



Programplan 2007 – 2016 NANOMAT

Stort program
Nanoteknologi og nye materialer, nanovitenskap og integrasjon

Store
programmer

Forskningsrådets
satsing på nasjonalt
prioriterte områder

Nanoteknologi og nye materialer nanovitenskap og integrasjon – NANOMAT

NANOMAT skal bidra til at Norge fremstår som en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer. Programmet skal gi grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og bærekraftig fornyelse av norsk industri.
Programperiode 2002 - 2016.

Nanoteknologi og nye materialer nanovitenskap og integrasjon

Programplan 2007 - 2016

Divisjon for store satsinger

© Norges forskningsråd 2007

Norges forskningsråd
Postboks 2700 St. Hanshaugen
0131 OSLO
Telefon: 22 03 70 00
Telefaks: 22 03 70 01
bibliotek@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no/

Publikasjonen kan bestilles via internett:
www.forskningsradet.no/publikasjoner

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag:
Foto/ill. omslagsside: Piotr Rotkiewicz
Trykk:
Opplag: 500

Oslo, juni 2007
ISBN 978-82-12-02423-6 (trykksak)
ISBN 978-82-12-02424-3 (pdf)

Nanoteknologi og nye materialer
nanovitenskap og integrasjon
Programplan 2007 - 2016

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	3
2	Bakgrunn.....	4
3	Perspektiver på forskningen	5
4	Analyse av status og kunnskapsmessige utfordringer	8
5	Visjon og mål	12
6	Prioritering av forskningsoppgaver / tematiske satsingsområder / nasjonal arbeidsdeling.....	15
7	Støtteformer og spesielle tiltak.....	16
	<i>7.1 Prosjekttyper</i>	<i>18</i>
	<i>7.2 Oppfølging av prosjekter.....</i>	<i>18</i>
	<i>7.3 Strategiske tiltak.....</i>	<i>18</i>
8	Helse, miljø, risiko, jus, etikk og samfunn	20
9	Kommunikasjon, informasjon og formidling	21
10	Organisering	23
11	Tidsperspektiv og overordnede budsjettmessige prioriteringer	24
12	Evaluering og oppfølging av programmet	25

Godkjent i Divisjonsstyret i store satsinger desember 2006

I Sammenheng

Programplanen er programstyrets viktigste styringsverktøy. Målgruppen er søkerne til NANOMAT-programmet, Forskningsrådet, departementene og den offentlige arena som politikere og presse.

Programplanen er basert på foresight-studien "Avanserte materialer Norge 2020"¹, "Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi (nanoVT)"² og "Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn – Nasjonale forsknings- og kompetansebehov"³. Den foreliggende planen, med et perspektiv fra 2007 til 2016, innebærer en kraftig revisjon av den opprinnelige programplanen som hadde et perspektiv fra 2002 til 2006.

Visjon

Norge skal være en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT skal legge grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og gi en bærekraftig fornyelse av etablert norsk industri.

Kompetanseoppbygging og infrastrukturtiltak har vært prioritert i NANOMATs første programperiode 2002-2006. 81 % av bevilgningene er gått til forskerdrevne prosjekter og 19 % til innovasjonsdrevne prosjekter. Det er i samsvar med vilkårene for finansieringen av NANOMAT. En 50/50-fordeling i 2010 mellom forskerdrevne og innovasjonsdrevne prosjekter krever en ytterligere økning i bevilgningene fra Fondsmidlene og fra Nærings- og handelsdepartementet (NHD).

NANOMAT vil i perioden 2007-2016 satse på:

- Tematiske områder (prioritert rekkefølge): Energi og miljø, IKT inklusive mikrosystemer, helse og bioteknologi, hav og mat
- Kompetanseområder (alfabetisk rekkefølge): Bionanovitenskap og bionanoteknologi; etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter inklusive helse, miljø, sikkerhet, risiko; fundamentale fysiske og kjemiske fenomener og prosesser på nanometernivå; grenseflate- og overflatevitenskap og katalyse; komponenter, systemer og komplekse prosesser som utnytter nanoVT; nye, funksjonelle og nanostrukturerte materialer
- Infrastruktur og koordinering av verktøyplattformer med avansert vitenskapelig utstyr

I dag er det en kunnskapskløft mellom resultater oppnådd i laboratorieskala og bruk av nanoVT i industrielle produkter. For å bygge bro kreves forskning på tilhørende prosesser, modellering og metoder samt etablering av anvendelsessentre og engineering. NANOMAT skal i perioden 2007-2016 ta hånd om denne integrasjonen i nær kontakt og samarbeid med andre programmer i Forskningsrådet.

For å kunne gjennomføre planer og foreslåtte tiltak i denne programplanen, kreves langsiktighet og større bevilgninger til NANOMAT. Frem til 2016 bør det årlige budsjettet for NANOMAT nå 250 millioner kroner. Reduserte midler i forhold til forslagene i denne programplanen vil føre til at færre tematiske områder og færre kompetanseområder blir prioritert og at oppbygging av infrastruktur og koordinering av verktøyplattformer blir redusert.

¹ "Avanserte materialer Norge 2020 – Vår utfordrende nano- og materialfremtid", Forskningsrådet 2005

² Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi. Overlevert fra arbeidsgruppe til Forskningsrådet 11.8.06

³ Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn – Nasjonale forsknings- og kompetansebehov. Rapport utarbeidet av Forskningsrådet, Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi (NENT) og Teknologirådet. Forskningsrådet, februar 2005.

2 Bakgrunn

Nanovitenskap og nanoteknologi (nanoVT) handler om tilsiktet kontroll av materialer og prosesser på atomær og molekylær skala. NanoVT åpner mulighet for økt verdiskaping, bærekraftige løsninger og bedre forståelse av naturen. Innovasjoner knyttet til nye materialer⁴ er ofte en forutsetning for fremskritt innen energi og miljø, IKT, helse og bioteknologi, havbruk og mat. Norge har et godt utgangspunkt for å bli konkurransedyktig innen flere nisjer, både ut fra våre naturgitte ressurser, sterke næringssektorer og vår forskningskompetanse.

Målet for satsingen på nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon av ny teknologi i produkter og prosesser (NANOMAT "fase 2") er å legge grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og gi en bærekraftig fornyelse av etablert norsk industri⁵.

Siden oppstarten i 2002 har NANOMAT fokusert på:

1. Styrking av grunnforskning⁶ innen nanoteknologi og nye materialer samt investeringer i vitenskapelig utstyr
2. Finansiering av prosjekter i hovedsak innen temaene:
 - o Funksjonelle materialer⁷ og nanoteknologi innen energiteknologi
 - o Funksjonelle materialer og nanoteknologi innen elektronikk, optikk og kommunikasjon
 - o Nanostrukturerte materialer og overflater

Forskningsrådet vil gjennom denne revisjonen av NANOMAT-programmet følge opp hovedtrekkene i den nasjonale strategien for nanoVT. NanoVT-forskningen må styrkes innen utvalgte områder for å etablere internasjonalt ledende miljøer. Revisjonen av NANOMAT-programmet følger også opp anbefalingene i foresight-studien om materialer. Nanoteknologi kan styrke den tradisjonelle materialforskningen og bidra til at konkurransekraft opprettholdes i et marked der Norge er en stor produsent og avansert bruker av materialer. Nye teknologier som utvikles i NANOMAT, må integreres i industrielle anvendelser.

Nanovitenskap og nanoteknologi er i fokus internasjonalt. EU har for eksempel det tematiske området "Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies (NMP)" i 6. og 7. rammeprogram. I EUs 7. rammeprogram som startet ved utgangen av 2006, dekker NMP nanoteknologi og nanovitenskap, materialer, ny produksjon og integrasjon av nanoteknologier, materialteknologier og produksjonsteknologier for industrielle anvendelser⁸.

Andelen nanoteknologi i utvalgte produkter kan være en liten, men ofte svært viktig del for å oppnå markedsgevinster. I dag er det en kunnskapskløft mellom resultater oppnådd i laboratorieskala og integrasjon i det endelige produktet. Dette krever også forskning på tilhørende prosesser, modellering og metoder, etablering av anvendelsessentre og engineeringtiltak. Ved revisjonen av NANOMAT er denne integrasjonen ivaretatt.

⁴ <http://www.apollon.uio.no/vis/art/2001/1/funmat>: "Nye materialer for framtidens IKT-systemer, materialer som kan brukes i medisin og bioteknologi", samt nye materialer for energi- og konstruksjonsformål.

⁵ Eksempel: <http://www.tu.no/nyheter/arbeidsliv/article31214.ece>: Bedre kontroll av nanostrukturer i aluminium vil forbedre metallens styrkeegenskaper

⁶ Forskerprosjekter utgjør 80 % av bevilgningene for perioden 2002-2006

⁷ <http://www.funmat.no/>: "Funksjonelle materialer har helt spesielle kjemiske eller fysiske egenskaper. De kan brukes som membraner, katalysatorer, tynne filmer, halvledere, sensorer og mye mer. Utnyttes til andre formål enn konstruksjonsformål" (jf. punkt 5)

⁸ EU 7th framework programme: Theme 4, Working document for the NMP work programme, Oct. 11th, 2006

Ny kompetanse er bygd opp siden oppstarten av NANOMAT i 2002, og Norge fremstår som en interessant samarbeidspartner i det internasjonale forskningsrom. Innen det tematiske området NMP er suksessraten ved utlysninger økt fra 12 % i 2003 til 21 % i 2005.

Samtidig har forskere som nasjonalt oppnår støtte til sine prosjekter gjennom NANOMAT, i betydelig grad oppnådd finansiering i EUs 6. rammeprogram innen "Sustainable energy". Fortsatt god deltakelse i EUs rammeprogrammer er viktig for norsk forskning.

NANOMAT ble startet i 2002 som et grunnleggende program med midler fra Forskningsfondet for perioden 2002-2006. Kunnskapsdepartementet⁹ bevilget midler fra 2003 og Nærings- og handelsdepartementet fra 2004.

NANOMAT har siden starten og frem til september 2006 bevilget og gitt tilsagn om støtte til over 75 prosjekter. De finansierer 44 doktorgradskandidater og 57 postdoktorstipendiater. Disse personene betyr en verdifull tilvekst til de norske forskningsmiljøene.

Finansieringen av innovasjonsrettede prosjekter har økt siden 2004. Dette har medført en stigende interesse fra industrien:

I 2004 deltok 6 nye industribedrifter på kompetanseprosjekter med brukermedvirkning (KMB) og på brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP) finansiert av programmet. Dette tallet økte til 11 i 2005 og til 21 per juni 2006.

Nøkkeltall for NANOMAT for perioden juni 2002-juni 2006:

• Vitenskapelige utgivelser:	
○ artikler i vitenskapelige tidsskrift med referee:	209
○ artikler i andre vitenskapelige tidsskrifter, bøker, publikasjoner foredrag fra internasjonale møter, andre rapporter og foredrag:	305
• Resultatformidling (formidlingstiltak mot relevante målgrupper, allmennrettede formidlingstiltak, oppslag i massemedia):	60
• FoU-resultater (nye metoder, modeller, prototyper):	10
• Kommersielle resultater (nye prosesser, patenter/patentsøknader):	4
• Innføring av teknologi (samarbeidende bedrifter og bedrifter utenom prosjekter):	3

Utarbeidelse av programplanen for 2007-2016 medfører en større revisjon av programplanen for 2002-2006¹⁰.

3 Perspektiver på forskningen

Nanovitenskap og nanoteknologi (nanoVT) har potensial til å gi tilsvarende samfunnsmessige endringer som den første industrielle revolusjonen. Et spesielt trekk ved nanoteknologi er dens **generiske** karakter; den vil kunne ha innvirkning på nær sagt alle samfunnsområder, og omtales i mange sammenhenger som den neste industrielle revolusjonen¹¹.

Nanodimensjonen dekker kjemiske bindinger, molekylære og atomære fenomener innen kjemi og fysikk. Den omfatter videre byggeklosser og sentrale elementer av biologiske

⁹ Tidligere: Utdannings- og forskningsdepartementet

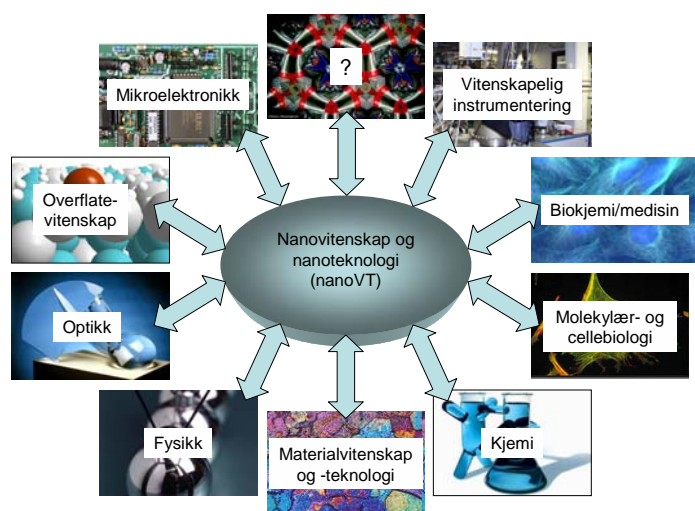
¹⁰ NANOMAT programplan 2002-2006, revidert desember 2003

¹¹ Sitat fra president Bill Clinton, USA, Jan. 21st 2000 ved lansering av National Nanotechnology Initiative: Leading to the next industrial revolution.

makromolekyler og strukturer som igjen bygger opp under genteknologi, cellebiologi og nevroinformatikk (se figur 1).

Nanofeltet kan gi nye muligheter innenfor naturvitenskap, medisin og teknologi, og dermed også for næringsliv og verdiskaping.

I denne programplanen avgrenses nanoVT fra tradisjonelle disipliner og teknologi gjennom de temaer som trekkes frem og gjennom den vitenskapelige tilnærming som legges i å forstå og utnytte fenomener som oppstår på nanometerskala.



Figur 1. Nanovitenskap og nanoteknologi (nanoVT) er basert på de fleste naturvitenskapelige disipliner, og vil være nyttige eller relevante for fortsatt utvikling av disse disiplinene. NanoVT krever stor grad av tverrfaglighet og konvergens mellom disiplinene.

Forskningsmeldingen "Vilje til forskning" påpeker at nanoteknologi og nye materialer vil kunne gi teknologiske gjennombrudd på områder som datateknologi, telekommunikasjon, utnyttelse av fornybar energi, intelligente sensorer og medisinsk utstyr. Av slike nye materialer kan nevnes nanostrukturerte materialer, som kan omfatte både funksjonelle og strukturelle materialer.

Videreutvikling av dagens materialer for å få bedre egenskaper med mindre forbruk av råstoffer og energi, samt utvikling av nye materialer fra atom- og molekylnivå, anses å være en nødvendig forutsetning for å vinne frem i et konkurranseutsatt, internasjonalt marked. Vi har dermed behov for en langsiktig forsknings- og næringsmessig satsing i Norge, ikke bare på de felt som kjennetegner dagens næringsliv, men også på områder av en potensiell, men mer usikker, fremtidig næringsmessig betydning. Dette forutsetter grunnleggende kunnskap innen nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon av ny kunnskap for å komme fra laboratorium til marked.

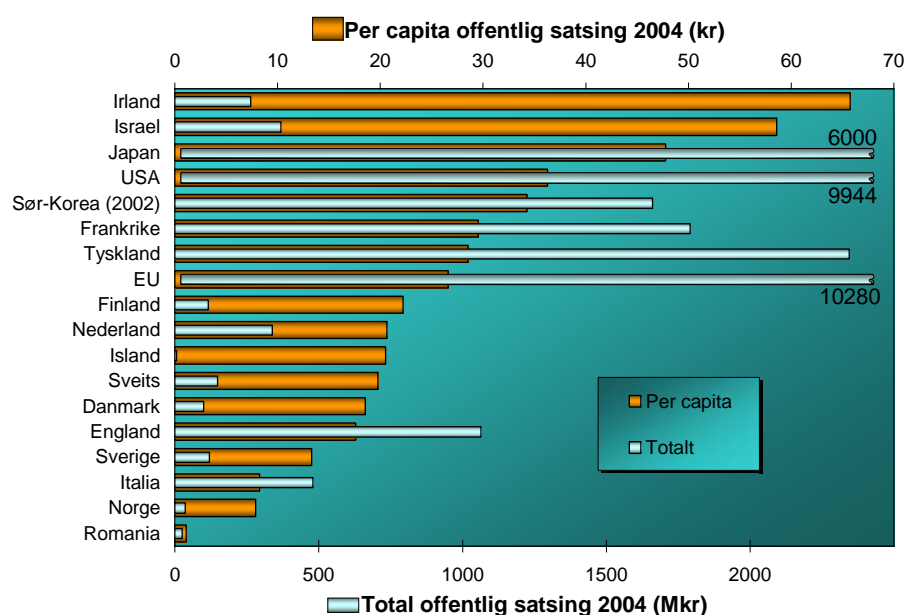
NanoVT gir store muligheter, men innebærer også et ansvar for å forvalte ny kunnskap og ny teknologi til samfunnets og fellesskapets beste. Forskningsrådets rapport om nanoteknologi og helse, miljø, etikk og samfunn¹² peker på flere viktige problemstillinger knyttet til etiske,

¹² Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn – Nasjonale forsknings- og kompetansebehov. Rapport utarbeidet av Forskningsrådet, Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi (NENT) og Teknologirådet. Forskningsrådet, februar 2005.

juridiske og samfunnsmessige aspekter. Forskning og kompetansebygging på dette feltet er nødvendig for å forstå hvorvidt og hvordan nanoVT er et felles gode, og hvordan den kan tas i bruk sikkert og uten skadeeffekter på helse og miljø.

Bare 0,3 % av forskningsinnsatsen i verden utføres i Norge¹³. Nanovitenskap og nanoteknologi (nanoVT) har et stort potensial for fremtidig industrivekst. Derfor bør den norske satsingen innen nanoVT være større enn det norske gjennomsnittet av verdens forskning. Norsk nanoVT må raskt finne konkurransedyktige nisjer med potensial for ny erkjennelse og verdiskaping.

En sammenlikning av ulike lands satsing på nanoVT og nye materialer viser store forskjeller (se fig. 2). **Den nåværende norske satsingen er beskjeden**, også målt per innbygger. Den positive holdningen spesielt til nanovitenskap og nanoteknologi i Norge de siste årene, forventes å gi en økt offentlig satsing i tråd med det Forskningsmeldingen legger opp til.



Figur 2. Offentlige bevilgninger til nanoVT per capita (kroner per år) og totalt (millioner kroner per år)

Irland har verdens største offentlige satsing på nanoVT målt per capita (European Commission 2004¹⁴; 2005¹⁵). Med utgangspunkt i ”Statement on Nanotechnology”¹⁶ fokuserer landet spesielt på elektronikk, fotonikk, farmasi, medisinsk teknologi, matproduksjon, polymerer og plast samt konstruksjonsmaterialer. Irlands sterke industrielle vekst, med et betydelig innslag av store internasjonale konsern, ventes å fortsette grunnet klare strategiske mål og gunstige statlige rammebetingelser¹⁷.

Flere initiativer er tatt for å få internasjonale selskaper til å etablere FoU-virksomhet i Norge. En rekke gode eksempler finnes innen olje- og gassutvinning hvor Norge har kompetanse av høy internasjonal klasse. Vår organisering av FoU kan også virke tiltrekkende på internasjonale aktører. I Norge arbeider vi i flerfaglige team og får satt brikkene på plass i et komplisert system som fullt ut leverer det kunden forventer¹⁸.

¹³ OECD Main Science and Technology Indicators for 2004, bind 2006-1

¹⁴ European Commission, *Towards a European strategy for nanotechnology*, 2004

¹⁵ European Commission, *Some figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond*, 2005

¹⁶ Irish Council for Science, Technology and Innovation. ICSTI Statement on. Nanotechnology. 2004

¹⁷ IDA Ireland (Industrial Development Agency) <http://www.idaireland.com/home/index.aspx>

¹⁸ Bjarne Skeie, Hydralift (gründer; - leverandør til offshoreindustrien)

”Norway Exports. Inventing in Norway”¹⁹ viser at nanoteknologi allerede benyttes av en del norske bedrifter i dagens og morgendagens produkter. Størst oppmerksomhet har nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer i næringsrettede FoU-institutter som SINTEF, Institutt for energiteknikk (IFE) og Papir og fiberinstituttet (PFI) og de største universitetene Universitetet i Oslo, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet og Universitetet i Bergen.

Om rammebetingelsene legges til rette, kan derfor fagområdene i NANOMAT danne grunnlag for nye innovasjoner og gi næringsvekst. Den kan bli av samme størrelse som leverandørindustrien til olje- og gassvirksomheten til havs.

4 Analyse av status og kunnskapsmessige utfordringer

4.1 Norges forskningsråd og andre støtteordninger

Norges forskningsråd startet i 2002 programmet ”Nanoteknologi og nye materialer – NANOMAT” som en følge av FUNMAT- initiativet²⁰. Totalt disponerte NANOMAT omlag 337 millioner kroner til prosjekter i den første perioden 2002-2006. Budsjettet i 2006 var 76 millioner kroner.

Rundt 30 % av prosjektene i NANOMAT kategoriseres som nanoVT. Programmet har så langt prioritert nye materialer, særlig funksjonelle materialer. Det er vanskelig å angi nanoVT-andelen nøyaktig, siden dette fagområdet griper så tett inn i materialområdet. Oppbygging av ny kunnskap i forskningsmiljøene har i NANOMATs første programperiode vært mest vektlagt.

Den totale satsingen innen nye materialer og nanoteknologi gjennom Norges forskningsråd var i 2005 ca. 140 millioner kroner. Norsk forskning på nanoVT, nye materialer og integrerte prosesser finansieres i tillegg gjennom Innovasjon Norge, nordiske midler og midler fra EU.

Fagområdene nanoVT, nye materialer og integrasjon favner meget bredt, og NANOMAT alene kan ikke ivareta bredden i forskningen. Forskningen ivaretas innenfor en rekke av Forskningsrådets andre programmer og ordninger. De største utfordringene for NANOMAT fremover blir:

- *Prioritere områdene der ny kunnskap fremdeles skal bygges opp*
- *Bidra til at ny kunnskap tas fra laboratorieskala frem til markedsintroduksjon*
- *Videreutvikle tverrfaglig samarbeid med andre programmer i Forskningsrådet*

4.2 Forsknings- og utdanningsinstitusjonene

Evalueringer av fagene kjemi²¹ og fysikk²² i Norge på slutten av 1990-tallet viste at vi har enkelte sterke fagmiljøer. Men det var grunn til bekymring for det generelle nivået på forskningen med hensyn på kvalitet, tilgang på vitenskapelig infrastruktur og økonomiske bevilgninger. Det ble anbefalt å øke innsatsen på enkelte prioriterte områder basert på etablert kompetanse og nasjonale behov, og å øke den nasjonale arbeidsdelingen.

¹⁹ Norway Exports: Research and development. Inventing in Norway. Vol. 2006, no 3 (May 2006)

²⁰<http://www.funmat.no/> Institutt for Energiteknikk (IFE), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), SINTEF og Universitetet i Oslo (UiO), fremmet i februar 2001 initiativ til Regjeringen om en koordinert, integrert nasjonal satsing innen funksjonelle materialer og nanoteknologi. Vektlegging av energi, miljøvennlig prosesseteknologi, mikrosystemer og biokompatible materialer.

²¹ Chemistry Research at Norwegian Universities and Colleges, 1997

²² Physics Research at Norwegian Universities, Colleges and Research Institutes, 2000.

Gjennom FUNMAT-initiativet gikk UiO, NTNU, SINTEF og IFE sammen om å gjøre faglige prioriteringer i et forpliktende nasjonalt samarbeid. FUNMAT-konsortiets store prosjekter oppnådde svært gode resultater ved referee-vurderinger i NANOMAT- programmet i den tidlige fasen. Fagmiljøene fikk økonomiske rammebetingelser som satt dem i stand til å bygge opp robuste faglige grupper. Flere av fagmiljøene har oppnådd høy faglig kvalitet bl.a. målt gjennom publisering i høyt rangerte internasjonale tidsskrifter. De har også hatt stor suksess i konkurransen om økonomisk støtte fra virkemidler som STORFORSK og Yngre Fremragende Forskere (YFF) og til dels innenfor utvelgelsen av Sentre for fremragende innovasjon (SFI) og Sentre for fremragende forskning (SFF).

Forskningsinstitusjonene har selv gjort betydelige **prioriteringer** i form av interne strategier og bevilgninger som klart viser at de anser nanoVT som svært viktig for fremtidig kunnskapsutvikling og teknologi, og dermed for fremtidig næringsliv. Tabell 1 viser prioriteringene som er gjort ved de største FoU-institusjonene Universitetet i Oslo (UiO), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Universitetet i Bergen (UiB), SINTEF og Institutt for energiteknikk (IFE)^{23,24}.

Tabell 1. Prioriterte aktiviteter innen nanoteknologi, nanovitenskap og nye materialer ved NTNU, UiO, UiB, SINTEF og IFE.

NTNU	UiO	UiB	SINTEF	IFE
<ul style="list-style-type: none"> • Nano-elektronikk, nanofotonikk, nanomagnetisme • Nanostrukturerte materialer • Bionanoteknologi • Nanoteknologi for energi og miljø • Funksjonelle materialer • Polymerer og kompositter 	<ul style="list-style-type: none"> • NanoVT for energiteknologi • NanoVT for olje, gass og miljøteknologi • NanoVT for IKT • NanoVT for medisin og helse • NanoVT i relasjon til etikk og lov • Funksjonelle materialer • Materialer for energiteknologi • Materialer for olje, gass og miljø • Materialer for IKT 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanoprosess • Nanobio • Grunnleggende nanoVT • Funksjonelle materialer inkl. biomaterialer • Katalysatorer • Energi-konvertering og materialer 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanopartikler, spesiell fokus: <ul style="list-style-type: none"> - kontrollert frigjøring av komponenter - belegging • Nye, smarte materialer, spesiell fokus: <ul style="list-style-type: none"> - katalyse • Sensorer basert på mikro/nano-systemteknologi inkl. biosensorer • Oppbygging av bionanorelatert kompetanse • HMS og etikk • Funksjonelle materialer; <ul style="list-style-type: none"> - økt funksjonalitet innenfor alle områder • Karbonmaterialer; <ul style="list-style-type: none"> - karbon-nanorør, katalyse og separasjon 	<ul style="list-style-type: none"> • Nanostrukturerte materialer • Komplekse og myke materialer, fluider • Selvorganisering av nanopartikler • Målsøkende nanomaterialer som sporstoffer, og innenfor korrosjonsinhibisjon og overflate-modifikasjon • Funksjonelle materialer • Materialer for energi

²³ Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi. Overlevert fra arbeidsgruppe til Forskningsrådet 11.08.06

²⁴ "Avanserte materialer Norge 2020 – Vedlegg 1: Materialforskning i Norge" Forskningsrådet, mai 2006

Den norske satsingen i nanoVT og nye materialer foregår fremdeles i stor grad ved institusjonene som deltar i FUNMAT, men den faglige bredden går utover det fokuserte materialinitiativet. Foresight-studien om materialer gir en mer utførlig beskrivelse av forskning på materialområdet.

Samlet har IFE, NTNU, SINTEF og UiO mottatt rundt 80 % av de samlede prosjektbevilgningene i NANOMAT på 337 millioner kroner i den første programperioden 2002-2006. Nesten 49 % av dette beløpet går til prosjekter innen FUNMAT-området.

Forskningsinstitusjonene har tatt nasjonale initiativer knyttet til mikroteknologi, funksjonelle materialer og funksjonell genomikk. Det har resultert i oppbygging av infrastruktur og kompetanse på disse feltene i de siste årene. Selv om oppbyggingen ikke er direkte relatert til nanoVT, danner disse satsingene en påkrevd basis for å kunne utvikle nanoVT i Norge. Det kan være på områder som avhenger av nye materialer, men er innrettet mot IKT og mikrosystemer eller bioteknologi og medisin.

Det foreligger nå to store satsinger på nanoVT-**infrastruktur** i Norge: MiNaLab/SMN i Oslo som åpnet i 2004, og NTNU NanoLab i Trondheim som er under etablering²⁵. Aktiviteten ved MiNaLab/SMN omfatter funksjonelle materialer, mikro- og nanoteknologi der SINTEF konsentrerer seg om industrielle anvendelser. NTNU NanoLab etableres som laboratorier med nanoteknologisk infrastruktur for syntese og definisjon av nanostrukturer med kjemiske, fysikalske og biologiske metoder samt karakterisering av nanostrukturer. Laboratorier ved Høgskolen i Vestfold blir etablert for å bygge mikrosystemer. Jeep II-reaktoren ved IFE utgjør en viktig infrastruktur for norsk materialforskning, til dels også for nanoVT. Selv med disse laboratoriene er det fremdeles mangel på avansert vitenskapelig utstyr i Norge sammenliknet med andre land.

For eksempel har svenske forskere mye bedre tilgang til store forskningsfasiliteter enn norske forskere²⁶. Innen nanoVT finnes tre slike fasiliteter (Ångströmlaboratoriet i Uppsala, Myfab-laboratoriene ved KTH i Stockholm og Nanofabrikasjonslaboratoriet (MC2) ved CTH i Gøteborg). Drift og investeringer er sikret gjennom statlig finansiering og private fondsmidler. I 2006 er det ledig kapasitet ved disse laboratoriene.

De siste årene er mange nye samarbeidskonstellasjoner blitt utviklet mellom institusjonene med betydelig innhold av nanoVT. Dette er delvis et resultat av Forskningsrådets invitasjoner til store søknader om Sentre for fremragende forskning (SFF)²⁷, Sentre for forskningsbasert innovasjon (SFI)²⁸ og Storforsk. Andre årsaker er etableringen av sterke næringsklynger i form av Norwegian Centres of Expertise (NCE) og strategiske tiltak som for eksempel Geminisentre mellom SINTEF og NTNU og UiO.

Utfordringen fremover er å videreutvikle samarbeidet innenfor UoH- og instituttsektoren basert på kvalitet og strategiske prioriteringer for å bygge opp robuste grupper med internasjonal kvalitet. Satsingen skal ivareta grunnleggende kompetanseområder og spisses mot noen tematiske områder, slik at næringslivet stimuleres til økt nanoVT-engasjement.

4.3 Industri og næringsliv

Norsk næringsliv og eksport kjennetegnes i dag av råvare-, energi- og vareproduksjon. I kontrast til mange sammenlignbare industrinasjoner mangler Norge i større grad et FoU-intensivt næringsliv med forskningstunge, fremtidsrettede produkter innen farmasi, bioteknologi, datateknologi og funksjonelle materialer. Det er få norske industrilokomotiver med

²⁵ "Store forskningsfasiliteter – finansieringsordninger og utfordringer for drift, vedlikehold og fornyelse" NIFU STEP Arbeidsnotat 34/2006

²⁶ "Vetenskapsrådets guide til infrastrukturen". Vetenskapsrådets rapportserie 14:2006

²⁷ Finansiering av nye sentere avgjøres i desember 2006

²⁸ Finansierte fra 2006: Blant annet «Innovative Natural Gas Processes and Products», UiO

egenutvikling av ny teknologi for et ekspansivt globalt marked. Dette reflekteres blant annet i et lavt norsk forskningsnivå.

Norske industribedrifter har i dag kompetanse og FoU-virksomhet innen nanoVT og nye materialer på områdene vist i Tabell 2. Dataene er basert på åpen informasjon, samt direkte kontakt med bedriftene i forbindelse med nanoVT-strategien og foresight-studien om materialer.

Tabell 2. Eksempler på norske aktører med FoU innenfor nanoVT og nye materialer

Områder	Eksempler på industrielle aktører
<i>Tematiske områder</i>	
Energi og miljø	Statoil, Hydro, Yara, ScanWafer/REC, Elkem
IKT, inkl. mikrosystemer	Ignis Display, Norspace, Infineon Technologies Sensor, NERA, NorChip, Alertis Medical
Helse og bioteknologi	GE Healthcare, Nycomed, Invitrogen Dynal Biotech
Hav og mat	Elopak, Tine, Gilde
<i>Kompetanseområde</i>	
Nanostrukturerte materialer, nanorør, nanokjegler og nanopartikler/ nye materialer	Elkem, Hydro, Swix, Madshus, Conpart, Keranor, Prototech, Nor-X Industries, Abalonyx, Borregaard, Borealis, ELOPAK, Jotun, n-TEC, Carbon Cones

Norges forskningsråd har et sett av programsatsinger og finansielle virkemidler rettet mot næringslivet. Disse kan også benyttes til prosjekter med varierende innhold av nanoVT og nye materialer. NANOMAT har fra og med 2004 år lyst ut brukerstyrte innovasjonsprosjekter der bare næringslivet kunne søke. Ved utlysningen i 2006 var antallet søknader tredoblet og søkt beløp var sjudoblet siden 2004. Dette indikerer en **økende interesse** for nanoteknologi og nye materialer i norsk næringsliv. Flertallet av søknadene i 2006 var innen nanostrukturerte materialer og overflater. Søkerne favnet bedrifter av alle størrelser.

Siden starten i 2002 har NANOMAT samarbeidet med flere andre programmer i Forskningsrådet. Her kan nevnes fellesutlysning av forskningsmidler med FUGE, delfinansiering av FORNY og materialeseminar med PETROMAKS. På seminaret ble nanoteknologi i materialer og sensorer fremhevet som gode verktøy til å løse mange av oljeindustriens problemer. I tillegg skjer en løpende dialog med BIA (Brukerstyrt innovasjonsarena) om finansiering av brukerstyrte innovasjonsprosjekter.

NANOMAT må øke finansieringen av innovasjonsdrevne prosjekter. Samarbeidet mellom NANOMAT og andre relevante programmer i Forskningsrådet bør økes for å tilfredsstille næringslivets behov for oppbygging av ny kunnskap som et grunnlag for næringsvekst.

4.4 Kunnskapsmessige utfordringer

Forskningsrådets utkast til nasjonal strategi innen MNT-fagene²⁹ som ble utarbeidet på oppdrag fra Kunnskapsdepartementet, trekker frem at Norge må øke rekrutteringen til MNT-fagene og samtidig prioriterere fag- og disiplinutvikling innenfor disse fagene. I tillegg må investeringer i utstyr og annen infrastruktur og internasjonalisering styrkes.

Strategiprosessene om nanoVT ved flere universiteter har resultert i at det nå etableres egne utdanningsløp innen nanoVT³⁰. Erfaringen så langt er at fagområdet nanoVT har stor tiltrekningskraft på unge studenter. Utfordringen er å ivareta og forvalte de unges nysgjerrighet

²⁹ Utkast til en nasjonal strategi for å styrke grunnforskningen innen i matematikk, naturvitenskap (inkl. biomedisin) og teknologi; MNT-strategien (Forskningsrådet, september 2006)

³⁰ NTNU startet sivilingeniørstudium innen nanoteknologi i 2006. UiO og UiB planlegger å starte studier i 2007

og interesse for nanoVT slik at fagfeltet kan øke den generelle interessen for MNT-fagene. Det vil føre til en stabil økning av rekrutteringen.

Forskning innenfor nanoVT krever til dels tunge investeringer i avansert vitenskaplig utstyr og infrastruktur. NanoVT er avhengig av dedikerte metoder for syntese og fabrikasjon, karakterisering, teori og modellering. Avanserte renrom er svært kostbare både i anskaffelse og drift, og de krever høyt kvalifisert teknisk personell. Ressurshensyn³¹ tilsier at Norge bare kan ha et begrenset antall tunge nanoVT-laboratorier. Finansieringen av en nasjonal infrastruktur er en felles oppgave for institusjonene, Forskningsrådet og myndighetene. Den nasjonale infrastrukturen må være underlagt en overordnet styring for å sikre gode drifts- og finansieringsordninger. De skal gi nasjonal tilgjengelighet og metodisk kompetanse som utnytter potensialet i instrumenteringen til sitt ytterste. For å øke samarbeidet mellom akademia og eksisterende industri må nanoVT-laboratorier og tung infrastruktur være tilgjengelige for næringslivet.

En forutsetning for at norsk forskning innen nanoVT skal holde et høyt nivå er samarbeid mellom norske forskere og de fremste internasjonale forskningsmiljøene. NANOMAT bør bidra til å finansiere internasjonalt forskningssamarbeid gjennom tiltak som finansiering av enkeltforskere, deltakelse i internasjonale satsinger (ERANET, EU, bilaterale samarbeid) og medfinansiering av kontingenter til internasjonal infrastruktur.

En av hovedbegrunnelsene for å satse på nanoVT er potensialet til å bidra til samfunnsmessige endringer på linje med den industrielle revolusjonen. I mange tilfeller vil nanoVT utgjøre kun en liten del av det ferdige produktet, men nettopp nanoVT-delen er sentral for produktets viktigste funksjoner. Her ligger en kommunikasjonsmessig utfordring overfor industrien. En annen kunnskapsmessig utfordring er å integrere nye innovative nanoVT-løsninger fra akademia i eksisterende og nye produkter. Forskningsinstituttene har en sentral rolle i denne delen av kunnskapskjeden, men det er samtidig viktig å håndtere utfordringene gjennom flere av programmets virkemidler og samarbeid med andre programmer og tiltak i Forskningsrådet.

5 Visjon og mål

Visjon

Norge skal være en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT skal legge grunnlag for et nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv og gi en bærekraftig fornyelse av etablert norsk industri.

Målsetting

Kunnskapsutvikling:

- Langsiktig forskning og teknologiutvikling
- Forskning og teknologiutvikling med stort potensial for kunnskaps- og næringsvekst
 - kjennetegnes ofte av høy risiko for å mislykkes

Stimulere og bidra til industriell innovasjon og vekst i:

- Dagens industri
- Nye selskaper

³¹ Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi. Overlevert fra arbeidsgruppe til Forskningsrådet 11.8.06.

De store industrilandene anser det å beherske nanoteknologi som avgjørende for sin økonomiske og teknologiske konkurransevne i det 21. århundre³². I NANOMAT er de utvalgte områdene innenfor nanoVT og nye materialer sammenfallende med prioriteringene i den norske "Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi"³³. Strategien følger opp føringene fra Forskningsmeldingen, Soria Moria-erklæringen³⁴, foresight-studien om materialer³⁵ og gjelder hele NANOMATs virkeområde:

➤ *Tematiske satsingsområder (i prioritert rekkefølge, med uprioriterte delområder):*

1. Energi og miljø
 - gasskonvertering, CO₂-fangst, petroleumsutvinning, solceller, hydrogenteknologi, batterier og energihøstere, energieffektivisering, biodrivstoff
2. IKT inklusive mikrosystemer:
 - Nanomaterialer og nanokomponenter for elektronikk, datalagring, optikk, sensorer, aktuatorer og radiofrekvenskomponenter; integrasjon av nanomaterialer i sensorer og aktuatorer; nanostrukturering; nanofluidikk
3. Helse og bioteknologi:
 - Biokompatible materialer, sensorer og diagnostikk, medisinering
4. Hav og mat:
 - Sporing av mat, smart emballasje, matovervåking, overflatebehandling som skal hindre alge- og bakterievekst

Prioriteringen av tematiske områder med tilhørende delområder, er basert på nasjonale fortrinn innenfor ressurser, industri eller kompetanse. Tabell 2 gir navn på noen aktuelle industrielle aktører.

➤ *Kompetanseområder (alfabetisk rekkefølge):*

- Bionanovitenskap og bionanoteknologi
- Etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter inklusive helse, miljø, sikkerhet, risiko
- Fundamentale fysiske og kjemiske fenomener og prosesser på nanometernivå
- Grenseflate- og overflatevitenskap og katalyse
- Komponenter, systemer og komplekse prosesser som utnytter nanoVT
- Nye, funksjonelle og nanostrukturerte materialer

➤ *Verktøyplattformer:*

- Relevant, konkurransedyktig og tilgjengelig verktøy for nanoVT og nye materialer knyttet til de tematiske områdene og kompetanseområdene konsentrert om:
 - Syntese, manipulering og fabrikasjon
 - Karakterisering
 - Teori og modellering

Kompetanseområder og verktøyplattformer må bygges opp for å ivareta satsingen på de prioriterte tematiske områdene. Prosjekter innstilles til bevilgning basert på:

- Høy faglig kvalitet
- Riktige mål i forhold til strategisk målsetting, forutsatt god faglig kvalitet

³² Teknologisk fremsyn om dansk nanovidenskap og nanoteknologi, Ministeriet for Videnskap, Teknologi og Udvikling, desember 2004

³³ Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi. Overlevert fra arbeidsgruppe til Forskningsrådet 11.8.06

³⁴ Politisk plattform for en flertallsregjering, utgått av Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti og Senterpartiet, framforhandlet på Soria Moria 26.9-13.10.05

³⁵ "Avanserte materialer Norge 2020 – Vår utfordrende nano- og materialfremtid", Forskningsrådet 2005

Økt innsats på nanoVT og nye materialer vil bidra til å løse andre prioriterte områder i Soria Moria-erklæringen, som for eksempel miljøforbedringer i industrien og utvikling og produksjon av nye produkter. Det er derfor svært viktig at integrasjon av ny teknologi innen nanoVT og nye materialer inn i industrielle prosesser er tatt med i NANOMAT-programmet i denne fase 2. Oppbygging av mindre anvendelsessentre der ny teknologi kan testes ut, samt finansiering av relevant engineering, vil være nødvendig for å gjennomføre denne integrasjonen. Begrensede budsjetter for NANOMAT vil avgjøre hvordan satsingen på delområdene innenfor tematiske områder, kompetanseområder og verktøyplattformer kan innfris. Mindre årlige budsjetter vil føre til at årlige handlingsplaner gis en enda sterkere prioritering og at mange delområder må velges bort.

Avgrensningen til og samarbeid med øvrige aktiviteter i Forskningsrådet vil være avgjørende og er nærmere omtalt i kapittel 10.

Målgrupper og prosjekttyper

Målgrupper for et stort NANOMAT-program innenfor nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon av ny teknologi i produkter og prosesser er:

- Universiteter, høyskoler og institutter
- Etablert næringsliv og nystartede bedrifter

NANOMAT skal finansiere alle typer prosjekter fra forskerprosjekter via kompetanseprosjekter med brukermedvirkning frem til brukerstyrte innovasjonsprosjekter. Programmet skal også rekruttere og bidra til å bygge opp yngre forskere. Doktorgradsutdanning vil skje i samråd med aktuelle universiteter og institutter, og områder som spesielt trenger rekruttering vil bli identifisert. Samtidig stimuleres innovasjon, kommersialisering og verdiskaping.

Fordelingen av finansieringskilder for NANOMAT i perioden 2002–2009 er utslagsgivende for fordelingen mellom forskerdrevne og innovasjonsdrevne prosjekter. Frem til september 2006 utgjorde bevilgninger og tilsagn om prosjektstøtte i NANOMAT 337 millioner kroner. Kompetanseoppbygging og infrastrukturtiltak har vært i fokus. 81 % er gått til forskerdrevne prosjekter og 19 % til innovasjonsdrevne prosjekter, hvilket er i samsvar med finansieringen av NANOMAT.

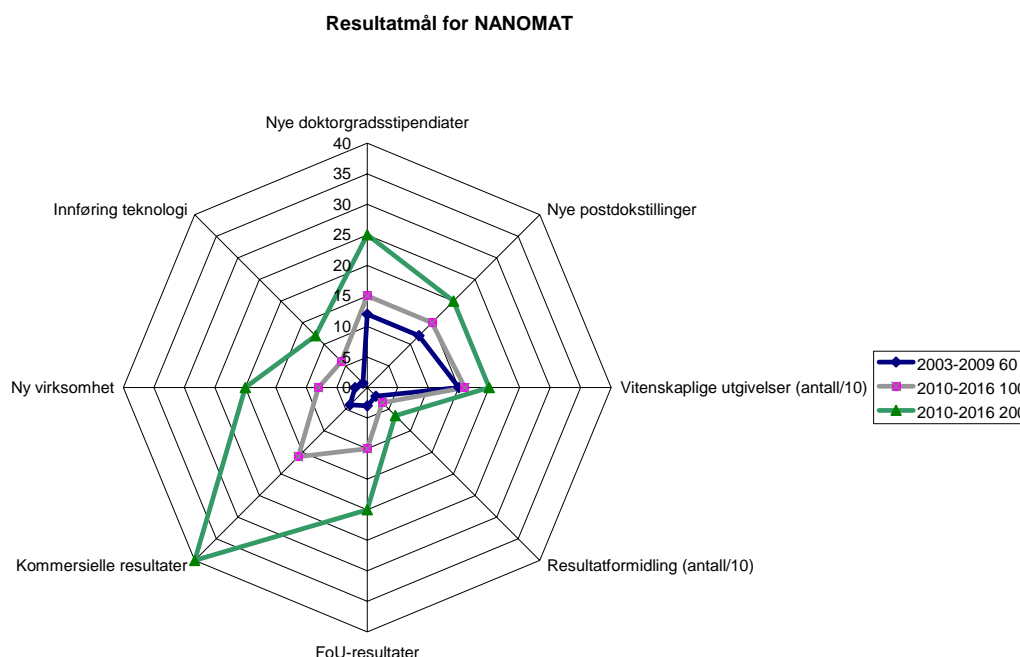
Fondsmidler utgjorde høsten 2006 bare 5 % av bevilgningen til innovasjonsdrevne prosjekter i NANOMAT. I tillegg til støtten fra Forskningsrådet, hadde industrien per september 2006 forpliktet seg med 86 millioner kroner i penger og egeninnsats til forskning i de innovasjonsdrevne prosjektene. Hver krone fra Forskningsrådet har utløst kr 1,40 i forskningsbidrag fra industrien i de innovasjonsdrevne prosjektene. Dette avviker fra vanlig støtteintensitet fra Forskningsrådet på slike prosjekter, men skyldes en foreløpig lav andel brukerstyrte innovasjonsprosjekter (BIP).

Et mål er å øke det industrielle bidraget til innovasjonsdrevne prosjekter til over 2 kroner per krone fra Forskningsrådet.

Andelen innovasjonsprosjekter på knappe 20 % i 2002-2006 skal økes i perioden 2007-2016. En forutsetning er at mer av bevilgningene fra Fondsmidler går til innovasjonsdrevne prosjekter. En 50/50-fordeling i 2010 mellom forskerdrevne og innovasjonsdrevne prosjekter krever en ytterligere økning i bevilgningene fra Fondsmidlene og NHD.

Resultatmål

Forskningsrådets rapporteringssystem gir en årlig oppdatering av resultatene fra prosjektene finansiert av NANOMAT. I figur 3 er forventede resultater for perioden 2003-2009 sammenlignet med forventede resultater for perioden 2010-2016, gitt et budsjettalternativ på 100 og et på 200 millioner kroner per år.



Figur 3. Planlagte resultatmål for NANOMAT med ulike årsbudsjetter i perioden 2003-2016 (60, 100 og 200 millioner kroner per år i gjennomsnitt)

6 Prioritering av forskningsoppgaver / tematiske satsingsområder / nasjonal arbeidsdeling

NANOMAT skal i perioden 2007-2016 prioritere:

- Tematiske områder
- Kompetanseområder
- Verktøyplattformer

Tabell 3 viser budsjettforslag for den totale satsingen på nanovitenskap og nanoteknologi basert på nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi.

Tabell 3. Ny satsing på nanovitenskap og nanoteknologi (fra nasjonal nanoVT-strategi)

Mill. kr/år	2006	Nullvekst 2007 ^a	Forslag 2007	Forslag 2011	Forslag 2016
Innenfor NANOMAT	23	23	115	175	190
Utenfor NANOMAT	8	8	25	75	90
Totalt på nanoVT	31	31	140	250	280

^a Nullvekstbudsjettet for 2007 er basert på forslag til statsbudsjett for 2007 (oktober 2006).

MiNaLab/SMN i Oslo og NTNU NanoLab i Trondheim er de to desidert største eksperimentelle installasjonene for nanoVT og nye materialer i Norge. Med utgangspunkt i nanoVT-strategien vil NANOMAT prioritere at det opprettes to nasjonale infrastruktursentre og et sett verktøyplattformer, basert på Forskningsrådets retningslinjer.

Finansieringen av en slik oppbygging av infrastruktur må skje i samarbeid med Divisjon for Vitenskap og deres tiltak for Avansert vitenskaplig utstyr (AVIT). Posten *verktøy og infrastruktur* i tabell 4 omfatter også bevilgninger til drift av avansert vitenskapelig utstyr og tjenestene ved de to nasjonale infrastruktursentrene og finansiering av andre verktøyplattformer. Bevilgningene skal også sikre nasjonal tilgjengelighet til disse ressursene. Det er viktig at midler til oppbyggingen er koplet med de løpende forskningsprosjektene. Samtidig må industrien sikres tilgang for en rimelig kostnad. Investeringer til nødvendig utstyr og midler til drift må i stor grad legges inn som kostnader i de aktuelle forskningsprosjektene.

Ved de nasjonale infrastruktursentrene skal forholdene legges til rette for at etablert og nyetablerte industribedrifter skal kunne benytte verktøy og infrastruktur for en lav kostnad. Uten betydelig budsjettvekst til NANOMAT kan ikke en slik satsing gjennomføres.

En god integrering av ny kunnskap i industrielle produkter og prosesser krever anvendelsessentre og nødvendig engineering. Kostnader til dette må finansieres gjennom NANOMAT i fase 2, gjerne i samarbeid med relevante programmer i Forskningsrådet som Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA) og Kommersialisering av FoU-resultater (FORNY).

Tabell 4. Forslag til årlige rammer for NANOMAT

Mill. kr/år	Gjennomsnitt 2002-2006	Nullvekst 2007	Forslag 2007 ^a	Vekst-forslag 2008	Forslag 2011	Forslag 2016
Tematiske områder	32	37	40	40	75	80
Kompetanseområder	21	24	51	40	70	80
Verktøy / infrastruktur	7	7	70	20	50	50
Integrasjon	0	0	0	10	30	40
NANOMAT	60	68	161	110	225	250

^a Fra nanoVT-strategi

Finansiering av prosjekter innen tematiske områder og kompetanseområder vil også dekke midler til investering og bruk av verktøyene og infrastrukturen som er nødvendige for å gjennomføre prosjektene. I de årlige handlingsplanene for NANOMAT skal fordelingen mellom områdene og delområdene i tabell 4 spesifiseres nærmere. For å få best mulige resultater fra begrensede midler er koordinering av ressurser viktig, både lokalt, nasjonalt og internasjonalt. FUNMAT-konsortiet er et godt eksempel på en slik koordinering.

7 Støtteformer og spesielle tiltak

NANOMAT skal i 2007–2016 ha årlige utlysninger av forskningsmidler når frie midler er tilgjengelige. Fordi mange av problemstillingene fremdeles er grunnleggende av natur, vil spesielle tiltak som *storprosjekter* bli innført for å dekke hele verdikjeden fra grunnforskning gjennom kompetanseoppbygging til innovasjon i samme prosjekt. Storprosjekter kan i den første fasen omfatte forskning innenfor prioriterte kompetanseområder, men rettet mot et av de prioriterte tematiske områdene. Bruk av verktøyplattformer for å bygge opp ny kunnskap vil være essensielt. Anvendelsessentre tilknyttet storprosjekter vil være et viktig tiltak for å integrere

den nye kunnskapen i industrielle produkter og prosesser. På den måten vil storprosjekter bli et godt verktøy for å gjennomføre viktige strategiske tiltak.

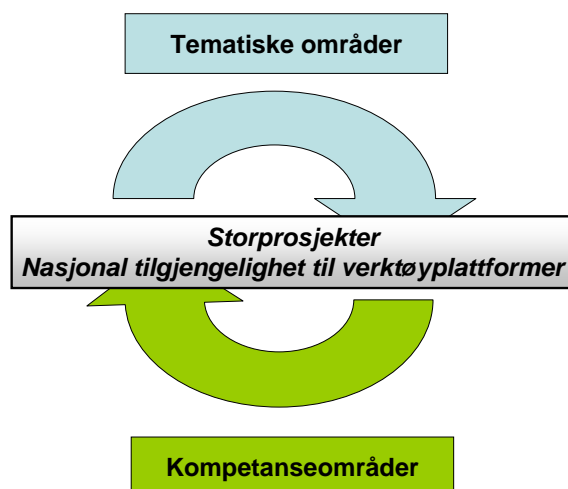


Fig. 4 Samspill mellom kompetanseområder og tematiske områder er meget viktig

NANOMAT vil i 2007-2016 benytte følgende virkemidler og tiltak:

- Det innføres en fokusert og strategisk finansiering av miljøer og prosjekter som utmerker seg ved spesielt høy kvalitet og eventuelt spesielle ressurser (storprosjekter).
- To nasjonale infrastruktursentre og et antall verktøyplattformer opprettes som del av nettverk for nasjonal infrastruktur for nanoVT. Disse gis langsiktig finansiering, underlegges nasjonal koordinering og forpliktes til å yte nasjonal tilgjengelighet. Fortsatt samarbeid med tiltaket Avansert vitenskapelig utstyr (AVIT) i Vitenskapsdivisjonen.
- Sikre næringslivet tilgang på nasjonal infrastruktur for å stimulere til forskning innen nanoVT og nye materialer innenfor de tematiske satsingsområdene
- Individbasert finansiering med formål å hente inn internasjonale impulser, bygge ny kompetanse, gi yngre forskere bedre vilkår samt å styrke rekrutteringen. Det kan skje i form av internasjonale postdoktorer, rekrutteringsstillinger med fast stillingspor ("tenure track") for UoH-sektoren, gjesteforskere og startpakker
- Gjennomføre tiltak for å sikre at virkemiddelapparatet for innovasjon og kommersialisering utnyttes optimalt og bidrar til å løfte frem gode, kommersialiserbare ideer. Her kan nevnes økt samarbeid med FORNY, Virkemidler for regional FoU og innovasjon (VRI) samt SkatteFUNN.
- For å ha god kontinuitet i hele kjeden fra idé og grunnforskning til produkter og kommersialisering, må virkemidler foreligge for anvendt forskning, både med og uten bedriftsdeltakelse. Det bør satses på patentering og annen sikring av intellektuell kapital som grunnlag for kommersiell utnyttelse.
- Store, og i mange tilfeller tversgående, prosjekter krever bedre kompetanse innen forskningsledelse. Tilbud om opplæring ivaretas gjennom generelle tiltak.

Søknadsfristene vil normalt følge hovedsøknadsfristene i Forskningsrådet.

7.1 Prosjekttyper

Aktuelle virkemidler i programmet vil være forskerprosjekter, kompetanseprosjekter med brukermedvirkning, brukerstyrte innovasjonsprosjekter, personlig postdoktorstipend, forprosjektmidler og avansert vitenskaplig utstyr. For å øke oppmerksomheten om oppbygging av kompetanse som skal føre til ny kunnskap for industrivekst, har NANOMAT fra utlysningen høsten 2006 innført *storprosjekter*.

Andelen av innovasjonsdrevne prosjekter blant disse forventes suksessivt å øke. All økning forutsetter selvsagt budsjettvekst. For å øke verdiskapingen ved å kommersialisere forskningsbaserte forretningsideer med stort verdiskapingspotensial, har NANOMAT-programmet etablert et samarbeid med FORNY. Dette må styrkes i fremtiden.

7.2 Oppfølging av prosjekter

NANOMAT vil benytte Forskningsrådets systemer for rapportering av fremdrift og oppfølging av prosjekter. I tillegg bør hvert av de største prosjektene bli vurdert 1-2 ganger i løpet av prosjektperioden av NANOMATs administrasjon, samt medlemmer i NANOMATs programstyre.

7.3 Strategiske tiltak

NANOMAT må:

- Gjøre tiltak for å øke bevilgningsrammene i NANOMAT, både internt i Forskningsrådet og overfor de bevilgende departementene, slik at tiltak i programplanen kan gjennomføres. Økning i industriens egeninnsats og finansielle støtte til NANOMAT-prosjekter er viktig for å få til denne budsjettøkningen.
- Sørge for implementering av foreslåtte tiltak i nasjonal nanoVT-strategi fra august 2006.
- Etablere og videreutvikle internasjonalt samarbeid med EU og prioriterte land som Japan, USA, Canada og Kina.

7.3.1 Samarbeid som arbeidsform

- Nasjonalt og internasjonalt samarbeid er viktig for å oppnå kritisk størrelse på forskergrupper
- Internasjonale nettverk mellom forskere og forskningsgrupper må styrkes med midler til nettverksbygging innen viktige strategiske områder.
- Utdanning og forskertrening i nanoVT og nye materialer må videreutvikles for å sikre tilgang på studenter og forskere. Tiltak for internasjonal rekruttering må vurderes, spesielt for å avhjelpe behov på kort sikt.
- Samkjøring av formidlingstiltak innen nanoVT og nye materialer med tilsvarende tiltak innen funksjonell genomforskning, bioteknologi og IKT.
- Etske, juridiske og samfunnsmessige problemstillinger, inkludert helse, miljø og sikkerhet (ELSA), ivaretas ved å integrere spørsmålsstillingene i relevante prosjekter (for eksempel storprosjekter), gjennom infrastruktursentrene og gjennom spesielle utlysninger rettet mot ELSA. Forskningen samordnes med tilsvarende initiativer på andre felter i Forskningsrådet.

7.3.2 Utvikling og koordinering av forskningsmiljøene innen nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon

- Benytte etablerte og nye infrastrukturfasiliteter som nasjonale ressurser med høy tilgjengelighet for nanoVT. Høy faglig og metodisk kunnskap på generiske nanoVT-områder.

- Etablere to laboratorier som nasjonale infrastruktursentre for nanoVT. Identifisere og videreutvikle et antall verktøyplattformer med utgangspunkt i spesielle fortrinn innen nisjer for de faglige vertsmiljøene, og organisere disse i nettverk.
- Prioritere lokal, nasjonal og internasjonal koordinering mellom forskergrupper ved tildeling av forskningsmidler for å få best mulige resultater ut av begrensede midler.

7.3.3 Internasjonalisering

NANOMAT vil stimulere til internasjonalt forskningssamarbeid mellom norske og utenlandske FoU-institusjoner og bedrifter ved å:

- øke tiltakene på individnivå (internasjonale postdoktorstipend, utenlandsstipend, gjesteforskerstipend, finansiering av deltakelse på internasjonale seminarer og konferanser)
- legge til rette for deltakelse i internasjonale nettverk, forskerutveksling og samarbeidsprosjekter:
 - EUs rammeprogrammer er viktige både for grunnleggende forskning, utvikling og industrialisering av fagområdene i NANOMAT
 - Støtte opp under Forskningsrådets rådgivningstjenester, støtte til partnersøk, dialogmøter, finansiering til posisjonering (prosjektetableringsstøtte, PES), samfinansieringsordningen (SAM-EU) og Brusselkontoret
 - Bidra til at fagmiljøene blir tilstrekkelig robuste og kompetente til å ta på seg oppgaver som partner og gjerne koordinator
 - Løpende vurdere deltakelse i fellesutlysninger med internasjonale samarbeidspartnere som European Science Foundation, National Science Foundation og Nordic Innovation Centre
 - Øke delfinansieringen av internasjonale samarbeidsprosjekter

Gjennom Forskningsrådets deltakelse i relevante ERA-Net-prosjekter mellom europeiske regionale og nasjonale forskningsråd legges forholdene bedre til rette for et utvidet samarbeid mellom forskere i de respektive regioner og land. Av slike ERA-Net kan nevnes MATERA, der NANOMAT deltar, samt Mikro-Nano ERA, der Forskningsrådet deltar gjennom BIA-programmet. Et annet aktuelt ERA-Net innen nanovitenskap er nanoSci-ERA. I tillegg finnes det andre aktuelle ERA-Net for tilgrensende fagområder.

Nasjonale fora som speiler de europeiske teknologiplattformene der hvor nanoVT er sentralt, må etableres. Her kan nevnes ENIAC (nanoelektronikk), NanoMedicine, EuMaT ("Advanced Engineering Materials and Technologies") og "Hydrogen and Fuel Cells Technology Platform". EU gir også støtte til etablering og drift av avanserte laboratorier, som M2-laboratoriet innen nano- og mikroteknikk ved Chalmers Tekniska Högskola i Gøteborg. Norske forskere bør i større grad benytte mulighetene dette gir for å gjennomføre avanserte forsøk til en redusert pris.

NANOMAT må fortsatt bidra til norsk tilgang til store eksperimentelle installasjoner (Large Scale Facilities), herunder synkrotronstråling (hard og myk røntgen) og nøytronstråling. Et eksempel er delfinansieringen av den norske kontingenten til en sveitsisk-norsk strålelinje (SNBL) ved European Synchrotron Radiation Facility (ESRF).

NANOMAT vil prioritere internasjonalt samarbeid med landene og regionene som er prioritert av Forskningsrådet. Dagens samarbeid med EU, Nord-Amerika og Japan må forsterkes og i løpet av programperioden 2007-2016 utvides til å gjelde andre land i Asia, som for eksempel Kina. Årlige handlingsplaner gir nærmere prioriteringer.

For å sikre en internasjonal forankring og riktig strategisk retning i utviklingen av programmet, har NANOMAT siden 2004 hatt en "Scientific Advisory Committee" med internasjonale

ekspertes som deltakere. Denne komiteen gir gode råd både til NANOMATs administrasjon og programstyre.

7.3.4 Studenter, utdanning og rekruttering

Ved rekruttering av norske studenter til PhD-studiet og kandidater til postdoktorstillinger de siste årene har tilbudet om stillinger vært stort og mange gode kandidater har fått jobb. Til tider har etterspørselen etter kandidater vært mye større enn tilgangen, og det vil fortsette å være slik de neste fem årene, inntil kandidater fra de nye nanoteknologistudiene er uteksaminert. Noe over 40 % av dagens PhD-studenter og postdoktorer i NANOMAT har utenlandsk bakgrunn. På sikt er det viktig å legge forholdene til rette for at mange av disse blir i Norge. Derved kan nanoVT utvikles til å komme norsk samfunns- og næringsutvikling til gode.

For å tiltrekke seg de beste kandidatene må Forskningsrådet og NANOMAT legge grunnlag for gode arbeidsforhold og spennende oppgaver. Derved kan en offensiv nasjonal og internasjonal rekrutteringspolitikk gjennom samarbeidsavtaler på nasjonalt nivå med ledende universiteter og forskningsinstitusjoner gi positive resultater.

Det er svært positivt at norske universiteter nå etablerer attraktive **utdanningsløp i nanoVT**. Søkingen til sivilingeniørstudiet i nanoteknologi ved NTNU i 2006 var meget oppløftende med over 240 primærsøkere til 30 studieplasser. Dette styrker spådommene om at nanoVT kan bli morgendagens rekrutteringsargument for studenter til realfag, slik romferd var på 60- og 70-tallet. Effekten av dette på PhD-nivå vil imidlertid først komme om 5–8 år og på postdokornivå ytterligere 3 år senere. Også for nanoVT er det absolutt påkrevd å øke rekrutteringsbasisen til realfag i UoH-sektoren gjennom målrettede tiltak på alle nivåer i skolen, jamfør anbefalinger i NMT rapporten³⁶. Det må gis et bredt tilbud av høy kvalitet innen utdanning i de tradisjonelle disiplinene matematikk, fysikk, kjemi, og biologi.

NanoVT ved de akademiske institusjonene bør i stor grad ledes og drives av personell med dyp innsikt i fagfeltet. NANOMAT kan bidra til rekruttering av yngre forskere for videreutvikling til ledende stillinger og til omstilling av etablerte forskere for å kunne påta seg nye lederoppgaver.

8 Helse, miljø, risiko, jus, etikk og samfunn

Nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer kan både gi muligheter og usikkerheter under forskningen og introduksjonen av nye eller modifiserte produkter og prosesser. Dette vil gjelde i hele produktenes livsløp, fra vugge til grav eller på sikt fra vugge til vugge. I et samarbeid mellom Forskningsrådet, Den nasjonal forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi og Teknologirådet, ble aktuelle problemstillinger innen helse, miljø, risiko, etikk, jus og samfunn utredet i 2004-2005³⁷.

Utfordringene som er beskrevet i rapporten, må følges opp på alle nivåer i NANOMAT. Forskningsrådet forutsetter allerede at slike aspekter ved et prosjekt er blitt vurdert på søknadstidspunktet, og at dette følges opp med konkrete undersøkelser eller uavhengige vurderinger av risiko, toksikologi osv. Slike oppfølginger og jevnlig gjennomføring av risikovurderinger må være en viktig del av prosjekter der dette er relevant, og rapporteres på lik linje med andre resultater. Dette er særlig viktig ved utvikling av kommersielle produkter. Det

³⁶ Utkast til en nasjonal strategi for å styrke grunnforskningen innen i matematikk, naturvitenskap (inkl. biomedisin) og teknologi; MNT-strategien (Forskningsrådet, september 2006)

³⁷ Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn – Nasjonale forsknings- og kompetansebehov. Rapport utarbeidet av Forskningsrådet, Den nasjonale forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi (NENT) og Teknologirådet. Forskningsrådet, februar 2005.

foreslås også at kompetanse for helse, miljø, risiko, jus, etikk og samfunnsmessige aspekter ved nanoVT og nye materialer knyttes til de nasjonale infrastruktursentrene for nanoVT.

Den generelle kompetansen på dette feltet må økes. Da vil samfunnet stå bedre rustet når teknologiene blir innført, og gjøre det mulig å handle proaktivt overfor konkrete prosjekter eller produktideer. Det bør derfor lyses ut rene prosjekter innen helse, miljø, risiko, etikk, jus og samfunn. Faglige aktiviteter innenfor disse områdene bør samordnes med lignende aktiviteter hos tilgrensende programmer og aktiviteter, i første rekke bioteknologi og IKT. Norge bør kunne opprette ett, eventuelt to, nasjonale sentere for slik kompetanse. Det nasjonale senteret kan koordinere forskningen rundt materialer og teknologier der norske miljøer har fortrinn, og bistå med forsknings- og utredningsoppgaver til forvaltning og næringsliv. Det kan også bidra med formidling om etiske og samfunnsrelevante aspekter til forskere, forvaltning, næringsliv og legfolk.

Teknologier med større risikopotensial vil kreve strengere overvåking og regulering. Det blir viktig å identifisere risikofaktorer og sårbare grupper som for eksempel i U-land, samt å sørge for effektiv beskyttelse. Her vil internasjonal regulering gjennom bindende folkerettslige avtaler trolig være nødvendig, med et tilsvarende behov for kunnskap om og utvikling av internasjonale regler. Samtidig vil fornuftig bruk av nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer kunne gi bedre utvikling i den tredje verden blant annet innenfor lagring, produksjon og bruk av energi; økt produktivitet i jordbruk; filtre og katalysatorer for vannrensing³⁸.

Kunnskapsutviklingen skjer raskt innen nanovitenskap, nanoteknologi, nye materialer og integrasjon/produksjon. Derfor er det viktig å bygge opp mer kunnskap om patentering og sikring av immaterielle rettigheter på en forsvarlig måte og på et så tidlig stadium som mulig. I dag er denne prosessen for treg også i EU, noe som har ført til forslag om å opprette et system for patentovervåking innenfor nanoVT, styrt av European Patent Office³⁹.

9 Kommunikasjon, informasjon og formidling

En polarisering av debatten rundt nanoVT kan gjøre det vanskelig eller umulig å innføre ny teknologi, uavhengig av nytteverdi for samfunnet, og må unngås. Her ligger en stor kommunikasjons- og formidlingsutfordring. En god formidlingsstrategi kan derimot forbedre rekrutteringen til naturvitenskapene, og gjøre det lettere å få industrien på banen.

Et viktig mål med kommunikasjon, informasjon og formidling fra NANOMAT vil også være å sikre en langsiktig finansiering med årlige budsjettbeløp av NANOMAT.

En rekke av de etiske og samfunnsrelaterte aspektene knyttet til nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer vil klargjøres ved en god dialog med befolkningen. Aktuelle temaer kan være:

- Anvendelser av nanoteknologier innenfor humanmedisin
- Ideologiske studier av legitimering av bruk og utvikling av nanoteknologier
- Risikovurderinger og bruk av føre-var-prinsippet
- Mulige skadeeffekter av nanopartikler
- Standardisering av måling og overvåking av nanopartikler, fortrinnsvis i et internasjonalt samarbeid

³⁸ http://www.utoronto.ca/jcb/home/documents/PLoS_nanotech.pdf

³⁹ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+TA+P6-TA-2006-0392+0+DOC+PDF+V0//EN>

NANOMAT har siden oppstarten i 2002 satset på å ha en åpen og balansert kommunikasjon. Siden 2004 har programmet hatt en egen kommunikasjonsplan⁴⁰ med tilhørende aktivitetskalender, som oppdateres årlig.

Målgrupper for vår kommunikasjon, informasjon og formidling er:

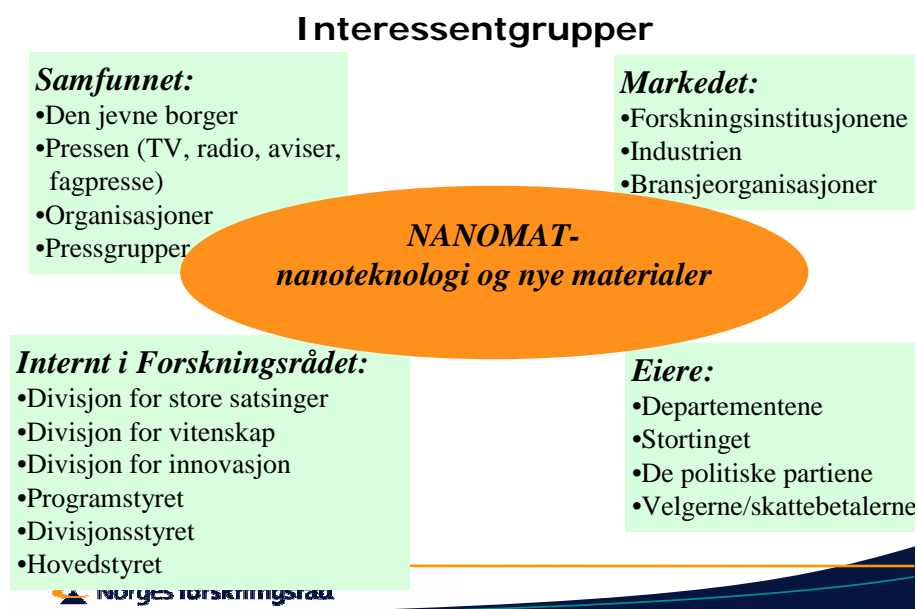


Fig. 5 Interessentgrupper for NANOMATs kommunikasjon, informasjon og formidling

Arbeidsgruppen for nanoVT-strategien foreslo at Forskningsrådet bør vurdere å opprette en nasjonal formidlingsstrategi for realfag og teknologi. Den skal gi et balansert bilde av mulighetene og utfordringene vi står overfor ved innføringen av nanoprodukter i samfunnet. Her kreves bidrag fra forskere og kompetansepersoner fra teknologimiljøene og fra de etiske og samfunnsfaglige miljøene i Norge. Et viktig punkt er å etablere kontakter i massemedia. Det kan være fornuftig å involvere legfolk så tidlig som mulig, både for å informere og for å få en uhildet tilbakemelding fra publikum. Formidling av resultater og dialog med befolkningen er sentralt for å skape støtte for satsingen og for å sikre en forsvarlig utvikling av feltet. Dagens satsing på kommunikasjon, informasjon og formidling i NANOMAT må fortsette i et utvidet nanoVT-program.

- *Forskningsrådet må etablere en nasjonal strategi for formidling av nanoVT og tilgrensende fagfelt*
- *NANOMAT bør alene eller sammen med de andre konvergerende teknologiene slik som bioteknologi/genteknologi og IKT, allokere midler til relevante formidlingsprosjekter*

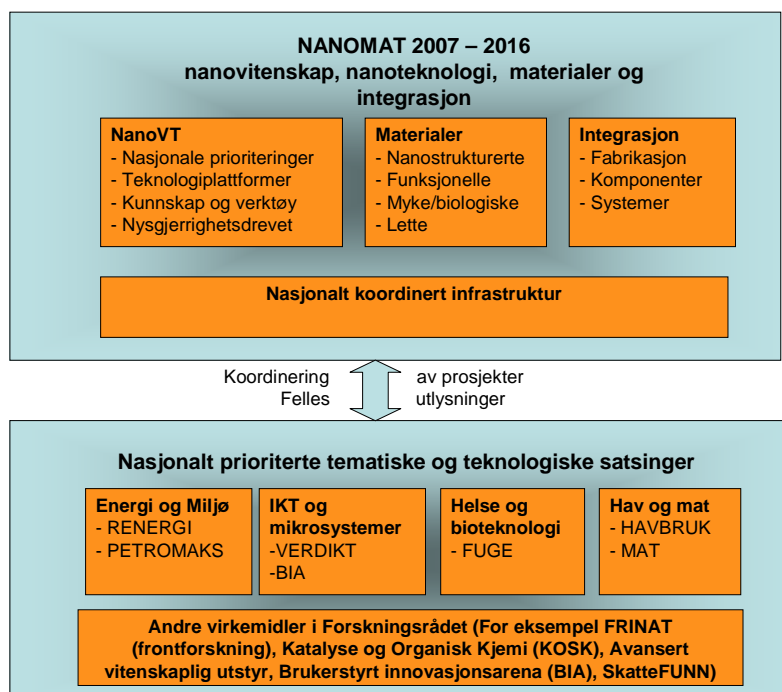
⁴⁰ Kommunikasjonsplan NANOMAT, versjon 5.1, desember 2006

10 Organisering

Forskningsrådet følger anbefalingene fra arbeidsgruppen for nanoVT-strategien ved revisjonen av NANOMAT-programmet fra 2007. Derfor satses det nå på en fokusert modell, der:

- *Et forskningsrådsprogram for nanoVT, nye materialer og integrasjon etableres gjennom en utvidelse av dagens NANOMAT.*
- *NanoVT for de tematiske satsingsområdene spesifisert i denne programplanen styrkes med friske, øremerkede midler til nanoVT i tillegg til de eksisterende virkemidlene for disse områdene.*
- *En koordineringsgruppe for nanoVT i Forskningsrådet bør opprettes, og ledes av administrasjonen i et utvidet NANOMAT-program.*

En illustrasjon av NANOMAT for 2007-2016 og aktuelle temaer er gitt av den øvre boksen i figur 6. NANOMAT vil fortsette samarbeidet med de øvrige programmer og tiltak i Forskningsrådet (se eksempler i den nedre boksen i figur 6). Dette samarbeidet vil omfatte felles utlysninger, koordinering av prosjekter og prosjektsøknader samt andre samarbeidstiltak.



Figur 6. Organisering av NANOMAT 2007–2016

NANOMAT gjennomføres som et nært samarbeid mellom Divisjon for store satsinger, Divisjon for vitenskap og Divisjon for innovasjon. Aktiviteten er organisert som et program administrert av Avdeling for fremtidsteknologi i Divisjon for store satsinger. Programstyret har deltakere fra forskningsmiljøer og næringslivet samt internasjonale eksperter.

Gjennomføringen av modellen i figur 6 innebærer en håndgripelig endring av NANOMAT. Det betyr:

- *Organiseringen av og styrerepresentasjonen i et utvidet NANOMAT- program må tilpasses de nye faglige rammene for NANOMAT.*

II Tidsperspektiv og overordnede budsjettmessige prioriteringer

Satsingen på "Nanoteknologi og nye materialer" ble satt i gang i 2002, og programstyret ble etablert tidlig i 2003. Opprinnelig programperiode var satt til 2002-2006, for deretter å bli utvidet til og med år 2011. Basert på nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi, må det satses på mer langsiktighet i finansieringen, slik at NANOMATs programperiode forlenges minst til og med 2016.

Tabell 6. Nødvendig budsjettutvikling for NANOMAT for å videreutvikle NANOMAT iht. nanoVT-strategien (millioner kroner)

	Reelt		Vekst-forslag	Planer							
	2006 ^a	2007 ^b	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
KD	33	33	33	42	42	45	50	50	55	50	50
FONDET	15	20	45	70	90	112	115	120	120	125	125
NHD	13	15	29	28	48	68	70	70	70	75	75
Totalt	61	68	107	140	180	225	235	240	245	250	250

^a Korrigert for "lånet" fra Fondsmidler til gaveforsterkningsordningen i 2006-tallene. Tilbakebetalingen er lagt inn i denne tabellen f. o. m. 2009

^b Foreløpig budsjett for 2007

Uten gjennomslag for budsjettvekst og forlengelse av programperioden for NANOMAT, kan følgende budsjettutvikling skje:

Tabell 7. Mulig budsjettutvikling for NANOMAT uten budsjettvekst (millioner kroner)

	Reelt		Null-vekst-forslag	Planer		
	2006 ^a	2007 ^b	2008	2009	2010	2011
KD	33	33	33	33	33	33
FONDET	15	20	20	25	25	25
NHD	13	15	15	15	15	15
Totalt	61	68	68	73	73	73

^a Korrigert for "lånet" fra Fondsmidler til gaveforsterkningsordningen i 2006-tallene. Tilbakebetalingen er lagt inn i denne tabellen f. o. m. 2009

^b Foreløpig budsjett for 2007

Tabell 7 viser at tiltak er nødvendig for å opprettholde NANOMAT som et stort program, slik at føringene fra Forskningsmeldingen og Soria Moria-erklæringen kan følges.

For å følge opp Hovedstyrets intensjoner om et tidsperspektiv på ca. 10 år for de store programmene, er det viktig å få et fornyet vedtak på lengden av NANOMATs programperiode innen utløpet av av 2012. Et slikt vedtak kan gjøres i forbindelse med en midtveisevaluering av programmet.

12 Evaluering og oppfølging av programmet

For å sikre en høy kvalitet på satsingen er det viktig med evaluering.

- *Et utvidet NANOMAT bør midtveisevalueres etter 3-5 år, deretter fortløpende i henhold til Forskningsrådets rutiner for evaluering av store programmer*

Evalueringen bør utføres av en uavhengig, internasjonal komité. Målene for oppfølging skal være måleparametrene i figur 3, samt eventuelle tillegg. Den første evalueringen bør vurdere *hvordan* programplanen er satt ut i livet. Senere bør det evalueres *hva som er blitt produsert*, evalueres. Etter en slik evaluering bør ny revisjon av programplanen for NANOMAT vurderes.



Publikasjonen kan bestilles på
www.forskningsradet.no/publikasjoner

Norges forskningsråd
Stensberggata 26
Postboks 2700 St. Hanshaugen
N0-0131 Oslo

Telefon +47 22 03 70 00
Telefaks +47 22 03 70 01
post@forskningsradet.no
www.forskningsradet.no

Design omslag: Design et cetera AS
Foto omslag: Piotr Rotkiewicz

ISBN 978-82-12-02423-6 (trykk)
ISBN 978-82-12-02424-3 (pdf)