields. Different scientific fields exhibit different patterns of citation behaviour.

Of course, bibliometric data must be treated with great caution, in particular when used for measuring productivity and quality differences of the type we discuss in this section. There are many reasons for why is this so, but the main reason for this cautionary remark is the fact that national research and innovation systems are quite heterogeneous. In particular, differences in shares of business R&D expenditures (BERD) to total R&D expenditures vary considerably between countries. Business researchers produce much less publications than their colleagues in the higher education sector and government sector and, hence, this may explain why some countries exhibit lower (publication) productivity levels than others.

Eksempel 2) Indikatorer for monitorering av norsk deltakelse i EUs rammeprogrammer

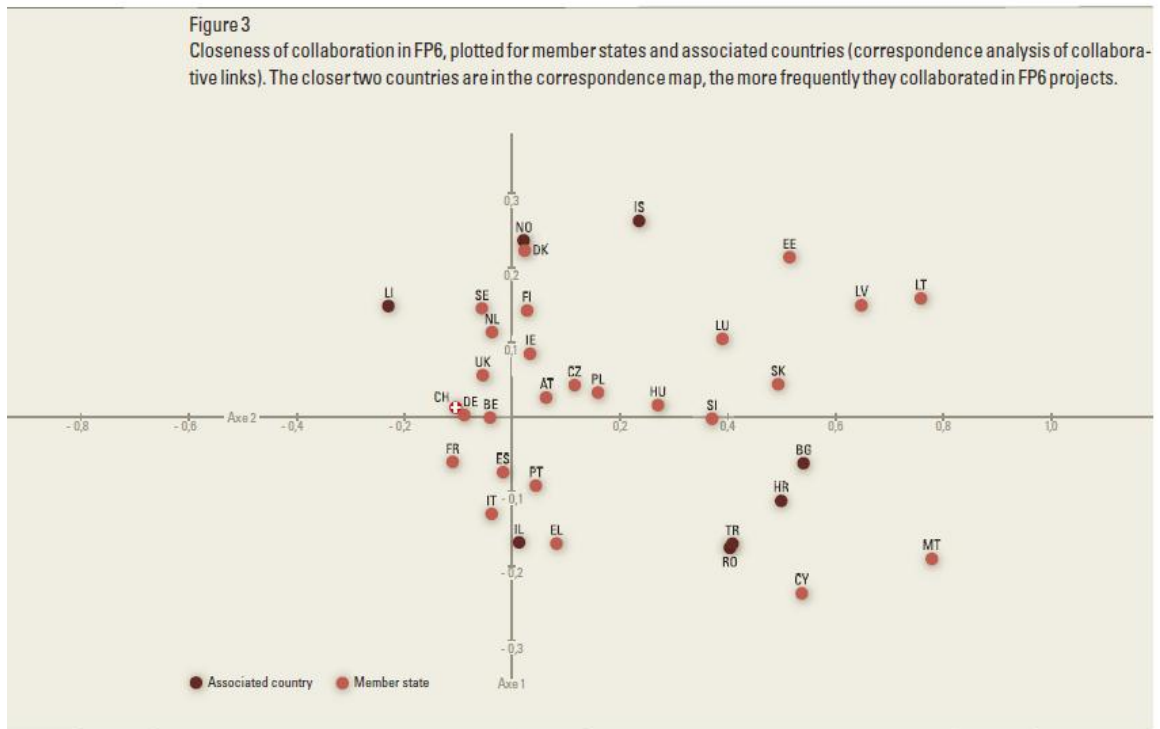
Deltakelse i rammeprogrammene og øvrige av EUs virkemidler for forskning bør følges tettere enn hittil siden dette er det viktigste instrumentet for internasjonalisering av norsk forskning. Vi tar her utgangspunkt i et indikatorsett utarbeidet av det sveitsiske State Secretariat for Education and Research¹⁹ for bruk i analyser av effekten av sveitsisk deltakelse i rammeprogrammene. Indikatorene er delt inn i fire hovedområder med et sett av indikatorer under hvert. Vi gjengir dem nedenfor slik de er formulert i den engelske versjonen av rapporten med navn på indikatorene og definisjonene. Det sveitsiske indikatorsettet er omfattende, og det kan tenkes at det for norske forhold er mer hensiktsmessig å fokusere på andre indikatorer. Det sveitsiske indikatorsettet representerer et utgangspunkt for å drøfte mulige forbedringer av monitoreringen.

1. Effects on support for research	
1.1 Financial returns	Total amount of subsidies received by Swiss participants (excluding international organisations) for FP4–FP7.
1.2 Coefficient of financial return	The proportion of subsidies awarded to Swiss researchers divided by Switzerland's relative contribution to the funding of the FP.
1.3 Leverage	The difference between the total cost of research carried out by Swiss participants in all the projects of an FP and the total amount of subsidies granted for these participations (i.e. expenses covered by participants themselves).
1.4 Additionality	The number and proportion of research projects that would not have been carried out if European funding had not been granted.
2. Effects on the economy and employment	
2.1 Profile of company participation in FPs	a) Number of participations by size of company (SMEs or industrial enterprises) b) Proportion of company participations by economic sector
2.2 Direct increase in turnover	Additional turnover expected by companies as a result of participation in a European project.
2.3 Direct growth in employment	Net increase in the number of people employed in organisations as a result of participation in a European project (full-time equivalents, by sex).
2.4 Establishment of companies	Number of spin-offs or start-ups established as a result of participation in a European project.
2.5 Direct products of research	Number of results of European research projects, by stage of development process.
2.6 Patents	Number of patent applications filed or patents granted as a result of participation in a European project.
3. Effects on scientific collaboration networks	
3.1 International	National origin of partners for FP projects with Swiss

¹⁹ *Effects of Swiss participation in EU Research Framework Programmes – Interim report 2009*

collaborations	participation.
3.2 Public-private collaborations	Number of research collaborations between Swiss higher education institutions (universities, institutions of the ETH Domain and universities of applied sciences) and Swiss companies. One collaboration between two institutions is counted each time a partner from each institution is represented in the same research consortium.
3.3 Knowledge transfer	Number of Marie Curie grants awarded to Swiss researchers for knowledge transfer exchanges.
3.4 Exchanges of researchers	Number of grants for exchanges or training of researchers from a Swiss institution (Marie Curie actions) The countries of origin and destination for exchanges will be known for FP7 after a survey of participants; the following indicators will be measured and published in subsequent studies: - Number of outgoing fellowships from Swiss institutions, by country of destination - Number of incoming fellowships to Swiss institutions, by country of origin
3.5 Establishment and durability of networks	Number of research consortiums established in the absence of previous collaborations between the main partners Number of research consortiums continuing a collaboration (between at least two of the partners) after the end of a European project (pursuing research in the same field, setting up a company, other form of collaboration).
3.6 Links between funding programmes	Number of participations in European projects which have helped to secure funding from another public research funding programme (SNSF, CTI, COST, EUREKA) Number of participations in research projects funded by other programmes (SNSF, CTI, COST, EUREKA) which have helped to obtain European subsidies.
4. Effects on the generation of knowledge and skills	
4.1 Scientific publications	Number of peer-reviewed scientific publications relating to a European project (FP7 "Ideas" programme only).
4.2 Oral communications	Number of oral communications (specialised scientific lectures, public lectures, courses, etc.) relating to a European project.
4.3 Other publications	Number of publications relating to a European project not published in a peer-reviewed journal or book (publication in other journals or books, on websites, in videos, course materials, etc.).
4.4 Degrees	Number of doctorates, Master's or other degrees taken with support from a European project, by sex.
4.5 Exchanges for young scientists	Number of exchanges and visits for young scientists (Marie Curie actions open to researchers with less than four years' experience), by sex.

Indikatorer for samarbeid i EU kan også visualiseres bedre. Figuren nedenfor viser tetthet i samarbeidsrelasjoner mellom forskerteam fra ulike land i 6 RP. Jo mer intenst samarbeidet mellom to land er, jo nærmere er de hverandre i figuren. Samtidig viser den også at jo mer spesialisert et lands samarbeidsprofil er (karakterisert ved nære forbindelser med noen land), jo lengre fra aksenes krysningspunkt befinner landet seg. I dette eksemplet ser man at Norge har tett samarbeid med de andre nordiske landene, Nederland og Irland. Samtidig er Norges samarbeidsprofil mer spesialisert enn for eksempel Sverige.



Kilde: SER, 2008, Switzerland's Participation in the 6th European Research Framework Programme – Facts and Figures.

Metode: The map shows a correspondence factor analysis of the number of collaborative links between the various participating countries (principal normalisation; LI and DE were introduced as supplementary categories). One collaborative link between two countries is counted each time a team from each country participates in the same research project. The analysis makes it possible to compute distances between countries in such a way that two countries are closer together the greater the number of collaborative links between them, relative to the respective numbers of participations. The map is a two-dimensional projection of these distances, which correctly reproduces 57.3% of the distances.

Eksempel 3) Measuring efficiency between input and outputs with the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology

Background

There is by now a considerable number of studies (two in Norway) focusing on the measurement of efficiency variations between university departments which they apply the Data Envelopment Analysis methodology.²⁰ These studies represent a rich source of information on what may cause efficiency variations between and within universities and colleges. In a clear contrast to the sample of studies on university efficiency, on one hand, and studies on performance of private R&D units, on the other hand, there are very few studies investigating efficiency issues in the case of public or private non-profit research institutes. In addition, we found no study applying the Data Envelopment Analysis (hereafter DEA) methodology for measuring efficiency variations between research institutes within a country or between countries with the exception of Kaloudis (2000). Kaloudis applied the DEA methodology in order to investigate technical efficiency²¹ variations among 65 Norwegian research institutes.

Some definitions

According to standard production theory²² *production* in R&D organisations is defined as all purpose-oriented transformation of various *inputs* (resources) to various *outputs* (products).

By *productivity* of a research institute we mean the ratio of the outputs it produces to the inputs that it uses. In the case of one-input and one-output production the calculation of productivity is a trivial matter. But when there is more than one input, and more than one output, then a method for aggregating these inputs and outputs into single indexes of inputs and outputs has to be introduced for obtaining a ratio of productivity. *Productivity* and *efficiency* are two distinct concepts in economics. Units are *defined as technical efficient* if and only if they produce the maximum output attainable from each input level or use a minimum input for each output level. These maxima (minima) define a *production (or technology) frontier* for a given technology. This production frontier is the *production function* of the efficient production entities. Units on the frontier are technical efficient, while firms below (above) the maxima (minima) frontier are *technical inefficient*. Furthermore, *feasible production sets* are defined as sets of all input-output combinations that are feasible, given the production technology.

²⁰ For a review of earlier studies see Førsund and Kalhagen (1999), and Kalhagen (1998).

²¹ See section 1.3 for a definition of technical efficiency.

²² See, e.g., Frisch (1971), chapter 1 and Hoel and Moene (1987), p. 10.

The DEA methodology

The DEA method is an empirically oriented non-parametric method for explicitly studying productivity inefficiencies and it is significantly different from the traditional methodologies of econometric estimations of production functions in which it is often assumed that all productive entities of analysis are fully efficient. Generally speaking, the DEA approach involves solutions of linear programming problems for the estimation of the technology (or production) frontier and the efficiency measures of the productive entities under study.

The DEA approach

Generally, a technology set, S , can be defined as

$$S = \{ (y, x) \mid y \text{ can be produced by } x \} \quad (1)$$

where y is a vector of M outputs and x is a vector of R inputs. The set, S , defines the feasible technology set or production possibility set; it is assumed that it is convex and that it is exhibiting free disposability of inputs and outputs. Free disposability of inputs means that if any input increases output cannot decrease. In other words, we assume that a productive entity can always costlessly dispose of unwanted inputs. Free disposability of outputs allows for any output to be costlessly disposed of.²³

Two alternative assumptions are usually made about the nature of the technology set, S , either that it is specified by Constant Returns to Scale, S^{CRS} , or that it is specified by Variable Returns to Scale, S^{VRS} . The Farrell *input-oriented technical efficiency measure*, $E_{1,j}$ for the entity $j \in N$, where N is the set of the productive entities under study, is defined as :

$$E_{1,j} = E_{1,j}(y_j, x_j) = \text{Min}_\theta \{ \theta \mid (y_j, \theta x_j) \in S^{VRS} \} \quad (2)$$

assuming that the minimum exists. This is the minimum proportionality factor with which all inputs can be multiplied without making it impossible to produce the given output vector. Efficiency for a feasible point (that is a point belonging to S) will lie in the interval $1 \geq E_1 > 0$. The measure is radial, as a production entity has a measure of 1 if no *proportional* reduction in inputs is feasible. Geometrically speaking this may be illustrated as radius relating the origin with the point representing the production entity (see Figure 3.1 below). Farrell also defined an *equivalent technical efficiency measure* $E_{2,j}$ in the *output-increasing direction* for the entity $j \in N$ as:

$$E_{2,j} = \text{Min}_k \{ k \mid (y_j/k, x_j) \in S^{VRS} \} \quad (3)$$

assuming that the minimum exists.

²³ For a more rigorous definition of the concept 'free disposability' see Färe and Grosskopf (1996), pp. 13-16. See also Coelli et al. (1998), section 7.5.

While efficiency is a measure of distance from the frontier of the observed technology set, productivity is a measure of the ratio of outputs to inputs. In cases of multi-input and multi-output production it is possible to use rates of transformation on the technology frontier as weights for the calculation of productivity. Hence the *technical measure of productivity* for the entity $j \in N$ is defined as:

$$E_{3j} = \text{Min}_{\theta} \{ \theta \mid (y_j/\theta, x_j) \in S^{\text{CRS}} \} \quad (4)$$

As mentioned above, S^{CRS} denote the technology set under the assumption of Constant Returns to Scale. E_3 reflects the minimum ratio of proportional input change and proportional output change possible. In other words, equation 4 defines the technical efficient point in the technology frontier with the highest observed *productivity* and apart from a measure of productivity it is obviously also a measure of efficiency. Therefore, E_3 is also called '*overall scale efficiency*'.²⁴

By using 3 and 4, the overall scale efficiency, E_3 , can be decomposed into *technical efficiency* and *pure scale efficiency* defined by

$$\begin{aligned} E_4(y_j, x_j) &= E_3(y_j, x_j) / E_1(y_j, x_j) \quad (\text{input oriented scale efficiency}) \\ E_5(y_j, x_j) &= E_3(y_j, x_j) / E_2(y_j, x_j) \quad (\text{output oriented scale efficiency}) \end{aligned} \quad (5)$$

After the definition of the technology set, technology frontier and the five efficiency measures we shall proceed now to the *estimation* of efficiencies in the DEA approach.

Given a set of productive entities $N = (1, 2, \dots, j, \dots, n)$ and the sets of output M and inputs R , S^{CRS} is estimated as a piecewise linear set by:

$$S^{\wedge \text{CRS}} = \{ (y, x) \mid \sum_{n \in N} \lambda_n y_{nm} \geq y_m \quad (m \in M), \quad x_r \geq \sum_{n \in N} \lambda_n y_{nr} \quad (r \in R), \quad \lambda_n \geq 0 \quad (n \in N) \} \quad (6)$$

where λ_n is the weight for observation 'n' in relation to the frontier and $S^{\wedge \text{CRS}}$ denote the *DEA estimation* of the technology set S^{CRS} . The estimation of the overall efficiency measure, \hat{E}_{3j} , for the productive entity 'j' now becomes the solution of a linear programming problem defined as:

$$\hat{E}_{3j} = \text{Min}_{\lambda, \theta} \{ \theta \mid \sum_{n \in N} \lambda_n y_{nm} \geq y_{jm} \quad (\forall m \in M), \quad \theta x_{jr} \geq \sum_{n \in N} \lambda_n y_{nr} \quad (\forall r \in R), \quad \lambda_n \geq 0 \quad (\forall n \in N) \} \quad (7)$$

²⁴ See Førsund and Hjalmarsson (1987), and Kittelsen (1998).

with M+R constraints. The solution of this linear programming problem is based on the assumption of a constant return to scale (CRS) technology.

Given a set of productive entities $N = (1, 2, \dots, j, \dots, n)$ and the sets of output M and inputs R, S^{VRS} is estimated as a piecewise linear set by:

$$S^{VRS} = \{ (y, x) \mid \sum_{n \in N} \lambda_n y_{nm} \geq y_m \ (m \in M), \ x_r \geq \sum_{n \in N} \lambda_n x_{nr} \ (r \in R), \ \lambda_n \geq 0, \ \sum_{n \in N} \lambda_n = 1 \} \quad (8)$$

where λ_n is the weight for observation 'n' in relation to the frontier and S^{VRS} denote the *estimation* of the technology set S^{VRS} (variable returns to scale). The estimation of technical efficiency, \hat{E}_{1j} , as defined in 3, involves the solution of the same linear problem as in 7, but with the additional constraint:

$$\sum_{j=1}^N \lambda_n = 1 \quad (9)$$

This problem (7 and 9) assumes, of course, a variable returns to scale technology, S^{VRS} .

Geometrical illustration of the DEA approach

Figure 3.1 below illustrates *geometrically* the main elements of the DEA method in a case of one input (x axis) and one output (y axis) production.

Two inefficient points, P_1 and P_2 , are shown in Figure 3.1 alongside the efficient points A, B, C, D, which together define the variable return to scale technology frontier (VRS). The efficiency measures for observation P_1 are calculated as follows:

Input saving technical efficiency: $E_1 = x_F / x_1$

Output saving technical efficiency: $E_2 = y_1 / y_G$

Overall technical efficiency (or technical productivity): $E_3 = (y_1 / x_1) / (y_B / x_B) = x_I / x_1 = y_1 / y_M$

Scale efficiency, input orientation: $E_4 = E_3 / E_1 = (y_1 / x_F) / (y_B / x_B)$

Scale efficiency, output orientation: $E_5 = E_3 / E_2 = (y_G / x_1) / (y_B / x_B)$

All efficiency measures are taking values between zero and one.

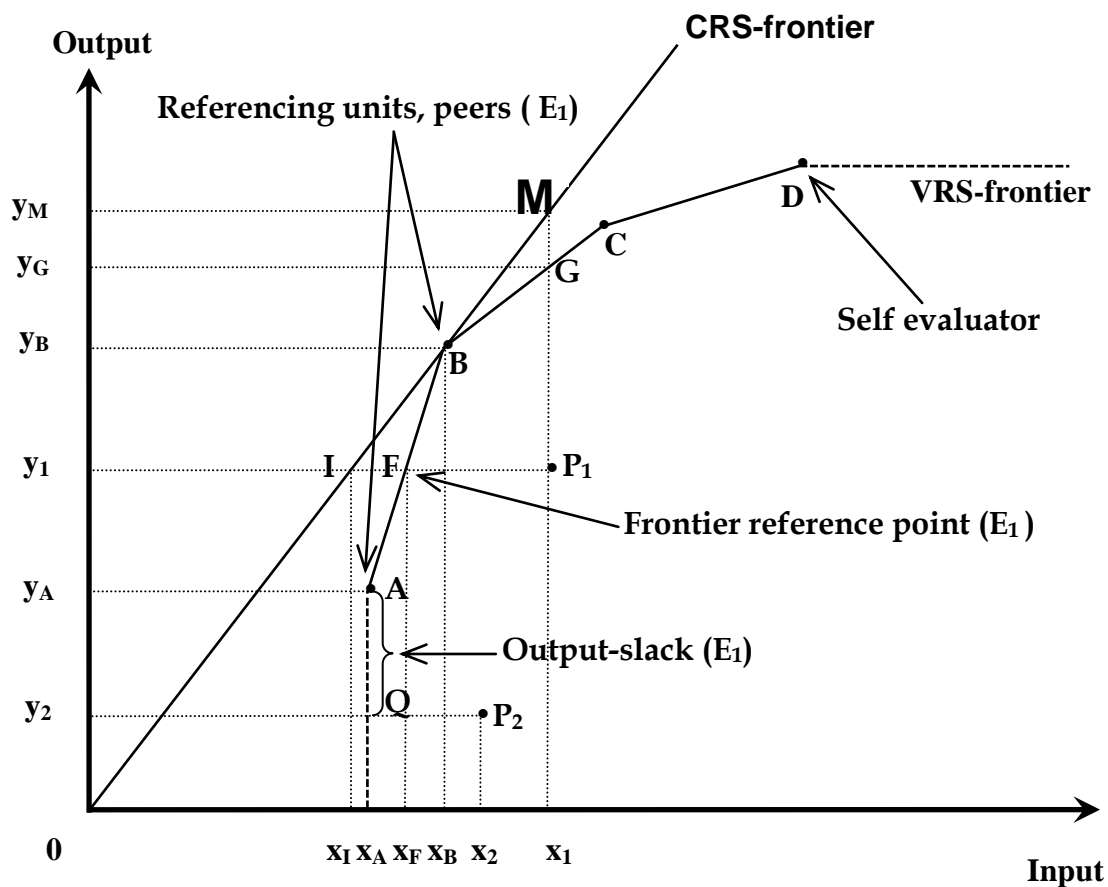


Fig. 1 DEA frontier, concepts and efficiency measures

Source: Førsund and Kalhagen (1999)

The CRS and VRS frontiers in the figure define the two main assumptions about production technology. In Figure 1, point B exhibits the maximum productivity and together with the origin defines the CRS technology frontier. All other points lie below the CRS technology frontier and have a technical productivity below one. In the case of VRS technology, the constant returns to scale assumption is relaxed and, therefore, four points, A,B,C,D become technical efficient. The inefficient points P_1 and P_2 are 'enveloped' within the VRS-frontier defined by these four points. In the Figure 1, we can see that the technical efficiency measures E_1 , E_2 can be expressed as ratios of input and output of the observation, P_1 and its two corresponding reference points, F and G, on the VRS-frontier. The efficient points determining the frontier for the inefficient ones are defined as 'referencing units' or 'peers'. In the case of CRS technology only point B is a 'peer' for all others. In the case of VRS technology, and for the inefficient point, P_1 , the reference points in the input direction are A and B. Point F on the VRS frontier represents how the inefficient point P_1 could be technical efficient (on the VRS frontier) towards the input

direction, given the real observations of the efficient points A and B. Point G represents how the inefficient point P_1 could be technical efficient (on the VRS frontier) towards the output direction, given the real observations of the efficient points A and C. Figure 1 illustrates that the efficient points are the same in both the input and the output directions. But the input and output efficiency measures are clearly taking different values (though always within the interval zero and one). In a CRS technology, the equivalent to F point for P_1 is the point I, and the equivalent to G point, in the output direction, for P_1 is the point M. Figure 1 displays point D as an efficient one, but it is not a reference point for other entities neither in the input or output direction. It is possible to introduce efficiency measures specific to each output (input) which allow for the measurement of the efficiency potentials in the directional movement²⁵ towards the frontier and of the slacks.

Conclusion: The DEA methodology could be apply on studies of efficiency between research organisations. Obviously, as with all efficiency quantitative studies there is a number of methodological concerns which one needs to be aware of and as a rule technical efficiency studies based on DEA should be followed up by more qualitative analysis in order to explore causes of technical inefficiencies among the units examined. Having said that, the DEA methodology is probably the only available allowing the study of a complex production activities involving simultaneously several input and output dimensions. As such, the DEA provides unexplored opportunities in studies of efficient use of resources in the Norwegian research system.

²⁵ By directional movement we mean the measuring of distances between a production entity and the frontier along, or parallel to each output axis.

Eksempel 4) Indikatorer for publisering

Centre for Science and Technology Studies ved Universitetet i Leiden har utviklet ulike indikatorer for publisering basert på data fra Web of Science. Indikatorene benyttes både til rangering av universiteter og til å vise publiseringsaktivitet for institusjoner. Ved hjelp av et dataprogram ("VOSviewer") kan ulike fremstillinger av bibliometriske data vises interaktivt.

The Leiden Ranking 2008

The Centre for Science and Technology Studies (CWTS), Leiden University, has developed a new ranking system entirely based on its own bibliometric indicators. This web-publication is the first in a series of rankings. The work focuses on all universities worldwide with more than 700 Web of Science indexed publications per year. This implies that the about 1000 largest (in terms of number of publications) universities in the world are covered, and that our bibliometric analysis is based on the scientific output of many hundreds of active researchers in each of these universities.

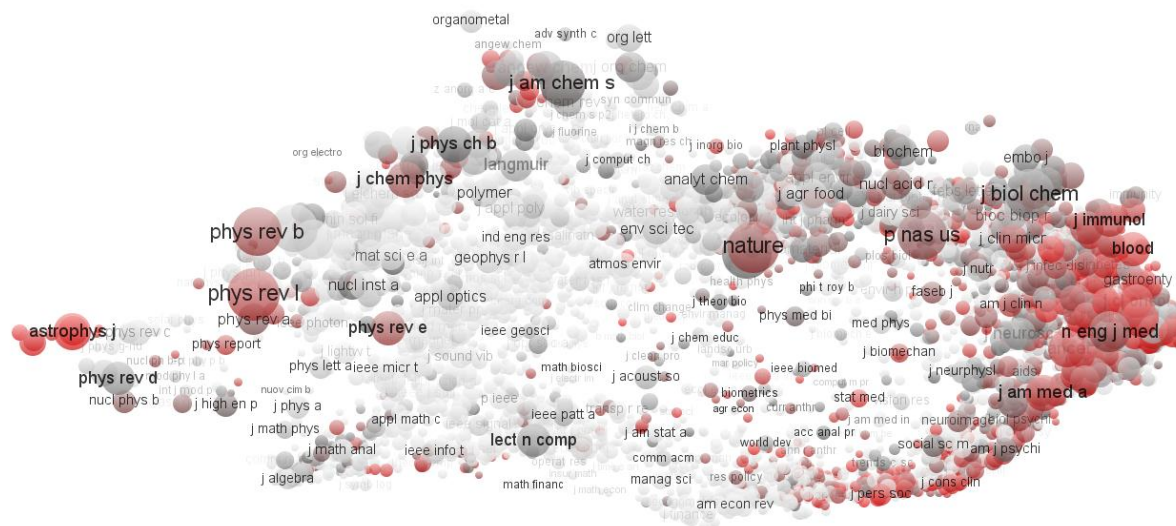
The Leiden ranking benefits from all experiences and know-how available at CWTS: very accurate definition and 'unification' of universities worldwide; corrections for practically all errors and inconsistencies in the raw publication and citation data; thorough methodology based on 20 years of experience in research performance analysis; multiple-indicator approach. This latter point is very important: on the basis of the same data and the same technical and methodological starting points, different types of impact-indicators can be constructed, for instance one focusing entirely on impact, and another in which also scale (size of the institution) is taken in to account. Rankings based on these different indicators are not the same, although they originate from exactly the same data. Moreover, rankings are strongly influenced by the size-threshold used to define the set of universities for which the ranking is calculated.

<http://www.cwts.nl/ranking/LeidenRankingWebSite.html>

Visualisering av publiceringsaktivitet

The maps displayed below show the research profile of Leiden University. The maps contain 5000 major scientific journals from all fields of science. Colors are used to represent the research profile of a university. The color of a journal indicates the contribution of a university to the journal relative to the world average. The contribution is measured in terms of publications. The following color coding is used:

- Light grey: A university does not contribute at all to a journal or its contribution is far below the world average.
- Dark grey: The contribution of a university to a journal is at the world average or somewhat below it.
- Red: The contribution of a university to a journal is above the world average.



Kilde: http://www.vosviewer.com/maps/university_profiles/