



PROSBIO – Innovasjonsprogrammet prosess- og biomedisinsk industri

Virksomhetsrapport 2005



Innhold

Hovedpunkter 2004	3
Programstyrelederen	3
Global kamp om industriforskningen	4
Stor dynamikk i norsk biotek	5
Norsk prosess teknologi har lokket 1,5 GE-milliarder til Lista	6
Forskerstyrt omstilling gir smelteverk nytt liv	8
Matematiske modeller skaper merverdier	10
Tungt skyts mot kreftcellene	12
Milliardavkastning på brukerstyrt forskning	14

Fra PROSBIO...

Innovasjonsprogrammet prosess- og biomedisinsk industri, PROSBIO, ble etablert i 2001 og avsluttes i 2005/2006.

PROSBIOs mål har vært å bidra til økt verdiskaping i norsk prosess- og biomedisinsk industri gjennom forskningsbasert innovasjon og nyskaping.

Hovedmål har vært å:

- Bidra til fremvekst av norsk biomedisinsk industri
- Stimulere til utvikling og økt produksjon

av kundetilpassede spesialprodukter i prosessindustrien

- Fremme utviklingen av miljøriktige, ressursbesparende og mer effektive prosesser
- Bidra til utvikling av en forskningsbasert materialindustri rettet mot fremstilling av nye, avanserte materialer

PROSBIO har i løpet av programperioden omfattet ca. 100 prosjekter. Totale kostnader for prosjektene har vært nes-

ten 600 millioner kroner (?), hvorav Forskningsrådet har finansiert ca. 200 millioner kroner.

Omlag halvparten av prosjektmidlene har gått til forskning innen henholdsvis bioteknologi/biomedisin og prosess- og materialindustri.

Rundt 130 bedrifter har deltatt i programmet. Av disse var omlag en tredel små- og mellomstore bedrifter.

...til Brukerstyrt innovasjonsarena

Mange av bransjene og fagområdene som har inngått i PROSBIO vil heretter bli dekket av programmet Brukerstyrt innovasjonsarena – BIA.

Brukerstyrt innovasjonsarena er et nytt program som utfyller Forskningsrådets tilbud innenfor næringsrettet forskning. Brukerstyrt innovasjonsarena er et program for forskningsbasert innovasjon i næringslivet, og vil prioritere de beste prosjektene innenfor sektorer og faglige tema som ikke faller inn under Forskningsrådets andre pro-

grammer. Programmet skal ha et bredt tilfang av prosjekter og dekke alle tilnæringer til innovasjon, som utvikling av produkter, tjenester og prosesser. Prosjektene som støttes må ha potensial for høy bedrifts- eller samfunnsøkonomisk avkastning, og det stilles betydelige krav til egenfinansiering.

Brukerstyrt innovasjonsarena er et program for bedrifter med betydelig egen FoU-aktivitet, eller med høye ambisjoner om få det, og for FoU-miljøer med

bred erfaring fra samarbeid med næringslivet.

Programmet har spesialrådgivere innenfor prosess- og materialindustri, biomedisin, logistikk og transport, IKT, bygg og anlegg, vareproduksjon og tjenesteyting.

Se

www.forskningsradet.no/bia

2004

PROSBIO disponerte i 2004 50,7 millioner kroner. Den ordinære programbevillingen var på 44,7 millioner, mens seks millioner kom fra Forskningsfondet til et større prosjekt om karbonmaterialer.

Programmet omfattet 41 prosjekter med en total kostnadsramme på 145 millioner kroner. Forskningsrådet sto for 35 prosent av finansieringen. 29 av prosjektene var brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP) og sju kompetanseprosjekter med brukermedvirkning (KMB).

Gjennom PROSBIO-prosjektene ble det kjøpt forskningstjenester ved norske universiteter og FoU-institutter for 61,8 millioner kroner.

Til sammen 171 bedrifter deltok i prosjektene. 35 av disse var små og mellomstore bedrifter (SMB). To tredeler av SMB'ene var tilknyttet biomedisin.

PROSBIO nådde alle mål for programmet i 2004 (måltall i parentes):

- 19 (15) nye forskningsbaserte bedrifter deltok i prosjektene
- 29 (30) prosent av bevilningene gikk til KMB-prosjekter
- 71 (50) prosent av prosjektene har internasjonalt samarbeid som en vesentlig dimensjon
- Programmet finansierte 29 (28) doktorgradsstipendiater.

Prosjektene har bl.a. ført til:

- 2 nye bedrifter
- 2 nye forretningsområder
- 9 patenter
- 13 forbedrede produkter og tjenester

– Har ønsket å sikre våre gode kunnskapsmiljøer

– PROSBIO-styret har sett det som en hovedoppgave å ta vare på de gode kunnskapsmiljøene Norge har innenfor prosessindustri, sier programstyreleder Georg Carlberg. Programmets andre hovedsatsing har vært å støtte utviklingen av nye biotekbedrifter i en tidlig fase.

Carlberg viser til at PROSBIO, som løper fra 2001 til 2005, endret fokus fra sine forgjengere PROSMAT og EXPOMAT.

– I PROSBIO la vi en ny strategi der midlene ble delt likt mellom tradisjonell prosessindustri og bioteknologisk/biomedisinsk industri. Vi har holdt fast ved denne strategien selv om våre opprinnelige mål og visjoner forutsatte en økonomi som aldri er blitt oppfylt. Vi har måttet tilpasse aktiviteten til trangere rammer og foretatt prioriteringer deretter, sier Carlberg.

Flere kompetanseprosjekter, færre industriprosjekter

PROSBIO-styret har for det første prioritert den nasjonale kompetansen innenfor prosessindustri som metaller, ferro, treforedling og plast, som norsk industri og norske forskningsmiljøer har bygget opp over lang tid. Dette har skjedd gjennom støtte til prosjekter som er kompetanseoppbyggende og som har bidratt til å styrke våre viktigste FoU-miljøer.

Den andre hovedprioriteringen har vært å bygge opp norsk biomedisinsk industri. Her har programmet støttet en rekke brukerstyrte innovasjonsprosjekter hos de fleste forskningsbaserte bedrifter innenfor dette området.

Færre tellekanter

– Dette har ført til langt færre bruker-



FOTO: NORSKE SKOG

Programstyreleder Georg Carlberg er forskningsdirektør i Norske Skog.

styrte prosjekter i tilknytning til industrien enn i de tidligere programmene, noe som gjør at vi har færre «tellekanter» å vise til når vi skal summere opp resultatene fra programmet, sier Carlberg.

Carlberg legger ikke skjul på at man kunne gjort mer med mer penger.

– Vi har hatt gode søknader fra gode miljøer vi gjerne skulle ha innvilget. Men samtidig har vi forsøkt å være ærlige overfor industri og forskningsmiljøer, og ikke skape større forventninger enn vi har hatt midler til. Slik sett tror jeg vi har hatt en ryddig dialog med «markedet», sier han.

Viktig biotek-støtte

– Jeg tror vår støtte til gryende biotekbedrifter har vært svært viktig.

Forskningsrådsstøtte viser at man har tro på bedriftens kompetanse og virksomhet, og vi vet at det er viktig for eksterne investorer. Her har PROSBIO hatt stor betydning, sier Carlberg.

Global kamp om å trekke til seg industriforskning

– Nye produkter, ideer og prosesser som ligger bak eksportveksten fra norsk prosessindustri, kan ofte føres tilbake til personer og aktiviteter i forskningsprogrammer på 1990-tallet. Men i dag ser vi en tendens til at store bedrifter øker sin forskning utenfor Norge, advarer spesialrådgiver Astrid Brenna i Forskningsrådet. Hun mener en allianse mellom forskning, næringsliv og det offentlige er nødvendig for å lykkes i den globale konkurransen.

Brenna har fulgt FoU-aktiviteten i prosessindustrien i mange år fra sin plass som koordinator for Forskningsrådets EXPOMAT-, PROSMAT- og PROSBIO-programmer. Mens det var «fullt trøkk» før årtusenskiftet, er innsatsen betydelig redusert de siste årene. Omlegging av virkemidler her hjemme og den sterke globaliseringen gjør det vanskeligere å opprettholde de norske miljøene som ligger i verdenstoppen innen material- og prosess teknologi. Disse miljøene, med NTNU/SINTEF i spissen, er blitt attraktive partnere for prosessindustrien er både i og utenfor Norge.

Satsing ga resultater

– Fram mot 1990-tallet hadde vi en kontinuerlig aktivitet som var med på å bygge kompetanse i forskningsmiljøene og industrien. Vi utdannet mange personer med doktorgrad som siden ble sentrale ressurspersoner i skjæringspunktet mellom forskning og næringsliv. Disse har mye av æren for de gode resultatene som denne industrien kan vise til, sier Brenna.

Men da PROSBIO skulle lanseres i 2001/2002, ble det bråstopp. Sektoren fikk betydelige budsjettkutt, som bl.a. var begrunnet i innføringen av SkatteFUNN-ordningen.

SkatteFUNN ikke nok

– SkatteFUNN er et «lavterskeltilbud» som alle bedrifter har krav på hvis de driver en eller annen form for FoU-virk-

somhet. Det er et tiltak som mobiliserer bredt, men bare et fåtall SkatteFUNN-prosjekter har samarbeid med FoU-miljøer. SkatteFUNN kan derfor ikke sikre utviklingen av avanserte FoU-miljøer som prosessindustrien er avhengig av for å kunne konkurrere i et beinhardt internasjonalt marked, sier Brenna.

Hun viser til at Forskningsrådet har hatt en grundig gjennomgang av innovasjonsutfordringen og hvilke virkemidler som er egnet for å løse dette.

Global arbeidsdeling

– PROSBIO-styret har vært redd for at den nasjonale kompetansebasen og koblingen mot industrien svekkes. Derfor har man prioritert å bruke bevilgningene til å opprettholde og videreutvikle denne nasjonale kompetansebasen. Skal det være attraktivt for industrien å legge forskning til Norge, er vi helt avhengig av å ha gode miljøer. Men vi ser en tendens til at de store bedriftene øker sin forskning utenfor landet. Dette er et resultat av at også forskningen globaliseres sammen med industrien. Det er blitt mye tydeligere at vi får en global arbeidsdeling også i forskningen, sier Brenna.

Brenna mener Norge må satse på å være gode innenfor noen få utvalgte områder. Til gjengjeld må vi ligge helt i front på disse områdene.

– Innen deler av prosessindustrien er vi svært gode, og det er dette som gjør at General Electric satser og utvider i



– Det er blitt mye tydeligere at vi får en global arbeidsdeling også i forskningen, sier spesialrådgiver Astrid Brenna.

Lindesnes og at Hydro Aluminium satser på Sunndalsøra med egenutviklet teknologi, sier hun.

Allianse

– For å sikre dette, må vi ha en allianse mellom forskningsmiljøene, bedriftene og det offentlige. En slik allianse er helt nødvendig bl.a. for å sikre realfagenes plass i skolen og en tilstrekkelig doktorgradsutdanning, som vi altså har erfaring for er svært viktig for å lykkes, fortsetter Brenna.

– Forstår politikerne dette?

– Det er jeg ikke så sikker på, sier hun.

Brenna viser til at langt under 100 millioner av de nesten 1,4 milliardene som Forskningsrådet brukte på teknologifagene i 2004, gikk til grunnforskning. Slike midler er i stor grad styrt gjennom føringer fra departementene.

– Det er stort sett bare brukerstyrte prosjekter, der industrien selv har føringer, som har bidratt til å bygge opp kompetansen innen prosess- og materialteknologi. Men midlene til brukerstyrt forskning er blitt vesentlig redusert de siste årene, understreker Brenna.

I 2004 utførte internasjonalt anerkjente forskere en evaluering av den

– Stor dynamikk i norsk biotek

– Det er stor dynamikk i norsk biotekbransje, fastslår seniorrådgiver Tronn Hansen i PROSBIO-programmet. Fram til FUGE-programmet (Funksjonell genomforskning) ble etablert, har PROSBIO og dets forgjengere vært Norges forskningsråds største satsing på verdiskaping fra bioteknologi.

Grovt sett har PROSBIO brukt halvparten av sine midler på å støtte FoU-intensive bedrifter innen bioteknologi/biokjemi.

– Sektoren består av mange små nyetablerte bedrifter, og programmet har bare gått inn i et fåtall prosjekter i de store bedriftene, forteller Hansen.

– Hva er programstyrets og din vurdering av bioteksektoren i Norge?

– En foresight-studie Forskningsrådet står bak viser at det er ganske stor optimisme og tro på at man skal få til noe innenfor dette feltet. Forskningsrådet har gjennom PROSBIO og andre programmer arbeidet svært systematisk med bioteksektoren. Det har skjedd svært, svært mye på disse ti årene. I en nylig gjennomført undersøkelse i forbindelse med oppbyggingen av en database for biotekindustrien, er antallet bedrifter innenfor sektoren nå oppe i 91. 90 prosent av disse bedriftene er etablert i løpet av en 10-årsperiode og 20 bare i løpet av de siste to årene. Når sektoren til de grader preges av forskningsbaserte nyetableringer kreves spesielle virkemidler. Om de vi har er tilstrekkelige, eller om vi må



Internasjonal farmasøytisk industri er pragmatisk med hensyn til samarbeidspartnere, og det gir norske biotekbedrifter mulighet til å utvikle seg i samarbeid med «Big Pharma», mener seniorrådgiver Tronn Hansen. (Foto: Bjarne Røsjø)

utvikle nye, vil vise seg i løpet av høsten, sier Hansen.

Samarbeid med «Big Pharma»

Mange har hevdet at Norge har mindre muligheter til å lykkes innen bioteknologi fordi vi ikke har noen «Big Pharma». Hansen mener imidlertid det har vist seg at den internasjonale farmasøytiske industri er pragmatisk med hensyn til samarbeidspartnere. Den suksess Axis-Shield har hatt i sitt samarbeid med Abbot og Boehringer-Mannheim viser at små bedrifter kan vokse og utvikle seg godt ved å samarbeide med «Big Pharma».

– Jeg tror det som er gjort innenfor PROSBIO og forgjengerne PROSMAT- og KAPBIO-programmene har vært viktig

for at vi er kommet så langt som vi tross alt har. Det er ikke mange norske biotekbedrifter som ikke har hatt en eller annen befattning med Forskningsrådet, sier Hansen.

Veiskille

– Men nå står vi ved et veiskille, mener Hansen. Han sikter til hvordan de mange små bioteknologibedriftene skal vinne fram på den «brukerstyrte innovasjonsarenaen» som Forskningsrådet er i ferd med å etablere. – Enkelte av kriteriene for å få støtte innenfor denne arenaen favoriserer ikke nyetablerte forskningsbaserte bedrifter. Forskningsrådet må derfor kanskje utvikle egne virkemidler rettet mot disse, sier han.

ingeniørvitenskapelige forskningen ved universiteter og høyskoler i Norge. En av deres konklusjoner var at UoH-sektorens forskning innen ingeniørfagene domineres av anvendt, applikasjons-

drevet forskning, og at det er for lite grunnleggende forskning. De påpekte at den anvendte, applikasjonsdrevne forskningen trolig har bidratt til Norges økonomiske suksess, men at større

vektlegging av langsiktig, grunnleggende forskning er nødvendig dersom nasjonen skal kunne oppnå større innovative fremskritt i fremtiden.

Norsk prosessteknologi har lokket 1,5 GE-milliarder til Lindesnes

Hvert sekund «behandles» en pasient et eller annet sted i verden med røntgenkontrastvæske der hovedingrediensene er produsert av GE Healthcare på Lindesnes. Tiår med forskning og norsk kompetanse innen prosesskjemi ligger bak industrieventyret som har lokket 1,5 milliarder utenlandske investeringskroner til Norges sydspiss de siste årene.

Toppsjefen i General Electric (GE), Jeff Immelt, viste til norsk kompetanse da han åpnet en ny fabrikk til 500 millioner kroner på Lindesnes i juni 2005.

– Når jeg ser hva vi får av kompetanse i dette landet, er også kostnaden helt grei, uttalte han til Aftenposten. Før Immelt overtok som konsernsjef og styreformann i verdens største børsnoterte selskap, ledet han helsedelen av GE, og han tror Norge har muligheter i denne sektoren. – Helsesektoren er en bransje der Norge allerede har høy kompetanse, og jeg mener at dere har rom for å skape enda mer, hevdet han i følge Aftenposten.

Konkurransedyktig i 30 år

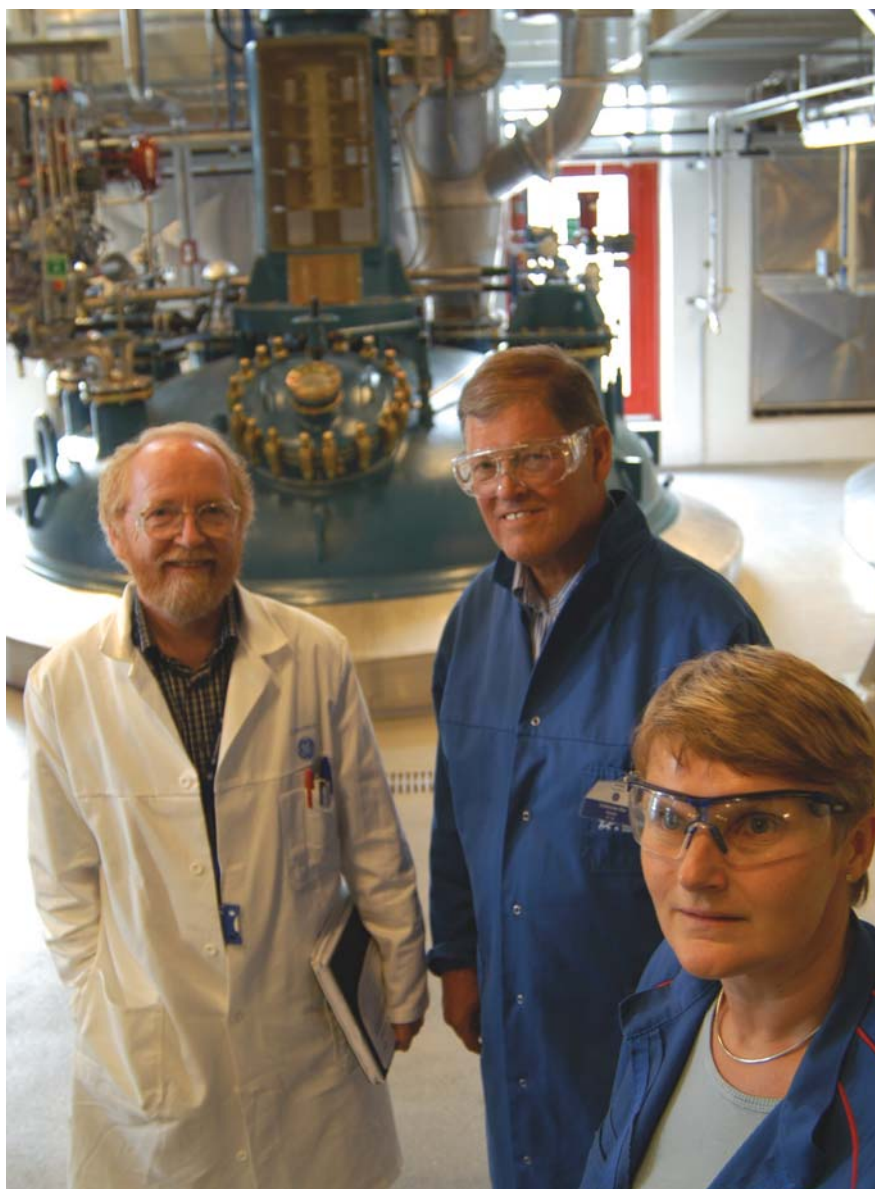
– Er det noe vi kan her i Norge, så er det prosesskjemi. Der har vi vært gode siden Birkeland og Eydes gjennombrudd for hundre år siden. Derfor har vi nå mye kjemisk prosesskunnskap som kan brukes blant annet inn mot den raskt voksende biokjemiske industrien, sier rådgiver Tronn Hansen i Norges forskningsråd.

Professor og utviklingssjef for prosessteknologi Didrik Malthe-Sørenssen hos GE Healthcare er enig. – Når det gjelder prosessteknologi mener vi selskapet ligger ganske godt framme, sier han beskjedent. Han legger til at de som forskningsintensiv virksomhet føler seg godt hjemme i giganten General Electric.

Fabrikken på Lindesnes ble etablert av Nyegaard & Co i 1974, senere Nycomed, som ble fusjonert med engelske Amersham i 1997, som igjen ble kjøpt av GE i 2004. Hele tiden har virk-

somheten vært konkurransedyktig. Ja, faktisk så god, at Amersham – og nå GE Healthcare – fortsatt velger Lindesnes framfor lavkostland som Puerto Rico til å produsere hovedingrediensene i selskapets kontrastmidler. GE

Healthcare har i dag 35 prosent av verdensmarkedet for kontrastmidler, og har fortsatt stor suksess med de opprinnelige Nycomed-produktene Omnipaque og Visipaque. I tillegg utvikles flere nye produkter, blant



Utviklingssjef Didrik Malthe-Sørenssen (t.v.), rådgiver Tronn Hanssen og prosessingeniør Kristin Rypestøl foran en av de 40 kubikkmeter store reaktorene i den nye fabrikk på Lindesnes. (Foto: Håvard Simonsen)

annet den nukleærbaserte kontrastvæsken Myoview.

– Vi er i dag den eneste enheten som produserer de aktive substansene til GE Healthcares bildediagnostikk innen røntgen og MRI, sier Malthe-Sørenssen.

Forskning verdt flere hundre millioner

På begynnelsen av 1990-tallet ble det organisert et forskningskonsortium innenfor prosess teknologi i Norge, støttet av Forskningsrådet, der Lindesnes-bedriften har deltatt sammen med bl.a. Hydro, Dyno, Borregaard, Weifa og Elkem.

– Forbedringene vi har oppnådd i reaktorene og krystallisasjonsprosessen gjennom prosjektene har betydd flere hundre millioner kroner for oss. Dette har hele veien vært et ledd i vårt arbeid med å være konkurransedyktig, for det er mange rundt om i verden som kan drive slik produksjon. Dette har også vært et klart element for GEs valg av produksjonssted. Hvis ikke vi ligger i forkant i teknologiutviklingen, mister vi vår posisjon i konsernet, sier Malthe-



Prosessoperatør Finn Magne Skurve i kontrollrommet der han overvåker de avanserte reaktorene ved GE Healthcare. (Foto: Håvard Simonsen)

Sørenssen. Ved alle investeringer er GEs bedrifter pålagt å undersøke om produktene kan kjøpes billigere av andre enn å produsere dem selv.

– Det er ikke gitt at denne produksjonen skal foregå på Lindesnes, vi er ikke beskyttet på noen måte. Vi har imidlertid vært flinke til å samarbeide med forskningsmiljøer, Forskningsrådet og andre. At GE fortsetter å satse på oss, er ut fra økonomiske vurderinger og at de stoler på oss. Vi har hele veien vist at vi kan levere, sier Malthe-Sørenssen.

«Hvitt pulver»

I reaktorene på Lindesnes produseres det i hovedsak tre grunnsubstanser til kontrastvæskene. For legfolk ser stoffene ut som tørt, hvitt pulver. Pulveret sendes til GEs mange fabrikker rundt om i verden, der kontrastvæskene produseres.

– Våre hovedprodukter er organiske forbindelser som inneholder jod. De er svært lettøselige i vann, noe som er meget viktig siden kontrastmidlene brukes i blodet. Disse midlene påvirker ikke ionebalansen i blodet, forklarer Malthe-Sørenssen. Nycomed var i sin tid først i verden med ikke-ioniske kontrastmidler.

Produksjonen skjer i reaktorer på 4-40 m³. Etter den kjemiske reaksjonen gjennomføres en krystallisering som separerer stoffet man er interessert i

fra væske og forurensende stoffer. Deretter skjer ytterligere en filtrering for å vaske ut restmengder, før pulveret tørkes i tromler.

Batch-produksjon

All produksjon skjer med lukkede, tidsavgrensede prosesser, såkalte batch-produksjoner – ikke kontinuerlige prosesser som i mye av annen prosessindustri. Batch-produksjon er typisk for farmasøytisk industri, fordi det gir sikrere kontroll og bedre sporbarhet på stoffer i prosessen. I det senere har man i samarbeid med Cybernetica, som har spesialisert seg på prosessstyring (se artikkel side 10), gjennomført forskningsprosjekter for å få bedre kontinuerlig styring med reaktorprosessene. Ved hjelp av online data kan operatørene styre prosessen, og målet er å utnytte avanserte modeller til å forutsi hva som vil skje i reaktoren fram i tid. På denne måten kan operatørene handle proaktivt og endre tilføring av stoffer, temperatur og andre faktorer som påvirker de kjemiske reaksjonene.

– I en kontinuerlig prosess har du kjemisk likevekt. Men i en batch-prosesser endrer konsentrasjonen og sammensetningen av stoffer seg hele tiden, noe som igjen påvirker reaksjonsprosessen, sier Malthe-Sørenssen, som forteller at nå vurderes kontinuerlige prosesser også i farmasøytisk industri.

Hver tredje U&H-utdannet

Arbeidsstokken gjenspeiler at GE Healthcare er en kunnskapsbedrift. 32 prosent av de 400 ansatte har universitets- eller høyskoleutdanning, 46 prosent har fagbrev og fire prosent har spesialteknisk utdanning. Fra 2000 til 2004 investerte Amersham og GE til sammen 200 millioner dollar, eller vel 1,3 milliarder kroner, i bedriften.

– Det forteller jo om et voksende marked og økende etterspørsel etter våre produkter, men også at vi er konkurransedyktige, sier utviklingsjef Didrik Malthe-Sørenssen, som også er tilknyttet NTNU som professor i kjemisk prosess teknologi.



Elkem Thamshavn: Forskerstyrt omstilling gir smelteverk nytt liv

22. april i år startet driften ved verdens største silisiumovn ved Elkem Thamshavn. Den nye ovnen vil produsere 50.000 tonn silisium i året, og med lavere utslipp enn tidligere. (Foto: Steinar Fugelsøy, Adresseavisen)

Det råder en avslappet stemning i kontrollrommet på smelteverket Elkem Thamshavn. Takket være en vellykket omlegging fra ferrosilisium- til silisiumproduksjon i april i år vet de 110 ansatte at driften er sikret.

Elkem Thamshavn er på flere måter et moderne industrieventyr, ikke bare i norsk, men også i global sammenheng. Verket har trosset trusler om nedleggning og utflytting, og har fått nytt liv. Nå er det verdensledende på flere områder, blant annet med verdens største silisiumovn.

Smelteverket ligger vakkert til ved Trondheimsfjorden, og har eget kaianlegg. Det har vært smelteverk på stedet siden 1931, opprinnelig eid av Orkla Grube Aktiebolag. Elkem overtok verket i 1986.

Uten en nøye planlagt og vel gjennomført omstilling ville det neppe vært drift ved Elkem Thamshavn i dag. Geografisk nærhet til og samarbeid med forskermiljøene ved NTNU og SINTEF har hatt avgjørende betydning. En bærebjelke i dette samarbeidet, og en forutsetning for omleggingen, har vært omfattende målinger foretatt av SINTEF. Elkem Thamshavn er i dag en kunnskapsbedrift med høyt kvalifisert arbeidskraft, og er avhengig av kompetanse i alle ledd.

Mer enn å skuffe koks

– Når vi forteller skoleklasser på omvisning at det er en avansert ligning som styrer prosessen, hender det læreren blir overrasket. Det er fremdeles mange som tror at en smelteverksarbeider er en som bare lemper koks, sier Torbjørn Halland, som har ansvaret for driften av den ene av de to ovnene ved verket.

Bakgrunnen for omleggingen var Elkems strategi for overgang til mer spesialiserte produkter. Silisiummetall kan anvendes til mye mer enn ferrosilisium, og brukes i alt fra tannpasta til bildeler. Omstillingen har kostet 110 millioner kroner. Den har til gjengjeld gitt verket ny konkurransekraft og helt andre og større markedsmuligheter enn tidligere.

Stor omstilling

Før omleggingen i mai 2005 gjennomgikk de ansatte et omfattende opplæringsprogram, bl.a. med simulatorentrening. Nøkkelordet under omstillingen har vært teamorganisering, ut fra prinsipper om kunnskaps- og kundedrevne

prosesser. Den nye smelteovnen ble installert under ledelse av et team bestående av prosesseier, prosessoperatører, vedlikeholdsansvarlige, fagspecialister og konstruktører.

– Det er en stor omstilling vi har vært gjennom. Det er mye mer krevende å produsere silisium enn ferrosilisium – det er som å balansere på Besseggen, sier Halland. Desto mer gledelig er det at oppstarten av den nye ovnen gikk etter planen. Det har vært oppsiktsvekkende lite problemer, tatt i betraktning en omstilling som gjaldt både råvarer, chargingssystem og styringssystem. Allerede den første måneden var god produksjonsmessig, forteller Halland.

Forskningsrådets initiativ

– Både SINTEF og NTNU har gitt viktige bidrag til omleggingen til mer miljøvennlige prosesser, sier prosessansvarlig for omstillingen Halvard Tveit. Tveit har vært selve bindeleddet mellom verket og forskningsmiljøene. Selv er han både konsernspecialist i Elkem og professor II ved NTNU. Han har dessuten i

en mannsalder sittet sentralt i Ferrolegeringsindustriens Forskningsforening (FFF).

Målemetodene har gjennom en årrekke vært utviklet med støtte fra Forskningsrådet, de seneste årene gjennom PROSBIO-programmet. Forskningsrådet har bidratt helt siden det innledende prosjektet startet på Elkem Thamshavn i 1987. FFF har også spilt en viktig rolle.

– Det er unikt at det har vært et så godt og langvarig samarbeid mellom konkurrerende bedrifter som i FFF. Industrien brakk nesten nakken på å utvikle hvert sitt renseanlegg på 1970-tallet. Det kom et initiativ fra Norges forskningsråd om at industrien måtte definere mer langsiktige og samtlende forskningsprogrammer, forteller Tveit. Og slik ble det.

Grundig planlegging og eget FoU-arbeid over lang tid har bidratt til en vellykket omlegging. Anlegget ved Elkem Thamshavn er et prosessmessig komplisert anlegg. Det er mange ting som må fungere sammen, forklarer Tveit.

Satt standard

Miljømålingene som har vært utført av SINTEF, er omfattende og kompliserte. Mens målekampanjene har vært planlagt et halvt år i forveien, tar selve målingen på verket typisk bare to dager. Så tar det igjen et halvt år å bearbeide resultatene, forteller Tveit.

– Disse målingene har vært så gode og avanserte at de har satt standard i EU, og ligger til grunn for de såkalte BAT-kravene (Best Available Technology). USA hadde heller ikke denne typen dokumentasjon av utslipp, og også amerikanske miljømyndigheter bruker nå målinger herfra som referanse, sier Tveit.

Minst utslipp i Europa

Miljøforbedringene er betydelige, selv om man først etter et halvt års drift



Torbjørn Halland (t.v.) og Halvard Tveit er tilfreds med omleggingen til silisiumproduksjon ved Elkem Thamshavn, som har gitt verket nytt liv og sikret arbeidsplassene. (Foto: Gunnar Nyquist)

kan dokumentere nøyaktig hvor stor gevinsten er.

– Men det er ingen forhold som så langt indikerer at Elkem Thamshavn ikke skal oppnå de målene vi hadde som utgangspunkt for prosjektet, sier Inger Johanne Eikeland, miljøansvarlig i silisiumdivisjonen i Elkem.

Hun forteller at Elkem Thamshavn har de laveste utslippene av dioksiner, NO_x og PAH (polyaromatiske hydrokarbonater i Europa.

– Konvertering av ovn 2 til silisiummetall, samt oppgradering av ovnen, gjenvinningsanlegg og renseanlegg, betyr at både spesifikke utslipp og

totale utslipp til ytre miljø reduseres. Det vil si reduserte utslipp av avgasser som CO₂ (15 prosent), SO₂ (10 prosent), NO_x, og partikler. Dessuten øker produksjonen av gjenvinningskraft med ca. fem prosent, sier Eikeland.

Produksjon av silisium er kraftkrevende. I smelteovnen er det ca 2 000 °C. Vanligvis forsvinner 50-60 prosent av den totale energien som tilføres ovnen i smelteverk, opp gjennom pipa.

Energigjenvinningsanlegget ved Elkem Thamshavn gjenvinner ca. 100 GWh, som tilsvarer forbruket til rundt 4 000 norske husstander.

Matematiske modeller skaper merverdier

Trondheim-bedriften Cybernetica AS lager «navigasjonssystemer» for industrielle prosesser som tidligere ble styrt etter kjølvannet. Det skaper merverdier for både Cybernetica og de største prosessbedriftene i Norge.

Cyberneticas forretningsidé er å levere skreddersydde styringssystemer og applikasjoner for industrielle prosesser. Hvis Cybernetica for eksempel skal levere et system for styring av polymerisasjonsprosessen i en PVC-reaktor, sørger de først for å utvikle en grundig forståelse av hvordan ulike kombinasjoner av trykk, temperatur, råstoffblandinger osv påvirker den kjemiske prosessen i reaktoren. Denne kunnskapen brukes deretter til å utvikle en modell som kan kjøres på en datamaskin, og som kan brukes til å styre produksjonsprosessen.

– Modellbasert styring gir en rekke fordeler fremfor konvensjonell og «kjølvannbasert» styring. Utbyttet fra prosessen kan bli høyere, forbruket av energi og råvarer kan bli lavere, og kvaliteten på produktene blir høyere og mer stabil. Dermed blir også økonomien bedre, forteller administrerende direktør Peter Singstad.

Cybernetica springer ut av kybernetikkmiljøet ved NTNU og SINTEF i

Trondheim, hvor forskerne blant annet har jobbet mye med å utvikle matematiske modeller, og har i løpet av fem år vokst til en bedrift med ca. ti ansatte og pene overskudd i regnskapene. I tillegg bidrar bedriften til merverdier hos kundene, som teller mange av de største og viktigste prosessbedriftene i Norge.

– Vi er nokså alene om å basere styringen på en matematisk modell som inneholder kunnskap om fysikken i hver enkelt prosess. De fleste konvensjonelle styringssystemer bygger isteden på generelle erfaringer om prosessutbyttet eller andre forhold, forteller Singstad. Prinsippet kan i parentes bemerket brukes på en lang rekke ulike prosesser – ikke bare i kjemiske fabrikker.

Fleksible styringssystemer

Cybernetica konsentrerer i dag innsatsen mot fire områder: polymerproduksjon, metallurgiske prosesser, olje og gass, samt energi og miljø. Bedriften har

utviklet generell teknologi for modellbasert styring og optimalisering som kan benyttes innen et vidt spekter av applikasjonsområder. Det må imidlertid utvikles matematiske modeller for hver type prosess. Disse modellene implementeres i modellkomponenter som lenkes inn i det generelle systemet.

– Vi har utviklet en arbeidsmetodikk i forbindelse med utvikling, implementering, testing og vedlikehold av styringssystemer som medfører at det aller meste av arbeidet kan gjøres fra våre egne kontorer, og hvor vi i stor grad baserer oss på fjernaksess til den aktuelle fabrikken. Dermed kan vi gjøre datalogging, modelltilpasning, uttesting og optimalisering i «åpen sløyfe» før vi reiser til fabrikken for å sette systemet i drift i «lukket sløyfe».

Den norske prosessindustrien har en sterk internasjonal stilling, og Cybernetica vil være med på å styrke den posisjonen ytterligere. – Derfor har vi valgt å satse primært mot selskaper

Tunge industriaktører på kundelisten

Cybernetica AS ble etablert i juni 2000 av Peter Singstad, Tor Steinar Schei og professor Bjarne Foss ved NTNUs Institutt for teknisk kybernetikk. Bedriften har blant annet følgende bedrifter på kundelisten:

Hydro Polymers (Norge og Sverige): Styring av forskjellige typer PVC-prosesser

Borealis (Sverige, Finland, Østerrike): Styring av polyetylen- og polypropylenproduksjon

Dynea (Oregon): Styring av fenolharpiks-produksjon

Eramet Norway: Styring av raffineringssystem for ferromangan

Hydro Aluminium: Utvikling av styringssystem for

elektrolyseovner

GE Healthcare: Styring av røntgenkontrastvæskeproduksjon

Statoil: Styring av gassseparasjonsprosesser på Kårstø

Hydro Olje og Energi: Styring av olje og gassseparasjonsprosesser

Kongsberg Simrad: Ut-

vikling av posisjoneringssystemet «Green DP»

I tillegg har Cybernetica jobbet med styringssystemer for ulike prosesser for avfallsforbrenning og energigjenvinning. Prosjektene ovenfor gjelder modellbasert styring, i de aller fleste prosjekter basert på ulineære fysikalske modeller.



Cybernetica har nå ti ansatte: Dr.ing. Pål Kittilsen, siv.ing. Svein Olav Hauger, dr.ing. Magne Hillestad, professor Morten Hovd, dr.ing. Halgeir Ludvigsen, dr.ing. og teknisk direktør Tor Steinar Schei, professor Bjarne A. Foss, siv.ing. Jan Gunnar Dyrset, dr.ing. Marius Støre Govatsmark, dr. ing. og adm.dir. Peter Singstad. (Foto: Birgit Rostad, SYNLIG design og foto)

prosessbedriftene. Det dreier seg om en reaktor for produksjon av fenolharpiks hos Dynea i Springfield Oregon, en reaktor for produksjon av spesial-PVC hos Hydro Polymers i Stenungsund, og et prosesstrinn i produksjonen av røntgen-kontrastvæske hos GE Healthcare på Lindesnes.

Internasjonalisering

– Vi har en strategi hvor vi satser på internasjonalisering innenfor relativt smale applikasjonsområder hvor vi utvikler høyt spesialiserte løsninger. Ett godt eksempel er samarbeidet med Dynea, som er verdens største produsent av fenolbaserte bindemidler, med et stort antall fabrikker over hele verden. Gjennom Batch-MPC har vi nå utviklet en generell løsning for styring av disse prosessene. Det første installerte systemet har allerede gitt en betydelig gevinst med tanke på produktivitet, kvalitetsvariasjoner og sikkerhet, og vi har allerede fått bestilling på å installere dette systemet på reaktor nummer to ved den samme fabrikken i Springfield.

– Dynea er også et eksempel på at prosessindustrien er blitt stadig mer spesialisert og global. Dette passer godt for Cyberneticas teknologi: Vi kan utvikle høyt spesialiserte applikasjoner basert på krevende modellutvikling og høyt FoU innhold, som siden effektivt kan tilpasses og implementeres på et stort antall liknende prosessenheter. Støtten fra Forskningsrådet har vært veldig viktig for oss, fordi det er kostbart og krevende å utvikle nye applikasjonsområder, sier Singstad.

som er godt forankret i Norge, og som samtidig har en internasjonal aktivitet. Denne strategien har vist seg å gi god uttelling både for oss og kundene, mener Singstad.

Avgjørende støtte

Grunnlaget for etableringen av Cybernetica ble i stor grad lagt gjennom PROSMAT-prosjektet REPP (Reaktorteknologi i petrokjemi- og plastindustrien). Cyberneticas første leveranse i 2001, som gikk til Hydro Polymers PVC-

fabrikk på Herøya, var en implementering av forskningsresultater som ble utviklet i REPP. Nå er Cybernetica i ferd med å avslutte det ProsBio-støttede prosjektet Batch-MPC (Model based control of batch processes), hvor det er utviklet metodikk for modellbasert styring og optimalisering av batch-prosesser. Prosjektet er gjennomført i samarbeid med Dynea, Hydro Polymers og GE Healthcare, og den nyutviklede teknologien er blitt implementert på en industriell batch-prosess hos hver av de tre

Tungt skyts mot kreftcellene

Tradisjonell strålebehandling, som foregår med lette beta-partikler og gammastråler, kan sammenliknes med å skyte med hagle mot kreftceller. Algeta ASA vil isteden bruke tunge alfa-partikler, som kan sammenliknes med kanonkuler eller dynamitt. Mens upresise hagl treffer både kreftceller og friske celler, er Algetas kanonkuler treffsikre mot kreftcellene.

Det er foreløpig ikke utviklet teknologi som gjør det mulig å bruke alfa-partikler til praktisk strålebehandling, men det pågår nå et internasjonalt kappløp på området. Den norske utviklingsbedriften Algeta ASA er det private selskapet i verden som har kommet lengst i retning av å kommersialisere bruk av alfa-partikler.

Tunge alfa-partikler har i prinsippet en rekke fordeler fremfor lette beta-



Forskerne Gro Salberg (fv.) og Jørgen Borrebæk, adm.dir. Thomas Ramdahl samt forskningsdirektør Roy H. Larsen har nylig fått norske og internasjonale investorer med på den største norske biotek-satsingen gjennom tidene. (Foto: Bjarne Røsjø)

partikler ved bruk i intern strålebehandling av kreft. Den økte treffsikkerheten mot kreftcellene fører blant annet til at færre friske celler tar skade av behandlingen, noe som reduserer bivirkningene av behandlingen.

Tester på 60 pasienter

— Vi har nå ett produkt som er i fase 2-uttesting. Det betyr at vi har gjennomført en fase I hvor vi ikke fant uventede

bivirkninger av strålebehandlingen, og nå er vi i ferd med å teste produktet på en gruppe bestående av ca 60 pasienter i Norge, Sverige og Storbritannia. Testingen foregår i samarbeid med Haukeland sykehus i Bergen, Karolinska sjukhuset i Stockholm og tre andre sykehus i Sverige, samt fire sykehus i Storbritannia, forteller Algetas forskningsdirektør Roy H. Larsen.

Det er både kostbart og tidkrevende

Alfa-partikler: Kirurgisk presisjonsbombing istedenfor haglekudd

Strålebehandling mot kreft foregår i dag ved å skyte gammastråler eller såkalte beta-partikler, dvs elektroner, mot tumorområdet for å drepe kreftcellene. Algetas teknologi går isteden ut på å bruke de mye tyngre alfa-partiklene, som er heliumkjerne bestående av to protoner og to nøytroner.

En kreftcelle må som regel treffes av mange beta-partikler for å bli satt ut av spill. I tillegg er det vanskelig å sikte inn beta-partiklene slik at de treffer presist, og tek-

nologien kan derfor sammenliknes med et haglekudd som treffer både kreftceller og friske celler i nærheten.

Til sammenlikning er ett eneste treff av en tung og

energirik alfa-partikkel som regel nok til å uskadeliggjøre en kreftcelle. Dermed blir bivirkningene mye mindre.

Alfa-partiklene har kortere rekkevidde enn beta-partiklene. Tradisjonell strålebehandling med gammastråling eller beta-partikler foregår oftest med en strålekilde som befinner seg utenfor kroppen, mens alfa-parti-

klene fortrinnsvis bør bringes så nær kreftcellene som mulig. Derfor går mye av Algetas utviklingsarbeid ut på å utvikle «missiler» som kan frakte alfa-emitterne fram til tumorer inne i kroppen.

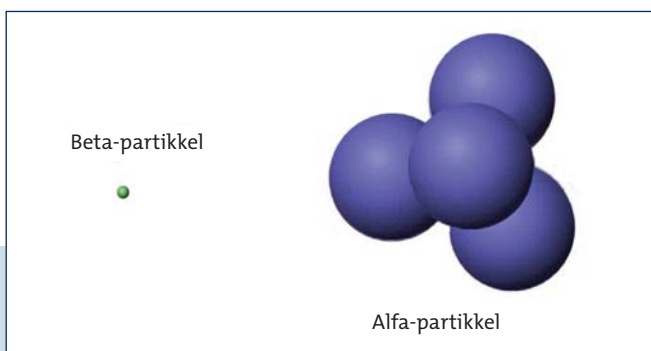
Alfa-partiklene produseres ved spaltning av ustabile (radioaktive) isotoper av grunnstoffer som radium og

å utvikle og teste nye legemidler. Etter fase 2-testingen planlegger Algeta-forskerne å kjøre en stor studie med opp til flere hundre pasienter, og deretter kan bedriften søke om markedsførings-tillatelse. – Et kommersielt produkt kan ligge om lag fem år frem i tiden.

Teknologisk forsprang

Det internasjonale markedet for legemidler og utstyr til behandling av kreft er verdt flere hundre milliarder kroner i året, og en «blockbuster» på dette markedet kan fort nå en omsetning på ca én milliard dollar eller mer per år. I løpet av de siste årene har mange internasjonale forskergrupper begynte å jobbe med alfa-partikler, og de største universitetene i USA har forskningsgrupper på området.

– Algetas fortrinn ligger i at vi har noen basale patenter som har sikret oss en teknologi som er enklere å kommersialisere. Dessuten jobber konkurrentene våre med kostbare isotoper, mens vi har en rimeligere teknologi som egner seg godt for oppskalering, mener Larsen.



Alfa-partikkelen er en heliumkjerne med to protoner og to nøytroner. Massen er ca 7 300 ganger større enn beta-partikkelen, som er et elektron. (Illustrasjon: Algeta ASA)

bly – disse kalles *alfa-emittere*. Et typisk «missil» i Algetas terapi vil derfor bestå av et bæremolekyl hvor det er festet et radioaktivt radium- eller bly-atom. Bæremolekylet kan for eksempel være et monoklo-

nalt antistoff som har en spesiell evne til å feste seg på overflaten av kreftceller. Dette bæremolekylet kan injiseres i en blodåre, og vil deretter finne veien av seg selv frem til de kreftcellene som skal bekjempes.

Bekjemper flere krefttyper

De pågående fase 2-forsøkene omfatter pasienter som har langt fremskreden sykdom. De fleste har såkalte skjelettmetastaser, i dagligtalen kalt «spredning», etter å ha blitt rammet av brystkreft eller prostatakreft.

Pasientene i forsøket behandles samtidig med standard ekstern strålebehandling og alfa-partikler fra Algeta ASA. Hensikten er blant annet å undersøke om alfa-partiklene gir gunstige effekter i form av forlenget levetid eller reduserte smerter.

– Vi kommer til å gjennomføre flere fase 2-studier, med sikte på å utforme en optimal fase 3-studie når vi kommer så langt, forteller forsker Gro Salberg.

Mens de ovennevnte fase 2-forsøkene handler om å ta knekken på metastaser i skjelettet, arbeider bedriften også med å utvikle en terapi mot metastaser på bukholens overflater. Slike metastaser vil ofte feste seg på bukholeorganenes overflathinner, hvor de kan bekjempes med målrettede legemidler.

Største norske biotek-satsing

Algeta gjennomførte i begynnelsen av september en emisjon på 185 mill. kroner. Dette er den største venturefinansieringen i et unotert biotekselskap i Norge noensinne.

Midlene skal brukes til videre utvikling av Algetas ledende produktkandidat Alpharadin for behandling av prostatakreft. Produktet er basert på radium-223, et radioaktivt stoff som inne i kroppen sender ut alfastråling direkte mot kreftsvulstene i skjelettet.

Prostatakreft er den hyppigste kreftformen blant menn i den vestlige verden. Hvert år oppdages over 3 000 nye tilfeller hos norske menn, og flere enn 1 000 dør årlig av sykdommen. Tilsvarende tall for EU er 145 000 nye tilfeller og 56 000 dødsfall.

Tre internasjonale venturefond, som hittil ikke har investert i Norge, var sentrale i emisjonen på 185 mill. kroner. Dette er HealthCap fra Stockholm, Advent Venture Partners fra London og SR One fra Philadelphia i USA. Også eksisterende aksjonærer som Selvaag Venture Capital, NorgesInvestor, Marlin Verdi AS med flere deltok i kapitalutvidelsen.

Støttet av Forskningsrådet

Algeta ASA ble etablert i 1997 med navnet Anticancer Therapeutic Inventions AS av Roy Hartvig Larsen og professor Øyvind Sverre Bruland. Larsen hadde erfaring med alfa-emittere fra Universitetet i Oslo og Duke University i USA. Bruland er professor i onkologi med erfaring og praksis fra Radiumhospitalet og Universitetet i Tromsø. Bedriften skiftet navn til Algeta ASA i 2003. Bedriften har i dag ti ansatte internt, og samarbeider tett med forskere blant annet på Radiumhospitalet og Veterinærhøgskolen, i tillegg til de involverte sentrene i fase 2-testingen.

Algetas forskningsprosjekter har fått økonomisk støtte fra Norges forskningsråd gjennom MEDKAP-programmet, PROSBIO-programmet og SkatteFUNN-ordningen.

Milliardavkastning på brukerstyrt forskning

Offentlig støtte til brukerstyrt forskning er svært god butikk. De ca. 500 millioner kronene som Forskningsrådet brukte på brukerstyrte prosjekter fra 1995 til 2000, utløste ytterligere 1,3 FoU-milliarder fra næringslivet. Og *avkastningen* av de samme prosjektene var i 2004 kommet opp i 2,8 milliarder.

Det viser studier som professor Arild Hervik ved Møreforskning har utført for å måle resultatene av forsknings- og utviklingsaktiviteter i et tusentall norske bedrifter som har fått støtte av Forskningsrådet.

Mye av den brukerstyrte forskningen i denne perioden var støttet gjennom forgjengeren til PROSBIO – PROSMAT-programmet. Mange av aktivitetene hadde igjen sitt opphav i EXPOMAT-programmet.

Stein på stein

Det er nettopp dette som er typisk for industriell forskning og utvikling. Man bygger stein på stein og opparbeider kompetanse, for så å hente ut kommersielle verdier i form av nye produkter, prosesser og tjenester. Det kan derfor ta lang tid før avkastningen kan måles i bedriftsregnskapene.

Industriell forskning handler også om å sikre konkurransekraft – og dermed bedriftens eksistens – innenfor dens virksomhetsområder.

– Prosjekter som gjennomføres med støtte fra Forskningsrådet skal i utgangspunktet være høyrisikoprojekter med muligheter for stor verdiskaping dersom de er vellykket. Men da ligger det i sakens natur at en stor del av prosjektene ikke vil gi umiddelbar økonomisk gevinst, sa Arild Hervik til forskning.no da rapporten ble presentert. Han understreket at dette ikke betyr at prosjektene har vært bortkastet.

– Bedriftene har opparbeidet en bedre kunnskapsbase, de har fått utviklet sine nettverk, og de har forbedret

forståelsen for kunnskapsutvikling. Det gjør dem bedre i stand til å identifisere behov for omstilling og til å finne frem til nye produkter som kan gi høy av-

kastning. De blir enkelt og greit bedre i stand til å møte konkurransen i markedet, sier Hervik.

Få store dominerer

I Herviks studie viste det seg at ti av prosjektene sto for tre firedeler av den totale verdiskapingen, mens 182 prosjekter ennå ikke hadde resultert i noen verdiskaping.

Hver tiende bedrift oppga i undersøkelsen at de har oppnådd



Kunnskapsbasert næringsutvikling handler ofte om løpende FoU-prosesser hvor teknologi og produkter utvikles gradvis. Her representert ved Arvid Jørgensen (øverst til venstre), Karin Øyaas og John Mosbye (Foto: Rune Petter Ness og Werner Juvik)



betydelige miljøforbedringer og bedre utnyttelse av naturressursene som følge av prosjektene.

Redusert satsing utløser mindre midler

Avslutningen av PROSMAT og etableringen av PROSBIO falt sammen med kutt i offentlige midler til brukerstyrt næringslivsforskning. Herviks tall viser at dette også fører til mindre FoU-investeringer fra næringslivet selv.

Fra 1999 til 2003 falt næringslivets

egne investeringer i brukerstyrte prosjekter fra 1 010 til 740 millioner kroner pr. år. Men ikke bare det. I 2003 falt også næringslivets finansieringsandel i brukerstyrte prosjekter fra et stabilt nivå på 64-65 prosent til 59,7 prosent.

Hver tredje krone til FoU-kjøp

Gjennom mange år har omlag en tredel (32 prosent) av de totale kostnadene i brukerstyrte prosjekter gått til innkjøp av FoU. For perioden 1995-2000 tilsvarer dette til sammen over 400 mil-

lioner kroner. Dette er en betydelig finansieringskilde for å opprettholde våre viktige nasjonale kompetansemiljøer.

NTNU/SINTEF-forskere i boka Norge 2020

«Ingen programmer har gitt så synlige og målbare resultater»

«Ingen programmer har gitt så synlige og målbare resultater som de store, brukerstyrte forskningsprogrammene»

Det er en av konklusjonene i boka *Norge 2020*, som oppsummerer et næringspolitisk prosjekt i regi av NTNU og SINTEF. Man har studert suksesshistorier i disse miljøenes store prosjektportefølje og hvilke trekk ved forskningsprogrammer og samarbeidsformer som fremmer gode resultater.

I artikkelen *Hvilke virkemidler virker best?* trekker forfatterne Gunnar Sand, Stein Karlsen, Per Morten Schiefloe, Tone Merethe Berg Aasen og Rudie Spooren fram PROSMAT-programmet (1996-2001)

som et godt eksempel på et vellykket brukerstyrt program.

– Resultatene av PROSMAT kan måles langs flere akser. Viktigste er antakelig programmets bidrag til utviklingen av bedriftenes kjernevirksomhet. I ettertid har disse rapportert at programmet ga 200 nye produkter, 500 nye eller forbedrede prosesser og bidro til å åpne 40 nye forretningsområder. Det ble født ti nye bedrifter som resultat av PROSMAT, skriver de. Forfatterne minner også om programmets akademiske side, med 90 avlagte doktorgrader og 550 artikler i tidsskrifter med referee.

Erfaringene

Her er noen andre konklusjoner i artikkelen:

- Store, grunnleggende forskningsprogrammer rettet mot fagområder hvor Norge har eller kan utvikle fortrinn, kan gi grensesprenkende resultater og legge grunnlaget for helt ny næringsvirksomhet. Men slike satsinger krever tålmodighet.

- Etablerte bedrifter og tradisjonsrike industrielle miljøer har en forbløffende evne til fornyelse og omstilling. Ofte skjer fornyelsen i det stille.

- Det er lettere å utvikle eksisterende bedrifter enn å starte nye.

- Langsiktig partnerskap mellom industri og kunnskapsmiljøer gir resultater. Strategisk innsyn begge veier gjør at kunnskapsmiljøene kan posisjonere seg for bedriftens fremtidige

utfordringer, mens bedriften får bedre innsyn i kunnskapsutviklingen og mulighetene.

- SkatteFUNN virker.

Økonomiske insentiver får flere bedrifter til å bruke mer penger på FoU.

- Resultatene av forskning kommer ikke bare på bunnlinjen og ikke bare hos bedriftene.

- Virkemiddelapparatet har ikke alltid lært av egne suksesser. Prioriteringene i forskningspolitikken går ofte på tvers av erfaringene om hva som virker.



PROSBIO – Innovasjonsprogrammet prosess- og biomedisinsk industri

Norges forskningsråd

Norges forskningsråd
Stensberggt. 26
Postboks 2700
St. Hanshaugen
0131 Oslo

Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
E-post: post@forskningsradet.no

www.forskningsradet.no
program.forskningsradet.no/prosbio/

Norges forskningsråd©2005