



# Evaluering av NANOMAT

Stort program  
Nanoteknologi og nye materialer - NANOMAT

## Store programmer

Forskningsrådets  
satsing på nasjonalt  
prioriterte områder



# Evaluering av NANOMAT

## Forskningsrådets Store program innen nanoteknologi og nye materialer

Udarbeidet for Norges forskningsråd av DAMVAD og Econ Pöyry

Januar 2011

© Norges forskningsråd 2011

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](http://www.forskningsradet.no/publikasjoner)

eller grønt nummer telefaks: 800 83 001

Grafisk design omslag: Blanke ark  
Foto/ill. omslagsside: Piotr Rotkiewicz

ISBN: 978-82-12-02887-6 (trykk)  
ISBN: 978-82-12-02888-3 (pdf)

Trykk: 07 Gruppen/Forskningsrådet  
Opplag: 250

## Forord

Denne evaluering stiller skarpt på NANOMAT som et Stort program. NANOMAT er forskningsrådets store forskningsstrategiske satsning inden for nye materialer og nanoteknologi. Evalueringen skal danne grundlag for Forskningsrådets fremtidige satsninger inden for området. Evalueringen er gennemført af DAMVAD og Econ Pöyry i samarbejde med et uafhængigt nordisk ekspertpanel.

Den overordnede konklusion er, at programmet er vellykket, og at programmet som et strategisk forskningsprogram har været en national succes: Det har løftet norsk forskning, det har skabt erhvervmæssig værdi, og det har understøttet en samfundsmæssig robust innovation. Evalueringen understreger, at det har betydning for forskningsmiljøerne og erhvervslivet i Norge, at man i NANOMAT har opstillet klare forskningspolitiske visioner og tænkt langsigtet – med en programperiode på knap ti år er der selv i international sammenhæng tale om et meget langsigtet perspektiv for et forskningsprogram. De principper bør fortsat være grundlæggende i de norske strategiske satsninger.

På trods af de gode resultater af NANOMAT peger evalueringen dog også på, at der er udviklingspotentialer for den fremtidige indsats. Grundforskningen og internationalisering skal fortsat styrkes samtidig med, at der skal større fokus på erhvervseffekten. Og der skal også et større strategisk fokus på samfundsmæssig, robust innovation i programmet (f.eks. sikkerhed, etik og samfundsudfordringer).

Sideløbende med denne evaluering har DAMVAD og Econ Pöyry også gennemført en evaluering af rådets Store program inden for medicinsk og bioteknologisk forskning, FUGE. De to evalueringer har befrugtet hinanden erfaringsmæssigt.

Som en del af evalueringerne af både NANOMAT og FUGE har Forskningsrådet haft ansvar for at gennemføre tre workshops, hvor interessenter for programmet er blevet inviteret for at diskutere og belyse evalueringresultaterne ud fra så mange vinkler som muligt. De tre workshops havde fokus på administrationen af programmerne, programmernes bidrag til kompetenceløft på forskningsinstitutioner og i virksomheder og endelig, hvordan programmerne har bidraget til at adressere samfundsudfordringer. De tre workshops bidrog til at gøre evalueringen til en læringsarena, hvor resultaterne af dialogen indgik i evalueringen – og har af den vej i sig selv bidraget til at understøtte programmernes intention om samfundsinddragelse og dialog.

Jeg håber, at evalueringen af NANOMAT vil være et frugtbart indspil til, hvordan strategiske satsninger inden for nanoteknologi og nye materialer bør indrettes i fremtiden – blandt andet for fortsat at løfte den norske forskning på området og for at adressere samfundsudfordringer på en god måde i et nationalt perspektiv.

Jeg vil gerne takke evalueringspanelerne nedsat af henholdsvis Forskningsrådet og DAMVAD for det gode og konstruktive samarbejde i evalueringsprocessen. Panelet nedsat af Forskningsrådet bestod af professor Lars Hultman (Linköping Universitet, Sverige), professor Lars Kloo (KTH, Sverige), prof. emeritus Kjell Arne Ingebrigtsen (Norge) samt professor Mats Benner (Lunds Universitet, Sverige). Den danske ekspertfølgegruppe bestod af professor og direktør Flemming Besenbacher (Aarhus Universitet, Danmark) og professor Antti-Pekka Jauho (DTU, Danmark). Sidst men ikke mindst vil jeg gerne takke Norges forskningsråd (Ellen Veie, Aase Marie Hundere og Monica Bergem) for et frugtbart og åbent samarbejde gennem evalueringsforløbet.

Med venlig hilsen

Mark Riis

Afdelingschef og associeret partner

DAMVAD



# Indhold

Executive summary.....	2
Summary of evaluation results (in English) .....	3
Recommendations (in English) .....	9
Sammendrag av evalueringsresultater (på norsk) .....	15
Evalueringens anbefalinger (på norsk) .....	21
<b>1 Baggrund for evalueringen .....</b>	<b>26</b>
1.1 Formål med evalueringen .....	21
1.2 Evalueringens datagrundlag .....	27
<b>2 Forskningspolitiske perspektiver for evalueringen .....</b>	<b>28</b>
2.1 Hvad er Store programmer? .....	28
2.2 Store programmer og strategisk forskning .....	30
2.3 Evaluatorenes tilgang til evalueringen.....	32
<b>3 Om NANOMAT-programmet.....</b>	<b>33</b>
3.1 Om NANOMAT programmet.....	33
3.2 Finansiering og bevillinger .....	33
3.3 Valget af støtteformer i programmet .....	36
3.4 NANOMAT i to faser – en forskningspolitisk udfordring .....	38
<b>4 Fra forskerprojekter til nationale strategiske satsninger .....</b>	<b>41</b>
4.1 Politiske mål implementeret i NANOMAT .....	41
4.2 NANOMAT er mere end et ordinært forskningsprogram .....	45
4.3 Programmet har skabt merværdi .....	46
4.4 Bred men sen inddragelse af interessenter i prioriteringen af forskning .....	48
4.5 Potentiale for øget internt samspil med øvrige aktiviteter i rådet .....	52
<b>5 Om opbygningen af stærke forskningsmiljøer .....</b>	<b>54</b>
5.1 Markant løft i forskningen inden for nano- og materialeteknologi .....	54
5.2 De nationalt koordinerede projekter som vigtigt strategisk greb .....	63
5.3 De nationalt koordinerede projekter forstærker koncentration af midler .....	65
5.4 Styrket national arbejdsdeling og samspil – dog inden for etablerede fagmiljøer .....	71
5.5 Forskningen kan styrkes ved højere krav og større projekter .....	76
5.6 Mere strategisk fokus på internationalisering .....	79
<b>6 Forankring og samfundsnytte af NANOMAT.....</b>	<b>84</b>
6.1 Potentiale for øget samspil med næringslivet .....	84
6.2 Fortsat fokus på forankring af indsatsen på værtsinstitutionerne .....	93
6.3 NANOMAT har haft betydning for samfundsmæssig robust forskning .....	96
6.4 Stor tværfaglighed i de støttede projekter – særligt inden for teknologifeltet .....	103
6.5 Formidling er et vigtigt strategisk greb i programmet .....	105
<b>Bilag 1: Evalueringsmetode og datagrundlag .....</b>	<b>109</b>
<b>Bilag 2: Supplerende data .....</b>	<b>119</b>





## Summary of evaluation results

This report presents the final evaluation of the research program NANOMAT, the Large-scale Program in nanotechnology and new materials under the Research Council of Norway.

The evaluation covers the period 2002 to 2009, during which NANOMAT has granted a total of 0.7 billion kroner to 134 projects.

It is important to note that the NANOMAT program is scheduled to run until 2011. Moreover, a third of the projects supported by NANOMAT have yet to be completed. This evaluation is therefore based on a *preliminary* assessment of the results and effects of the program. A more precise estimation of NANOMAT's total output and significance will not be possible to make until some years after the end of the program.

This summary presents the main results and conclusions of the evaluation.

### Background for the evaluation

Today's knowledge based economy calls for research based insight in an increasing number of areas that are believed to hold high value for industry and society in general. Nanotechnology and new materials are examples of such areas. Because of their expected societal value, much public funding for research in these areas is distributed as strategic research funding, that is, funding which aims to promote research in areas and that have been identified and prioritized by policymakers and politicians based on their anticipated importance for the development of new innovations and for the general good of society. Strategic research programs like NANOMAT are thus an important policy tool with which to address societal challenges through public research funding.

It is in this light that this evaluation of NANOMAT should be seen. NANOMAT is one of a total of seven Large-scale Programs under the Research Council of Norway. These are ambitious and long-term national initiatives that are intended to strengthen research and innovation within

a particular technological field while helping to address societal challenges through focused investments in nationally prioritized research areas.

The mandate for the evaluation of NANOMAT specifies that the evaluation should include an assessment of the program's **impact on academic research** as well its **impact on industry and society in general**. The evaluation should also estimate the **added value** of establishing NANOMAT as a Large-scale Program rather than as one or more ordinary research programs. Moreover, the evaluation should contribute to ongoing deliberations in the Research Council regarding how future efforts to support research in nanotechnology and new materials should be designed.

### Main results of the evaluation

The NANOMAT program was established in 2002 as an extension of the so-called FUNMAT consortium, a collaboration between several of the leading research environments in nanotechnology and new materials in Norway. At the same time, evaluations of the Norwegian research communities in physics and chemistry were undertaken. These evaluations showed that Norwegian research in these fields lagged far behind international standards for research quality and for the availability of infrastructure and funding. One of the recommendations from these evaluations was therefore to design a strengthened and prioritized initiative to support research in the existing materials research environment in Norway and to promote the development of nanotechnology as a new research field. The starting point for NANOMAT was thus the ambition to raise the standard of Norwegian nanotechnological and materials research in selected areas to international standards.

The fundamental idea behind NANOMAT was to establish a series of nationally coordinated projects in research environments with

documented competences in materials technology and thereby to strengthen the national coordination and division of labor in research.

The main conclusion of the evaluation is that NANOMAT has been a national success as a strategic research program. NANOMAT has had a significant impact on the Norwegian research community in nanotechnology and new materials. In addition, NANOMAT has fulfilled the overall goals and intentions set for the program – both at the beginning of the program and during the course of the program period. The evaluation results indicate that NANOMAT has succeeded in raising the standard of the research community in nanotechnology and new materials from a mediocre level to a point where Norwegian research environments can participate in the international research front on selected areas. This development is reflected in strengthened research competences, increased research productivity and high research quality.

Part of NANOMAT's effect can be explained by the sheer vastness of the funds invested by the program in a relatively small research community. However, NANOMAT has also generated added value from this investment in the form of an increased interplay within a previously highly fragmented research community, and through long-term investments in research environments (e.g. investments in infrastructure, Ph.D. and post.doc. training, new Master's level programs etc.). As such, NANOMAT is a success story for Norwegian research and should be seen as an element in an overall strategy to promote the development of competences and renewal in the Norwegian research system.

The evaluation also indicates, however, that there are some areas in which NANOMAT has not fully exploited the possibilities inherent in being a Large-scale Program and part of the Research Council, a central actor in the Norwegian science and innovation system. Despite the many good results, the evaluation suggests that even greater effects could have been attained through more effective planning and management of the program. It is for example estimated that the public investments in nanotechnology that have been made so far could have created greater value for industry. On a similar note, the evaluation shows that the program has not succeeded in integrating the so-called Ethical, Legal and Social Aspects (ELSA) of science or perspectives regarding health, the

environment and safety (HMS, short for *Helse, Miljø og Sikkerhet*) into research on nanotechnology and new materials.

## Results and conclusions of the evaluation

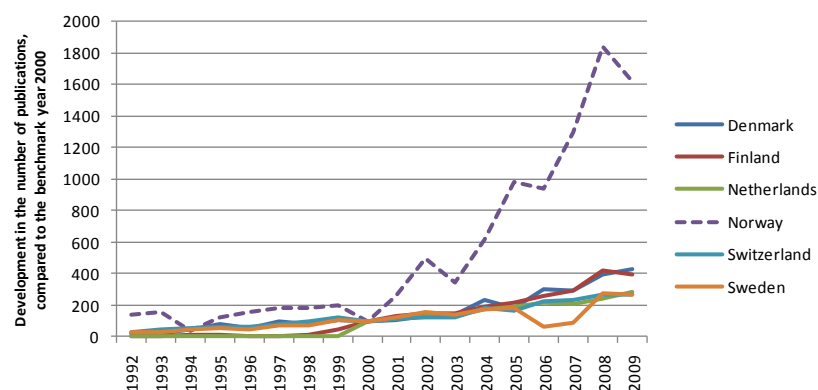
### 1 Norway closes in on the international research front

*NANOMAT has contributed to a significant strengthening of research competences.* The vision behind NANOMAT is to make Norway a leading nation in selected areas within nanoscience, nanotechnology and new materials. The evaluation results indicated that NANOMAT has succeeded in catalyzing a "catching up"-effect in the Norwegian research community in these fields. This is reflected in the development of this community from a low point at the end of the 1990s to a position today where Norwegian research environments are closing in on the international research front. This is reflected for example in the figure below, which graphs the development in publications in leading international scientific journals in nano- and materials technology from six countries during the period 1992 till 2009, compared to the benchmark year 2000. The figure shows that research productivity in Norway increased at a low rate in the period 1992-2001, but rose dramatically after the launch of NANOMAT in 2002 – much more so than in the other five countries.

However, it is important to note that Norway started at a lower level of research activity than the other five countries. In addition, Norwegian research still produces far fewer scientific publications per capita than researchers in the other countries included in this analysis.

Nonetheless, the figure illustrates the dramatic increase in Norwegian research productivity in nanotechnology and new materials that has taken place during the NANOMAT program period.

### Norway closes in on the international research front international comparison of research productivity (benchmark year = 2000)



Source: DAMVAD, Final evaluation of NANOMAT, 2010. Based on data from Web of Science. N = 13,789.

Moreover, evaluation results show that NANOMAT has made a significant contribution to this increase in research productivity by supporting projects in Norwegian research environments. This is reflected in the large number of scientific publications from NANOMAT-funded projects, who have reported a total of just under 1.000 scientific publications during the period 2002-2010.

The evaluation also shows that many of these research environments perform high quality research, as indicated by the number of their publications that appear in leading international journals. A bibliometric analysis of publications from NANOMAT projects shows that a high percentage of these publications (40 percent) have been accepted in international top journals in their field, including e.g. Nature.

**Continuity through a boost to research capacity.** The evaluation shows that NANOMAT has had strategic effects on Norwegian research environments. The program has contributed to the development of strong research environments through substantial investments in research capacity. Firstly, NANOMAT has contributed to a sizeable increase in the number of new Ph.D. candidates. In addition, the program has helped ensure that research environments have been able to attract and retain

young researchers through a similar investment in post.doc. positions. Some of these positions have been financed directly by the program, while others have been funded indirectly by NANOMAT through investments in a nationally coordinated Ph.D. school in the research field.

Secondly, NANOMAT has had great importance for the development of new university educations focused on nanotechnology and new materials, which are increasingly requested by industry, and which have established an important new channel for recruitment to Ph.D. education in the field.

In addition, NANOMAT has supported strategic planning in the research environments through its long-term perspective. This has in particular promoted investments in research infrastructure by the research environments – investments that were absolutely necessary since both nanotechnology and new materials research require substantial investments in expensive research infrastructure. To some extent, NANOMAT has thus contributed to the research environments' investments in infrastructure.

**Internationalization of research.** NANOMAT has a goal to develop internationally competitive research competences in selected research areas in Norway and to increase Norwegian participation in EU Framework Programs. The evaluation shows that NANOMAT has supported the achievement of this goal, but that there is a need for continued efforts to strengthen the internationalization of Norwegian research. The prerequisite for this is the continued development of the quality of research undertaken in Norwegian research environments.

The evaluation shows that – as a result of the development in research competences, which has taken place since 2002 – Norwegian researchers have become attractive as collaboration partners in prioritized research areas, and this has had great importance for the internationalization of Norwegian research. This is evidenced by a large number of international collaboration partners in NANOMAT-funded projects.

Moreover, the evaluation shows that NANOMAT as a Large-scale Program has strengthened international research collaboration through a series of initiatives, but primarily in the later part of the program. International collaborations have contributed to the growing international visibility of the Norwegian research environments in nano- and materials technology,

which was very low before 2002. Funding for Norwegian research environments through project funding, international NANOMAT conferences, research stays, participation in ERA NETS etc. have made the environments more attractive and thereby made it easier for them to achieve success in international arenas such as e.g. EU's Framework Programs. NANOMAT's thematic focus areas are well aligned with the areas included in the EU's own nanotechnology programs. This has contributed to a high success rate for Norwegian applications.

## 2 Increased coordination as the basis for stronger competences

**NANOMAT has contributed to a better division of labor.** Large-scale Programs like NANOMAT should contribute to the creation of synergies and critical mass in the national research effort through coordination and division of labor between research environments in Norway. A key precondition for building national competences is to establish a productive cooperation between research environments and thereby avoid a situation where environments compete for the same funds.

The evaluation indicates that NANOMAT has succeeded in creating incentives for national coordination and division of labor among research environments working on nanotechnology and new materials. The establishment of a series of nationally coordinated projects has been central to this process. The nationally coordinated projects have in effect forced management in research institutions to support national research priorities. More precisely, the projects have promoted binding collaboration agreements between the research environments, supported by management in the institutions, concerning e.g. joint research ventures and shared access to equipment.

The division of labor has been focused on established environments, particularly the so-called FUNMAT and COMPLEX consortia, which consist of Norway's leading research environments in the field and which build on binding partnerships between research environments from four of Norway's large research institutions. The FUNMAT consortium consists of several leading Norwegian environments in the field: *Institute for Energy*

*Technology (IFE), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SINTEF and University of Oslo.*

**Concentration of funds has bolstered the program's impact on research activities.** The efforts to build nationally coordinated projects in established environments have also entailed a significant concentration of research funds in a relatively small number of research environments (that is, the environments participating in the FUNMAT and COMPLEX consortia). The focus on the nationally coordinated projects has also contributed a significant concentration of efforts to increase research capacity through new Ph.D. and post.doc. fellowships and through investments in infrastructure, which have reinforced the concentration of research activities under the NANOMAT program further.

The evaluation also indicates, however, that this strategy of concentration was a vital and necessary strategy in the initial phase of the program, where focus was on building up strong research environments with internationally competitive research competences within nanotechnology and new materials. Thus, this concentration has laid the foundation for a rapid national competence development of international significance.

**Lack of collaboration between established and new research environments.** The evaluation indicates that the strategy to concentrate NANOMAT's efforts in a relatively small number of established research environments – even though this has been an important strategy – may also have limited dynamism and renewal in the research community as a whole. The evaluation results moreover indicate that the increased coordination, division of labor and interaction that have resulted from the NANOMAT program have primarily taken place within the established research environments in the field, that is, in the environments that are part of the FUNMAT and COMPLEX consortia. Collaboration between these established environments and other research environments in the community has been limited. This is underscored among other things by a bibliometric analysis, which shows that only a small minority of scientific publications from NANOMAT-funded research projects involving one or more FUNMAT partners are co-authored by Norwegian research environments outside of the FUNMAT consortium. In contrast, the FUNMAT partners engage in a substantial degree of co-authorship of publications with foreign research environments.

### 3 Increased knowledge in industry – but not yet enough impact

**Strengthened competences in industry.** NANOMAT has a dual objective for the involvement of industry in research. On the one hand, the program must create a basis for *new, knowledge-based and research intensive industry* and, on the other hand, it must generate a sustainable *renewal of established industry* in Norway.

Though this was an optimistic ambition, the evaluation shows that NANOMAT has succeeded in involving more than 100 companies in the projects that the program has supported. This result should moreover be seen in light of the fact that industry in this field in Norway is relatively small and underdeveloped. The program has involved a broad range of firms – including spin-offs, small high-tech companies and large R&D-intensive firms – particularly through the so-called BIP projects (User-driven Innovation Projects). The evaluation results indicate that NANOMAT has contributed to a strengthening of the knowledge base in Norwegian industry, which has created favorable conditions for increased collaboration between industry and research institutions. These conditions have, however, not yet been sufficiently exploited.

**The value of the program for industry has not yet been realized.** Even though NANOMAT has met its own goal to invest half of its total funds in industry-oriented projects, the evaluation shows that the program has yet to realize the potential value for industry generated by the program's total investments in research. The projects funded by NANOMAT have reported a relatively small number of commercial results, e.g. in the form of patents, newly established companies or innovations. This is partly explained by the fact that the nanotechnology and materials sector needs to mature and develop, and partly by the fact that innovation and industry effects of research activities can take a long time to emerge and therefore cannot expect to materialize until 5-10 years after the research has been undertaken. The evaluation also indicates, however, that the lack of commercial results in NANOMAT-funded projects is caused by the fact that NANOMAT failed to secure optimal conditions for linking basic research, applied research and innovation through strategic management of the program's project portfolio and through effective incentives for public-private research collaboration in the projects.

The evaluation also shows that industry participants entered into the program at a relatively late stage. As a result, further delays to the development of commercial results must be expected. Companies did not truly become involved in the program until 2006, that is, in the middle of the evaluation period. This is partly explained by the fact that NANOMAT did not receive financing from the Ministry of Trade and Industry until late in the program period. Since the Research Council has had an understanding that funding for industry-oriented projects should come primarily from this ministry, they did not see any possibility of involving industry more directly in earlier stages of the program. Moreover, the program had an explicit ambition to first involve industry once the investments deemed necessary to strengthen research capacity in the research environments had been made.

**Unexploited potential for collaboration with industry.** The evaluation indicates that there is a potential to establish a more productive interplay between industry, the research community and the Research Council in future initiatives within the field of nanotechnology and new materials.

Evaluation results show that even though NANOMAT has contributed to the development of research competences in Norwegian firms, the program's ambition to create a productive interplay between academia and industry have not been fully realized. This is explained by the fact that the program and the funding mechanisms that it has selected for industry-oriented projects have failed to create sufficient incentives for collaboration and to take industry's research needs into account. The industry-oriented funding mechanisms in the program – BIP (User-driven Innovation Projects) and KMB (Knowledge-building Projects with User Involvement) – have generally been well suited for the purposes of the program, but they have primarily been focused on competence-building in firms and not sufficiently on the establishment of value-adding arenas for collaboration between companies and research institutions.

Another challenge in this respect is that industry has not been adequately involved (or involved itself) in the original design of the program or in its ongoing implementation. As a result, industry has not had (or seized) sufficient possibilities to shape the planning and prioritization of research funding during NANOMAT's program period, based on their research needs and interests. For example, industry has played a limited role in the

designation of the thematic areas that have been prioritized in NANOMAT – something which could otherwise have helped to strengthen industry's commitment to the program.

The evaluation has also shown that the Technology Transfer Offices (or TTOs) at the universities play an important role for the commercialization of research results from NANOMAT-funded projects. Evaluation results moreover indicate that there is a potential to strengthen collaboration between NANOMAT and the TTOs and thereby in the coming years support the increased commercial utilization of NANOMAT research.

#### 4 The contribution to societally robust innovation

##### *NANOMAT has strengthened the visibility of nanotechnology.*

Dissemination of research results is an important activity for Large-scale Programs like NANOMAT. The aim hereof is to strengthen the visibility of research, foster a societal debate regarding research, and to communicate the results of funded activities. Overall, the evaluation results indicate that NANOMAT has fulfilled its goals to pursue an active communication strategy and create good visibility surrounding the program's activities, particularly among researchers and the general public, but also in the Research Council.

The evaluation shows that dissemination has been a central strategic instrument in NANOMAT. NANOMAT has invested substantial resources in dissemination and communication, beyond what could be expected from ordinary research programs. During the evaluation period, the program has spent just under 5 million kroner on dissemination activities under the program. Dissemination has been accomplished using a broad range of communication channels, including written media, the internet, conferences, meetings and special dissemination initiatives (e.g. in connection with the National Science Week). Dissemination activities are targeted at research environments, industry and the general public, e.g. children and youths.

*The program has contributed to an increased focus on HMS/ELSA.* An important element in NANOMAT has been to support the development of

societally robust innovation by focusing on ethical, legal and social aspects of science (ELSA) and health, environment and safety perspectives (HMS, short for *Helse, Miljø og Sikkerhet*) of science. The evaluation shows that the Research Council of Norway has been relatively quick in following up on international tendencies in ELSA and HMS research connected to nanotechnology. As a result, NANOMAT established a portfolio of projects focused on HMS/ELSA toward the middle of the program period (including both integrated projects and focused ELSA projects). This portfolio is relatively small, yet in line with the goals set for the program's activities in this area.

Overall, the evaluation indicates that NANOMAT's ELSA and HMS activities have contributed to a strengthening of the research area and increased recognition of the importance of knowledge about ethical, legal and social aspects of nanotechnological research. The ELSA and HMS projects supported by NANOMAT have however had limited visibility and impact in the research communities engaged in nanotechnology and new materials. As such, the evaluation indicates that NANOMAT's ambition to make social, health-related and environmental aspects of science an integrated part of nanotechnological research have not been fully realized.

Before the establishment of NANOMAT, there were no ELSA/HMS-competences in the Norwegian research environments in nanotechnology and new materials. A particularly important result of NANOMAT's efforts on the HMS/ELSA area has been the strategic collaboration with the Research Council's ELSA program. Over the past 4 to 5 years, this collaboration has contributed to the development of research environments working on ELSA/HMS-research issues in nanotechnology and new materials, though it should be noted that these environments remain vulnerable.

#### 5 A more strategic role in research policy for the Research Council

*The program has followed its main strategy.* The evaluation indicates that NANOMAT has to a large extent succeeded in meeting the political expectations of the program.

The program has succeeded in taking both academic and political considerations into account. More precisely, the program has to a great extent succeeded in implementing relevant political strategies and intentions (as formulated in national strategies and reports to the Storting) into the strategic and operational activities of the program.

A long-term program like NANOMAT has to adapt to shifts in political goals and expectations, particularly when it is also a strategically important program like NANOMAT, which is expected to strengthen a national research community. The evaluation indicates that the program has been responsive and adapted to such shifts in political demands, e.g. an increased focus on HMS/ELSA, societal relevance, involvement of industry and new initiatives in connection with the Agreement on Norway's Climate Policy from 2008. Moreover, even though the program has received less funding than originally planned, it has succeeded in maintaining the original focus of the program on building research competences in prioritized research areas.

***NANOMAT did not become a Large-scale Program until late in the program period.*** NANOMAT was originally a basic research program with close connection to established materials research environments in Norway. This point of departure has had a significant impact on the later development of the program, where the political aim was to establish a link between the program and central societal challenges in order to generate potential of national value from publicly funded research.

The evaluation indicates that many of the central characteristics of a Large-scale Program have not actually been implemented until late in the program period. This includes e.g. the involvement of external stakeholders – companies, organizations etc. – in research prioritization, the focus on societally robust innovation (e.g. through HMS/ELSA research), strategic communication activities, and the focus on addressing societal challenges through research. In other words, NANOMAT did not truly become a Large-scale Program until the latter part of the program period, from 2007 till 2011.

The evaluation shows that NANOMAT has invested substantial resources in undertaking this transformation from a basic research program to a strategic research program. This is underscored by the fact that more than

half of the total administrative resources allocated to the program today are allocated to strategic activities such as e.g. communication, dissemination of research results, involvement of stakeholders, dialogue-based activities and coordination.

## Recommendations

This section presents a series of recommendations that emerge from the results and conclusions of the evaluation.

### 1 Momentum and continuity

***Continued investments in research.*** The program has been a success in terms of its impact on research capacity, productivity and quality in research on nanotechnology and new materials in Norway. The evaluation also indicates, however, that Norwegian research still has a substantial, unrealized potential. It is therefore important to maintain and extend current research efforts in the research communities working on nano- and materials technology to ensure that the momentum build up under NANOMAT is not lost.

The ambitions for the NANOMAT program have not been fully realized yet. This is not realistic within the 10-year period of the program. It takes more than ten years to build strong research environments that can also help create and realize strategic potential of national value. It is therefore *recommended* that the efforts initiated under NANOMAT are maintained and developed further in future programs in this field.

To ensure a long-term effect from NANOMAT, it is moreover necessary to ensure that these efforts have a strategic impact on the universities. There is still a need to anchor responsibility for following up on national research policy priorities in the management of universities and research institutes, and to ensure that management commits to the Research Council's priorities in nanotechnology and new materials. Moreover, there

is a need to ensure adequate degrees of freedom for the universities to allow them to support national research priorities. A Large-scale Program like NANOMAT makes a substantial investment in the academic sector but also requires substantial backing through internal funds or other forms of co-financing from research institutions. It is therefore of the utmost importance to consider the overall funding situation for universities in the design of such programs, for example by considering how universities' base funding can best support large strategic programs.

**Continued focus on basic research.** Nanotechnology is still a maturing technology, which requires significant, continued basic research. For nanotechnology to develop optimally and to allow for its commercial exploitation, there is a need for strong, two-way interaction between basic research, applied research and innovation. In the NANOMAT program, there has however been a tendency to increase the proportion of funds dedicated to industry-oriented projects at the expense of basic research. It is *recommended* that the basic research component of the program not be reduced in the future but instead maintained at a high level, while efforts in applied research and innovation are strengthened.

**High research quality – a prerequisite for greater internationalization.** Even though Norwegian research has seen a significant improvement of its research competences, several of the researchers interviewed in connection with the evaluation argue that the Norwegian research community is still a considerable distance from the international research front. There is a need to raise the quality of projects supported by NANOMAT. Further improvements in research quality are a necessary precondition for greater internationalization of Norwegian research.

It is *recommended* that NANOMAT continue to use research quality as an important criterion in the evaluation of research projects. It is also recommended that NANOMAT place more emphasis on systematic documentation of research quality in applicants' professional qualifications (in an international perspective) and on projects' contribution to the "state of the art" within the research field.

It is also *recommended* that systematic evaluations be performed on projects – particularly larger research projects – including both interim evaluation (with the mandate to stop research grants when project

progress is unsatisfactory) and ex-post evaluations – including evaluations by international panels of experts.

## 2 Greater renewal through the program

**Focus on new actors and areas.** Through the nationally coordinated projects (FUNMAT and COMPLEX), NANOMAT concentrated its efforts on a relatively small number of research environments, which has been a good strategy for building strong research environments. To ensure the continued dynamism of research in nanotechnology and new materials, it is however important to ensure greater renewal in the research community and increased competition for funds.

More research environments must have access to funding, and national collaboration among research environments should be strengthened. Even though the FUNMAT and COMPLEX consortia represent the strongest environments in research on nanotechnology and new materials in Norway, evaluation results suggest that there are a number of other Norwegian environments with international research potential.

It is *recommended* that NANOMAT ensure a sufficiently broad, open competition for funds in strategic nanotechnology programs so as to open the system up to relevant new environments and actors. This would also strengthen the likelihood of developing new applications and exploiting the opportunities for multidisciplinary collaboration and for interaction between technologies that are inherent in a generic technology like nanotechnology. Increasing the degree of competition for funds will however also require an increase in overall funding for NANOMAT, to maintain the possibility of concentrating funds.

**Larger, integrated research projects – and more focus on research management.** The evaluation indicates that NANOMAT provides relatively small grants for research projects (if we exclude the nationally coordinated projects). This is surprising in view of the expectation that Large-scale Programs should have an added value, a time horizon, a weight and a strategic scope that exceed those of ordinary research programs.



It is *recommended* that the program support larger and more integrated projects that enable the development of more ambitious research projects and the establishment of better conditions for research collaboration across organizations or disciplines, and for the involvement of actors throughout the value chain. Thereby NANOMAT would follow up on its own ambitions to initiate so-called “Large projects” (*Storprosjekter*), as presented in the program’s latest program plan. Large research projects however require an increased focus on research management in these projects. It is therefore also *recommended* that the program incorporate heightened and explicit requirements for good research management to help ensure that the potential benefits of larger research grants are realized.

### 3 Better interplay between stakeholders

***Stronger incentives for collaboration between industry and academia.*** The program has supported the development of competences in industry, but it has not fully exploited the potential for interplay between industry and academic researchers.

It is *recommended* that future efforts be focused on strengthening the interplay between firms and research institutions, based on the research needs and interests of industry. More effective arenas for networking and collaboration between industry and academia should be established to promote two-way interaction and different forms of interplay, e.g. networking, collaboration on education, joint research, joint commercialization activities etc. This can strengthen mutual understanding between industry and academia as well as the incentives for public-private collaboration on research and education.

It is also *recommended* that the Research Council involve firms more actively in research prioritization in the fields of nanotechnology and new materials. This is relevant e.g. in connection with the development of strategies, prioritization of research funding, collaboration with the EU, the development of new funding mechanisms etc. The aim would be to ensure greater relevance of future programs for industry as well as greater commitment to these programs from firms. A more productive

interplay with industry at all levels of research prioritization and funding will contribute to an improved interplay between basic research, applied research and innovation, and thereby also to the creation of societal value from investments in research on nanotechnology and new materials.

***Increased involvement of users of the technology.*** NANOMAT is today focused on creating synergies between basic research, applied research and innovation. The program pays limited attention, however, to how the knowledge derived from research on nanotechnology and new materials can or will be applied by actual technology users. If research (and thereby technology) is to be targeted more efficiently at actual needs in society, it is of the utmost importance that technology users be involved more directly with research institutions and industry alike. This would help to ensure greater relevance in research and technology development, and may also promote more societally robust innovation.

It is *recommended* that future research policy initiatives in this field place more strategic emphasis on the involvement of potential users or representatives thereof in research prioritization and in funded projects.

This makes certain demands of the strategic instruments and funding mechanisms employed by the Research Council and of the degree of coherence between activities funded by the Council. Moreover, it makes certain demands of the degree of collaboration between the Research Council and other funders of research and innovation in the Norwegian innovation system. It is of the utmost importance that Large-scale Programs like NANOMAT find a productive division of labor in cooperation with other actors to ensure the greatest possible benefit from public investments in research.

### 4 A more strategic focus on HMS/ELSA

***Greater strategic focus on HMS/ELSA.*** The evaluation shows, as described in the summary of evaluation results, that there is a significant potential for integrating HMS and ELSA perspectives better into research on nanotechnology and new materials. The evaluation also suggests that the benefit of dedicating a small percentage of funds in a large technology

program like FUGE to ELSA research is that this forces the technology program to stay abreast of advances in ELSA research – one of several important channels for meeting the national objective of strengthening the societal robustness of research and innovation.

The following *recommendations* regarding the integration of ELSA in future initiatives emerge from this evaluation: (1) maintain the collaboration with the Research Council's ELSA program to ensure the quality of future ELSA projects, (2) increase emphasis on projects that integrate nanotechnology and HMS/ELSA, and strengthen efforts to promote a more productive interplay between technology and ELSA researchers (e.g. through forums for knowledge exchange and joint Ph.D. courses), (3) establish clear and realistic ambitions for ELSA research in future initiatives and ensure that the means correspond to the desired ends, and (4) prioritize funds for ELSA research to areas where the ELSA environment has research strengths and which are also prioritized in research on nano- and materials technology in order to create the greatest possible value added from these investments.

#### ***Improved connection between HMS/ELSA and communication efforts.***

The evaluation results underscore that a proactive communication and dissemination effort can be a highly effective strategic instrument with which to establish a productive dialogue with society and thus strengthen the legitimacy of the program while providing important inputs to research that can support the development of more societally robust research.

It is therefore *recommended* that future initiatives maintain and further expand FUGE's focus on communication efforts in individual projects as well as in the program as a whole.

## **5 A stronger basis for research policy**

The Research Council of Norway is unique compared to research councils in other countries in that public research funding is organized under a single organization, which spans the entire value chain, from basic research to applied research and innovation. This places the Council in an

advantageous position to link societal interests with the needs and interests through dialogue and negotiation with ministries and policymakers in connection with the design of national research policy. It also provides the Council with a strong point of departure for involving external stakeholders in the implementation of a Large-scale Program like NANOMAT.

A question, which comes to mind in connection with this evaluation, is whether the Research Council has made adequate use of this position to influence goals and conditions for the NANOMAT program and thus contribute to the realization of national research goals.

The evaluation indicates that the ministries that have funded NANOMAT have been very attentive to inputs from the Research Council in their ongoing prioritization of funds. Nonetheless, NANOMAT has only received approximately half of the funds that were originally deemed necessary to realize the ambitions for the program. The evaluation also shows that many of the funds allocated to the program have been relatively short-sighted and earmarked for certain purposes, which has restricted the program's freedom to operate. This is likely caused by a lack of strong and convincing arguments regarding how the program should be funded and designed, and by insufficient strategic planning of the program.

It is therefore *recommended* that the Research Council considers how to strengthen its arguments vis-à-vis policymakers and other key stakeholders (e.g. ministries) so as to help ensure that national research ambitions are realized, e.g. through:

- Increased influence in negotiations regarding goal-setting and the allocation and prioritization of funds in the design of the program
- Freedom to select strategic instruments and allocate funds in the implementation of the program (e.g. no earmarking of funds)
- Alliances with partners who can help realize the Research Council's goals for future research policy and initiatives
- Increased visibility regarding the societal value generated by public investments in strategic research.

As a Large-scale Program, NANOMAT is expected to fulfill ambitious goals. This places high demands on the strategic planning of the program and the development of strong and clear guidelines for policymakers regarding how the program should be designed. In addition, the program must reflect and address important priorities and challenges for society. This entails involving a broad range of stakeholders in the design as well as the implementation of the program. The program must reinforce the scientific infrastructure and ensure scientific quality and division of labor. The program must have clear effects on the national knowledge system in the form of priorities, organization and management. The program must create farsightedness and strengthen the Research Council's role as a strategic change agent acting behind sectoral interests.

Despite the many good results of the NANOMAT program, the evaluation indicates that the strategic potential of the program has not been fully realized. The history of the program reflects the differing interests of strong groups of stakeholders rather than the systematic planning and implementation of research policy. The organization of the program is also more a reflection of well-articulated interests rather than broad and inclusive objectives. The program has partially strengthened the position of the Research Council, but it also reflects different departments' ambitions to shape resource allocation in a more short-term perspective. In the long run, it is important to ensure that Large-scale Programs like NANOMAT have a clearer mandate, and to place significantly greater demands on active and more inclusive definition of goals, on implementation, and on follow-up.

This also involves formulating better and clearer objectives for program activities. When looking over the operational targets for NANOMAT, it is possible to identify goals that are easy to achieve, e.g. the goal to allocate 3 percent of funds to HMS/ELSA projects and the 50/50 goal for involvement of companies in the program.

It is *recommended* that more ambitious, measurable goals be set that can also help to make the results of the program more visible.

## NANOMAT as an experiment in research policy

NANOMAT can, like the other Large-scale Programs, be described as an experiment in research policy, the aim of which was to build a nanotechnological research community from scratch while simultaneously generating value of national significance as well as international visibility. It is an experiment, which is interesting, because NANOMAT – along with FUGE – was the first of a total of seven Large-scale Programs that have been initiated. There can therefore be much learning to gain from NANOMAT, which should feed into further national initiatives in the field of nanotechnology and new materials as well as other research fields.

An important question is, however, whether it was possible to make more effective use of the societal investment made in NANOMAT and thereby achieve even greater value for society. The question is, could strong research environments have been built using other policy instruments?

By establishing NANOMAT, the Research Council created a situation where a number of research environments went from competing against each other for the same research funds to collaborating with each other. With this instrument, a collaborative organization structure was thus established, which made it possible to coordinate research activities and the national division of labor on a national level as well as in individual research projects. This has been an important precondition for the success of a Large-scale Program like NANOMAT, enabling it to prioritize its efforts and to seek to generate maximum value from the funds invested. It has also been an essential element in efforts to build a strong national competence in nanotechnology and new materials, particularly in view of the point of departure of the program, namely the small and fragmented research groups that characterized the research community at the start of the program in 2002.

As such, the Research Council has acted as a strategic agent of change and created favorable conditions for changes in fundamental structures for collaboration, coordination and division of labor in the research community, which would not have occurred in the absence of the program. This effect is seen both internally in research institutions and across universities and research institutes in Norway. As such, the initiatives taken have shown themselves to constitute important strategic

instruments for the Research Council and to have enabled NANOMAT to function as a Large-scale Program.

As mentioned earlier, the strategy to focus efforts on selected, strong research environments was deemed necessary for the successful development of the research community. It is however possible to question whether the strategy has been *too* narrowly focused, and whether it has ensured to a sufficient degree that all qualified environments have had equal access to funding and that grant applications have been assessed based on their research quality rather than the fact that they supported established research environments. To what extent has it been possible for new environments to access funds in NANOMAT?

An important related question from a research policy perspective is whether it was at all necessary to establish an actual research program like NANOMAT, in view of the desire to maintain a strong concentration of research funds. An alternative policy instrument could have been simply to award the funds directly to selected research environments in the form of base funding, since this type of research financing provides a number of advantages for the research environments such as more degrees of freedom and greater possibilities to for strategic planning.

In view of this, a relevant question is: what is the added value for society from a Large-scale Program? Does one generate greater societal value from allocating research funding through strategic programs rather than as base funding for research institutions? This evaluation suggests that NANOMAT – as a national strategic research program – has had significant importance in linking political requirements and wishes to exploit the potential inherent in nanotechnology and new materials on the one hand and existing preconditions in the research community on the other.

## Sammendrag av evalueringsresultater

Denne rapporten presenterer sluttevalueringen av forskningsprogrammet NANOMAT, som er Norges forskningsråds Store program innen nanoteknologi og nye materialer. Evalueringen dekker perioden 2002-2009, hvor NANOMAT bevilget 0,7 milliarder kroner til 134 prosjekter. NANOMAT avsluttes først i 2011. En tredjedel av prosjektene som er igangsatt under programmet er ikke avsluttet ennå, noe som innebærer at evalueringen er basert på en *foreløpig* vurdering av resultater fra programmet. En mere presis vurdering av NANOMATs samlede betydning vil først kunne foretas om noen år.

Dette sammendraget presenterer de mest vesentlige resultatene samt konklusjoner og anbefalinger fra evalueringen.

### Utgangspunktet for evalueringen

Dagens samfunn krever forskningsbasert kunnskap på stadig flere områder. Dette gjelder f.eks. innen områder som nanoteknologi og nye materialer, som i Norge og i en lang rekke andre land har et stort samfunnsmessig potensial. Denne utviklingen innebærer at forskningsbevilgninger i dag i høy grad blir motivert og prioritert ut fra forskningens forventede nytteverdi for samfunnet. Dette medfører et behov for strategisk forskning, fordi forskningspolitiske prioriteringer og virkemidler muliggjør en sammenhengende av forskningsaktiviteter og samfunnsutfordringer.

Det er nettopp i dette lyset vi skal se denne evalueringen av NANOMAT. NANOMAT er ett av i alt syv Store programmer under Forskningsrådet som skal utløse forskningsløft og innovasjon samt bidra til å løse utfordringer på forskjellige samfunnsområder gjennom målrettede investeringer i nasjonalt prioriterte temaområder.

Sluttevalueringen av NANOMAT skal omfatte en vurdering av programmets **forskningmessige** så vel som **næringsmessige** og **samfunnsmessige effekter**. Den skal også vurdere **merverdien** av å

etablere NANOMAT som et Stort program i stedet for som et ordinært forskningsprogram. Evalueringen skal dessuten bidra til vurderinger av hvordan Forskningsrådets fremtidige innsats på det nano- og materiale teknologiske område skal tilrettelegges.

### Evalueringens hovedresultater

NANOMAT-programmet ble etablert i 2002 i forlengelse av det såkalte FUNMAT-konsortiet, som består av en rekke aførende forskningsmiljøer innenfor nanoteknologi og nye materialer i Norge. I 2002 ble det samtidig gjennomført en evaluering av fysikk- og kjemifagene, som viste at den norske forskningen på området henger etter i internasjonal sammenheng hva gjelder kvalitet, infrastruktur og økonomiske bevilgninger. En av anbefalingene fra evalueringen var å gjennomføre en økt, prioritert innsats innenfor nye materialer og med nanoteknologi som et nytt satsningsområde. Utgangspunktet for NANOMAT var altså en målsetning om å løfte norsk nano- og materiale teknologisk forskning til et internasjonalt nivå på utvalgte områder.

Grunnkonseptet i NANOMAT var å etablere en rekke nasjonalt koordinerte prosjekter basert på eksisterende kompetanser innenfor materiale teknologi, for dermed å styrke den nasjonale koordineringen og arbeidsdelingen i forskningen.

Evalueringens hovedkonklusjon er at NANOMAT som et strategisk forskningsprogram har vært en nasjonal suksess. NANOMAT har hatt en betydelig effekt på de norske forskningsmiljøene innenfor nanoteknologi og nye materialer. Programmet har generelt oppfylt de mål og intensjoner som var utgangspunkt for programmet og som har kommet til underveis. Forfatterne av evalueringen vurderer at NANOMAT har lyktes med å løfte det nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøet i Norge fra å være middelmådig til å være med i den internasjonale forskningsfronten på utvalgte områder, noe som vises i form av styrkede forskningskompetanser, økt forskningsaktivitet og høy forskningskvalitet.

NANOMATs effekt på forskningsmiljøene bunner ikke kun i at programmet i seg selv er av betydelig størrelse i forhold til det relativt lille forskningsmiljøet. Programmet har også skapt reell merverdi gjennom å ha bidratt til et økt samspill innenfor et tidligere fragmentert forskningsmiljø og bidratt til langsiktige investeringer i f.eks. infrastruktur, forskerutdannelse, nye universitetsutdannelse. NANOMAT er slik setten suksesshistorie for norsk forskning som helhet og bør ses som en del av en overordnet strategi for et samlet nasjonalt løft og fornyelse i det norske forskningssystemet.

Evalueringen peker imidlertid også på noen områder hvor NANOMAT ikke fullt ut har utnyttet de muligheter og det potensial som ligger i å være et Stort program, og slik sett ikke har dratt full nytte av Norges forskningsråds rolle som en sentral forskningspolitisk aktør i det norske forsknings- og innovasjonssystemet. Til tross for de mange gode resultatene foreligger det fortsatt et uutnyttet potensial for å oppnå større effekter av programmet med henblikk på planlegging og styring. De offentlige investeringene i nanoteknologi frem til nå kunne antagelig ha skapt større næringsmessig verdi. Man har heller ikke lyktes med å sikre en integrering av de såkalte ELSA (*Ethical, Legal and Social Aspects*) og HMS (Helse, Miljø og Sikkerhet) aspektene i nanoteknologisk forskning.

## Evalueringens konkrete resultater og konklusjoner

Under følger en nærmere presentasjon av evalueringens resultater og konklusjoner.

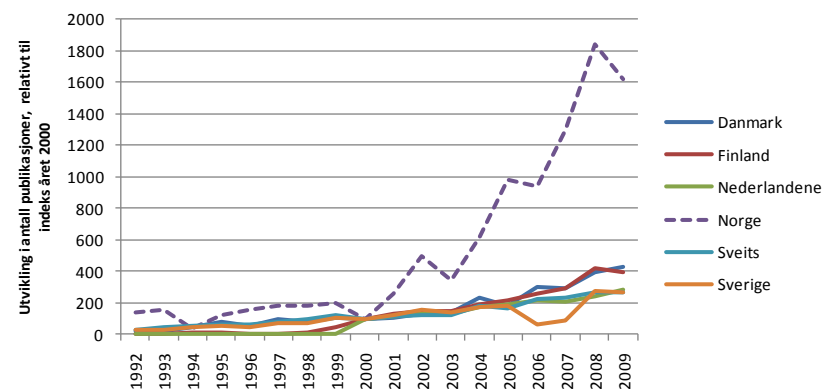
### 1 Norsk nanoforskning frem i den internasjonale forskningsfronten

**NANOMAT har bidratt til et betydelig kompetanseløft.** NANOMATs visjon er at programmet skal bidra til å gjøre Norge til en ledende forskningsnasjon på utvalgte områder innenfor nanovitenskap, nanoteknologi og nye materialer. Evalueringen påpeker at man gjennom NANOMAT har lyktes med å skape en "catching up"-effekt for de nanomateriale-teknologiske miljøene i Norge. Fra et lavt utgangspunkt på

slutten av 1990-tallet, har miljøene i dag løftet seg opp i den internasjonale forskningsfronten på en rekke områder.

Dette evalueringresultatet belegges bl.a. av figuren under, som viser utviklingen i publikasjoner i førende internasjonale nano- og materialteknologiske tidsskrifter fra seks land i perioden 1992-2009. Figuren viser at antallet internasjonale forskningsartikler fra Norge steg svakt i årene 1992-2001 (begge år inklusive), mens det siden NANOMATs oppstart i 2002 har steget betydelig – og mer enn i de sammenlignbare land. Men Norge produserer fortsatt færre artikler om emnet per capita.

### Norge henter inn på den internasjonale forskningsfronten – internasjonal sammenligning innen nano-forskning (indeks, år 2000=100)



Kilde: Sluttevaluering av NANOMAT, 2010. Basert på data fra Web of Science. N = 13,789.

Det er imidlertid viktig å være klar over at Norge i utgangspunkt hadde et mye lavere nivå av forskningsaktivitet enn de andre fem land. Dessuten produserer norsk forskning fortsatt betydelig færre vitenskapelige publikasjoner per capita enn forskere i de andre landene i denne analysen.

Til tross for dette gir figuren et godt inntrykk av den dramatiske økningen i norsk forskningsproduktivitet i nanoteknologi og nye materialer som fant sted under NANOMATs programperiode.

Evalueringen dokumenterer at NANOMAT har bidratt til dette løftet i forskningen gjennom en betydelig øking i forskningsproduksjonen til

miljøene som har mottatt støtte i programmet. Dette belegges av et stort antall vitenskapelige publikasjoner fra NANOMAT-støttede prosjekter, hvor det er registrert knapt 1.000 vitenskapelige publikasjoner i perioden 2002-2010. Samtidig viser evalueringen at flere av disse fagmiljøene i dag har oppnådd høy faglig kvalitet målt gjennom publisering i høyt rangerte, internasjonale tidsskrifter. En bibliometrisk analyse i en database over førende internasjonale vitenskapelige tidsskrifter viser at en høy andel (40 prosent) av NANOMAT-prosjektenes publikasjoner er publisert i internasjonale topptidsskrifter, f.eks. Nature.

**Kontinuitet gjennom løft i forskningskapasiteten.** Evalueringen viser at NANOMAT har hatt strategisk effekt på forskningsmiljøene i Norge. Programmet har bidratt til å støtte utviklingen av sterke forskningsmiljøer gjennom en betydelig kapasitetsoppbygging i miljøene. For det første har NANOMAT bidratt til et stort løft i antallet nye doktorgrader, siden programmet har bidratt til at miljøene har kunnet tiltrekke seg og holde på unge forskere gjennom et ganske betydelig antall post doc-stipender. Dette har skjedd gjennom finansiering av slike stillinger direkte fra programmet eller indirekte gjennom finansiering av en nasjonal, koordinert forskerskole på området.

For det andre har NANOMAT hatt stor betydning for utviklingen av nye universitetsutdannelse spesifikt rettet mot nanoteknologi og nye materialer, noe som i stigende grad er etterspurt av næringslivet. Dette har skapt en viktig rekrutteringskanal til forskerutdannelsene innenfor området.

I tillegg har NANOMAT med sitt langsiktige perspektiv støttet forskningsmiljøenes strategiske planleggingsmuligheter. Dette har underbygget forskningsmiljøenes egne investeringer i forskningsinfrastruktur, noe som har vært helt nødvendig siden nanoteknologi og nye materialer krever store investeringer. NANOMAT har i begrenset omfang finansiert miljøenes investeringer i infrastruktur direkte.

**Internasjonalisering av forskning.** NANOMAT har et mål om å utvikle internasjonal spisskompetanse i Norge innenfor utvalgte temaer og å øke den norske deltagelsen i EUs rammeprogrammer for forskning. Evalueringen viser at NANOMAT har bidratt til dette. Det er imidlertid fortsatt behov for økt internasjonalisering av den norske forskningen, noe

som forutsetter en fortsatt utvikling av forskningskvaliteten i de norske forskningsmiljøer.

Evalueringen viser at kompetanseoppbyggingen siden 2002 har gjort at Norge fremstår som en internasjonalt interessant samarbeidspartner på de områdene som har blitt prioritert nasjonalt, noe som har hatt stor betydning for internasjonaliseringen av norsk forskning. For det første er det en stor internasjonaliseringsgrad i prosjektene, i form av et betydelig antall internasjonale samarbeidspartnere.

For det andre viser evalueringen at NANOMAT som Stort program generelt har gjort mye for å styrke internasjonalt samarbeid gjennom forskjellige initiativer, men at dette primært har skjedd i den senere fasen av programmet. Det internasjonale samarbeidet har bidratt til en bedre synlighet av de norske nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøene, som var lite synlige før 2002. Finansieringen av norske fagmiljøer gjennom forskningsmidler, internasjonale NANOMAT-konferanser, studieturer, ERA-net mv. har gjort miljøene mer attraktive og dermed gjort det lettere for dem å oppnå suksess på internasjonale arenaer som f.eks. EUs rammeprogrammer for teknologisk utvikling og forskning. NANOMATs tematiske områder retter seg i stor grad mot EUs egne programmer innenfor nanoteknologi. Dette har medført en høy suksessrate for norske søknader.

## 2 Økt koordinering grunnlag for kompetanseløft

**NANOMAT har bidratt til bedre arbeidsdeling.** Store programmer som NANOMAT skal bidra til å skape synergi og kritisk masse i den nasjonale forskningsinnsatsen gjennom arbeidsdeling og koordinasjon mellom forskningsmiljøene i Norge. En vesentlig forutsetning for å bygge opp nasjonale kompetanser er å etablere samarbeid mellom miljøene, istedenfor at alle konkurrerer om de samme midlene.

Det vurderes i evalueringen at NANOMAT har bidratt til å skape incitament for arbeidsdeling og nasjonal koordinasjon blant forskningsmiljøer innenfor nano- og materialeteknologi. Etableringen av en rekke nasjonalt koordinerte prosjekter har vært kjernen i denne prosessen. De

nasjonalt koordinerte prosjektene har skapt viktige ansvarspunkter for ledelsen i forskningsinstitusjonene med hensyn til å støtte opp om nasjonale prioriteringer. Prosjektene har skapt konkrete rammer for forpliktende og ledelsesforankrede samarbeidsavtaler mellom miljøene om f. eks. felles strategisk forskningssatsning og felles adgang til utstyr.

Arbeidsdelingen har særlig vært rettet mot etablerte miljøer. Dette gjelder de såkalte FUNMAT og COMPLEX-konsortiene, som består av Norges ledende miljøer på området og som bygger på forpliktende partnerskap mellom miljøer på fire av Norges store forskningsinstitusjoner. FUNMAT-konsortiet består av en rekke ledende miljøer på området i Norge: *Institutt for Energiteknikk (IFE), Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), SINTEF og Universitetet i Oslo (UiO).*

#### **Konsentrasjon av midlene har underbygget et forskningsmessig løft.**

Bestrebelsene på å bygge opp nasjonalt koordinerte prosjekter i etablerte miljøer har også skapt en betydelig konsentrasjon av forskningsmidler på få etablerte forskningsmiljøer (FUNMAT og COMPLEX-miljøene). Samtidig har satsingen med nasjonalt koordinerte prosjekteromkring få etablerte miljøer vært medvirkende til en betydelig konsentrasjon av kapasitetoppbygging hos disse miljøene i form av nye doktorgradskandidater, post docs, og infrastruktur. Dette har på sin side bidratt til å sementere en konsentrasjon av forskningsaktiviteter.

Evalueringen påpeker at denne konsentrasjonsstrategien har vært en viktig og helt nødvendig strategi i den oppbygningsfasen man sto overfor i forhold til å løfte de norske miljøene innenfor nanoteknologi og nye materialer opp til et internasjonalt nivå. Satsingen har skapt forutsetningene for en rask nasjonal kompetanseoppbygging av internasjonal betydning.

**Manglende samarbeid mellom etablerte og nye miljøer.** Evalueringen viser at selv om strategien med å konsentrere NANOMATS innsats på få etablerte miljøer har vært en viktig strategi, så kan dette ha begrenset fornyelsen av miljøene innenfor nanoteknologi og nye materialer. Evalueringen påpeker dessuten at den økte koordineringen, arbeidsdelingen og samspillet som er oppnådd i de norske forskningsmiljøene som følge av NANOMATS innsats, primært har skjedd innenfor de etablerte miljøene, dvs. FUNMAT og COMPLEX. Samspillet mellom disse

miljøene og øvrige miljøer innenfor nanoteknologi og nye materialer har vært begrenset. Dette understrekes bl.a. av en bibliometrisk analyse som viser at kun få av FUNMATs samlede antall sampubliseringer skjer med andre norske miljøer utenfor FUNMAT-konsortiet. Til gjengjeld har FUNMAT-miljøene en høy grad av samarbeid med utenlandske forskningsmiljøer.

### **3 Økt kunnskap i næringslivet – men fortsatt for liten effekt**

**Kompetanseløft i næringslivet.** NANOMAT har en dobbel målsetning med hensyn til involvering av næringslivet i forskningen. På den ene siden skal programmet skape grunnlag for et *nytt kunnskapsbasert og forskningsintensivt næringsliv* og på den andre siden skal det skape en bærekraftig *fornylelse av det etablerte næringslivet* i Norge.

Selv om NANOMAT har vært optimistisk med en slik målsetning, viser evalueringen at programmet har lyktes med å involvere over 100 bedrifter i de prosjektene som NANOMAT har støttet. Dette må ses i forhold til at næringslivet i Norge på området er begrenset. Programmet har - særlig gjennom de såkalte BIP-prosjektene (brukerinitierte prosjekter) - involvert et bredt spekter av bedrifter; både spin-off bedrifter, mindre etablerte høyteknologiske bedrifter samt store utviklingsorienterte bedrifetervirksomheter. Vi vurderer at NANOMAT har bidratt til å utvikle det norske næringslivet i retning av å bli mer kunnskapsbasert, noe som har skapt gode forutsetninger for samarbeid med forskningsinstitusjonene. Mulighetene for slikt samarbeid er imidlertid ikke godt nok utnyttet.

**Den næringsmessige verdien er ikke utløst enda.** Selv om NANOMAT har nådd sitt eget mål om at halvdelen av programmidlene skal gå til næringsrettede prosjekter, så vurderer vi at programmet enda ikke har utløst de næringsmessige gevinstene av den samlede investeringen i NANOMAT. Fra de støttede prosjektene har det blitt rapportert relativt få næringsmessige resultater i form av patenter, nyetablerte bedrifter og innovasjoner. Dette henger på den ene siden sammen med at sektoren innenfor nano- og materialeteknologi har behov for å vokse og utvikle seg, samtidig med at innovasjonseffekter og næringsmessige effekter er



langsiktige og først kan forventes å bli synlig etter en periode på 5-10 år. Det henger imidlertid også i høy grad sammen med at det ikke har lyktes NANOMAT å sikre optimale rammer for kobling mellom grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon gjennom strategisk porteføljeforvaltning av prosjektene og incitamenter for samspill i prosjektene.

Samtidig viser evalueringen at bedriftene har kommet relativt sent inn i programmet, noe som gjør at man må forvente ytterligere forsinkede næringsmessige effekter av investeringene. Først fra 2006 – dvs. midt i den evaluerte programperioden – ble bedriftene for alvor involvert. Dette skyldes bl.a. at NANOMAT først fikk finansiering fra Nærings- og Handelsdepartementet sent i programmet. Siden Forskningsrådet har hatt en forventning om at finansiering til næringsrettede tiltak primært skulle komme fra dette departementet, så har det ikke tidligere i programmet vært mulighet for å involvere næringslivet i prosjektene. Det har det ligget som en eksplisitt ambisjon i NANOMATs strategi at næringslivet først skulle bli involvert i programmet etter at programmet hadde foretatt nødvendige investeringer i kompetanseoppbygging i forskningssektoren.

**Utnyttet potensial for samspill med næringslivet.** Evalueringen vurderer at det er potensial for å etablere et mere produktivt samspill mellom næringslivet, forskningsmiljøene og Forskningsrådet i fremtidige satsninger innenfor nanoteknologi og nye materialer.

Evalueringen påpeker at selv om NANOMAT har bidratt til kompetanseoppbygging i bedriftene, så er NANOMATs ambisjoner om å skape et produktivt samspill mellom forskning og næringsliv ikke fullt ut innfridd. Dette skyldes at programmet gjennom sine støtteformer ikke har evnet å skape tilstrekkelige incitamenter for samarbeidet ut fra de behovene bedriftene har. Støtteformene i programmet, både BIPene og KMBene (Kompetanseprosjekter med brukervedvirkning) har, som nevnt tidligere, vist seg å være egnede. De har imidlertid primært hatt fokus på kompetanseoppbygging i bedriftene og ikke i tilstrekkelig grad på å etablere nytteskapende samspillsarenaer mellom bedrifter og forskning i institusjonene.

En utfordring har også her vært at næringslivet ikke har blitt involvert (eller har engasjert seg) optimalt i den tidlige tilretteleggingen av programmet eller i de løpende forskningsprioriterende aktivitetene. Dette

har medført at næringslivet ikke i tilstrekkelig grad har hatt mulighet for (eller selv har utnyttet muligheten for) å spille inn sine behov i tilretteleggingsfasen og når prioriteringene av forskningsinnsatsen har blitt foretatt. Næringslivet har for eksempel spilt en begrenset rolle i utvalget av de tematiske områdene som ble prioritert i NANOMAT. En større rolle her kunne ha styrket bedriftenes engasjement i programmet.

Evalueringen har vist at teknologioverførselsenheterne "TTOene" (Technology Transfer Office) på universitetene spiller en viktig rolle for kommersialiseringen av forskningen fra de NANOMAT-støttede prosjektene. Evalueringen påpeker at det ligger et potensial i å styrke samspillet mellom NANOMAT og TTOene og dermed fremovermuliggjøre en økt kommersiell utnyttelse av forskningen fra NANOMAT.

#### 4 Bidraget til samfunnsrobust innovasjon

**NANOMAT har gitt nanoteknologi større synlighet.** Formidling av forskningsresultater er et vesentlig kriterium for Store programmer som NANOMAT. Målet er å skape synlighet og dialog om forskningen i samfunnet samt å kommunisere forskningsresultater fra aktiviteter som støttes. Vi vurderer at NANOMAT overordnet sett har oppfylt målsetningene om å ha en aktiv kommunikasjonsstrategi og har skapt en god synlighet om programmets aktiviteter - særlig blant forskere, forvaltning og den brede offentligheten.

Evalueringen påpeker at formidling har vært et vesentlig strategisk grep i NANOMAT. NANOMAT har brukt betydelige ressurser på formidling og kommunikasjon, utover det man kan forvente av ordinære forskningsprogrammer. Programmet har i evalueringsperioden brukt knapt 5 mill. kr. til aktiviteter knyttet til programmets egen formidlingsstrategi. Formidlingen har skjedd gjennom et bredt spektrum av kanaler, som skriftlige medier, internett, konferanser og møtearenaer samt særskilte formidlingstiltak som f.eks. forskningsdager. Aktivitetene retter seg både mot forskningsmiljøene, næringslivet og den brede offentlighet, f.eks. barn og ungdom.

**Programmet har bidratt til økt fokus på HMS/ELSA.** Et viktig element i NANOMAT har vært å underbygge samfunnsmessig robust innovasjon ved å sette fokus på etiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter (ELSA) samt helse, miljø og sikkerhet (HMS). Evalueringen viser at Norges forskningsråd har vært relativt rask til å følge opp på internasjonale tendenser innenfor ELSA og HMS forskning tilknyttet nanoteknologi og til å implementere dette i NANOMAT. Dette har medført at NANOMAT midt i programperioden etablerte en (relativt beskjeden) prosjektportefølje rettet mot HMS/ELSA (både integrerte prosjekter og enkeltstående prosjekter), i tråd med målene i programmet.

Overordnet sett peker evalueringen på at NANOMAT gjennom sine aktiviteter innenfor ELSA og HMS har vært med på å styrke forskningsområdet og oppmerksomhet om betydningen av økt kunnskap om etiske, juridiske og sosiale aspekter av nanoteknologisk forskning. De enkelte ELSA og HMS prosjekter prosjektet har støttet har imidlertid hatt en begrenset synlighet og betydning i det nanoteknologiske og materiale-teknologiske fagmiljøet. Evalueringen vurderer at ambisjonen om å gjøre samfunnsmessige, helse- og miljømessige spørsmål til en integrert del av den nanoteknologiske forskningen er ikke innfridd.

Før etableringen av NANOMAT fantes det ikke ELSA/HMS-kompetanse i norske forskningsmiljøene knyttet til nanoteknologi og nye materialer. Et særlig viktig resultat av NANOMATs innsats innenfor HMS og ELSA har vært det strategiske samarbeidet med ELSA-programmet. Dette samarbeidet har gjennom de siste 4-5 årene bidratt til å bygge opp miljøer rundt ELSA/HMS-problemstillinger innenfor nanoteknologi og nye materialer, men miljøene er fortsatt sårbare.

## 5 Styrket Forskningsrådets forskningsstrategiske rolle

**Programmet har fulgt sin overordnede strategi.** Vi vurderer overordnet sett at NANOMAT i høy grad har evnet å bære de politiske forventningene til programmet. Programmet har klart å ta hensyn til forskerinteresser fra fagmiljøene så vel som politiske prioriteringer. Programmet har i stor grad evnet å implementere relevante politiske mål og intensjoner (fra

nasjonale strategier og stortingsmeldinger) på et strategisk og operasjonelt nivå.

I et langvarig program som NANOMAT vil det uunngåelig være skiftende politiske mål og forventninger, særlig for et strategisk viktig program som NANOMAT med ambisjon om å løfte et nytt område på nasjonalt nivå. Evalueringen påpeker at programmet på en fleksibel måte har håndtert nye politiske krav, så som økt fokus på HMS/ELSA, ønsker om samfunnsrelevans og involvering av næringslivet, og ikke minst nye initiativer i forbindelse med Klimaforliket. Til tross for at programmet har fått færre midler enn opprinnelig planlagt, så har programmet vært i stand til å holde fast i et grunnfokus på kompetanseoppbygging innenfor prioriterte områder.

**NANOMAT først et Stort program sent i programperioden.** NANOMAT var i utgangspunktet et grunnforskningsprogram med nær forbindelse til etablerte forskningsmiljøer i Norge innenfor nye materialer. Dette utgangspunktet har hatt en stor betydning for hvordan programmet senere har utviklet seg, hvor det politiske ønsket har vært å koble programmet opp mot sentrale samfunnsutfordringer og verdiskaping av nasjonal betydning.

Vi vurderer at mange av de sentrale forskningspolitiske elementene i et Stort program reelt først har blitt implementert sent i programmets forløp. Det gjelder f.eks. involvering av eksterne interessenter – både bedrifter, organisasjoner mv. – i forskningsprioriteringen, fokus på robust samfunnsinnovasjon (f.eks. HMS/ELSA), strategiske formidlingsaktiviteter og fokus på løsning av samfunnsutfordringer mv. Programmet fikk først for alvor fotfeste som et Stort program i programperioden 2007-2011.

Evalueringen påpeker at NANOMAT har brukt betydelige ressurser på å foreta omstillingen fra et grunnforskningsprogram til et strategisk forskningsprogram, noe som understrekes av at mere enn halvparten av de totale administrative ressursene i programmene i dag blir brukt på strategiske formål som f.eks. kommunikasjon, synliggjøring av resultater, involvering, dialog og koordinering.

# Evalueringens anbefalinger

I det følgende presenteres evalueringens anbefalinger på bakgrunn av evalueringresultatene og konklusjonene.

## 1 Momentum og kontinuitet

**Fortsatt investering i forskning.** Programmet har vært en suksess mht. å løfte kapasitet, aktivitet og forskningskvalitet innenfor nanoteknologi og nye materialer i Norge. Samtidig viser evalueringen at det fortsatt er et betydelig urealisert utviklingspotensial for norsk forskning. Derfor er det viktig å fastholde og utbygge forskningsinnsatsen i nano- og materialeteknologimiljøet, slik at det momentum som har blitt bygget opp under NANOMAT ikke avtar.

Ambisjonene for NANOMAT-programmet er enda ikke innfridd fullt ut. Det er heller ikke realistisk innenfor den 10-års perioden som programmet varer: Det tar mer enn ti år å bygge opp sterke forskningsmiljøer som samtidig skal bidra til å utløse nasjonalt potensial innenfor et teknologiområde. Derfor *anbefales* det at man opprettholder og videreutvikler den innsatsen programmet representerer.

For å sikre en langsiktig virkning av NANOMAT er det nødvendig å sikre at innsatsen fortsatt har en strategisk effekt på universitetene. Det er fortsatt behov for å bygge opp ansvarspunkter for universitets- og instituttsledelsene i det norske forskningssystemet, slik at det skjer en ledelsesmessig forankring av den nasjonale innsatsen gjennom at ledelsene forplikter seg til å støtte opp om Forskningsrådets prioriteringer innenfor nanoteknologi og nye materialer. Samtidig er det behov for å sikre et tilstrekkelig strategisk frirom på universitetene, slik at de har mulighet til å følge opp nasjonale prioriteringer. Et stort program som NANOMAT utgjør et betydelig beløp for forskningssektoren, og det krever betydelige interne ressurser i institusjonene å følge opp og matche programsatsingen. Derfor er det viktig å tenke slike programmer inn i universitetenes samlede finansieringssystem, for eksempel ved at man ser

på hvordan universitetenes grunnfinansiering kan innrettes slik at den på en god måte gir rom til å følge opp på store strategiske satsninger.

**Fortsatt fokus på grunnforskning.** Nanoteknologi er fortsatt en umoden teknologi, hvor det er behov for en betydelig grunnforskning. Hvis nanoteknologien for alvor skal videreutvikles og utnyttes trengs det sterke interaktive koblinger mellom grunnforskningen, den anvendte forskningen og innovasjonsaktiviteter. I Programmet har det imidlertid vært en tendens til at grunnforskingsdelen har blitt redusert til fordel for mere næringsrettede prosjekter. Det *anbefales* at grunnforskningselementet i programmet ikke reduseres, men opprettholdes på et høyt nivå samtidig med at den anvendte forskningen og innovasjonsinnsatsen styrkes.

**Høyere forskningskvalitet - forutsetning for økt internasjonalisering.** Selv om norsk forskning har fått et betydelig kompetanseløft, så er vurderingen fra flere av forskerne vi har intervjuet at det fortsatt er lang vei å gå for å komme opp i den internasjonale forskningsfronten. Det er behov for økt kvalitet i de prosjektene som oppnår støtte i NANOMAT. Et løft i forskningskvaliteten er en helt nødvendig forutsetning for økt internasjonalisering av norsk forskning.

Det *anbefales* at NANOMAT fortsatt gjør bruk av forskningskvalitet som et viktig parameter i vurderingen av prosjektene. Her anbefales det at programstyret i NANOMAT legger mer vekt på systematisk dokumentasjon av forskningskvalitet i forhold til søkerens faglige og forskningsmessige kvalifikasjoner (i et internasjonalt perspektiv), samt på bidraget til "state of the art" innenfor forskningsfeltet.

I tillegg *anbefales* det at det systematisk - spesielt for de større prosjektene - arbeides med både interim-evalueringer av prosjekter (utført av internasjonale fagpaneler, som kan stoppe bevilgninger hvis fremskritt ikke er tilfredsstillende) og ex post-evalueringer som inkluderer internasjonale fageksperters vurdering av resultatene av prosjektene.

## 2 Større fornyelse gjennom programmet

**Satsing på nye aktører og områder.** NANOMAT har gjennom nasjonalt koordinerte prosjekter konsentrert innsatsen på få miljøer (FUNMAT og COMPLEX), noe som har vært en riktig strategi med hensyn til å bygge opp

sterke miljøer. Men hvis det skal sikres fortsatt dynamikk i forskningen innenfor nanoteknologi og nye materialer i Norge, må det også sikres konkurranse om midlene. Flere miljøer bør få tilgang til midlene samtidig som det nasjonale samspillet mellom miljøene styrkes. Selv om FUNMAT- og COMPLEX-konsortiene representerer de sterkeste miljøene innenfor nanoteknologi og nye materialer i Norge, så vurderer vi at det er en lang rekke andre miljøer i Norge som også har potensial til å gjøre seg internasjonalt gjeldende.

Det *anbefales* at NANOMAT sikrer en tilstrekkelig bred, åpen konkurranse om midlene innenfor de strategiske nanoteknologiske satsingene på en slik måte at man åpner opp for å støtte nye miljøer og aktører som er relevante i forhold til å utvikle området. Dermed får man også bedre sikret muligheten for nye anvendelsesområder og bedre utnyttelse av det potensial for tverrfaglig samarbeid og kobling mellom teknologier som ligger i en generisk teknologi som nanoteknologi. En bredere konkurranse om midlene vil imidlertid samtidig nødvendiggjøre en økning av midlene til NANOMAT, hvis man skal bevare muligheten for fortsatt å konsentrere midlene.

**Større integrerte forskningsprosjekter – og økt fokus på forskningsledelse.** Det er karakteristisk for NANOMAT at programmet – hvis man ser bort fra de nasjonalt koordinerte prosjektene – gir støtte til relativt små forskningsprosjekter. Samtidig er det en forventning om at Store programmer skal ha en merverdi, langsiktighet, tyngde og større strategisk mål enn ordinære forskningsprogrammer.

Det *anbefales* at programmet støtter større og integrerte prosjekter. Dette gir mulighet for å etablere mer ambisiøse forskningsprosjekter, for å etablere bedre rammer for forskningssamarbeid på tvers av organisasjoner eller fagområdet, samt involvering av aktører på tvers av verdikjeden. Med dette følger man opp på NANOMAT-programmets ambisjoner om å sette i gang såkalte "Storprosjekter", som ble presentert i programmets seneste programplan. Større forskningsprosjekter krever imidlertid økt fokus på forskningsledelse i prosjektene. Derfor *anbefales* det videre at programmet stiller eksplisitte og økte krav om forskningsledelse i prosjektene, slik at fordelene ved å etablere store forskningsprosjekter fremfor mindre forskningsprosjekter utløses.

### 3 Bedre sammenkobling av interessenter

#### *Bedre incitament for samspill mellom næringsliv og forskning.*

Programmet har i høy grad støttet kompetanseoppbygging i næringslivet. Programmet har imidlertid ikke utnyttet det potensialet for samspill med forskningen som ligger i norsk næringsliv.

Det *anbefales* at man i tiden fremover styrker koblingene mellom næringslivet og forskningsinstitusjoner og tar utgangspunkt i bedriftenes forskjellige behov. Det bør etableres bedre samspillsarenaer mellom næringsliv og forskning, som støtter toveis interaksjon og som involverer flere samspillsformer - f.eks. nettverk, samspill om utdanning, rent FoU-samarbeid og kommersialisering. Dette vil styrke gjensidig forståelse og motivere til samarbeid. Det vil også øke krav/incitamentene for offentlig-private forskningssamarbeidsprosjekter og utdannelsessamarbeid.

Derutover *anbefales* det at bedriftene trekkes inn mer aktivt på det forskningsprioriterende nivået i Forskningsrådet. Det gjelder f.eks. i forbindelse med utarbeidelsen av strategier, forskningsprioriteringer, EU-samarbeid, utvikling av nye virkemidler mv. Dette skal sikre større relevans og eierskap til satsningen i næringslivet. Et mere produktivt samspill med næringslivet på alle nivåer vil bidra til en økt kobling mellom grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon og dermed bidra til å skape samfunnsmessige verdier fra investeringer i nano- og materialeteknologisk forskning.

**Økt involvering av brukerne av teknologien.** NANOMAT har i dag fokus på kobling mellom grunnforskning, anvendt forskning og innovasjon. Det er imidlertid meget begrenset fokus på hvordan den forskningsmessige kunnskapen og teknologiene innenfor nanoteknologi og nye materialer skal anvendes av konkrete brukere. Hvis teknologiene og den forskningsmessige kunnskapen skal rettes mot konkrete behov, er det helt avgjørende at brukerne av teknologien kommer mer direkte i samspill med forskningsinstitusjonene og næringslivet. Dette vil sikre økt relevans i forskningen og teknologiutviklingen, og kan også bidra til å sikre et økt fokus på samfunnsmessig robust innovasjon.

Det *anbefales* at det i en fremtidig forskningsstrategisk innsats blir lagt mer strategisk fokus på å involvere potensielle brukere eller gruppe-

interesser knyttet til relaterte produkter og tjenester. Dette gjelder både i forskningsprioriteringen og i prosjektene som støttes.

Dette stiller krav til de virkemidlene og støtteformene som brukes i Norges Forskningsråd og til sammenhengen mellom aktivitetene. Det stiller også krav til Norges Forskningsråds samarbeid med øvrige virkemiddelaktører i det norske innovasjonssystemet. Det er avgjørende at Store programmer som NANOMAT finner en arbeidsdeling med de øvrige aktørene i forhold til å sikre størst mulige gevinster av de investeringene som foretas i forskningen.

#### 4 Mer strategisk fokus på HMS/ELSA

**Større strategisk fokus på HMS/ELSA.** Evalueringen viser, som beskrevet ovenfor, at det er et betydelig potensial for bedre å tenke inn HMS og ELSA-aspekter i den nano- og materialeteknologiske forskningen. Samtidig vurderes det som positivt at en liten prosentandel av bevilgningene i et stort teknologiprogram øremerkes til ELSA og HMS-fokusert forskning, siden dette tvinger teknologiprogrammet til å forholde seg aktivt til kunnskaputvikling og fremskritt innenfor ELSA og HMS. Dette er en av flere viktige kanaler til å innfri den nasjonale forskningspolitiske ambisjonen om å styrke samfunnsmessig robusthet i forskning og innovasjon.

Vi anbefaler følgende med hensyn til integrering av ELSA og HMS aspekter i fremtidige satsninger på nano- og materialeteknologiområdet: (1) opprettholde samarbeidet med ELSA-programmet i Forskningsrådet for å kvalitetssikre fremtidige ELSA og HMS-projekter, (2) opprettholde det økte fokuset på integrerte prosjekter og sette fokus på etableringen av et mere produktivt samspill mellom nanoforskere og ELSA-forskere (f.eks. gjennom felles møteplasser og Ph.D.-kurs), (3) etablere klare og realistiske ambisjoner for ELSA-forskning i fremtidige nanoteknologiske satsninger og sikre en klar sammenheng mellom mål og midler, og (4) prioritere midler til ELSA-forskning til områder hvor ELSA-miljøet står sterkt og som samtidig er prioriterte områder i den nanoteknologiske innsatsen for dermed å skape størst mulig merverdi fra investeringene.

**Styrket kobling mellom HMS/ELSA og kommunikasjon.** Evalueringen understreker at en aktiv kommunikasjons- og formidlingsinnsats kan være et særdeles effektivt, strategisk redskap til å styrke et forskningsprogramms samfunnsdialog. Dette kan styrke programmets legitimitet og gi viktig input til forskningen og Forskningsrådet og dermed understøtte utviklingen av mere samfunnsmessig robust innovasjon.

Det anbefales derfor at fokuset på en aktiv formidlings- og kommunikasjonsinnsats i enkelte prosjekter så vel som i programmet som helhet opprettholdes og bygges ut i fremtidige satsninger.

#### 5 Et sterkere argumentasjonsgrunnlag

Norges Forskningsråd er unikt sammenlignet med forskningsråd i andre land ved at rådet fremstår som én enhet som samlet dekker verdikjeden fra grunnforskning og anvendt forskning til innovasjon. Det gir rådet en unik mulighet til å agere som en forskningspolitisk aktør og til å koble samfunnsinteresser med interesser i forskningsmiljøene. Rådet har et sterkt utgangspunkt i forhandlinger med de departementene som finansierer rådets aktiviteter om finansiering og prioriteringer. Rådet har også et sterkt utgangspunkt i forhold til å trekke inn interessenter i gjennomføringen av et Stort program som NANOMAT.

Et spørsmål som fort reiser seg er om Forskningsrådet i forhold til NANOMAT i tilstrekkelig grad har utnyttet sin forhandlingsposisjon til å oppnå de store politiske ambisjonene som er knyttet til programmet. Erfaringen fra evalueringen er at departementene som finansierer programmet i utgangspunktet er meget lyttende overfor Forskningsrådet i de løpende prosessene omkring prioriteringer. Erfaringen er imidlertid også at NANOMAT langt fra har fått tilført de midlene som Forskningsrådet har ansett å være nødvendige for å løfte ambisjonene i programmet. Samtidig viser erfaringene også at store deler av de avsatte midlene har vært kortsiktige og øremerket til bestemte områder, noe som har begrenset programmets strategiske handlingsrom. Dette kan i høy grad henge sammen med at argumentasjonsgrunnlaget for programmet og planleggingen av programmet ikke har vært tilstrekkelig strategisk og overbevisende.

Det *anbefales* at Forskningsrådet vurderer hvordan man bedre kan utvikle et argumentasjonsgrunnlag som tar høyde for de politiske ambisjonene for Norge på området, til bruk i dialogen med sentrale forskningspolitiske interesser (inkl. departementene). Et slikt grunnlag skal bl.a. sikre:

- Økt innflytelse i forhandlingsspillet om overordnede prioriteringer av forskningsmidler
- Større strategisk handlingsrom og økt ressursfrihet til strategisk planlegging, inkludert det å sikre større andel frie midler
- Etablering av alliansepartnere som kan støtte Forskningsrådets forskningspolitiske målsetninger
- Økt synlighet av samfunnsmessige avkastninger av investeringer i strategisk forskning.

NANOMAT er et stort program med brede ambisjoner, som stiller store krav til nettopp argumentasjonsgrunnlag og planlegging. Programmet skal reflektere viktige samfunnsprioriteringer. Det skal trekke inn en vid krets av interesser i formuleringen av programmet, men også i gjennomføringen og oppfølgingen av programmet. Programmet skal styrke vitenskapelige strukturer og sikre vitenskapelig kvalitet og arbeidsdeling. Programmet skal ha tydelig innvirkning på det nasjonale kunnskapssystemet med hensyn til prioriteringer, organisasjon og ledelsesformer. Programmet skal sikrelangsiktighet og styrke Norges Forskningsråds rolle som strategisk endringsagent hevet over sektorinteresser.

Av evalueringen å dømme er det - til tross for mange gode resultater – fortsatt et uutnyttet potensial med hensyn til å oppnå større effekt av programmet. Programmets forhistorie avspeiler sterke aktørgruppers interesser snarere enn systematisk, forskningspolitisk planlegging. Organiseringen av programmets er også snarere en refleksjon av velartikulerte interesser enn en tydelig styring mot brede og inkluderende mål. Programmet har delvis styrket Norges Forskningsråds posisjon, men programmet reflekterer også forskjellige departementers ambisjoner gjennom tendensen til styring av midler ut fra et kortsiktig sektorperspektiv. På lengre sikt er det nødvendig at Store programmer som NANOMAT sikres et tydeligere mandat og det bør stilles vesentlig

høyere krav om aktiv og bredt inkluderende formuleringer av mål, gjennomføring og oppfølging.

Dette innebærer også at programmet bør formulere bedre og klarere mål for programmets aktiviteter. Når man leser mange av de operasjonelle målene for NANOMAT, kan man identifisere mål som er veldig lette å oppnå. Det gjelder f.eks. 3 prosent-målsetningen for støtte til HMS/ELSA prosjekter i programmet samt 50/50 målsetningen for involvering av bedrifter i programmet.

Her *anbefales* det at man formulerer mere ambisiøse, målbare målsetninger, som bedre kan synliggjøre programmets resultater.

## NANOMAT som forskningspolitisk eksperiment

NANOMAT kan i likhet med de øvrige Store programmene betraktes som et forskningspolitisk eksperiment som har handlet om å bygge opp fra bunnen et forskningsmiljø innenfor nanoteknologi, til å ha en nasjonal betydning og internasjonal synlighet. Dette er et interessant eksperiment fordi NANOMAT sammen med FUGE var det første av i alt syv Store programmer som ble igangsatt. Derfor kan det være en betydelig læring i NANOMAT som det er vesentlig å bygge videre på i forhold til en videre nasjonal satsning ikke bare innenfor nanoteknologi og nye materialer, men også øvrige strategiske satsningsområder.

Et viktig spørsmål er om man kunne ha forvaltet samfunnets forskningsinvesteringen i NANOMAT bedre i forhold til å oppnå en enda større samfunnsnytte. Hadde det vært mulig å bygge opp sterke forskningsmiljøer ved hjelp av alternative forskningspolitiske virkemidler?

Med NANOMAT klarte Norges forskningsråd å skape en situasjon i forskningssektoren hvor miljøene gikk fra å konkurrere mot hverandre om de samme forskningsmidlene, til at utvalgte miljøer begynte å samarbeide og samordne. Med tiltaket fikk man dermed utviklet en samspillsorientert organisasjonsstruktur som muliggjør koordinering og nasjonal arbeidsdeling både på et overordnet nivå og på prosjektnivå. Dette har vært en viktig forutsetning for et stort program som NANOMAT i forhold til å kunne prioritere innsatsen og få mest mulig verdi ut av de investerte

midlene. Samtidig har det vært helt nødvendig med henblikk på å bygge opp en sterk nasjonal kompetanse innenfor nanoteknologi og nye materialer, spesielt med et utgangspunkt i små og fragmenterte forskningsgrupper ved programmets start i 2002.

Norges Forskningsråd har slik sett agert som en strategisk endringsagent og skapt rammer for endring av en rekke grunnstrukturer i henhold til samarbeid, koordinasjon og arbeidsdeling i forskningssektoren, som ellers ikke ville ha vært skapt. Denne effekten er oppnådd dels internt i institusjonene, dels på tvers av institusjoner, f.eks. i universitetssektoren og instituttsektoren i Norge. På denne måten har tiltaket vært et viktig strategisk grep for Norges forskningsråd, som har lagt rammene for at NANOMAT har kunnet fungere som et stort program.

Som sagt har strategien med den fokuserte innsatsen vært nødvendig for å utvikle den norske forskningen, men man kan spørre seg selv om strategien muligens har vært *for* fokusert, om den i tilstrekkelig grad har sikret at kvalifiserte miljøer har kommet i betraktning som programdeltakere, og om søknader er vurdert på grunnlag av kvalitet fremfor på basis av at prosjektene var egnet til å støtte eksisterende miljøer. I hvilket omfang har man muliggjort at nye miljøer kan få tilgang til midlene i NANOMAT?

En vesentlig forskningspolitisk problemstilling i denne sammenheng er om det har vært nødvendig å etablere et forskningsprogram som NANOMAT, hvis ønsket om en sterk konsentrasjon av midlene opprettholdes. Et forskningspolitisk virkemiddel kunne rett og slett være å gi midlene direkte til de relevante forskningsmiljøene som basismidler siden denne finansieringsformen av forskningen gir en rekke fordeler, for eksempel større frihet til miljøene og bedre planleggingsmuligheter.

I lys av dette er det et vesentlig spørsmål hvilken samfunnsmessig merverdi et stort program gir. Får man skapt bedre resultater samfunnsmessig sett ved å dele ut forskningsmidler som strategiske programmidler fremfor som grunnfinansiering til miljøene? Her peker evalueringen på at NANOMAT som en nasjonal programsatsning har hatt en vesentlig betydning når det gjelder å koble politiske krav og ønsker om å utnytte potensialet i nanoteknologi og nye materialer med de forutsetningene som finnes i forskningsmiljøene.

# 1 Baggrund for evalueringen

## 1.1 Formål med evalueringen

Store programmer er en særlig type forskningsprogram i Norges forskningsråd, som skal svare på samfundsudfordringer, realisere erhvervsmuligheder, give kompetenceløft af national karakter og udløse potentialer ved kobling af grundforskning, anvendt forskning og innovation. Programmerne har et langsigtet perspektiv og skal udløse effekter, der ellers er vanskelige at opnå i ordinære forskningsprogrammer. Store programmer skal desuden bidrage til koordinering af den samlede nationale forskningsindsats på det temaområde, som de dækker.

Denne rapport præsenterer resultatet af evalueringen af forskningprogrammet NANOMAT, der er Forskningsrådets Store program inden for nanovidenskab, nanoteknologi og nye materialer. Hensigten med evalueringen er at vurdere resultaterne af NANOMAT-programmet i forhold til intentionen ved programmets opstart i 2002 og i forhold til dets udvikling i perioden frem til 2009, se boks 1.1.

NANOMAT er en stor satsning med mål om at udvikle national koordinering og arbejdsdeling inden for nanoteknologi og nye materialer, herunder etableringen af nationalt koordinerede projekter baseret på forpligtende samarbejdsaftaler i forskningsmiljøerne samt bedre tilrettelæggelse for erhvervsudvikling. Målet med programmet har været at øge kvaliteten på norsk nano- og materialeteknologisk forskning inden for bl.a. energi og miljø, IKT, sundhed og bioteknologi, hav og fødevarer.

Evalueringen af NANOMAT gennemføres parallelt med evalueringen af FUGE, Forskningsrådet Store program inden for funktionel genomik. Samlet set skal de to evalueringer og de bagvedliggende evalueringsprocesser bidrage til læring om evaluering og om Store programmer i Forskningsrådet og hos relevante eksterne aktører.

### Boks 1.1. Evalueringens formål

Ifølge mandatet for evalueringen er formålet med evalueringen at:

- Vurdere resultaterne op mod de visioner og mål programmet har formuleret i sine program- og handlingsplaner og videre evaluere disse i lyset af intentionen med Store programmer.
- Vurdere resultaterne af de samfundsudfordringer programmet har adresseret. Vurdere hvordan dette har bidraget til at udløse potentiale af national strategisk værdi.
- Vurdere om programmet har bidraget til et nationalt kompetenceløft og hvilke virkemidler som eventuelt har bidraget til dette, herunder om de strategiske greb i programmet har bidraget til synergier mellem projekter og forskningsmiljøer og eventuelt ændringer som omstrukturering og opbygning af forskningsmiljøer.
- Vurdere om man har lykkedes med at styrke den internationale orientering og gennemslagskraft inden for forskningsfeltet, både i forskningsmiljøer og forskningsforvaltningen.
- Vurdere om programmet har bidraget til øget synlighed og styrkelse af dialogen mellem forskellige forskningsmiljøer, erhvervslivet, forvaltningen og offentligheden.
- Bidrage til læring og udvikling i Forskningsrådet og for relevante eksterne aktører.

Kilde: Norges forskningsråd, Konkurransgrunnlag: Evaluering av Forskningsrådets Store programmer, FUGE og NANOMAT, 2010.



Evalueringen af NANOMAT skal omfatte *faglig kvalitet* samt *næringsmæssige og samfundsmæssige effekter*. Den skal også analysere *merværdien* af at etablere NANOMAT som et Stort program i forhold til et ordinært forskningsprogram.

NANOMAT evalueres ud fra en vurdering af kvaliteten af den samlede projekt portefølje i programmet. Det er ikke kvaliteten på det enkelte projekt, som står i fokus, men i hvilken grad de strategiske greb i programmet har bidraget til synergier mellem projekter, forskningsmiljøer og temaer. Samtidig har evalueringen fokus på, at den skal bidrage til læring for Forskningsrådet og for andre relevante aktører, således at arbejdet med udvikling af fremtidige satsinger inden for nano- og materialeteknologi og andre prioriterede forskningsområder bygger på erfaring fra, hvad som gav gode resultater i NANOMAT. NANOMAT afsluttes først i 2011, men arbejdet med næste fase af Forskningsrådets satsning på nanoteknologi og nye materialer er allerede i fuld gang (Veien frem 2020). Evalueringen skal derfor også give nyttige input til den videre satsning på forskningsområdet inden for nanoteknologi og nye materialer.

## 1.2 Evalueringens datagrundlag

Evalueringen af NANOMAT baseres på et omfattende data- og videngrundlag, som skitseres kort i boks 1.2. For en uddybende beskrivelse af datagrundlaget samt anvendte metoder, se venligst bilag 1.

### Boks 1.2. Evalueringens datagrundlag

- **Gennemgang af skriftligt materiale**, f.eks. af politiske dokumenter samt materiale om Store programmer og NANOMAT-programmet.
- **Statistisk analyse**, inklusiv en analyse af **projektporteføljen** på baggrund af data fra Forskningsrådet samt en **bibliometrisk analyse** af forskningsproduktion fra samtlige NANOMAT-støttede projekter.
- Webaseret **selvaluering blandt projektledere fra FoU-miljøer** i NANOMAT-støttede projekter (svarprocent: 85).
- Webaseret **spørgeskemaundersøgelse blandt virksomhedsdeltagere** i NANOMAT-støttede projekter (svarprocent: 68).
- Webaseret **spørgeskemaundersøgelse blandt afviste ansøgere** til NANOMAT-programmet (svarprocent: 38 pct.)
- **Dybdeinterviews** med 27 respondenter fra Forskningsrådet, departementer, FoU-miljøer, virksomheder m.fl.
- Fem **casestudier** af udvalgte projekter under NANOMAT-programmet.
- Tre **workshops** omkring centrale evalueringstemaer, afholdt af Forskningsrådet med interne såvel som eksterne deltagere.
- Løbende sparring, **dialog** og læring med Forskningsrådet og ekspertpaneler.

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

## 2 Forskningspolitiske perspektiver for evalueringen

### 2.1 Hvad er Store programmer?

Store programmer blev etableret af Norges forskningsråd i 2002 i forbindelse med den omorganisering af rådet, som fulgte af evalueringen af Forskningsrådet fra 2001 (også kaldet "Technopolisevalueringen"). Denne evaluering anbefalede blandt andet, at Forskningsrådet etablerede forskningsprogrammer med fokus på "large thematic areas", som kunne sikre en helhedsorienteret forskningsindsats på prioriterede områder.

Forskningsrådet har igangsat i alt syv Store programmer (se boks 2.1). De første to Store programmer, NANOMAT og FUGE, blev etableret i 2002. De resterende Store programmer blev igangsat i 2004. Store programmer er i dag et vigtigt virkemiddel i Forskningsrådets indsats for at realisere nationale forskningspolitiske prioriteringer. Programmerne skal bidrage til realiseringen af potentialer af national strategisk værdi på deres temaområde og skal desuden fungere som dynamiske samspilsarenaer for FoU-miljøer, erhvervslivet og myndigheder.

#### Boks 2.1. Forskningsrådets syv Store programmer

- NANOMAT: Nanoteknologi og nye materialer
- FUGE: Funktionel genomforskning i Norge
- HAVBRUK: Havbrug – erhverv i vækst
- NORKLIMA: Klimaændringer og konsekvenser for Norge
- PETROMAKS: Maksimal udnyttelse af olieressourcer
- RENERGI: Fremtidens rene energisystemer
- VERDIKT: Kernekompetence og værdiskabelse i IKT

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

#### 2.1.1 Hvad skal Store programmer opnå?

Store programmer er underlagt *Retningslinjer for Store programmer* – som blev vedtaget af Hovedstyret i Forskningsrådet i deres første version i december 2003 og i en endelig version i 2005 – samt de generelle *Retningslinjerne for programsatsinger i Norges forskningsråd*.

Overordnet set skal Store programmer følge op på forskningspolitiske prioriteringer, svare på samfundsudfordringer og give kompetenceløft af national karakter. Derudover skal de bidrage til at skabe koblinger mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation med henblik på at udløse erhvervs- og samfundsmæssig værdi fra forskningen. Store programmer har desuden et ansvar for at varetage koordineringen af den samlede nationale forskningsindsats på det temaområde, som de dækker.

Derudover skal programmerne understøtte tværfaglighed i forskningen og fungere som brohovede for internationalt forskningssamarbejde. Ydermere skal Store programmer bidrage til udviklingen af internationalt synlige og ledelse fagmiljøer samt af højt kvalificeret forskningspersonale.

Sidst men ikke mindst forventes programmerne at gennemføre en aktiv formidlingsindsats, herunder af programmets resultater, og de skal være synlige overfor både forskningsmiljø, forvaltning og offentligheden.

For at realisere disse mål skal programmerne desuden have et omfang og en tidshorisont udover det, som er typisk for ordinære forskningsprogrammer, og de skal give en merværdi i forhold til disse programmer.

Målene for Store programmer kan ifølge evaluatorerne grupperes i tre overordnede kategorier af målsætninger, som illustreret i figur 2.1. For det første skal programmerne styrke **forskningskapacitet og -kvalitet** inden for et givent tematisk område ved at styrke kvaliteten af norsk forskning og – om nødvendigt – forskningsinfrastruktur og -kapacitet. For det andet skal de bidrage til realiseringen af **effekter i erhvervslivet**. Store programmer skal sikre relevansen af den offentlige forskning for

erhvervslivets behov. Derudover skal de understøtte et produktivt samspil mellem den offentlige og private FoU, som kan understøtte kommerciel anvendelse og udnyttelse af forskningsresultater. Sidst men ikke mindst skal programmerne bidrage til at udløse **samfundsnytte og -værdi**. Gennem deres bevillinger og andre aktiviteter skal de bidrage til at løse centrale samfundsudfordringer og til at udløse potentiale af national strategisk værdi gennem fremme og koordinering af forskningsaktiviteter.

**Figur 2.1. Tre overordnede typer af målsætninger i Store programmer**



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. .

De tre overordnede målsætninger udelukker ikke hinanden. Derimod er målsætningerne nært relaterede – og overlappende. God forskning på universiteter og forskningsinstitutter er grundlaget for idéer, viden og metoder, som kan oversættes og anvendes i erhvervslivets forskning. Ligeledes er det relevant og produktiv forskning i den offentlige sektor og i virksomheder, som skaber nytte og værdi for samfundet.

### 2.1.2 Implikationer for evalueringen af målopfyldelse i NANOMAT

En udfordring for Store programmer som NANOMAT er ifølge evaluatorene, at der ikke er foretaget en eksplicit vægtning eller prioritering af de tre overordnede målsætninger beskrevet i det forrige afsnit. Disse målsætninger er desuden meget ambitiøse og brede i deres formulering og kan rumme en lang række af underordnede mål og aktiviteter.

Det står ikke klart, hvordan målsætningerne skal prioriteres i forhold til hinanden i et Stort program, eller hvordan aktiviteter som igangsættes under de tre typer af mål skal understøtte hinanden. Dette skaber ifølge evaluatorene en risiko for, at et program ikke realiserer sit fulde potentiale, eksempelvis fordi midler spredes for bredt over forskellige indsatsområder i et forsøg på at imødekomme alle målsætningerne, og at centrale målsætninger i programmet derfor ikke understøttes optimalt.

På baggrund af ovenstående er det evaluatorenes vurdering, at det er svært at sige, hvornår målsætningerne er indfriet, samt at det er urealistisk at forvente at alle tre overordnede målsætninger kan indfris fuldt ud eller i samme grad inden for et enkelt Stort program. Dette gælder i særlig grad, når et program – som i NANOMATs tilfælde – har til opgave at bygge et stærkt forskningsmiljø på baggrund af svage eksisterende forudsætninger. Her ligger der en stor opgave i at opbygge og styrke enkelte forskningsmiljøer før end det er muligt at udløse betydelige erhvervs- og samfundsmæssige effekter.

Evaluatorene vurderer derfor, at det – for at skabe optimale rammer for et Stort program – er centralt at tydeliggøre, hvordan de tre overordnede mål i programmet skal prioriteres og understøtte hinanden.

Denne evaluering tager det perspektiv, at målsætninger om forskningskvalitet og -kapacitet bør vægtes tungest. Dette skyldes blandt andet, at et Stort program først og fremmest er et forskningsprogram, og at forskningskvalitet derfor bør udgøre kernen i programmet. Ydermere er forskningskvalitet og -kapacitet centrale forudsætninger for at realisere erhvervs- og samfundsmæssige effekter. Omvendt kan man ikke skabe god forskning i forskningsmiljøer ved at investere i tiltag, der skal stimulere forskningsbaseret FoU i erhvervslivet, eller aktiviteter, der er rettet mod samfundsudfordringer og -dialog. Tiltag rettet mod erhvervslivet og samfundsnytte kan således understøtte, men ikke erstatte opbygning af forskningskvalitet og -kapacitet.

Det følger heraf, at forskningskvalitet bør være det centrale mål i administrationen såvel som i evalueringen af et Stort program.

## 2.2 Store programmer og strategisk forskning

### 2.2.1 Et skift i den forskningspolitiske forståelse

Store programmer er *strategiske forskningsprogrammer*, fordi de har til formål at stimulere forskning inden for politisk prioriterede områder, som menes at have stor betydning for samfundets fremtidige udvikling. Den strategiske dimension i et stort program handler dog ikke kun om at sætte fokus på et givent teknologiområde som nanoteknologi og nye materialer, men også om at understøtte andre politiske prioriteringer, som menes at have værdi for samfundet. Dette gælder eksempelvis målsætninger for Store programmer om at skabe koblinger mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation, om at styrke forskningens samspil med og nytte for erhvervslivet, og om at sikre samfundsmæssig robust innovation.

Store programmer afspejler således et nyligt skift i norsk forskningspolitik i, hvordan man ser på – og derfor også, hvordan man bedst understøtter – forskningen. Tidligere har forskningspolitikken været præget af et billede af forskningen, hvor vidensproduktion udspringer fra især monofaglige miljøer på universiteterne og forskningsinstitutter. Kvalitets- og relevanssikringen af forskningen gennemføres næsten udelukkende via forskningsinterne *peer review* processer. Offentlige midler til forskningsmiljøer uddeles i dette perspektiv ud fra et "arms længde"-princip, hvor man overlader ansvaret for at sætte rammer for forskningen og vurdere resultaterne af offentlige forskningsinvesteringer til forskerne selv. I denne optik har forskningsrådet en hovedsagligt passiv rolle: Man bevilger penge til forskningsmiljøerne men intervenserer ikke i forskningsprocessen.

Gennem især det seneste årti har dette perspektiv – også kaldet "Modus 1"-perspektivet – dog ændret sig markant i norsk forskningspolitik, som i dag præget af et såkaldt "Modus 2"-perspektiv (se figur 2.2), hvor en stigende forventning til forskningens samfundsmæssige relevans og nytteværdi har medført at forskningens interne prioriterings- og kvalitetssikringsprocesser suppleres med politisk fastsatte prioriteringer af forskningsområder samt af en ekstern, samfundsmæssig kvalitetssikring af forskningen. Disse strategisk prioriterede forskningsområder ledsages

desuden af et øget fokus på samspil mellem forskningsdiscipliner, som skal fremme mere problem- og helhedsorienteret forskning i samfundsrelevante problemstillinger, og på samspil mellem FoU-miljøer, erhvervslivet og myndigheder. Ambitionen er at sikre hurtigere og styrket nyttiggørelse af forskningsresultater og derved en øget samfundsnytte fra offentlige investeringer i forskning.

Figur 2.2. Oversigt over "Modus 1" og "Modus 2" perspektiver på forskning

	Modus 1	Modus 2
<b>Forskning</b>	Disciplin-styret og monofaglig Universiteter som central aktør	Problemorienteret og tværfaglig Samarbejde mellem mange aktører
<b>Grundprincip</b>	Forskningen skal være selv- organiserende og -regulerende	Offentlig forskning skal være samfundsrelevant
<b>Forsknings- politik</b>	"Arms length"-princip; forskere prioriterer selv forskningstemaer	Strategisk/politisk prioritering af samfundsudfordringer og forskning
<b>Kvalitets- vurdering</b>	Foretages af forskermiljøet (gennem <i>peer review</i> )	<i>Peer review</i> suppleres med eksterne evalueringer og målbare kriterier
<b>Forsknings- rådets rolle</b>	Passiv bevilger af forskningspenge Administrator	Aktiv medspiller i forskningen Forskningspolitisk aktør

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

Forskningsystemet er dog i et Modus 2 perspektiv så komplekst, at den bliver svært for den enkelte forskningsaktør at overskue og navigere optimalt i. Forskningsrådet får derfor en central rolle i at sikre dialog og sammenhæng i systemet. Dette indebærer, at rådet på baggrund af dets indsigt i forskningssystemet skal fungere som rådgiver i det forskningspolitiske system for at sikre hensigtsmæssige rammer for politiske prioriteringer og tiltag, der skal fremme samfundsrelevant forskning. Forskningsrådet får samtidig en mere proaktiv rolle i uddelingen af midler ved, at rådet skal operationalisere nationale og andre strategiske prioriteringer, som skal sikre samfundsrelevans i forskningen og fremme et mere produktivt samspil mellem forskningsaktører og andre interessenter i samfundet.

Skiftet fra et Modus 1 til et Modus 2 perspektiv i norsk forskningspolitik afspejles eksempelvis i forskningsmeldinger fra Stortinget og i hele

grundlaget for etableringen af Store programmer. Evalueringen ser derfor på NANOMAT-programmet i lyset af dette skift i den forskningspolitiske forståelse, hvor Forskningsrådet er en central og proaktiv forskningspolitisk aktør, og hvor Store programmer er et væsentligt instrument til at skabe samfundsnytte gennem strategisk forskning.

### 2.2.2 Implikationer for Forskningsrådets rolle

Forskningsrådet har således en central rolle i det norske forskningssystem. Rådets konstruktion, hvor mange forskningspolitiske og administrative opgaver og funktioner er samlet i ét råd, er desuden unik set i international sammenhæng. Det betyder blandt andet, at Forskningsrådet både er en national *konkurrencearena* og en *strategisk ændringsagent*. Rollen som ændringsagent er særligt aktuell i et Stort program som NANOMAT, som skal opbygge et stærkt fagmiljø inden for et prioriteret temaområde og skabe merværdi af den offentlige forskningsindsats.

Dette betyder, at evalueringen af NANOMAT som et Stort program adskiller sig fra evalueringer af ordinære forskningsprogrammer ved ikke blot at skulle vurdere programmets forskningsmæssige resultater, men også at skulle belyse, hvordan og i hvilken grad programmet har udøvet sit ansvar for at sikre et vidensbaseret grundlag for forskningspolitikken og at varetage opfølgningen på denne forskningspolitik, med henblik på at skabe størst mulig samfundsmæssig værdi fra investeringerne i programmet.

Forskningsrådet har således tre vigtige roller i forbindelse med et Stort program. For det første er rådet en vigtig **forskningspolitisk rådgiver** med indsigt i forskningsverdenen. Forskningsrådet har et ansvar for at klæde politiske beslutningstagere i Regeringen og i departementer på til at etablere hensigtsmæssige rammer for forskningsprogrammer. Det betyder, at rådet skal være lydhør overfor relevante interessenter i forskningsmiljøet, i erhvervslivet og i samfundet generelt, samt kondensere og formidle deres viden og budskaber videre til politiske beslutningstagere, i lyset af rådets helhedsvurdering af, hvad der påkræves for at løfte programmets visioner og målsætninger.

For det anden har Forskningsrådet en **operatørrolle**. Det indebærer, at rådet har ansvar for at operationalisere de politiske fastlagte rammer for programmet, herunder dets målsætninger, bevillinger og andre eventuelle retningslinjer. Det betyder blandt andet, at Forskningsrådet skal opstille konkrete og målbare målsætninger for, hvordan programmets overordnede mål skal indfris, og sikre en hensigtsmæssig sammentænkning af mål og indsatsområder i programmet. Dette omfatter typisk også en prioritering af disse mål og indsatsområder. Derudover har Forskningsrådet et ansvar for at justere programmet undervejs gennem løbende evaluering og (hvor nødvendigt) omstilling af strategiske greb og virkemidler for derved at sikre optimal samfundsnytte fra forskningsprogrammets investering af offentlige midler.

For det tredje er Forskningsrådet en vigtig **mødeplads**. Et Stort program forventes at koordinere og sammentænke norsk forskning og udvikling inden for sit teknologiområde generelt set. Forskningsrådet skal derfor gennem åben dialog mellem FoU-miljøer, forvaltningen, erhvervslivet og den brede befolkning identificere nye satsningsfelter samt de muligheder og udfordringer, som bør adresseres på disse satsningsfelter.

## 2.3 Evaluatorenes tilgang til evalueringen

I afsnit 2.2 så vi nærmere på betydningen af Store programmer som strategiske forskningsprogrammer, og på betydningen af et skift i den forskningspolitiske forståelse for Forskningsrådets rolle. Særligt fremhævede vi, at Forskningsrådet har en rolle som strækker sig langt ud over den passive, bevilgende rolle for et forskningsråd, men som også omfatter et ansvar for skabe effektive mødepladser for alle relevante interessenter på programmets temaområde, for at tænke strategisk om hvad der skal til for at løfte området som helhed, og for at kommunikere denne indsigt til beslutningstagere i det forskningspolitiske system.

Et vigtigt tema i denne evaluering vil på baggrund af ovenstående derfor være at vurdere, hvordan Forskningsrådet og NANOMAT-programmet har grebet denne rolle an, og i hvilken grad de har indfriet ambitionerne for et Stort program inden for nanoteknologi og nye materialer. I afsnit 2.1

argumenterede vi desuden for, at forskningsmæssige målsætninger bør vægtes tungest i Store programmer samt i evalueringen heraf, da god forskningskapacitet og -kvalitet er nøglen til de andre ønskede effekter af Store programmer.

Med dette udgangspunkt bliver omdrejningspunktet for evalueringen spørgsmålet om, i hvilken grad NANOMAT-programmet har formået at løfte det norske fagmiljø inden for nanoteknologi og nye materialer, og hvilken betydning dette har haft for erhvervslivet og samfundet mere generelt. På baggrund heraf kan vi udlede tre grundlæggende evalueringsspørgsmål, som skal besvares i denne evaluering:

- **I hvilken grad har NANOMAT formået at udløse national strategisk værdi fra de enkeltstående projekter i forskningsprogrammet?**
- **I hvilken grad har NANOMAT formået at opbygge stærke forskningsmiljøer af national strategisk betydning?**
- **I hvilken grad har NANOMAT sikret, at programmets indsats forankres i forskningsmiljøerne og derved får en langsigtet national betydning?**

Alle tre elementer, som desuden er illustreret i figur 2.3, er kritiske for programmets overordnede effekt og betydning. Ligeledes bør alle tre elementer tænkes ind i programmet (og tænkes sammen) fra starten af programmet såvel som løbende undervejs i programforløbet.

**Figur 2.3. Tre centrale temaer i evalueringsspørgsmålene**



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

Disse tre spørgsmål udgør rygraden for evalueringen af NANOMAT og for denne evalueringsrapport, som er struktureret således:

- Kapitel 3 giver en kort introduktion til NANOMAT-programmet.
- Det første spørgsmål om i hvilken grad NANOMAT har formået at udløse national strategisk værdi fra en række enkeltstående projekter til en strategisk national satsning, behandles i kapitel 4
- Spørgsmålet om hvorvidt NANOMAT har bidraget til at opbygge stærke forskningsmiljøer er fokus i kapitel 5.
- Og endeligt vil kapitel 6 behandle det sidste spørgsmål om de langsigtede effekter og forankringen af NANOMAT-programmet.

Bilagene til evalueringsrapporten indeholder en nærmere beskrivelse af mandatet for evalueringen, uddybdende information om evalueringens metode og datagrundlag, samt udvalgte supplerende data indsamlet og analyseret i forbindelse med evalueringen.

## 3 Om NANOMAT-programmet

NANOMAT har i 2002-2009 støttet 134 forskningsprojekter med en samlet bevillingsramme på 677 mio. kr. Programmet har i alt fået 336 ansøgninger.

Programmet er delt i to faser med hver deres fokus og tematik: Fase 1 med et *grundforskings og teknologifokus* og Fase 2 med et klarere fokus på *næringsudvikling og samfundsudfordringer*. Der har dog været en bevidst prioriteringsstrategi i projektporteføljen. Hvor kompetence- og kapacitetsopbygning (f.eks. infrastruktur og phd's) har været i fokus i startfasen, så har videnanvendelse og erhvervsinddragelse været i fokus i efterfølgende fase.

NANOMAT har anvendt en lang række af Norges forskningsråds tilgængelige støtteformer, bl.a.: Større nationalt koordinerede projekter, forskerprojekter, personlige stipendier, virksomhedsrettede projekter. De nationale koordinerede projekter udgør lidt over en fjerdedel af bevillingsrammen.

Flere af de anvendte støtteformer er blevet tilpasset NANOMATs formål og aktivitetsområder. Hensigten har bl.a. at understøtte international mobilitet på individniveau samt samspil mellem grundforskning og anvendt forskning i større skala ("Storprojekter").

### 3.1 Om NANOMAT programmet

NANOMAT er Forskningsrådets store satsning på fagfeltet nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT skal bidrage til, at Norge fremstår som en ledende forskningsnation på udvalgte områder inden for nanoteknologi og nye materialer. Programmet skal give grundlag for et nyt kundskabsbaseret og forskningsintensivt erhvervsliv og bærekraftig fornyelse af norsk industri. NANOMAT er et af Norges forskningsråds syv Store programmer. NANOMAT har et særlig ansvar for en national koordinering af forskningsindsatsen inden for fagfeltet, for at sikre en ansvars- og opgavefordeling. Som led i dette har NANOMAT initieret og finansieret en række nationalt koordinerede projekter på tværs af forskningsinstitutioner i Norge.

NANOMAT er organiseret med et *sekretariat* og et eget *programstyre*, der er etableret i 2003 og er udnævnt af Hovedstyret i Forskningsrådet (programstyret blev initielt udnævnt af Hovedstyret, men siden er ansvaret overført til divisjonstyret for Store satsninger). Der er til programmet tilknyttet en rådgivende international ekspertgruppe, *Scientific Advisory Council (SAC)*, som suppleres med *ad hoc udvalg* efter behov. SAC's opgaver er bl.a. at give programadministrationen rådgivning om aktuelle satsingsområder for programmet samt komme med indspil til faglige eksperter i forbindelse med vurderinger af ansøgninger.

Nanoteknologi inkluderer nanovidenskab og defineres i programmet som:

*"Nye teknikker for syntese og bearbejdning, herunder flytning av og bygging med naturens byggesteiner (atomer, molekyler eller makromolekyler), for intelligent design av funksjonelle materialer, komponenter og systemer med attraktive egenskaper og funksjoner og hvor dimensjoner og toleranser i området 0,1 til 100 nanometer (nm) spiller en avgjørende rolle"*

Fagfeltet nanoteknologi og nye materialer åbner mulighed for øget værdiskabelse, bærekraftige løsninger og bedre forståelse af naturen. Et specielt træk ved nanoteknologi er dens generiske karakter; den vil kunne have indvirkning på mange samfundsområder. Innovationer knyttet til nanoteknologi og nye materialer er ofte en forudsætning for fremskridt inden for områder som energi og miljø, IKT, sundhed og bioteknologi, havbrug og fødevarer. Nanoteknologi og materialeteknologi er ofte tværfaglig og omfatter f.eks. områder som fysik, kemi, biologi, molekylærbiologi, medicin, elektronik og IKT.

### 3.2 Finansiering og bevillinger

Den oprindelige programperiode for NANOMAT var sat til 2002-2006, hvorefter den blev udvidet til og med 2011. Baseret på en national strategi for nanovidenskab og nanoteknologi var det ønsket fra

Forskningsrådet, at der skulle satses på mere langsigtet i finansieringen, således NANOMATs programperiode blev forlænget til med 2011.

Denne evaluering dækker over programmets aktiviteter i perioden 2002-2009. I denne periode har programmet givet bevillinger til i alt 134 projekter svarende til en samlet bevillingsramme på 677 mio. kr. Det samlede budget for hele programperioden 2002-2011 er 742 mio. kr.

Programmet er finansieret af en række departementer og fonde. Det gælder Fondet for forskning og nyskaping, Kunnskapsdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet, Olje- og Energidepartementet og Orkla-gaven til "næringsrettet grunnleggende forskning inden for fornybar energi".

Tabel 3.1 præsenterer en oversigt over kilder til finansiering til NANOMAT-programmet samt en oversigt over ansøgninger og bevillinger i NANOMAT-programmet for perioden 2002 til 2009. Tabellen viser, at der har været stor interesse i NANOMAT-programmet fra forskningsmiljøerne målt på antal ansøgninger. NANOMAT har i alt fået 363 ansøgninger. En tredjedel af ansøgningerne i programmet er blevet støttet (dvs. en succesrate på 35 pct.).

Der er store variationer i størrelsen på projektbevillingerne. Største beløb for støttede projekter i NANOMAT er 52 mio. kr. og mindste beløb er 74.000 kr., se tabel 3.1 neden for. Bevillingerne dækker dog over mange forskellige virkemidler, lige fra store nationalt koordinerede projekter til mindre bevillinger til f.eks. post doc.-stipendier. Bortset fra de første år i programperioden (på grund af behovet for kapacitets- og kompetenceopbygning), så er der en overordnet tendens til, at gennemsnitsstørrelsen på projekterne stiger svagt over programperioden.

Da programmet løber indtil 2011 og 69 pct. af de NANOMAT-støttede projekter er afsluttet – og de endelige resultater og den fulde betydning af forskningsaktiviteter ofte først kan vurderes flere år efter aktiviteterens færdiggørelse – må det fremhæves, at de resultater som præsenteres i denne evaluering er foreløbige. NANOMAT-programmet kan således forventes at udløse yderligere resultater og langsigtede effekter, end dem som beskrives i denne evaluering.



**Tabel 3.1 Oversigt over bevillinger og finansiering**

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
<b>Antal ansøgninger</b>	11*	42**	57	21	48	108	21	55					363
<b>Antal bevillinger</b>	11*	15	12	8	21	49	6	12					134
<b>Bevilget beløb</b>	7,78	199,36	42,82	16,99	59,57	262,23	21,23	67,31					677,29
<b>Gns. bevillingsstørrelse</b>	0,71	13,29	3,57	2,12	2,84	5,35	3,54	5,61					5,05
<b>Succesrate antal</b>	100%*	36%	21%	38%	44%	45%	29%	22%					35%***
<b>Succesrate beløb</b>	100%*	31%	15%	21%	32%	47%	25%	25%					32%***
<b>Finansiering</b>													
<b>Overført til efterfølgende år</b>		7,58	16,07	27,83	56,60	29,45	11,73	-21,97	-27,96				
<b>Gaveforstærkningsmidler</b>					-15								-15
<b>KD</b>		30,00	43,79	31,74	32,64	32,64	32,64	32,65	37,65	37,65			311,40
<b>NHD</b>			3,75	3,70	13,40	14,40	14,40	32,40	32,40	32,40			146,85
<b>OED</b>							16,10						16,10
<b>Diverse indtægter</b>				0,26			0,02						0,28
<b>Forskningsfondet</b>	8,53	26,85	26,85	29,85	29,85	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00			236,93
<b>Orklafondet</b>						10,00							10,00
<b>Vedtag i HS nov. 2008</b>											35,00		35,00
<b>Sum af indtægter</b>	8,53	56,85	74,39	65,55	60,89	77,04	83,16	90,05	95,05	95,05	35,00		741,56

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på Foriss samt Forskningsrådet opgørelser over finansieringskilder.

Anm: I mill. kr. Projekter med opstart i 2002-2009. Udregnet på baggrund af projekternes startår, dvs. alle bevillinger til samme projekt falder på projektets startår.

\* Udbuddet i 2002 var kun åben for 11 inviterede ansøgninger.

\*\* Inkluderer 2 ansøgninger som blev overført fra andet virkemiddel i Forskningsrådet.

\*\*\* Opgjort for 2003 til 2009.

### 3.3 Valget af støtteformer i programmet

I styringsgrundlaget for Store programmer fremgår det, at Store programmer har store frihedsgrader til at anvende de støtteformer, der er i Forskningsrådet. Det fremgår af retningslinjerne for Store programmer, at et Stort program frit kan tage de støtteformer i brug (søknadstyper), som Forskningsrådet benytter sig af for at realisere sine mål (det gælder dog ikke støtteformerne "strategiske instituttprogram", "strategiske universitetsprogram" og "strategiske omstillingsprojekter").

Evalueringen viser, at NANOMAT i høj grad har taget en bred vifte af støtteformer i brug for at understøtte sine mål om f.eks. kompetence og kapacitetsopbygning og kobling mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation. Lidt over en fjerdedel af af NANOMATs bevillinger er anvendt til etablering af nationalt koordinerede projekter. Disse nationalt koordinerede projekter udgør hjørnестenen i NANOMATs bevillingsstrategi, se tabel 3.2 neden for. NANOMAT-programmet har desuden anvendt en række andre støtteformer:

- **Forskerprojekter (FP)**, det vil sige midler til særskilte forskerprojekter på en eller flere institutioner.
- **Kompetanseprojekt med brukermedvirkning (KMB)**, projekter som gennemføres som samarbejde mellem forskningsmiljøer og brugere, og som sker på et område med høj relevans og stort vækstpotentiale for fremtidig næringsudvikling.
- **Brukerstyrt innovasjonsprojekt (BIP)**, projektmidler som skal udløse FoU i næringslivet via forskningsbevillinger til bedrifter, bedriftssammenslutninger og næringslivsorganisationer.
- **Forprojekter**. Disse har typisk været af 100.000 -300.000 kr. per projekt. Erfaringen fra evalueringen viser, at forprojekterne i mange tilfælde har været kvalificerende for fremtidige BIP

projekter i den forstand, at BIP projekter som efterfølger et forprojekt har været af gennemgående høj kvalitet og nåede godt op i konkurrencen om midler.

- **Internationale post docs**. Her er der tale om personlige stipendier til særligt lovende yngre forskere med længere udenlandsophold (1,5-2 år). Støtteformen anvendes til at holde unge forskere aktive i forskningsmiljøerne.

De nationalt koordinerede projekter er i realiteten blevet bevilget som store forskerprojekter (og er bevillingsmæssigt en undergruppe til forskerprojekter), men med krav om national koordinering. Med henblik på at skabe samspil og koble grundforskning, anvendt forskning og innovation således, som det er forudsat for Store programmer, så har NANOMAT brugt forskerprojekter, KMB og BIP i over 70 pct. af tildelingerne af projektmidler.

Ydermere har NANOMAT givet støtte til ISP projekter (større institutionsbaserede projekter – i realiteten store KMB-projekter) og til FORNY, der skal understøtte kommercialisering af forskningsresultater på forskningsinstitutioner. Samtidig har programmet støttet forskning i ELSA (*Ethical, Legal and Social Aspects*) og HMS (Helse, Miljø og Sikkerhed) problemstillinger knyttet til nanoteknologi og nye materialer for at sikre en samfundsrobust teknologiudvikling.

**Table 3.2. NANOMAT-grants distributed by support forms (2002-2009)**

Support form	Number of projects	Grant in kr.	Grant as % of program	Avg. size of grant	Minimum grant	Maximum grant	Number completed in 2010	% completed in 2010
<b>Forskerprojekter</b>	<b>54</b>	<b>257.041.064</b>	<b>38</b>	<b>4.760.020</b>	<b>74.180</b>	<b>10.140.000</b>	<b>34</b>	<b>63</b>
Forskerprojekter	48	247.104.000	36,5	5.148.000	765.000	10.140.000	28	58
Personlig stipend	5	9.862.884	1,5	1.972.577	103.753	2.822.500	5	100
Netværkstiltag	1	74.180	0,01	74.180	74.180	74.180	1	100
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>	<b>15</b>	<b>187.353.250</b>	<b>27,7</b>	<b>12.490.217</b>	<b>223.715</b>	<b>52.140.000</b>	<b>12</b>	<b>80</b>
Nationalt koordinerede projekter	14	177.353.250	26,2	12.668.089	223.715	52.140.000	12	86
Institutionsstøtte	1	10.000.000	1,5	10.000.000	10.000.000	10.000.000	0	0
<b>Virksomhedsrettede projekter</b>	<b>38</b>	<b>128.363.833</b>	<b>19</b>	<b>3.377.996</b>	<b>140.000</b>	<b>9.100.000</b>	<b>27</b>	<b>69</b>
BIP	28	120.257.833	17,8	4.294.923	480.000	9.100.000	17	61
Forprojekter	6	1.190.000	0,2	198.333	140.000	300.000	6	100
FORNY	4	6.916.000	1	1.729.000	36.440.000	36.440.000	4	100
<b>KMB og ISP</b>	<b>13</b>	<b>68.714.702</b>	<b>10</b>	<b>5.285.746</b>	<b>1.022.000</b>	<b>36.440.000</b>	<b>8</b>	<b>67</b>
ISP	1	36.440.000	5,4	36.440.000	36.440.000	36.440.000	0	0
KMB	12	32.274.702	4,8	2.689.559	1.022.000	2.729.000	8	67
<b>Infrastruktur</b>	<b>14</b>	<b>35.813.283</b>	<b>5,3</b>	<b>2.558.092</b>	<b>1.300.000</b>	<b>6.000.000</b>	<b>12</b>	<b>86</b>
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>677.286.132</b>	<b>100</b>	<b>5.054.374</b>	<b>1.200.000</b>	<b>8.790.000</b>	<b>93</b>	<b>69</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på Foriss og Forskningsrådets gruppering af projekter i støtteformer.

Anm: 2002-2009. I mio. kr. Udregnet på baggrund af projekternes startdato, dvs. alle bevillinger til samme projekt falder på projektets startdato.

### 3.3.1 Programmet har på flere områder tilpasset de eksisterende støtteformer

Det er ikke givet, at de eksisterende støtteformer passer i forhold til de behov og intentioner, der er i et Stort program. Store programmer har således da også et betydeligt rum for at eksperimentere med Forskningsrådets støtteformer.

Erfaringen er dog i praksis, at man i administrationen af NANOMAT har fundet de eksisterende støtteformer for velegnede til at varetage programmets opgaver. Man understreger i Forskningsrådet, at det ikke har været noget mål for NANOMAT i sig selv at udvikle nye støtteformer for øvelsens skyld. Samtidig understreges det, at der ved udvikling af nye støtteformer ofte vil være tale om tunge prosesser, som kræver betydelig arbejde (typisk mere end 1 år).

Dog har NANOMAT i nogen grad forsøgt at udfordre de eksisterende støtteformer, hvor man har udviklet eller har haft overvejelser om at udvikle nye støtteformer, der ikke dækkes af de eksisterende muligheder. I disse tilfælde har der generelt været tale om inkrementelle tilpasninger af de eksisterende støtteformer.

Når det eksempelvis gælder KMB-støtteformen, så har rådet i udlysningsteksten for disse projekter udfordret forskningsmiljøene på, at der skal være et specifikt fokus på kompetanseopbygning i næringslivet, hvor der i den oprindelige KMB-støtteform er mere generelt et fokus på brugerinddragelse. På et strategisk niveau i programmet har det også været diskuteret, om KMB-projekttypen burde fokusere mere på åben innovation, hvor grupper af virksomheder fungerer som deltagere.

I tillæg har rådet haft fokus på at få stipendiater udenlands ved at etablere muligheder for at støtte til personlige udenlands-post doc stipendier. Endvidere kan man tale om, at forprojekterne er en videreudvikling af en eksisterende støtteform, men hvor man anvender denne støtteform som kvalificerende i forhold til ansøgninger til BIP.

### 3.4 NANOMAT i to faser – en forskningspolitisk udfordring

NANOMATs anvendelse af støtteformerne har varieret over programperioden. Hvor anvendelse af nationalt koordinerede projekter og støtte til infrastruktur for at sikre kompetence- og kapacitetsopbygning har været dominerende i programmets første fase, så har anvendelsen af forskerprojekter samt erhvervsrettede støtteformer (f.eks. BIP, forprojekter og KMB) været dominerende i den anden fase af programmet.

Denne "fleksible" anvendelse af støtteformer over programperioden afspejler fra programstyrets side en bevidst strategi om først at satse på at opbygge nødvendige kompetencer i miljøerne inden for nanoteknologi og nye materialer og derefter at sætte fokus på kobling mellem forskning og erhvervslivet med henblik på at nyttiggøre forskningsresultaterne. Men på den anden side afspejler den fleksible anvendelse af støtteformer også, at programmet grundlæggende er opdelt i to faser med hver deres forskningspolitiske fokus.

NANOMATs skift i fokus er også afspejlet i de departementer, som har finansieret programmet. I 2002 hvor NANOMAT havde et specifikt grundforskningsfokus – blev programmet finansieret med midler fra Forskningsfondet for perioden 2002-2006. Efterfølgende i 2003 bevilgede Kunnskapsdepartementet midler til programmet og først fra 2004 kom Nærings- og Handelsdepartementet på banen som finansierende aktør i takt med et øget politisk fokus på samfunds- og næringsinddragelse.

Det kan argumenteres, at programperioden kan opdeles i to perioder med hver deres karakteristika og fokus (se også tabel 3.3 neden for):

- **NANOMAT – FASE 1:** Grundforskningsorienteret teknologiprogram
- **NANOMAT - FASE 2:** Anvendelsesorienteret program rettet mod samfundsløsninger

NANOMAT blev iværksat for at få en grundforskningsbaseret indsigt i, hvordan materialeegenskaberne på nano- og mikroskala påvirker disse

egenskaber i makroskala. Rammen for indsatsen var et afsluttet grundforskningsprogram inden for materialteknologi samt forskellige strategiske satsinger mod universitets- og institutsektoren i Norge. Men materialeteknologi var ikke på det tidspunkt nyt i Norge, idet forskningsområdet allerede i perioden fra 1985 til 1991 har været et af de tidligere hovedindsatsområder i norsk forskning.

I NANOMATs første programperiode i 2002-2006 var der således fokus på kompetenceopbygning i forskningsmiljøene og infrastrukturtiltag samt teknologitemaer, idet der var fokus på:

- Styrkning af *grundforskning* inden for nanoteknologi og nye materialer, samt investeringer i videnskabeligt udstyr
- Finansiering af projekter inden for *teknologitemaer*: Funktionelle materialer og nanoteknologi inden for energiteknologi, funktionelle materialer og nanoteknologi inden for elektronik, optik og kommunikation samt nanostrukturerede materialer og overflader

I 2005 og 2006 blev der gennem en bred dialogproces med forskningsmiljøerne foretaget en revision af NANOMAT-programmet, som fulgte op på en national strategi for nanovidenskab, et foresigtstudie om nanoteknologi og en analyse af kompetencebehov inden for etik og HMS-problemstillinger med fokus på følgende prioriteringer i programplanen for 2007-2016:

- *Tematiske områder* (prioriteret rækkefølge): Energi og miljø, IKT og mikrosystemer, sundhed og bioteknologi, hav og fødevarer
- *Kompetenceområder* (alfabetisk rækkefølge): Bionanovidenskab og bionanoteknologi; etiske, juridiske, samfundsmæssige aspekter (inkl. sundhed, miljø, sikkerhed, risiko); fundamentale fysiske og kemiske processer på nanometerniveau; grænseflader, overflader og katalyse; komponenter og systemer og komplekse processer som udnytter nanoteknologi, materialer (nye, funktionelle eller nanostrukturerede)
- *Infrastruktur* og koordinering af værktøjsplatforme med avanceret videnskabeligt udstyr installeret.

**Tabel 3.3 Skift i NANOMATs fokus og karakter (2002-2009)**

Støtteformer	NANOMAT 1: 2002-2006	NANOMAT 2: 2007-2009
<b>Fokus</b>	Kapacitetsopbygning og infrastruktur	Anvendt forskning og inddragelse af erhvervsliv
<b>Temaer</b>	<b>Teknologifokus</b> - Funktionelle materialer og nanoteknologi indenfor energiteknologi - Funktionelle materialer og nanoteknologi indenfor elektronik, optik og kommunikation - Nanostrukturerede materialer og overflader	<b>Samfundsudfordringer</b> - Tematiske områder (prioriteret rækkefølge): Energi og miljø, IKT og mikrosystemer, sundhed og bioteknologi, hav og mad. - Kompetenceområder (f.eks. ELSA/HMS) -Infrastruktur og koordinering af værktøjsplatforme
<b>Kompetence og kapacitetsopbygning</b>	(1.000 kr.)	(1.000 kr.)
Nationalt koordinerte projekter	160.300	27.054
Infrastruktur	22.173	13.640
<b>Forskerrettede projekter</b>		
Forskerprojekter	81.409	175.632
<b>Næringsrettede projekter</b>		
BIP, forprojekter og FORNY	48.570	79.794
KMB og ISP	14.072	54.643
<b>I alt</b>	<b>326.523</b>	<b>350.763</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på Foriss og Forskningsrådets gruppering af projekter i støtteformer.

Baggrunden for NANOMAT var et konkret initiativ fra forskningsmiljøerne - FUNMAT-konsortiet - som i 2001 tog et forskningspolitisk initiativ til regeringen om en koordineret, integreret national satsing inden for funktionelle materialer og nanoteknologi. Fokus var på energi, miljøvenlig procesteknologi, mikrosystemer og biokompatible materialer. Gennem en strategiplan og aftaler om forpligtende nationalt samarbejde formulerede konsortiet forskningsfaglige og bevillingsmæssige prioriteringer inden for disse områder. FUNMAT-konsortiet består af en række førende miljøer på området i Norge: *Institutt for Energiteknikk (IFE)*, *Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)*, *SINTEF* og *Universitetet i Oslo (UiO)*.

Norges forskningsråd har haft en rolle i at implementere FUNMATs konsortiets strategioplæg til et egentlig program inden for rammerne af et Stort program. Med FUNMATs dominerende rolle i etableringen af NANOMAT kan man på mange måder karakterisere NANOMAT som et klart "forskerinitieret" nationalt forskningsprogram. Det har sikret, at nationale forskningsatsninger tager afsæt i eksisterende kompetencer og forskningsbehov i på det forskningsudførende niveau. Men på den anden side, har det også skabt en forskningspolitisk udfordring i forhold til at sikre en balance og kobling mellem forskernes ønsker og interesser på ene side og på den anden side samfundets ønsker og nationale forskningspolitiske interesser i forhold til løsning af samfundsudfordringer.

Det er i dette spænd mellem disse to typer af interesser, at man skal forstå Forskningsrådets rolle som forskningspolitisk aktør. I denne opgave ligger også varetagelsen af rollen som strategisk ændringsagent, hvor det handler om at skabe incitament for samarbejde og koordination i forskningssektoren, således at ønsket om opnåelsen af samfundsmæssig værdi af forskningen bliver understøttet.

Det, at NANOMAT er et grundlæggende forskerinitieret projekt, har efter evalueringens vurdering haft en stor betydning for NANOMATs programudvikling. NANOMATs skarptopdelte udviklingshistorie afspejler, at det kræver en målrettet forskningspolitik at gøre et forskerinitieret projekt til et samfundsprojekt.

Meget tyder på, at det først er lykkedes for forskningsrådet nogle år efter programstart alvor at transformere NANOMAT til Stort program set i forhold til de intentioner og kriterier, der ligger i at være et Stort program. Det gælder f.eks. i forhold til inddragelse af eksterne interessenter – både virksomheder, organisationer mv. i forskningsprioriteringen, fokus på robust samfundsinnovation (f.eks. HMS/ELSA), strategisk formidlingsaktiviteter og fokus på løsning af samfundsudfordringer mv. Konkret kan man sige, at programmet for alvor først har fundet sit fodfæste som et Stort program i den periode af programmet, der dækker perioden 2007-2011.

Evalueringen peger dog også på, at NANOMAT har brugt betydelige ressourcer på at foretage denne transformation fra at være et

forskerinitieret grundforskningsprogram til at blive et nationalt strategisk forskningsprogram, hvilket understreges af, at mere end halvdelen af de totale administrative ressourcer i programmerne i dag bliver anvendt til strategiske formål som f.eks. kommunikation, synliggørelse af resultater, inddragelse, dialog og koordinering.

## 4 Fra forskerprojekter til nationale strategiske satsninger

Dette kapitel behandler det første af de tre centrale evalueringsspørgsmål præsenteret i afsnit 2.3: **I hvilken grad har NANOMAT formået at udløse national strategisk værdi fra de enkeltstående projekter i forskningsprogrammet?**

Forventningerne til store strategiske forskningsprogrammer som NANOMAT er større end til ordinære programmer, ikke kun på grund af store budgetter, men fordi organiseringen giver mulighed for at skabe synergieffekter og merværdi, som ellers ikke ville være fremkommet ved ordinære forskningsprogrammer.

Hvis man vil løfte ambitionen med et Stort program som NANOMAT, så kræver det, at man får skabt et nationalt perspektiv i projekterne og får projekterne bragt i spil i forhold til hinanden for derved at udløse potentiale af national strategisk værdi og merværdi i forhold til ordinære forskningsprogrammer.

Kapitlet viser, at NANOMAT effektivt har indarbejdet nationale mål ind i sit strategiske og operationelle styringsgrundlag. Og samtidig har NANOMAT anvendt en bred vifte af strategiske greb til at opfylde mål og forventninger til programmet og til at skabe merværdi i forhold til mindre omfangsrige og ambitiøse forskningsprogrammer. Denne strategiske merværdi ligger især i den koordineringsproces og det samspil, som har kørt omkring etableringen af konkrete samarbejdsaftaler mellem førende forskningsinstitutioner i Norge inden for nye materialer og nanoteknologi samt de nationalt koordinerede projekter.

Programmet har udnyttet sine muligheder for at katalysere og understøtte en national arbejdsdeling og dialog mellem forskningsmiljøer, som har bidraget til at udløse potentiale af national strategisk værdi fra programmets bevillinger til enkeltstående projekter.

Programmets langtede perspektiv har været en væsentlig merværdi i programmet. Samtidig har programmet gjort en betydelig indsats på en række andre områder, som ikke normalt (i hvert fald ikke i samme grad) adresseres i et forsknings-program. Det gælder eksempelvis inddragelse af interesserter i prioriteringen af programsatsninger, selvom det er sket relativt sent i programperioden. Ligeledes gælder det støtte til opbygning af forskningsbaseret viden om ELSA og HMS aspekter af nano- og materiale teknologisk forskning samt en aktiv kommunikationsindsats rettet mod blandt andet offentligheden og næringslivet.

### 4.1 Politiske mål implementeret i NANOMAT

#### 4.1.1 Flere niveauer af mål for NANOMAT

Som tidligere nævnt har NANOMAT skulle indfri en bred og ambitiøs vifte af mål, som falder under tre overordnede kategorier: *Forskningskvalitet, næringsrelevans og samfundsrelevans*. Med andre ord skal programmet styrke videnskabelige strukturer og sikre videnskabelig kvalitet og arbejdsdeling. Programmet skal skabe tydelige effekter på det nationale kundskabsystem i forhold til prioritering, organisation og ledelsesformer. Samtidig skal det inddrage en bred kreds af interessenter i formuleringen af programmet – herunder næringslivet - men også i gennemførelsen og opfølgningen af programmet. Programmet skal reflektere vigtige samfundsprioriteringer. Og programmet skal skabe en langsigtethed og styrke Norges forskningsråds rolle som strategisk ændringsagent bagom sektorielle interesser.

På den baggrund er det interessant at se nærmere på, hvordan NANOMAT programmets intentioner og målsætninger kommer til udtryk i styringsgrundlaget for NANOMAT og hvordan programmet formår at tilpasse sig eventuelle skiftende politiske prioriteringer over programmerioden. Ligeledes er det interessant at se på, hvordan de politiske mål for programmet afspejler sig i programmets strategiske og operationelle styringsgrundlag. Der skelnes i denne evaluering mellem tre forskellige niveauer af mål og forventninger, som NANOMAT har skullet navigere mellem:

- **Nationalt strategisk niveau.** NANOMAT skal i sine aktiviteter understøtte nationale forskningspolitiske mål, f.eks. fra Stortingsmeldinger.
- **Programstrategisk niveau.** NANOMAT skal forholde sig til en række retningslinjer og mål for Store programmer generelt (som

beskrevet i *Retningslinjer for Store programmer*) og for NANOMAT specifikt (herunder især NANOMATs programplaner). Dette niveau omfatter også evalueringer på programniveau, f.eks. nationale fagevalueringer, Midtvejsevalueringen af Store programmer i 2005 mv.

- **Operationelt niveau.** NANOMAT har operationaliseret og implementeret nationale og programstrategiske mål og forventninger gennem programspecifikke strategier. Disse strategier beskrives især i NANOMATs handlingsplaner, årsrapporteringer, interne notater, tematiske strategier, f.eks. kommunikationsstrategier.

#### 4.1.2 Skift i forskningspolitisk målbillede for NANOMAT

I et langsigtet program som NANOMAT vil der uundgåeligt være skiftende politiske mål og forventninger, specielt til et så strategisk vigtigt program som NANOMAT, der nationalt skal løfte et nyt område. I forhold til det nationalt strategiske niveau har det været de løbende forskningspolitiske Stortingsmeldinger, som NANOMAT-programmet har skullet forholde sig til. Stortingsmeldinger spiller en væsentlig styringsmæssig rolle i NANOMATs programhistorie, da Store programmer har til ansvar at implementere relevante nationale forskningspolitiske strategier. Ser man på de Stortingsmeldinger, der har været i NANOMATs programhistorie, kan man konstatere et synligt skift i de forskningspolitiske prioriteringer og dermed i målbilledet for NANOMAT. Af centrale nye tendenser i prioriteringerne i forskningspolitikken kan der peges på, at der i programperioden 2002-2009 har været:

- Et øget fokus på næringslivet og samspillet næringslivet og den offentlige forskning
- Øget fokus på internationalisering af den norske forskning
- Introduktionen af nye temaer som samfundsrobust innovation (HMS/ELSA) og løsning af klimaudfordringer

Tabel 4.1 neden for giver en oversigt over målhierarkiet for NANOMAT med fokus på de forskellige niveauer for mål (nationalt strategiske, programstrategiske og operationelle niveau) samt med fokus på de tre programmål (forskningskvalitet, næringsrelevans og samfundsrelevans). I det følgende er en kort beskrivelse af de centrale elementer i det skiftende målbillede for NANOMATs programperiode.

St. meld. nr. 39 (1998 - 99), "Forskning ved et tidsskille", indeholdte sammen med evalueringen af Norges forskningsråd i 2001 et væsentligt forskningspolitisk udgangspunkt for etableringen af NANOMAT som et strategisk forskningsprogram. Udover at sætte fokus på nanoteknologi efterspurgte den også en styrkelse af den offentlige forskning med henblik på at sikre kundskabsgrundlaget for innovation og fornyelse i norsk næringsliv.

Samtidig pegede evalueringer af fagene kemi<sup>1</sup> og fysik<sup>2</sup> i Norge i slutningen af 1990-tallet på, at der var et betydeligt behov i Norge for at løfte kvaliteten og forskningsinvesteringerne inden for de centrale forskningsområder, som NANOMAT dækker. Ligeledes blev det bl.a. anbefalet, målrettet at styrke indsatsen mod udvalgte prioriterede områder baseret på etablerede kompetencer inden for nanoteknologi og nye materialer og nationale behov samt at forbedre den nationale arbejdsdeling i forskningsmiljøerne.

St. meld. nr. 20 (2004-5), "Vilje til forskning", som kom et par år efter etableringen af NANOMAT, og efterspurgte et tættere samspil mellem næringslivet og samfundet. Samtidig kaldte meldingen også på et fokus på internationalisering i nationale prioriteringer og forskningsaktiviteter. Internationalisering har efterfølgende været højt prioriteret i NANOMAT-programmet specielt i takt med det øgede fokus på internationalisering i St. meld. nr. 30 (2008-2009), "Klima for forskning." Denne melding satte yderligere fokus på forskningens ansvar for at løfte samfundsudfordringer, herunder fokus på HMS/ELSA-problemstillinger. Stortingsmeldingen pegede endnu mere markant end i tidligere Stortingsmeldinger på

<sup>1</sup> Chemistry Research at Norwegian Universities and Colleges, 1997

<sup>2</sup> Physics Research at Norwegian Universities, Colleges and Research Institutes, 2000.



betydningen af øget formidling af forskningsresultater til samfundet og styrket næringsrelevans i forskningen.

Med Klimaforliget i Stortinget i 2008 medførte en betydelig øget satsning på forskning inden vedvarende (fornybar) energi, hvor dele af den stigningen i det nationale forskningsbudget tilfaldt en satsning inden for *nanoteknologi og nye materialer*. I forhold til NANOMAT blev der konkret i 2009 øremærket midler fra Nærings- og Handelsdepartementet til satsninger inden for fornybare energiformer. I forhold til NANOMATs aktiviteter betød denne nye tematiske prioritering, at programmet fik mere fokus på næringsrettet forskning. Men da satsningen på fornybar energi ikke samtidig medførte et generel budgetmæssigt løft for NANOMAT betød det samtidig, at programmet måtte nedprioritere en række centrale områder som IKT, sundhed samt forskning i HMS-problemstillinger.

Disse skift i prioriteringer på det nationalt strategiske niveau har betydet, at NANOMAT i programperioden har måttet forholde sig til nye målbilleder og implementere det i programmets strategiske og operationelle niveauer, herunder i konkrete resultatmål (f.eks. resultatmål for næringsinddragelse).

En væsentlig styringsmæssig udfordring for et Stort program som NANOMAT har således på den ene side været at holde fokus på sine grundmål og på den anden side at følge op på centrale nationale forskningspolitiske prioriteringer. På en workshop afholdt i forbindelse med evalueringen blev det pointeret, at fleksibilitet og dynamik er nødvendige i et program, som kører over 10 år. Der var dog også enighed blandt deltagerne om, at det er vigtigt, at man ikke mister fokus på de overordnede strategiske og politiske visioner, som ligger til grunde for programmet. Som en deltager udtrykte det på workshoppen, så må et Stort program "ikke bare blive en samlepost for alle gode intentioner på et felt".

Evalueringen peger på dog, at programmet på tilfredsstillende vis har håndteret denne styringsmæssige udfordring. Gennemgangen af programmets strategiske og operationelle styringsgrundlag viser, at programmet fleksibelt har håndteret de givne nye prioriteringer og nye politiske krav, f.eks. øget fokus på HMS/ELSA, samfundsrelevans, og

næringsinddragelse og ikke mindst nye initiativer i forbindelse med Klimaforliget. Og på trods af, at programmet har fået færre midler end oprindeligt planlagt, så har programmet formået at fastholde et grundfokus på kompetenceopbygning på prioriterede områder. I det store hele har grundlaget for Store programmer og ledelsen af NANOMAT-programmet være responsiv overfor nye meldinger fra Stortinget. NANOMAT har altså formået at løfte de politiske forventninger, der er til programmet.

Hvis man ser på det operationelle målniveau for NANOMAT, så kan det dog generelt siges, at der savnes konkrete operationaliserbare resultatmål. Retningslinjer for Store programmer foreskriver, at der skal udarbejdes en programplan ved opstart af et Stort program, som er klar "evaluerbare" med konkrete resultatmål og -indikatorer. Dette er et vigtigt element i at muliggøre løbende evaluering af programmets resultater og på baggrund heraf justere prioriteringer af indsatsområder og midler.

Men når man læser mange af de operationelle resultatmål for NANOMAT, så kan man identificere mål, som er meget nemme at opnå. Det gælder f.eks. 3 pct. målsætningen for støtte til HMS/ELSA projekter i programmet samt 50/50-målsætningen for involvering af virksomheder i programmet. Ligeledes gælder det målet om, at 25 procent af alle projekter bør have internationalt samarbejde.

Det er vurderingen i evalueringen, at programmet bør formulere bedre og klarere operationelle resultatmål for programmets aktiviteter. Programmet bør opstille mere ambitiøse, målbare operationelle målsætninger, som bedre kan synliggøre programmets resultater. Eksempelvis bør målsætningen om inddragelse af næringslivet i programmet handle om, hvilke kommercielle og innovative effekter, man ønsker at opnå, snarere end et mål om, hvor mange midler man bruger på næringsrettede tiltag (50/50-målsætningen).

**Tabel 4.1. Oversigt over målsætninger, forventninger og intentioner for NANOMAT-programmet**

		NANOMAT 1 - 2002-2006 Mål	NANOMAT 2 - 2007-2009 Mål
<b>Nationalt strategisk niveau</b>			
Stortingsmeldinger	Stortingsmelding – Vilje til forskning (2005)	Nanoteknologi og nye materialer er et af de tre prioriterede teknologiområder. De øvrige er IKT og bioteknologi.	
	Stortingsmelding - Klima for forskning (2009)		Nyt målbillede hvor løsning af samfundsudfordringer og næringsinddragelse samt internationalisering er i fokus.
	Klimaforliget (2008)		Øremærkede næringsrettede midler i 2009 fra NHD inden for fornybar energiformer.
Nationale strategier og analyser	Avanserte materialer Norge 2010 (foresight) (2005)	Norge skal være en innovativ bruger og producent af materialer og blive blandt de førende i verden indenfor udvalgte niches, hvor Norge har naturlige eller kompetencemæssige fordele.	
	Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø etikk og samfunn (2005)	Tre til fem procent af totalmidlerne i NANOMAT bør være øremærket satsninger inden for etik, samfund og miljø, gerne med et eget delprogram.	
	National strategi for nanoscience og nanoteknologi (2006)	Vision: Norge skal være en ledende nation inden for udvalgte niches inden for nanovidenkab og nanoteknologi. Gennem grundlæggende forskning, avanceret teknologi og en bred kompetancebase skal der skabes øget værdiskabelse, nye industrier og ny viden.	
<b>Programstrategisk niveau</b>			
Retningslinjer for store programmer	Kriterier for et Stort program:		
	Forskningshøjde	Store programmer skal danne rammen for udvikling af nye forskningskompetencer i Norge blandt andet gennem koordination, samordning og internationalisering.	
	Relevans for næringsliv	Samspil i værdikæden, grundforskning, anvendt forskning og innovation.	
Løse samfundsudfordringer	Programmet skal følge op på centrale nationale forskningspolitiske prioriteringer og skal bidrage til at understøtte en samfundsrobust teknologiudvikling. Skal have god synlighed.		
Programplaner (2003-2006 og 2007-2016)	Forskningshøjde	Forskning inden for udvalgte områder på højt internationalt niveau. Udvikle international spidskompetence inden for udvalgte temaer og øge deltagelse i EU's rammeprogrammer. Styrke kompetencer inden for teknologier, som vil præge vores hverdag og handlefrihed. Opbygning af infrastruktur i de nationalt koordinerede projekter prioriteres. Prioritere grundlæggende forskning men en drejning mod mere næringsrettet forskning i de senere år.	Vision: Norge skal være ledende forskningsnation på udvalgte områder. Kundsksudvikling: Langsigtet forskning og teknologiudvikling og med stort potentiale for videns- og næringsvækst. Programmets kompetenceområder og værktøjsplatformer skal opbygges for at varetage satsninger inden for prioriterede områder. Projekter der indstilles til bevilling baseres på: høj faglig kvalitet og fokus på de strategiske målsætninger forudsat høj kvalitet.
	Relevans for næringsliv	Skabe grundlaget for et nyt kundskabsbaseret og forskningsintensivt næringsliv. Udvikle national materialeteknisk kompetencebase som grundlag for fornyelse af etableret norsk industri.	Stimulere og bidrage til industriel innovation og vækst i eksisterende industri og nye selskaber.
	Løse samfundsudfordringer	Udvikle grundlag for produkter og teknologi som giver øget livskvalitet. Generelle tematiske prioriteringer: Nanoteknologi og funktionelle	Tematiske satsninger: Energi og miljø, IKT, Helse og bioteknologi samt hav og mad. Kompetenceområder: Bionanovidenkab, ELSA/HMS, Processer på

NANOMAT 1 - 2002-2006		NANOMAT 2 - 2007-2009
Mål		Mål
materialer, Nanomaterialer, andre funktionelle materialer, design, teori og modellering, Infrastruktur og nanoværktøj, etik, miljø og samfund.		nanometerniveau, Overfladevidenskab og katalyse, Komplekse processer og nye materialer.
<b>Operationelt målniveau</b>		
Handlingsplan		Følger programplanen for 2007-2016. Dog nedprioriteres helse og bioteknologi samt hav og mad, hvis der ikke er tilstrækkelige tilgængelige midler i 2008. Har i de senere år (fra og med 2009) koncentreret sig om fornybar energi.
Resultatmål	Forskningshøjde	25 procent af alle projekter bør have internationalt samarbejde (2007).
	Relevans for næringslivet	50:50 fordeling mellem kunnskapsdrevne og næringsdrevne projekter frem mod 2010.
	Løse samfundsudfordringer	Tre procent af den løbende projektbevilling skal gå til HMS/ELSA

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010

## 4.2 NANOMAT er mere end et ordinært forskningsprogram

NANOMAT har som stort forskningsprogram et forskningsstrategisk ansvar, der rækker ud over det, der er knyttet til varetagelsen af ordinære forskningsprogrammer. Det ansvar har NANOMAT i høj grad løftet, og det afspejler sig bl.a. i, at mere end halvdelen af de totale administrative ressourcer i NANOMAT bliver anvendt til strategiske formål som f.eks. kommunikation, synliggørelse af resultater, inddragelse, dialog og koordinering.

Et vigtigt element i NANOMATs forskningsstrategiske ansvar er at udvikle og anvende strategiske greb for at understøtte programmets formål og skabe den merværdi, der forventes af NANOMAT som et stort program i forhold til ordinære forskningsprogrammer. Et vigtigt opdrag i evalueringen er derfor også at undersøge, hvilke strategiske greb, der er taget i brug i NANOMAT for at bidrage til løfte programmets formål, herunder at adressere nationale strategiske prioriteringer.

Som tidligere nævnt har Store programmer større frihedsgrader end ordinære programmer til at realisere deres målsætninger. Dette skyldes,

at de har en relativt langsigtet tidshorison på 10 år, som giver mulighed for langsigtet planlægning, og betydelige ressourcer til at bidrage til at løfte samfundsmæssige udfordringer gennem en betydningsfuld og koordinerende rolle på deres område. De har desuden en relativt stor frihed til at beslutte, hvordan disse ressourcer skal anvendes, hvilket giver mulighed for at skabe langsigtede og sammenhængende satsninger inden for bestemte forskningsområder.

I forbindelse med evalueringen gennemførtes en workshop med deltagere fra Forskningsrådet, hvor diskussionen blandt andet omhandlede strategiske greb. Her blev det påpeget, at der i Store programmer og i begrebet "strategiske greb" ligger et vigtigt strategisk element. Det vil sige, at strategiske forskningsprogrammer som Store programmer ikke kun handler om at støtte eller fremme forskningskvalitet men også om, hvordan man støtter eller fremmer strategiske målsætninger fra forskningspolitikken, f.eks. kompetenceopbygning, samspil med næringslivet og indtænkning af ELSA-aspekter i forskning.

Evalueringen peger på, at disse strategiske greb har været effektive i at opnå programmets hovedmål om at fremme en betydelig kompetenceudvikling i norsk nano- og materialeteknologisk forskning. De strategiske greb har derfor spillet en væsentlig rolle i realiseringen af den

merværdi, som programmet har til hensigt at opnå. Evalueringen peger på, at de fem mest centrale strategiske greb i programmet har været:

- Den overordnede **bevillingsstrategi** med fokus på at styrke kompetence, kapacitetsopbygning og arbejdsdeling i norske miljøer.
- Etablering af **forpligtende partnerskaber** mellem førende forskningsmiljøer som udgangspunkt for kompetence og kapacitetsopbygningen.
- Etablering af **nationalt koordinerede projekter** som nationale tyngdepunkter
- Bidrag til **udvikling af ELSA/HMS-forskningsmiljøer** for at understøtte en robust samfundsmæssig innovation
- **Formidlingsindsats** om nanoteknologi generel og fra de støttede projektet gennemført på baggrund af en kommunikationsstrategi.

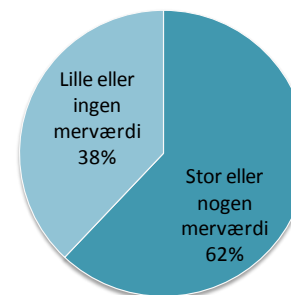
Vi vil evalueringsrapporten løbende belyse og redegøre nærmere for, hvordan de centrale strategiske greb har været anvendt og hvilken konkret betydning, grebene har haft for målopnåelsen for NANOMAT.

### 4.3 Programmet har skabt merværdi

Der ligger i Store programmer en forventning om, at anvendelsen af de strategiske greb også skal medføre en merværdi ved Store programmer, som ligger ud over det, man ser i ordinære forskningsprogrammer. En vigtig dimension i evalueringen er derfor, om NANOMAT-programmet har genereret merværdi i forhold til et ordinært forskningsprogram, som det forventes af et stort forskningsprogram. Evalueringen indikerer, at NANOMAT *har* skabt en merværdi for det norske det nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøet. Tallene fra selvevalueringen viser, at 62 pct. af projektlederne fra de offentlige FoU-institutioner i de NANOMAT-støttede projekter mener (jf. figur 4.1), at NANOMAT har haft nogen eller stor merværdi i forhold til ordinære forskningsprogrammer.

Figur 4.1 NANOMATS merværdi

Hvilken merværdi mener du at det er opnået ved å organisere NANOMAT som et "Stort program" i stedet for som et almindelig forskningsprogram?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=58 projektledere.

Dette resultat er dog naturligvis både forventeligt og nødvendigt, i lyset af, at der er investeret 0,7 milliarder kroner i nano- og materiale teknologi gennem NANOMAT-programmet rettet mod et relativt lille forskningsområde i Norge. Det interessante er derfor at se nærmere på, hvor og hvordan programmet har skabt merværdi.

#### 4.3.1 Merværdi i flere dimensioner

Flere respondenter i evalueringen, herunder projektledere på NANOMAT-projekter og universitetsledere (rektorer, institutledere, direktører mv.) fra universiteter og forskningsinstitutter, påpeger, at NANOMAT har været en central katalysator, men ikke den eneste bærende kraft i udviklingen af nano- og materiale teknologiområdet i Norge.

NANOMAT har sat nano- og materiale teknologi tydeligt på strategidagsordenen og programmet har bidraget til at etablere et relativt stærkt og sammenhængende nationalt forskningsmiljø. Samtidig er programmet blevet suppleret af en række andre aktiviteter, herunder et generelt øget strategisk fokus på nano- og materiale teknologi på norske

forskningsinstitutioner samt midler fra andre programmer og initiativer, f.eks. Centre for fremragende forskning (SFF), Centre for forskningsdrevet innovasjon (SFI), Norwegian Centres of Expertise (NCE) og Forskningscentre for miljøvennlig energi (FME). NANOMAT var således et af flere vigtige elementer, som tilsammen har skabt øget opmærksomhed om nano- og materialeteknologi samt styrkede ressourcer, kompetencer og samspilsmønstre på området.

På baggrund af de kvalitative interviews med forskere og universitetsledere samt spørgeskemaundersøgelserne blandt forskerne er der identificeret følgende perspektiver på NANOMATs merværdi, idet programmet vurderes at bidrage til:

- **Et mere langsigtet perspektiv.** Den 10-årige tidshorisont i programmet har både skabt opmærksomhed omkring betydningen af langsigtet planlægning og investering for opbygningen af et teknologi-/forskningsområde, og sendt et vigtigt signal til blandt andet forskningsmiljøer om et vist ambitionsniveau i forskningspolitiske satsninger på området.
- **Større synlighed og øget nationalt fokus.** NANOMAT har bidraget til at skabe øget opmærksomhed og synlighed omkring dette teknologiområde i Norge. Den øgede opmærksomhed ses f.eks. i form af strategiske satsninger på nano- og materialeteknologi på de norske universiteter, samt på en generel stigning i offentlige midler til forskning på området. NANOMAT har bidraget til et større og bredere fokus på nanoteknologi og dens anvendelsesområder.
- **Styrkelse af grundforskningen.** Af mange projektledere fremhæves det, at NANOMAT har formået at hæve forskningskvaliteten inden for et forskningsområde, der havde trængt vilkår før NANOMAT. Grundforskningen inden for materiale og nanoteknologi i Norge er øget som følge af programmet og specielt i de første år, var der et fokus på grundforskning.
- **Skabelse af samspilsarenaer.** NANOMAT har som et stort program bidraget til at skabe samspilsarenaer for forskere og

virksomheder inden for nanovidenskab og teknologi, som er vigtige for at fremme samarbejde og viden på tværs af forskningsmiljøer og organisationer.

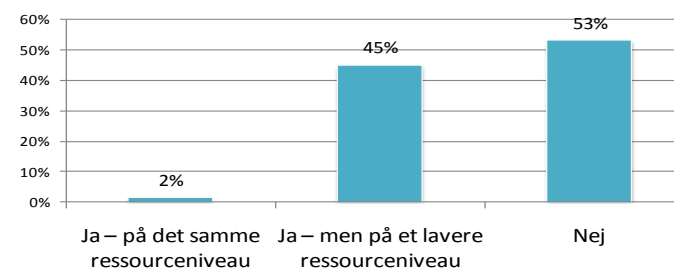
- **Øget fokus i forskningen på at løse samfundsproblemer.** Nanoteknologi har mange anvendelsesområder og programmet har bidraget til at sætte et nationalt fokus på, at udviklingen af nanoteknologi er med til at løse samfundsproblemer og skabe løsninger på sigt inden for f.eks. klima, energi og sundhed.

### 4.3.2 NANOMAT skaber additionalitet og er en vigtig kilde til finansiering

Evalueringen viser også, at NANOMAT har skabt additionalitet ved at støtte forskningsprojekter, som ellers ikke var blevet igangsat. Figur 4.2 viser, at næsten halvdelen (53 pct.) af de projekter, som har modtaget støtte fra NANOMAT, ikke var blevet igangsat uden denne støtte, ifølge projektlederne (på de NANOMAT-støttede projekter) på FoU-institutionerne. Yderligere 45 pct. af projekterne var blevet igangsat alligevel, men på et lavere ressourceniveau. Kun 2 pct. af projekterne var blevet igangsat på det samme ressourceniveau.

Figur 4.2. Additionalitet i enkelte projekter støttet af NANOMAT

Vurderer du at du/dere havde iverksatt tilsvarende aktiviteter hvis projektet ikke havde fått støtte fra NANOMAT?



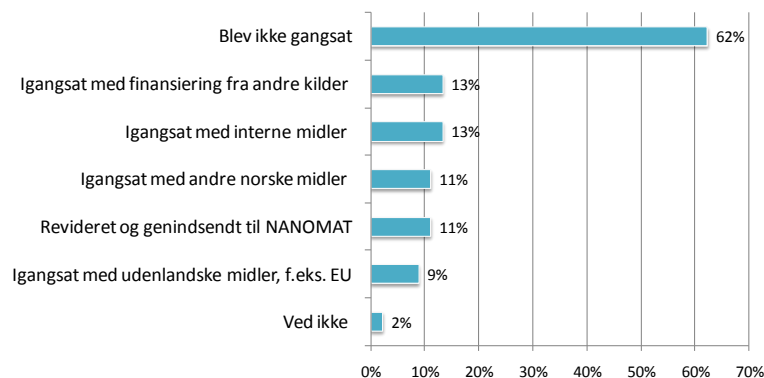
Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

En spørgeskemaundersøgelse blandt afviste ansøgere på FoU-institutionerne viser en lignende fordeling: Som det fremgår af figur 4.3, så blev 62 pct. af de projektansøgninger, som NANOMAT afviste, ikke igangsat. En del af de resterende projekter blev dog igangsat med midler fra andre kilder, f.eks. med interne midler fra FoU-institutionerne.

Disse resultater peger på, at NANOMAT har en betydelig additionalitetseffekt, det vil sige, at programmet støtter aktiviteter som ellers ikke var blevet igangsat. Interviews med projektledere i NANOMAT-støttede projekter peger på, at dette især gælder for etableringen af større koordinerede projekter (f.eks. de nationalt koordinerede projekter) og for projekter, som gennemføres i samarbejde på tværs af organisationer, og som forskerne ikke umiddelbart kan skaffe finansiering til.

**Figur 4.3. Additionalitet i projekter støtte af NANOMAT – ifølge afviste ansøgere**

*Hva skjedde med det projektet som dere fikk avslag på?*



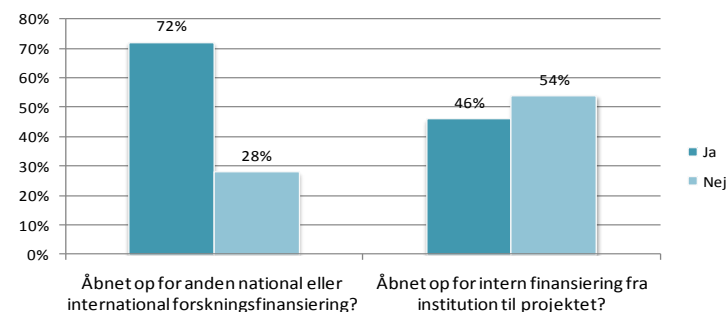
Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=55 projektledere

Som det fremgår af figur 4.4, så har finansiering fra NANOMAT ifølge projektledernes selvevaluering også betydning for indhentning af yderligere finansiering fra såvel interne som eksterne kilder. Figuren viser, at NANOMAT-bevillinger har åbnet op for intern finansiering til

NANOMAT-støttede projekter for 55 procent af projektlederne. Ligeledes viser figuren, at bevillingerne også åbner op for ekstern medfinansiering, enten fra andre nationale eller internationale kilder. Dette gælder for 64 procent af projekterne.

**Figur 4.4. NANOMATs betydning for medfinansiering fra forskernes institutioner**

*Har deltagelse i projektet åbnet op for intern finansiering til projektet fra din/jeres institution eller fra eksterne finansieringskilder?*



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=61 projektledere.

## 4.4 Bred men sen inddragelse af interessenter i prioriteringen af forskning

Et vigtigt element i Store programmer er, at programmerne skal udvikles gennem omfattende dialog i og mellem forskningsmiljøer, brugere og myndigheder (retningslinjer for Store programmer). Dette understøtter det politiske ønske om, at rådet må arbejde for at skabe en god og åben dialog med forskere, næringsliv, universiteter og høyskoler, forskningsinstitutionerne og forvaltningen.

Forskningsrådet har som helhed en bred repræsentation af forsker- og brugerinteresser. Det giver rådet en unik mulighed for at identificere og følge op på forskningsansøgninger og vigtige områder for samfundet.

Omkring 1.000 repræsentanter for forskningsinstitutioner, næringsliv, organisationer og offentlig forvaltning har styre- eller komitéverv i Norges forskningsråd. Det betyder, at Norges forskningsråds spiller en central rolle som mødeplads i det norske forskningssystem, hvor rådet gennem åben dialog med forskningssystemet, forvaltningen, næringslivet og almenheden skal identificere fremtidsrettede satsningsfelter og muligheder, samt eventuelle dilemmaer og utilsigtede negative effekter dette giver (Stortingsmelding, 2005).

Til trods herfor er Norges forskningsråd i evalueringen af rådet (i 2001, af Technopolis) blevet kritiseret for at være for lukket ved at begrundelserne for beslutninger ikke er åbne/transparente. En væsentlig problemstilling i denne evaluering er, i hvilket omfang og hvordan NANOMAT har bidraget til at imødegå denne kritik og åbnet op for bruger og samfundsinddragelse i programmernes prioriteringer og indhold.

I identifikationen af nye områder for Store satsninger lægger retningslinjerne for Store programmer op til åbne og dialogbaserede processer. Også i den løbende administration lægger retningslinjerne vægt på repræsentation af både videnskabelig og erhvervs- og samfundsrettede interesser. Forskningsrådet er dermed den samlende aktør eller "gate keeper" i inddragelsen af videnproducenter, videnbrugere og øvrige interessenter i både faglige og ressourcemæssige prioriteringer i NANOMAT.

Det er vurderingen i evalueringen, at NANOMAT har haft en relativ bred inddragelse af relevante interessenter i forhold til prioriteringen af de forskningstemaer, som programmet bygger på. Men samtidig er det også vurderingen i evalueringen, at denne inddragelse er kommet relativt sent i programmet. Som tidligere nævnt, er det nødvendigt at skelne mellem de forskellige faser, programmet har haft – NANOMAT fase 1 og NANOMAT fase 2. Når vi ser på NANOMAT fase 1, så bærer NANOMATs etablering og første programperiode (2002-2006) præg af stærk indflydelse fra de forskningsmiljøer, der tog initiativ til programmet. Programmets temaer var fokuseret om teknologiske kompetenceområder, og inddragelsen af bredere samfunds- og erhvervsinteresser var i denne fase forholdsvis begrænset.

I programplanen for NANOMATs anden programperiode (2007-2011), der udgør NANOMAT fase 2, inddrages en markant bredere vifte af erhvervs- og samfundsinteresser, se boks 4.1 neden for. Den bredere inddragelsesstrategi er synlig i programmets faglige tematisering, hvor vægten skifter fra teknologiske kompetenceområder mod en række samfunds- og erhvervsbehov. Målsætningerne udvides til at omfatte flere og bredere målsætninger for NANOMAT.

I 2004 tager Forskningsrådet initiativ til udarbejdelsen af et materialeteknologisk fremsyn: "Avanserte materialer Norge 2020" (2005). En bred vifte af interessenter fra forskningsmiljøer, myndigheder og virksomheder inddrages i fremsynet. Fremsynet bliver sammen med kompetencevurderingen "Nanoteknologier og nye materialer: helse, etikk og samfunn" (2005) et indspark til en national strategi på området: "National strategy for nanoscience and nanotechnology" (2006). I forbindelse med denne strategiproces inddrages en bred vifte af interessenter lige fra forskningsmiljøer og virksomheder til myndigheder (9 departementer).

Med udgangspunkt i fremsynet og den nationale strategi for nanovidenskab udarbejdes programplanen for NANOMATs anden programperiode (2007-2016). I forhold til NANOMATs første programplan ligger fokus her i højere grad på anvendt forskning og på inddragelse af virksomheder. I den faglige tematisering af programmet suppleres de teknologiske tematikker med erhvervs- og samfundsbehov inden for energi og miljø, sundhed og hav og fødevarer.

Den bredere inddragelsesproces fortsættes i forbindelse med "Veien videre 2020" (2010), der skal etablere de fremtidige spor for nationale satsninger inden for nanoteknologi og nye materialer efter afslutningen af NANOMAT i 2011. Også denne proces involverer interessenterne bredt, herunder fagmiljøerne i universiteter, højskoler, forskningsinstitutter samt erhvervslivet. Inddragelsen af bredere samfundsinteresser er dermed synlig i programmets faglige tematisering, der ikke alene skifter vægt fra teknologiske kompetencer til samfunds- og erhvervsbehov, men også kommer til at omfatte flere og bredere målsætninger for NANOMAT.

#### Boks 4.1. Eksempler interessenter inddraget i NANOMAT

##### Eksempler på inddragelse af interessenter i prioriteringsprocesser

- Nasjonal forskningsetiske komite for naturvitenskap og teknologi (NENT): Var med til at udarbejde ELSA/HMS-rapporten fra 2005. NANOMAT-administrationen har skrevet artikler knyttet til usikkerhed og etik vedrørende nanoteknologi
- Teknologirådet: Var med på at udarbejde ELSA/HMS-rapporten fra 2005. Teknologirådet bidrog med foredrag på seminarer i 2009.
- Norsk Industri, Tekna og SINTEF har deltaget som samarbejdspartner på erhvervsseminarer
- Tekna: NANOMAT har deltaget i planlægning af nano-seminar i deres regi januar 2011
- Polyteknisk forening og Teknologirådet: Samarbejd om et seminar indenfor ELSA/HMS, 2005 (<http://www.polyteknisk.no/Referater-videoer/Nanoteknologiene-kommer-Hvordan-skape-en-levende-samfunnsdialog>)
- Lego-league: NANOMAT har ved flere anledninger indgået samarbejdet om konkurrencer indenfor nanoteknologi
- Norges Videnskapsakademi: Kontakt vedrørende profilering af Kavli prisen inden for nanovidenskab

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

#### 4.4.1 Behov for bedre argumentationsgrundlag for forskningsprioriteringer

Retningslinjerne for Store programmer understreger, at Forskningsrådet er bindeleddet mellem NANOMAT og departementerne. Al koordination med departementerne skal således foregå på topniveau gennem Forskningsrådet. Ulig andre Store satsninger som f.eks. RENERGI har NANOMAT ikke haft et ansvarshavende departement, og departementerne har ikke været repræsenteret i NANOMATs programstyre.

Forskningsrådets kontakt til departementerne har varieret hen over programperioden. Kunnskapsdepartementet var central i opstartsfasen af NANOMAT i 2002, specielt i forhold til erfaringer og samarbejde med det tidligere FUNMAT-program. I de senere år har der desuden været tættere kontakt til Miljøverndepartementet for at løfte HMS-aspekter i programmet. Siden 2010 har Forskningsrådet haft øget kontakt til Nærings- og handelsdepartementet i forbindelse med departementets nye nationale strategi for nanoteknologi, hvor også Helse- og omsorgsdepartement, Landbruks- og matdepartementet og Fiskeri- og kystdepartementet har været involveret.

Når det gælder budgetprocessen for Store programmer som NANOMAT, så svarer den til processen i andre programmer. Der laves budgetforslag for hvert program og forslagene bliver prioriteret og aggrereret til samlede forslag på divisionsniveau og derefter på Hovedstyreniveau. Det samlede budgetforslag fra Forskningsrådet bliver så forelagt departementerne, som finansierer forskningen. I tildelingsbrevene fra departementerne til Forskningsrådet er midlerne ofte øremærkede på programniveau. Mens Kunnskapsdepartementets midler normalt tildeles med færre krav (føringer) og giver Forskningsrådet nogen frihedsgrader, så er erfaringen ofte – også når det gælder NANOMAT – at sektordepartementerne stiller særlige krav mht. prioriteringer inden for et program. Eksempelvis stiller Nærings- og Handelsdepartementet krav mht. at deres midler i NANOMAT skal bevilges til næringsrettede aktiviteter, f.eks. gennem støtteformerne BIP og KMB. En sådan budgetproces kan let føre til detailstyring af forskningsprioriteringen i Store programmer og dermed færre strategiske frihedsgrader for programmerne.

Erfaringen fra interviewene med en række departementer i evalueringen peger på, at departementerne som sådan er meget lydhøre over for Forskningsrådet. Det gælder dels fordi, at Forskningsrådet har den forskningsfaglig ekspertise i kraft af den tætte kontakt til forskningsmiljøerne og dels fordi, rådet har en central og naturlig rolle og ansvar i det forskningspolitiske system i Norge.

Men meget kan tyde på, at NANOMAT som et stort program ikke har formået at etablere en tilstrækkelig stærk styringsdialog med og et



argumentationsgrundlag over for de centrale finansierende departementer. Det kan bl.a. have afspejlet sig i at NANOMAT i sin programhistorie, kun i begrænset grad har lykkedes med at opnå den budgetvækst, man har spillet ind i budgetprocesserne med departementerne. Og spørgsmålet er i denne forbindelse, om Norges forskningsråd i forhold til NANOMAT i tilstrækkelig grad har udnyttet sin forhandlingsposition til at opnå de store nationale ambitioner, der politisk set er knyttet til programmet.

Norges forskningsråd er unik sammenlignet med forskningsråd i andre lande, idet rådet fremstår som én enhed, der samlet dækker værdikæden fra grundforskning, anvendt forskning til innovation. Det giver rådet en unik mulighed for at agere som en forskningspolitisk aktør og for at koble samfundsinteresser med interesser i forskningsmiljøerne. Men det giver også rådet et stærkt forhandlingsudgangspunkt i forhold til finansiering og prioriteringsdrøftelser med de departementer og fonde, der finansierer rådets aktiviteter. Ligeledes giver det rådet et stærkt udgangspunkt i forhold til at inddrage interessenter i gennemførelsen af et Stort program som NANOMAT.

## 4.5 Potentiale for øget internt samspil med øvrige aktiviteter i rådet

### 4.5.1 Høje krav til koordinering

Der stilles store krav til Store programmernes koordinering med andre aktiviteter på deres temaområde inden for Forskningsrådet. Det er præciseret i retningslinjerne for Store programmer, at et Stort program ikke skal varetage totalansvaret på sit temaområde, men at det skal være et centralt og koordinerende virkemiddel på området i samspil med andre aktiviteter i Forskningsrådet. Samtidig er der i retningslinjerne for Store programmer lagt vægt på, at der ved etableringen af Store programmer bør sikres ejerskab og medvirken fra alle divisioner i Norges forskningsråd.

Resultaterne fra Midtvejsevalueringen af Store programmer viser, at NANOMAT er blandt de Store programmer, som mest understøtter de nationale prioriteringer. Opgørelser fra Forskningsrådet viser, at 73 pct. i gennemsnit i perioden 2006-2009 af Forskningsrådets midler inden for de nationale strategiske prioriteringer inden for nanoteknologi og nye materialer ligger i NANOMAT. Øvrige programmer som, f.eks. PETROMAKS, har også midler til nanoteknologi og nye materialer. PETROMAKS står for 9 pct. af målrettede indsats inden for nanoteknologi og nye materialer over perioden.

Derudover er der mange forskellige programmer og virkemidler i Forskningsrådet, som grænser op mod de Store programmer. Det gælder f.eks. Centre for fremragende forskning (SFF), Centre for forskningsdrevet innovation (SFI), Strategisk institutionsstøtte og Skattefunn, se tabel 4.2 neden for. Et vigtigt spørgsmål er, hvordan NANOMAT som et stort program afgrænser sig i forhold til andre aktiviteter i Forskningsrådet og hvordan denne afgrænsning understøtter programmets virke og formål. Ligeledes er et vigtigt spørgsmål, hvordan og hvor optimalt NANOMAT varetager sit ansvar for koordinering og samspil med andre aktiviteter i Forskningsrådet.

Tabel 4.2 NANOMAT og øvrige aktiviteter i Norges forskningsråd

	NANOMAT
<b>Grænseflader til andre programmer (eksempler)</b>	RENENERGI CLIMIT BIA FUGE HAVBRUG ELSA
<b>Koordinerende aktiviteter (eksempler)</b>	Samfinansiering af flere projekter med FUGE Fælles utlysninger med HAVBRUG Dialog, gensidig information Fælles behandling af ansøgninger Fælles fagekasperter

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

#### 4.5.2 Mange koordineringsaktiviteter i dag

Der foregår allerede en del koordinering mellem NANOMAT og Forskningsrådets øvrige aktiviteter, jf. boks 4.2 neden for. Men mange af koordineringsaktiviteterne er blevet implementeret relativt sent i NANOMATs programforløb. Samtidig viser evalueringen, at samspillet mellem NANOMAT og andre programmer generelt har fungeret på en ad hoc-basis, hvor koordineringen opstået, når der har været brug for det og hvor koordineringen ofte har taget udgangspunkt i initiativer fra enkeltrådgivere i de forskellige programmer og aktiviteter i stedet for, at der har ligget en samlet strategisk tanke bag fra Forskningsrådet.

Der kan dog nævnes mange gode eksempler på samarbejde og koordination. Et eksempel på NANOMATs samarbejdsrelationer er den strategiske samarbejdsrelationer med ELSA-programmet, som har tilført NANOMAT og programsadministrationen ny kompetence både på operativt og strategisk niveau.

Et andet eksempel på samarbejdsrelationer er etableringen af et koordinationsudvalg, som er blevet etableret i den senere programfase af NANOMAT. Koordinationsudvalget er etableret for at sikre en formaliseret koordination i Forskningsrådet med repræsentanter på tværs af divisioner, programmer og aktiviteter i randzonen af nanoteknologi og nye materialer. Selvom dette koordinationsudvalg kun for nylig er blevet etableret, så er erfaringerne, at dette forum fungerer godt med tanke på at udnytte synergier mellem forskellige initiativer og for gensidig orientering om de løbende processer og aktiviteter med relevans for rådets samlede arbejde med nanoteknologi og nye materialer.

Endvidere er der løbende gennemført fælles udlysninger mellem NANOMAT og øvrige programmer. De fælles udlysninger har haft den betydning, at programmernes målgrupper er blevet gjort opmærksomme på nanoteknologiens potentielle grænseflader med andre teknologier, ikke mindst i skæringspunktet mellem NANOMAT og FUGE, hvor der er et potentielt samspil mellem nanoteknologi og bioteknologi.

En af udfordringerne for et koordineret samspil, der er blevet peger på, er manglende ressourcer administrationsmæssigt til de aktiviteter, der er

nødvendige for en optimal koordinering. En af erfaringerne er, at der i administrationen tilknyttet NANOMAT har været en underbemanding i de første år, i det en forventet budgetvækst for programmet lod sig vente på sig. Der var en forventning om at programmet skulle opnå et årligt budget på 100 mio. kr. allerede i 2004, men kom kun op på 95 mio. kr. så sent som 2009. Derved formåede man ikke i tidligt i programmet at deltage i de fælles udlysninger, som man ønskede sig tidligere i programperioden.

#### Boks 4.2 Eksempler på konkrete samarbejdsaktiviteter

- NANOMAT har ved flere anledninger taget initiativ til fælles udlysninger af midler, FUGE (i 2006) og med HAVBRUK (2008) og RENERGI (2009 i forbindelse med MATERA+). Muligheden for fælles udlysninger er også diskuteret med RENERGI tidligere, men da havde NANOMAT ikke tilgængelige frie budgetmidler.
- NANOMAT har samarbejdet med PETROMAKS om et seminar rettet mod mulighederne for avancerede materialer og nanoteknologi i forbindelse med olje- og gassvirksomhed. Dette seminaret blev fulgt op af en egen udlysning i regi af PETROMAKS (NANOMAT uden frie budgetmidler).
- Ved relevante udlysninger om midler til projektstøtte, har NANOMAT i mange tilfælde diskuteret fordeling af projektanøgninger med andre relevante programmer, specielt BIA og RENERGI.
- NANOMAT har støttet/støtter finansieringen af fire FORNY-projekter, efter en fællesudlysning, men i regi af FORNY (2008).
- NANOMAT havde i 2010 en fælles udlysning med ELSA-programmet, rettet mod integrerede projekter. Et integreret projekt blev finansieret efteråret 2010 (4 millioner kroner fra NANOMAT, 2 millioner kroner fra ELSA)
- NANOMAT har samarbejdet med programmet PROREAL og lagt midler i flere udlysninger til projekter indenfor profilering af realfagene. Blandt andet en film om nanoteknologi og fornybar energi <http://nanoskolen.no/>
- NANOMAT finansierer den nationalt forskerskole Nanoteknologi for mikrosystem, og følger op sammen med programmet Nasjonale forskerskoler
- Ressursepersoner fra NANOMAT har deltaget/deltager aktivt i Vitenskapsdivisjonenes udlysning og behandling af ansøgninger om støtte til avanceret laboratoriestyr og forskningsinfrastruktur (2009 og 2010)

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

### 4.5.3 Potentiale for mere strategisk intern koordinering

Evalueringen peger således på, at der er et betydeligt potentiale for at styrke samspillet med andre aktiviteter i Forskningsrådet med relevans for nanoteknologi og nye materialer. Ved en workshop med ansatte fra Forskningsrådet, afholdt i forbindelse med denne evaluering, var der generel enighed om, at der var et betydeligt potentiale for at forbedre dialog og koordinering mellem aktiviteter i Forskningsrådet. Det blev desuden påpeget på workshoppen, at et mere effektivt og strategisk samarbejde forudsætter, at man klart identificerer både overlap og komplementariteter mellem aktiviteter i Forskningsrådet, for derved bedre at synliggøre mulige samarbejdsflader.

Ved workshoppen skelnede deltagerne ydermere mellem tre typer af samarbejde mellem aktiviteter og programmer i Forskningsrådet:

- **Reaktivt samarbejde**, f.eks. videresendelse af projektansøgninger til andre, mere relevante programmer
- **Ad hoc samarbejde**, det vil sige mere eller mindre strategisk men ofte tilfældigt og person-båret samarbejde (f.eks. erfaringsudveksling og fælles udlysninger)
- **Strategisk samarbejde**, herunder gennemførelse af proaktive tiltag i skæringsfelter mellem aktiviteter og programmer.

Erfaringen var på seminaret, at det især er det sidste niveau af samarbejde, det proaktive og strategiske samarbejde, som savnes i forhold til ambitionerne for Store programmer og deres koordinerende rolle på deres temaområde.

Det er evalueringens vurdering, at hvis der skal ske en øget strategisk koordinering, vil det kræve en styrket *ledelses- og ressourcemæssig prioritering* af samarbejde inden for rådet. Uden dette er incitamenterne herfor begrænsede, særligt i Store programmer, hvor der som tidligere nævnt er mange mål og ambitioner, som skal indfris inden for programadministrationens og programmets fastsatte ressourceramme. Erfaringen fra workshoppen var desuden, at ad hoc-tilgangen til samarbejde inden for Forskningsrådet har fungeret godt, men at en mere

konkret organisatorisk forankring af dette samspil vil åbne for tydeligere synergier mellem rådets aktiviteter.

Ligeledes vil der være brug for at overveje et større *koordineringsansvar* for Store programmer i forhold til Forskningsrådets øvrige aktiviteter. NANOMAT blev etableret som et stort program for at varetage et nationalt prioriteret teknologiområde. Erfaringerne fra Forskningsrådet er, at det strategiske samspil internt kunne have været yderligere styrket ved at lade NANOMAT (og andre Store programmer) have et stærkere strategisk indgreb og ansvar omkring de indsætser med nationalt fokus, der ligger inden for programmernes relevante områder. For NANOMAT gælder det f.eks. udvalgte SSF, SFI og FME'er samt internationale initiativer som f.eks. relevante ERA NET, JTI'er, bilaterale forskingssamarbejde osv., selvom det operative ansvar fortsat må ligge i disse aktiviteter.

I den forbindelse er det erfaringen i evalueringen, at der brug for at afklare NANOMATs samarbejdsflade til Forskningsrådets frie arenaer (både den grundlæggende forskning og aktiviteter rettet mod næringslivet). Erfaringen er, at denne samarbejdsflade har fremstået som en noget uklar ansvarsdeling i Forskningsrådet. Og det er et område, der endnu ikke har fundet en optimal løsning. NANOMAT blev i sin tid designet for at være helhedsdækkende på virkemidler (på tværs af hele værdikæden) men ikke til at være helhedsdækkende på temaer og fag.

Det er en vanskelig problemstilling, fordi det er vigtigt at skelne mellem en grundlæggende forskelle, der er ved et strategisk program som NANOMAT, hvor udlysningerne er målrettede mod et bestemt område og den frie forskning, hvor de projekter, der måtte komme inden for nanoteknologi kommer ind på den frie arena som konsekvens af forskernes egne idéer. På den anden side kan det være nødvendigt at skabe synergi mellem projekter inden for den strategiske arena og den frie arena, hvis man som forskningsråd ønsker at understøtte nationale prioriteringer optimalt ud fra et helhedsperspektiv.

## 5 Om opbygningen af stærke forskningsmiljøer

Dette kapitel behandler det andet af de tre centrale evalueringsspørgsmål præsenteret i afsnit 2.3: **I hvilken grad har NANOMAT formået at opbygge stærke forskningsmiljøer af national strategisk betydning?**

Dette spørgsmål er særlig vigtigt, fordi programmet blev etableret på baggrund af et stort behov for at styrke norsk nano- og materialeteknologisk forskning. Ydermere er stærke forskningsmiljøer forudsætningen for at kunne løfte de andre målsætninger for NANOMAT-programmet (herunder erhvervsudvikling, adressering af samfundsudfordringer). Derfor har løft i kompetenceniveau og etableringen af stærke forskningsmiljøer været et mål i NANOMAT, som har håndteret dette mål primært ud fra en strategi om at etablere nationalt koordinerede projekter ved at satse koncentreret på få miljøer.

Overordnet set viser evalueringen, at NANOMAT er lykkedes med at etablere stærke forskningsmiljøer på udvalgte områder inden for nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT har haft en betydelig effekt for de norske forskningsmiljøer inden for nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT har konkret understøttet forskningsmiljøerne ved et løft i kompetenceniveau, øget forskningsaktivitet og forskningskvalitet – og det har betydet, at norsk forskning i dag kan følge med på den internationale forskningsarena. Programmet har således skabt en "catching up"-effekt for forskningen i Norge.

NANOMATs effekt på forskningsmiljøerne er ikke alene skabt fordi programmet i sig selv er betydeligt i forhold til det relativt lille forskningsmiljø i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer. Men programmet har også gennem nationalt koordinerede projekter skabt reel merværdi i form af øget samordning inden for det tidligere meget fragmenterede forskningsmiljø. Ligeledes har programmet skabt grundlaget for langsigtede investeringer i forskningsmiljøer i forhold til bl.a. infrastruktur, forskeruddannelse, nye kandidatuddannelse mv.

Evalueringen peger på, at norsk forskning fortsat har behov for at udvikle sig. Evalueringen peger især på tre pejlemærker for den fremadrettede indsats på nanoteknologiområdet. Den *første* skal internationalisering fortsat være i fokus, og for det *andet* er der et potentiale for mere forskningsexcellence. *Sidst* men ikke mindst finder evalueringen, at der er et potentiale for at satse på større projektbevillinger, som vil muliggøre mere ambitiøse forskningsprojekter samt give bedre rammer for FoU-samarbejde på tværs af organisationer eller fagområder. Ligeledes kan det bidrage til at skabe fornyelse i miljøerne.

### 5.1 Markant løft i forskningen inden for nano- og materialeteknologi

#### 5.1.1 International catching up for norsk forskning i nanoteknologi og nye materialer

En væsentlig baggrund for etableringen af NANOMAT har været ønsket om på udvalgte områder at løfte de norske forskningsmiljøer inden for nanoteknologi og nye materialer til et højt internationalt niveau. Et væsentligt spørgsmål i dette kapitel er, hvordan man opbygger stærke forskningsmiljøer af national strategisk betydning og med international gennemslagskraft.

Et vigtigt element i evalueringen af NANOMAT er at belyse, hvor stor forskningsaktiviteten samlet er inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge. Hvor store beløb investeres årligt i de norske forskningsmiljøer og i norsk erhvervsliv i nanoteknologi og nye materialer? En besvarelse af det spørgsmål vil give os et godt grundlag for at vurdere betydningen af NANOMAT i forhold til de miljøer, som programmet er rettet mod. Og samtidig vil det give os et overordnet grundlag for at etablere en forventningsafstemning til, hvilke effekter NANOMAT som et stort program bør have på sin målgruppe. Er midlerne i NANOMAT blot en dråbe i havet i forhold til sektorens samlede investeringer i teknologifeltet og vi således derfor må forvente en mindre effekt af programmet? Eller har NANOMATs midler en sådan betydelig størrelse, at vi kan forvente, at programmet rent faktisk vil have en substantiel effekt på sektoren som helhed?

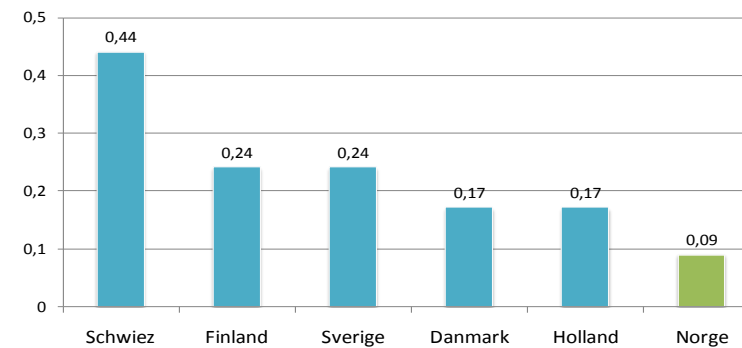
Tal fra NIFU STEP (2007)<sup>3</sup> viser, at nanoteknologi og nye materialer er et forholdsvis lille forskningsområde i Norge. Forskningsområdet udgør 6-7 pct. af de samlede driftsudgifter til forskning for både den offentlige og private sektor. Det svarer til ca. 2 mia. kr. årligt, hvor en overvejende del er materialeteknologisk forskning og kun en mindre del er egentlig nanoteknologisk forskning. Til sammenligning udgør forskningen i IKT ca. 6-7 mia. kr. i Norge. Set ud fra den betragtning synes programmet NANOMAT at være af en betydelig størrelse, hvilket samtidig nødvendigt, hvis der skal ske et markant løft i forskningskompetencerne på områderne i Norge.

De relativt lave investeringer i nanoteknologi og materialeteknologi må afspejle sig i Norges forskningsproduktion på området. For at undersøge dette nærmere er der i forbindelse med evalueringen gennemført en sammenlignende analyse af publikationer i internationalt anerkendte tidsskrifter inden for nanoteknologi og nye materialer for seks europæiske lande: *Schweiz, Sverige, Finland, Danmark, Holland og Norge*. Publikationer i videnskabelige tidsskrifter anses for at være et af de vigtigste outputs af forskning på offentlige forskningsinstitutioner og derfor en god indikator på forskningsproduktivitet. Søgningen er gennemført i den bibliometriske database Web of Science og omfattede nanoteknologi og materialeforskning generelt set; søgningen er derfor ikke direkte forbundet med forskningsområder, -miljøer eller projekter under NANOMAT.

Figur 5.1 viser antallet af publikationer inden for nano- og materialeteknologi per 1.000 indbyggere (i perioden 2000 til 2009, begge år inklusive) er markant lavere i Norge end i de øvrige fem lande. Danmark, Finland og Sverige publicerer over dobbelt så meget per 1.000 indbyggere som Norge, og Schweiz publicerer fire gange så meget. Der er således en lavere grad af forskningsproduktion i Norge.

<sup>3</sup> Se NIFU STEP 2007. I en kommentar til disse tal så fremgår det i strategioplægget "Veien videre 2020", at erhvervslivet i opgørelsen af rapporterer højere tal. Årsagen er at begrebet nye materialer defineres meget bredere i erhvervslivet end hvad som er tilfældet i UoH- og institutsektoren, hvor nye materialer i disse to sektorer er nær synonymt med funktionelle materialer. I 2007 blev der i erhvervslivet registreret en indsats på FoU inden for nanoteknologi på 271 mio. kr. mod 120 mio. kr. i UoH-sektoren og 100 mio. kr. i institutsektoren.

**Figur 5.1. Publikationer inden for nanoteknologi og nye materialer per 1.000 indbygger (2000-2009)**



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

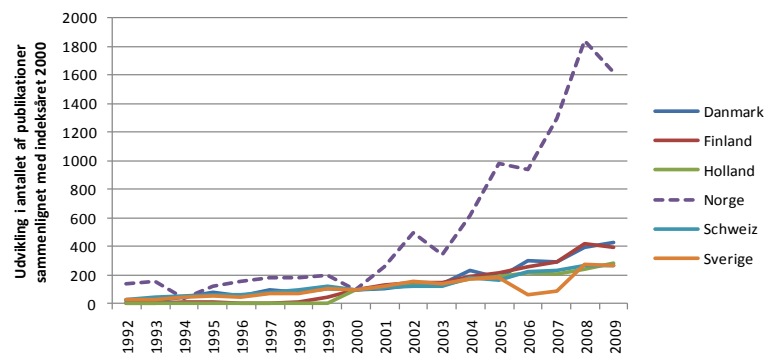
Til gengæld viser samme data, at forskningsproduktionen i norsk nanoteknologi og materialeforskning er steget kraftigt i perioden 2000-2010. Figur 5.2 viser denne udvikling for de seks lande fra figur 5.1, i forhold til indeksåret 2000. Som figuren viser, er stigningen i forskningsproduktion i perioden langt større i Norge end i de øvrige lande, f.eks. Danmark, Sverige og Holland. Siden 2000 er antallet af forskningsartikler inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge således steget 20 gange, mens tallet er 3-5 gange i andre lande.

Det indikerer, at der de seneste år er sket en betydelig stigning i forskningsaktiviteten i inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge og at denne forskningsaktivitet har resulteret i et markant øget forskningsproduktion i internationale tidsskrifter. Vurderingen er, at det i Norge gennem de seneste 10 år er lykkedes ud fra et meget svagt udgangspunkt at med nå op (dvs. en "catching up" effekt) i den internationale udvikling inden for nanoteknologi og nye materialer.

Det er gennem denne proces på udvalgte områder lykkedes at etablere, så stærke forskningsmiljøer, at de kan gøre sig gældende på den internationale forskningsscene inden for nanoteknologi og nye materialer. Og der dermed er sket en betydelig kompetencemæssig udvikling i

miljøerne siden de faglige vurderinger af de norske miljøer i slutningen af 1990'erne.

**Figur 5.2. Norge på vej til at indhente teknologiudviklingen – international sammenligning inden for nano-forskning (indeks, år 2000=100)**



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Web of Science. N = 13,789.

Denne positive udvikling i de norske forskningsmiljøer understøttes af vurderingerne fra en række nyere fagevalueringer af forskningsfelterne i Norge. I 2008 gennemførte en international ekspertkomité en evaluering af kemiforskningen i Norge. Den viste, at der udføres god forskning af høj international standard Norge, og hvor flere grupper er verdensledende på deres felter. Mange af disse grupper er aktive indenfor bl.a. NANOMAT<sup>4</sup>. Uorganisk og materialekemi er fagområderne, som vurderes at stå stærkest i Norge. Dog vurderer komiteen, at området nanovidenskab er svagest udviklet, men at forudsætningerne for udvikling af fagfeltet er gode. Der peges på, at konkurrencen er hård internationalt, og at det vil derfor være nødvendigt med stærkt lederskab og rekruttering af unge forskere internationalt for at kunne deltage i den internationale forskning.

Ligeledes viser en nyligt gennemført fysikevaluering i Norge, at norsk forskning på området hævder sig godt<sup>5</sup>. Nogle af disse fysikmiljøer havde i evalueringen flere grupper i på internationalt topniveau. Og mange af de

<sup>4</sup> Evaluering af kemiforskningen i Norge, 2008

<sup>5</sup> Evaluering af fysikkforskningen i Norge, 2010

miljøer, som scorede højest i evalueringen har fået betydelige finansiering gennem NANOMAT og andre af Forskningsrådets programmer og øvrige aktiviteter.

I det følgende vil vi sætte fokus på, hvordan Norge har formået at etablere internationalt betydelige miljøer inden for nanoteknologi og nye materialer samt hvilken rolle NANOMAT har haft for denne udvikling. På den baggrund er det naturligvis interessant at se på, hvorfor og hvordan NANOMAT har haft betydning for kundskabsopbygningen i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer, og hvilket betydning programmets anvendelse af støtteformer og strategiske greb har haft for miljøerne, deres samspil og organisering.

### 5.1.2 NANOMAT har bidraget til et internationalt løft

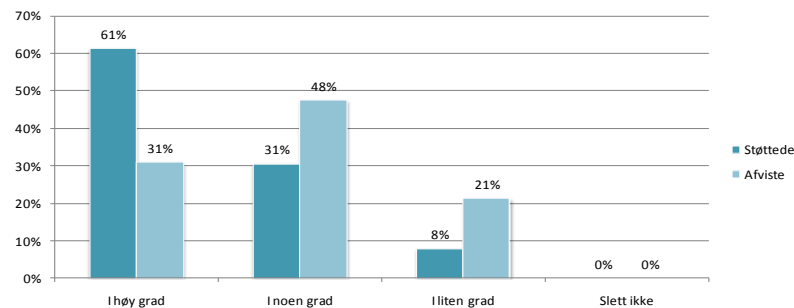
De nyligt gennemførte fagevalueringer koblet med de bibliometriske afdækning af forskningsproduktionen i Norge, giver god anledning til at vurdere, at NANOMAT som virkemiddel betyder noget for kundskabsproduktionen i Norge. Som tallene viser, er det tydeligt, at der har været en stor stigning i kundskabsproduktionen inden for nanoteknologi og nye materialer, som er nært sammenfaldende med opstart af programmet. Og set i relation til nano- og materialeteknologiforskningens begrænsede størrelse i Norge, må det betyde, at NANOMAT med en bevillingsramme på knap 80 mio. kr. årligt må have mærkbar betydning for sektorens samlede forskningsaktivitet og resultater. Samtidig viser analyser i evalueringen, at publiceringsaktiviteter opnås relativt kort tid (3-4 år) efter projektgangsættelse (se afsnit 5.1.4), hvilket sandsynliggør, at publiceringsaktiviteter tilknyttet NANOMAT-projekter har bidraget til sektorens samlede publiceringsaktiviteter i perioden.

NANOMATs generelle betydning for de norske forskningsmiljøer understreges ligeledes af resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen blandt forskere, de både har modtaget støtte og forskere, der ikke ansøgt, men ikke modtaget støtte i NANOMAT. Eksempelvis peger et flertal af forskerne på (både forskere med støtte og afslag), at programmet har

styrket den forskningsbaserte kundskab inden for nanoteknologi og nye materialer samt gjort det muligt for norske forskningsgrupper at følge med i den internationale forskningsfront, jf. figur 5.3 og 5.4 neden for.

**Figur 5.3. NANOMATs betydning for kundskabsopbygning**

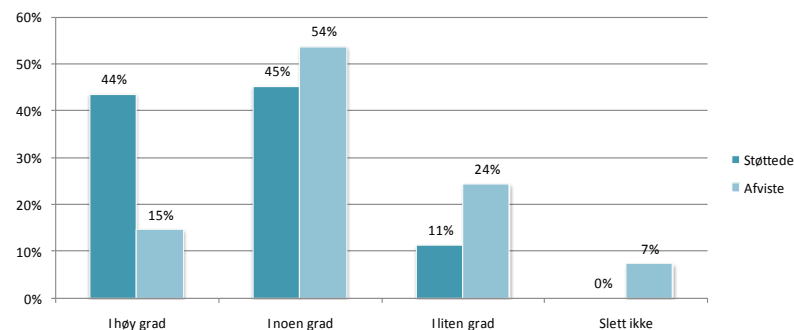
*I hvilken grad har programmet generelt bidratt til en generell styrkning av forskningsbasert kunnskap og kompetanse inden for material- og nanoteknologi i Norge?*



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=62 støttemottagere (prosjektledere) og 55 afviste ansøgere.

**Figur 5.4. NANOMATs betydning for internasjonalt løft i forskningen**

*I hvilken grad har programmet generelt har gjort det mulig for norske forskningsgrupper å henge med i den internasjonale forskningsfronten?*



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=62 støttemottagere (prosjektledere) og 55 afviste ansøgere.

I tabel 5.1. neden for er eksempler på erfaringer fra forskerne i spørreskemaundersøgelserens åbne besvarelser.

**Tabel 5.1. Eksempler på projektlederens vurdering af NANOMATs betydning for løft i forskningen**

Tema	Eksempler på besvarelser (åbne besvarelser i selvevaluering)
Har deres deltagelse i prosjektet gjort din/deres institusjon i stand til å være med fremme i den internasjonale forskning gjennom dokumentert fremragende forskning?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vi har etablert oss i et beveget forskningsfelt med fremragende publikasjoner i topp internasjonale tidsskrifter.</li> <li>• Vi har publisert vitenskap i de beste tidsskrifter. Arbeidene har medført at vår gruppe har blitt utpekt som toppforskningsmiljø ved UiO.</li> <li>• Vi har blitt en internasjonalt ledende gruppe innen nanoskala karakterisering av metalliske overflater.</li> <li>• NANOMAT-bevilgningen har gjort oss i stand til å bygge et riktignok lite og sårbart, men fremragende miljø i nano-ELSA.</li> </ul>
Har deltagelse i prosjektet hatt en positiv betydning for din/deres institusjons utvikling av nye eller eksisterende spisskompetanser innenfor nanoteknologi?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolutt. Spisskompetanse innen nye hybridmaterialer, karakterisering av disse og ytelsestesting av disse.</li> <li>• Delvis. Programmet har etter min mening nesten manglet fokus på nanoteknologi, men har tildelt midler til mange prosjekter som arbeider med materialer der partikler er på nm-størrelse. Det har vært vanskelig å få støtte til nanovitenskap, og svært lite midler i den retning de siste 5 år.</li> </ul>
Har deltagelse i prosjektet hatt en positiv betydning for den vitenskapelige gjennomslagskraft av din/deres forskning, f. eks. i form av bedre publiseringsmuligheter eller flere siteringer til publikasjoner?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vi har blitt med på flere prosjekter og vi har fått/får en økt publiseringsgrad/fått publiseringer vi ellers ikke ville hatt.</li> <li>• Vi har publisert gjennomsnittlig 4 publikasjoner per år siden 2006 i feltet, som sammen ble sitert rund 400 ganger hittil.</li> <li>• Vi er et relativt nytt miljø som i stor grad bygges i samarbeid med andre FoU aktører i Norge. Med basis bl.a. i NANOMAT finansiering har vi lagt grunnlag for økt aktivitet finansiert både av andre tematiske programmer i Forskningsrådet og av EUs FP7. Dette innebærer også vekst i forhold til publikasjonsnivå.</li> </ul>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

### 5.1.3 Bred vifte af videnskabelige udgivelser med god gennemslagskraft

Et væsentligt spørgsmål i evalueringen er, om NANOMAT har skabt muligheder for ikke alene at etablere stærke forskningsmiljøer men også en øget forskningsproduktion i form af forskning i international topklasse. Det er muligt for perioden 2004-2009 ved hjælp af data fra Forskningsrådets Foriss-system at afdække programmets foreløbige forskningsresultater inden for en række typer af videnskabelige udgivelser, som fremgår af tabel 5.2, herunder:

- Artikler i videnskabelige tidsskrifter med referee
- Artikler i andre videnskabelige tidsskrifter
- Bøger (monografier mv.)
- Publicerede foredrag fra internationale møder
- Andre rapporter, foredrag mv.

Foriss data er baseret på indrapporteringer fra projektledere i NANOMAT-støttede projekter. Det er dog vigtigt at påpege at disse data ikke tegner det fulde billede af forskningsproduktionen fra projekterne, da mange projekter (særligt igangværende projekter) stadig arbejder på formidling og publicering af deres resultater.

Opgørelsen viser, at programmet allerede har affødt en betydelig forskningsproduktion i de støttede projekter. F.eks. har projektledere indrapporteret mere end 900 artikler i videnskabelige tidsskrifter med referee og 700 publicerede foredrag fra internationale møder som konferencer, seminarer og workshops.

I forbindelse med denne evaluering er der desuden gennemført en analyse af forskningsproduktion i programmet, som indikeret ved publikationer i internationalt anerkendte videnskabelige tidsskrifter. Dette skyldes dels at disse publikationer er det vigtigste output fra offentlige forskningsmiljøer og derfor forskningsprojekter, og dels at dataene fra Foriss kun giver os et tal på antallet af indrapporterede publikationer fra

projekterne, men ingen yderligere information omkring de indrapporterede publikationer.

Tabel 5.2. Oversigt over indikatorer på forskningsproduktion i NANOMAT

Indikatorer	Antal
Videnskabelige udgivelser i alt	2593
Artikler i videnskabelige tidsskrifter med referee	908
Artikler i andre videnskabelige tidsskrifter	41
Bøger (monografier mv.)	12
Publicerede foredrag fra internationale møder	700
Andre rapporter, foredrag mv.	932

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på Foriss.

Der er derfor med udgangspunkt i indrapporterede publikationslister fra samtlige projekter (afsluttede såvel som igangværende) udarbejdet en liste over alle publikationer, som projekterne selv har opgivet som enten værende publicerede i tidsskrifter, og de publikationer som blev vurderet til potentielt efterfølgende at være blevet publiceret. Dette omfatter eksempelvis publikationer markeret som "forthcoming", "submitted" eller "under development for submission," som kan være udkommet i et tidsskrift siden indrapporteringen har fundet sted.

Den endelige liste over indrapporterede videnskabelige publikationer fra projekterne er således meget bred idet den omfatter både konkrete og potentielle publikationer i videnskabelige tidsskrifter med referee. Ydermere omfatter listen også nogle publikationer fra tidsskrifter uden referee, idet der er store forskelle i, hvor systematiske projekterne har angivet oplysninger om de tidsskrifter, der er eller forventes publiceret i, er med referee eller ej.

Ydermere bør det påpeges at der også er store forskelle i, hvor systematiske projekterne har været i at indrapportere deres publikationer. Ydermere er mange projekter stadig undervejs og kan således ikke forventes alle at have indrapporteret publikationslister



endnu. Således er der eksempelvis 60 ud af de i alt 135 NANOMAT-projekter som vi ikke har modtaget publikationslister på.

På baggrund af disse begrænsninger er det ikke muligt at sammenholde antallet af egentlige og mulige publikationer i refereed videnskabelige tidsskrifter med lignende tal fra Foriss. Til gengæld giver denne liste et så udtømmende udgangspunkt som muligt for at identificere publikationer fra NANOMAT-projekter i bibliometriske databaser over internationale tidsskriftspublikationer. Listen er derfor anvendt som grundlag for søgninger på hver enkelt publikation (på baggrund af publikationens titel og, hvor relevant, forfatternavne) i ISI Web of Science, en af de førende bibliometriske database over publikationer i anerkendte, internationale refereed tidsskrifter. Det at en publikation kan genfindes i Web of Science er således en indikator for at der er tale om en publikation af høj kvalitet.

Bibliometriske data er indsamlet for de publikationer, som er genfundet i Web of Science-databasen, herunder data omkring hvilke tidsskrifter, publikationerne er udkommet i, hvor mange citationer de har modtaget i andre Web of Science-indekserede tidsskrifter (et mål for publikations *gennemslagskraft* i det videnskabelige samfund), hvilke emneområder publikationen berører, og hvem publikationen eventuelt er forfattet i samarbejde med (herunder både norske og udenlandske miljøer).

Til sammen giver disse data os mere information om den den faglige kvalitet af NANOMATs portefølje, herunder omkring hvorvidt programmet har bidraget til et fagligt løft hos deltagerne i form af f.eks. øget videnskabelig produktion og gennemslagskraft.

Table 5.3 opsummerer resultaterne af analysen, fordelt på støtteformer. Opgørelsen viser, at NANOMAT indtil nu har affødt en betydelig forskningsproduktion i de støttede projekter. I alt har vi identificeret 894 publikationer i publikationslister, som var eller kunne være udkommet i refereed tidsskrifter. Heraf af er en betydelig andel (533 eller 60 pct.) identificeret i Web of Science.

**Table 5.3. Forskningsproduktion i NANOMAT ifølge bibliometrisk analyse, fordelt på støtteformer (2000-2010)**

Støtteform	Projekter		Kvantitet		Impact	
	Antal projekter i alt	Antal (andel) projekter med publikationer i WoS	Antal registrerede publikationer i alt	Antal (andel) publikationer i WoS	Gns. antal citationer per publikation	Gns. antal citationer per publikation per forfatter
Forskerprojekt	39	34 (87%)	444	253 (57%)	10,3	2,1
BIP	12	7 (58%)	35	10 (29%)	2,0	0,5
ISP	1	1 (100%)	13	10 (85%)	6,9	1,9
KMB	10	7 (70%)	28	11 (75%)	6,0	1,4
Nat. koord. Proj.	7	7 (100%)	342	213 (62%)	9,2	1,9
Personlig stipend	4	4 (100%)	14	10 (71%)	4,7	1,1
Infrastruktur	1	1 (100%)	2	2 (100%)	2,0	0,4
Institujonsstøtte	1	1 (100%)	16	13 (81)	4,8	0,9
<b>I alt</b>	<b>75</b>	<b>62 (83%)</b>	<b>894</b>	<b>533 (60%)</b>	<b>9,2</b>	<b>1,9</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science (WoS). N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

Forskerprojekter, BIP og KMB-projekter og de nationale koordinerede projekter er mest interessante i denne sammenhæng, da det er de støtteformer, hvor der har været flest projekter og flest publikationer. Det fremgår af data i tabellen, at forskningsprojekter i gennemsnit genererer ca. 11 publikationer i Web of Science per projekt, mens de store, nationale koordinerede projekter ikke overraskende genererer flere, nemlig knap 50 publikationer per projekt. Til sammenligning resulterer BIP og KMB projekter i gennemsnit ca. 3 publikationer per projekt.

Hvad angår kvalitet af publikationer, som målt på andelen af registrerede publikationer der optræder i Web of Science-indekserede publikationer, så viser tabellen til gengæld at forskningsprojekter og de nationale projekter begge ligger på samme niveau, nemlig omkring 60 procent af de registrerede publikationer.

I de sidste to kolonner i tabellen ser vi på først det gennemsnitlige antal citationer per publikation. Heraf fremgår det, at nationale projekter og forskerprojekter ligger på omtrent det samme niveau på omkring 10 citationer per publikation. Der er dog naturligvis store forskelle mellem artikler, da nogle artikler er langt højere citeret end andre. Ydermere

påvirkes antallet af citationer til en artikel af dens alder; nyere projekter og publikationer har således færre citationer. Dog giver disse gennemsnitlige tal en indikation af gennemslagskraften af forskning under de forskellige støtteformer.

I den sidste kolonne i tabellen korrigerer vi for antallet af medforfattere på publikationerne. Dette skyldes, at publikationer med mange forfattere ofte modtager flere citationer – og at de nationale koordinerede projekter med stor sandsynlighed (qua deres natur) inddrager flere individuelle forskere end et typisk forskningsprojekt. Antallet af involverede forskere kan påvirke citationstal på flere måder. Dels er større projekter ofte mere synlige og profilerede i forskningsmiljøerne, og derfor bedre kendt. Samtidig betyder flere medforfattere at flere forskere præsenterer artiklen på konferencer, citerer deres eget arbejde, og sender artiklen ud til deres kollegaer og netværk. Alt andet lige betyder dette at artikler med flere medforfattere ofte er mere synlige og derfor opnår større gennemslagskraft, uden at det nødvendigvis er en indikation på, at artiklens indhold er af høj kvalitet eller nyhedsværdi.

Når vi korrigerer for antallet af medforfattere på publikationer, ser vi, at det gennemsnitlige antal citationer per publikation fra forskerprojekter er på 2,1 sammenlignet med 1,9 for de nationale projekter, og således også her på niveau med hinanden. Dette understreger, at forskningsprojekter og de nationale projekter i tilsvarende grad bidrager til et fagligt i de norske forskningsmiljøer målt på både kvalitet og gennemslagskraft af forskningen.

#### 5.1.4 Den videnskabelige produktion slår hurtigt igennem

Tabel 5.4 illustrerer antallet af publikationer fra NANOMAT-støttede projekter i Web of Science-indekserede tidsskrifter over tid. Figuren viser, at produktiviteten er stigende over hele perioden, hvorefter den falder sidst i programperiode (dvs. i årene 2008-2010). Dette skyldes delvist, at der er kommet flere projekter til undervejs, samt at det tager op til flere år før end en forskningsbevilling udmønter sig i en eller flere publikationer. De senest bevilgede projekter har derfor endnu ikke

medført publikationer. Men faldet vi ser sidst i perioden kan også hænge sammen med, at en større andel af projekterne i den sidste del af NANOMAT-programperioden er virksomhedsrettede projekter, som ikke i nær så høj grad medfører videnskabelige publikationer som almindelige forskerprojekter samt nationalt koordinerede projekter, der har været dominerende i den første del af projektperioden.

Tabel 5.4 viser endvidere, at store forskelle den videnskabelige produktion på tværs af de tematiske områder og kompetenceområder i NANOMAT, hvilket også afspejler forskelle i den ressourcemæssige prioritering på områderne. Ser vi på de tematiske områder, så er den videnskabelige produktivitet størst inden for energi og miljø og IKT, der også er de områder i programmet, der har højest prioritet.

Inden for kompetenceområderne er det ”fundamentale fysiske og kjemiske fenomener og prosesser på nm-nivå”, der er det mest produktive område. Det afspejler, at det er på dette kompetenceområde, hvor der er de stærkeste miljøer inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge. Inden for kompetenceområdet ”Ethiske, juridiske og samfunnsmessige aspekter, HMS og risiko” er forskningsproduktionen relativ begrænset, hvilket afspejler, at det er en lille del af programmets midler, der tildelt dette område, samt at forskningsmiljøerne på området endnu er relative små.

Tabel 5.4. Antal WoS publikationer fordelt på NANOMATs kompetenceområder og tematiske områder for perioden 2002-2010

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Kompetenceområde</b>	3	4	17	29	37	54	43	30	8
Bionanoviden­skap og bionanoteknologi (fundamentale biologiske processer og (biomimetiske) strukturer)						4	4	4	3
Etiske, juridiske og samfundsmæssige aspekter, HMS og risiko						1	7	5	
Fundamentale fysiske og kemiske fænomener og processer på nm-niveau	3	3	16	23	36	47	30	21	5
Grænseflade- og overfladevidenskab og katalyse		1	1	6	1	2	2		
<b>Tematiske område</b>	0	2	20	39	57	80	61	37	6
Energi og miljø			11	16	29	33	42	26	5
Helse og bioteknologi (bionano rettet direkte mod sundhed og velfærd)			2	10	11	5	1	1	
IKT inkl. mikrosystemer		2	7	13	17	42	18	10	1
Infrastruktur	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<b>Total</b>	3	6	37	68	94	136	104	67	14

Kilde: DAMVAD, Slut­evaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Web of Science.

### 5.1.5 Høj videnskabelig kvalitet i NANOMAT-publikationer

I tabel 5.4 oven for indikerede vi, at kvaliteten af de norske artikler inden for nano- og materialeteknologi er ganske høj målt ud fra antallet af artikler, der kan genfindes i Web of Science databasen. For at komme nærmere på at sige noget om forskningskvaliteten i NANOMATs projekter, er der i evalueringen anvendt en række supplerende metoder:

- En metode, der belyser publiceringer i **Top-tidsskrifter** udvalgt af det nordiske evalueringspanel.
- En metode, der anvender ”**journal impact factor**” score (JIF) for tidsskrifter i Web of Science databasen.

Resultaterne af analyserne ved begge bibliometriske metoder indikerer, at publikationer fra NANOMAT-projekter er karakteriseret ved en høj forskningskvalitet. Det resultat understøttes af de fagevalueringer, der har været inden for fysik og bioteknologi, der som tidligere nævnt peger på, at

flere norske miljøer er ved at komme med på internationalt niveau på udvalgte områder og at forskere, der også har tilknytning til NANOMAT hører til disse miljøer.

Den første metode belyser i hvor høj grad de norske miljøer inden for nano- og materialeteknologi formår at publicere i internationalt top-tidsskriver. Evaluator har i forbindelse med evalueringen bedt det tilknyttede nordiske evalueringspanel om at udpege de tidsskrifter i WoS, man i særlig grad kan karakterisere som top-tidsskrifter, f.eks. Nature.

Tabel 5.5 neden for viser listen over disse tidsskrifter. Tabellen viser, at knap hver tredje af WoS-publiceringerne er i internationale tidsskrifter, hvilket indikerer, at norske forskere i høj grad har markeret sig internationalt med deres forskning og at de på områder har opbygget en særlig betydelig international forskningsmæssig position. Selvom der dog er tale om en kvalitativ udvælgelse af top-tidsskrifter, så viser opgørelsen, at det specielt inden for fysik, at miljøerne publicerer i top-tidsskrifter og i mindre grad inden for bioteknologiske område.

**Tabel 5.5. NANOMAT forskeres publiceringer i internationale top-tidsskrifter**

Tidsskrift	Antal publikationer
ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION	1
APPLIED PHYSICS A-MATERIALS SCIENCE & PROCESSING	1
APPLIED PHYSICS LETTERS	14
CARBON	3
CHEMICAL COMMUNICATIONS	2
CHEMISTRY-A EUROPEAN JOURNAL	1
IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	1
IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING	1
JOURNAL OF APPLIED PHYSICS	13
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS	14
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY B	13
JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C	12
JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY	5
LANGMUIR	7
MICROELECTRONICS JOURNAL	2
NANO LETTERS	4
NANOTECHNOLOGY	3
NATURE	3
NATURE BIOTECHNOLOGY	1
NATURE MATERIALS	1
NATURE NANOTECHNOLOGY	3
PHYSICAL REVIEW A	1
PHYSICAL REVIEW B	48
PHYSICAL REVIEW E	3
PHYSICAL REVIEW LETTERS	17
PROCEEDINGS OF THE NTL. ACADEMY OF SCIENCES OF THE USA	1
SURFACE SCIENCE	5
THIN SOLID FILMS	29
Publiceringer i top-tidsskrifter (WoS)	209
Publiceringer i alt i NANOMAT (i WoS) (60% i WoS)	533

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Web of Science.

Den anden biblioteriske metode belyser forskningskvalitet ved at se på såkaldt "journal impact factor"-score for tidsskrifter i Web of Science databasen og hvordan NANOMAT-publikationerne fordeler sig på disse tidsskrifter. Dette er et mål for, hvor ofte publikationer i det tidsskrift

generelt er blevet citeret i andre førende internationale tidsskrifter inden for de seneste to år. Jo højere JIF, jo større prestige er der generelt forbundet med et tidsskrift, og jo større er konkurrencen om få en artikel accepteret i tidsskriftet. Journal Impact Factor, eller JIF, kan derfor anvendes som en indikator på kvaliteten af publikationer, baseret på hvilket tidsskrift de udkommer i.

Tabel 5.6 viser en fordeling af NANOMAT-projekters publikationer i Web of Science-indekserede tidsskrifter på JIF for de tidsskrifter, de er udkommet i. Det nordiske ekspertpanel tilknyttet evalueringen blev desuden bedt om at komme med en kvalitativ vurdering af betydningen af forskellige JIF intervaller inden for funktionel genomforskning. Disse fremgår også af tabellen. Heraf fremgår det, at en tredjedel (10 pct.) af disse publikationer er udkommet i særdeles gode tidsskrifter (med en impact factor på 5 eller derover), mens 4 pct. er udkommet i absolutte top-tidsskrifter (med en impact factor på 7,5 eller derover, f.eks. Nature med en impact factor på 34,5). Dette er ifølge ekspertpanelets vurdering meget god score.

**Tabel 5.6. Fordeling af Web of Science-indekserede publikationer på journal impact factor (JIF)**

Impact factor	Assessment	Andel
0 > JIF > 2,5	Fair	47%
2,5 > JIF > 5	Good	42%
5 > JIF > 7,5	Very good	6%
7,5 > JIF > 10	Excellent	2%
JIF over 10	World class	2%

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Web of Science. N = 528 publikationer. Baseret på ISI Journal Citation Index journal impact factors (2009) for de seneste to år.

Men samtidig fremhæver panelet dog også, at man skal være påpasselig med ukritisk brug af JIF scores. Eksempelvis varierer citationsmønstre meget mellem forskningsfelter, og visse typer af tidsskrifter (f.eks. dem som indeholder reviews af anden forskning) bliver ofte citeret mere end

andre tidsskrifter (f.eks. dem som indeholder "traditionelle" forskningsartikler).

Derudover er der yderligere en dimension, der er væsentligt at hæfte sig ved, når man bedømmer JIF scores. Det drejer sig om forholdet mellem specialisering i forskningen og synligheden af forskningen i tolkningen af JIF. En artikel i et mere specialiseret tidsskrift med JIF < 5 kan være videnskabelig "outstanding", men den når et mindre publikum. En artikel med mindre videnskabelig tyngde, men med fokus på relevans – f.eks. næringsrelevans - har større forudsætninger for at havne i bredere tidsskrifter med JIF > 20, selvom denne artikel ikke nødvendigvis er videnskabeligt bedre end først nævnte artikel med lavere JIF. Det betyder, at der ikke nødvendigvis altid er en entydig sammenhæng mellem JIF scores og forskningskvalitet i snæver forstand.

### 5.1.6 Valg af virkemidler har betydning for forskningsproduktion

Når man som i NANOMAT over en årrække investerer et stort antal midler i et enkelt forskningsområde, så skal dette resultere i en betydelig merproduktion af forskning. Spørgsmålet er, om og hvordan programmet har skabt merværdi i forhold til ordinære forskningsprogrammer. Tabel 5.7 sammenligner forskningsproduktion fra forskellige støtteformer under programmet, som målt ved antallet af artikler i Web of Science-indekserede tidsskrifter (det vil sige, internationalt anerkendte videnskabelige tidsskrifter med refereer), per million kroner investeret af NANOMAT.

Som det fremgår af tabellen, så har valg af støtteform betydning for den merværdi, som genereres af programmet, som målt ved effekten på forskningsproduktion hos bevillingsmodtagere. De nationale koordinerede projekter genererer 1,4 artikler i Web of Science tidsskrifter per million krone investeret. Forskningsprojekter genererer 1,3, tæt efterfulgt af personlige stipendier, som resulterer i 1 publikation per million krone investeret. Forskningsproduktionen per krone er således en anelse højere for de nationalt koordinerede projekter set forhold til de mere "klassiske"

forskningsprojekter i form af forskerprojekterne. Forskellen er dog ikke betydelig. Til gengæld genererer virksomhedsrettede projekter langt færre publikationer per krone investeret, hvilket kan forklares ved at virksomheder generelt publicerer mindre end akademiske forskere.

**Tabel 5.7. Forskningsproduktion per million kroner investeret af NANOMAT-programmet, fordelt på støtteform (2000-2010)**

Støtteform	Antal artikler i Web of Science tidsskrifter, per million kroner
<b>Forskerrettede</b>	
Nationalt koordinerede projekter	1,4
Forskerprojekt	1,3
Personlig stipend	1,0
<b>Virksomhedsrettede</b>	
KMB	0,8
ISP	0,3
BIP	0,2
<b>Alle projekter</b>	
<b>Alle projekter</b>	1,1

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science. N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

## 5.2 De nationalt koordinerede projekter som vigtigt strategisk greb

### 5.2.1 Forskellige typer af nationalt koordinerede projekter

De nationalt koordinerede projekter er NANOMATs mest centrale strategiske greb. De nationalt koordinerede projekter skal sikre fokusering af forskningsindsatsen, national koordinering og synergi på udvalgte forskningsområder og har en klar ledelsesforankring og strategisk afsæt på tværs af ledende forskningsinstitutioner i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer. Over en fjerdedel af bevillingerne (177

mio. kr. ud af 677 mio. kr.) i NANOMAT er gået til de nationalt koordinerede projekter, der dog har forskellige karakterer. Og primært i den første programdel af NANOMAT i 2003 (147 mio. kr.), hvilket har været en bevidst strategi, hvor rationalet har været at opbygge grundlæggende nationale koordinerede kompetencer på centrale teknologifelter.

De nationalt koordinerede projekter varierer meget i størrelse og karakter, men projekterne er generelt betydeligt større end ordinære forskningsprogrammer samtidig med, at der ligger et krav om national koordinering i bevillingerne til projekterne. Projekterne er forankret på en institution, f.eks. NTNU, men bevillingerne fra NANOMAT er typisk fordelt på en række af de involverede partnerinstitutioner. Projekterne ligger primært inden for de tematiske områder "energi og miljø" samt "IKT inkl. mikrosystemer" samt kompetenceområdet "Fundamentale fysiske og kemiske fenomener og prosesser på nanometer niveau".

Flertallet af de nationalt koordinerede projekter er større FoU-rettede projekter, der handler om forskningsprojekter inden for et specifikt forskningsfelt. Det største af disse projekter har et budget på 42 mio. kr. Derudover omfatter de nationalt koordinerede projekter også mindre netværksrettede projekter, der primært f.eks. drejer sig om koordinering af internationalt samarbejde på tværs af institutioner.

**Tabel 5.8. Nationalt koordinerede projekter i NANOMAT**

Projektstart	Institution	Projekttitel	Budget
<b>Større FoU-rettede</b>			(1.000 kr.)
2003	IFE	Nationally Coordinated Projects in Materials for Hydrogen Technology	42.400
2003	SINTEF	Functional Oxides for Energy Technology	36.000
2003	NTNU	Nationally Coordinated Project in Oxides for Future Information and Communication Technology	52.140
2003	NTNU	Nanostructured Soft and Complex Materials	16.723
2004	NTNU	Structure and Dynamics of Soft and Complex Nanomaterials	2.696
2004	UiO	Novel nanostructured materials by chemical methods	2.262

Projektstart	Institution	Projekttitel	Budget
2005	UiO	THEORETICAL MODELING OF NANOMATERIALS FOR HYDROGEN STORAGE APPLICATIONS	1.996
2007	UiO	Micro rheology of nanostructured soft condensed matter	4.415
2009	NTNU	Nasjonal forskerskole innen "Nanoteknologi for mikrosystem"	12.000
<b>I alt</b>			170.632
<b>Mindre netværksrettede</b>			
2002	UiO	Utenlandsopphold for partene i FUNMAT-konsortiet	783
2002	IFE	PCT-utstyr (partene i FUNMAT)	800
2005	NFR	Støtte til Swiss-Norwegian Beamlines (SNBL) at ESRF, Greoble, Frankrike	4.500
2007	NFR	OECD Committee for Scientific and Technological Policy (CSTP)	415
2007	NFR	ESF Research Networking Programmes - Nanoscience and engineering in superconductivity	224
<b>I alt</b>			6.721
<b>Total</b>			177.353

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

## 5.2.2 NANOMATs tætte sammenhæng til FUNMAT-konsortiet

Et klart mål fra NANOMATs etablering - hvilket bl.a. fremgår af NANOMATs første programplan for 2003 - har været at opbygge de nationalt koordinerede netværk på allerede eksisterende nationalt koordinerede forskergrupper, hvor en væsentlig del af midlerne i NANOMAT har skullet gå til disse grupper. Argumentet var, at opbygning af stærke forskningsmiljøer inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge forudsætter at denne opbygning sker på eksisterende samarbejdsstrukturer mellem forskergrupper.

I praksis har der været tale om, at NANOMATs programmidler i første omgang har været direkte rettet mod FUNMAT-konsortiet. FUNMAT-konsortiet består af Institutt for Energiteknikk (IFE), Norges Teknisk-

Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), SINTEF og Universitetet i Oslo (UiO). FUNMAT-konsortiet bestod (og er det stadig i dag) af de stærkeste miljøer, der på daværende tidspunkt var inden for nanoteknologi og specielt nye materialer i Norge.

På den måde kan man sige, at miljøerne under FUNMAT-konsortiet i stærk grad har været med til at præge implementeringen af NANOMAT. I den senere fase af NANOMAT-programmet kom konsortiet COMPLEX også ind i billedet som en central støttemodtager hos NANOMAT. KOMPLEX blev nogle år efter etableret som en nationalt koordineret forskergruppe fra de samme institutioner som FUNMAT, dog bygger COMPLEX på et noget mindre forpligtende partnerskab og med mindre ledelses- og strategisk forankring hos forskningsmiljøer end institutioner som FUNMAT.

#### Boks 5.1. FUNMAT – et nationalt forpligtende forskingssamarbejde

Som baggrund for ansøgning om midler til NANOMAT havde FUNMAT-konsortiet udarbejdet en egen strategi samt etableret en intention erklæring om forpligtende samarbejde med henblik på at koordinere og opbygge et stærkt forskningsmiljø inden for nanoteknologi og nye materialer på tværs af de fire institutioner. Intentionsaftalen indebar et forpligtende samarbejde mellem de fire institutioner både på et strategisk niveau og et operationelt niveau og der blev etableret en egen bestyrelse og daglig ledelse for konsortiet. Aftalen indebar bl.a., at:

- Parterne etablerede et konsortium med fælles ledelse strategisk og administrativ ledelse.
- Konsortiets tilknyttede forskergrupper skal have fælles adgang til konsortiets faglige ressourcer (forskere, teknisk assistance, laboratorier og udstyr).
- Parterne vil samarbejde om at skaffe langsigtet, ekstern finansiering af konsortiets virksomhed.
- Parterne vil arbejde på at samordne laboratorieressourcer inden for konsortiets arbejdsfelter.
- Parterne vil konkretisere konsortiets faglige profil og definere videnskabelige og innovative mål for konsortiet.
- Parterne vil planlægge ressourcebehov, organisering og rollefordeling for parternes medvirkning i konsortiet.

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af FUNMAT materiale fra FUNMAT

### 5.3 De nationalt koordinerede projekter forstærker koncentration af midler

Udmøntningen af midlerne i NANOMAT med etableringen af nationalt koordinerede projekter i FUNMAT (og i mindre grad i COMPLEX) som omdrejningspunkt har bidraget til en betydelig koncentration af NANOMATs midler i de norske forskningsmiljøer. Selvom NANOMAT med en samlet bevillingsramme på knap 700 mio. kr. i 2002-2009 repræsenterer en betydelig forskningsinvestering i Norge, så har det været en væsentlig bevidst ambition for Norges forskningsråd og programstyret for NANOMAT, at midlerne ikke spredtes for tyndt ud, men fokuseres og investeres på områder, hvor der er kritisk masse. Det har været anset for en vigtig opgave at koncentrere ressourcerne omkring de mest fremragende miljøer og forskergrupper.

Denne koncentrationsstrategi har været vigtig i bestræbelserne på at opbygge stærke forskningsmiljøer på et så nyt område som nanoteknologi var på daværende tidspunkt i Norge. Ser vi på tallene, kan man se, at koncentrationen af midler om FUNMAT og COMPLEX-miljøerne har været betydelig, men at koncentrationen er faldet i programperioden i takt med, at nye miljøer uden for FUNMAT og COMPLEX er på vej til at blive bygget op.

I programmets startfase af NANOMAT gik 89 pct. af midlerne til FUNMAT, mens tallet dog faldt til 82 pct. i fase to af NANOMAT. I programmets første år var koncentrationen af midler dog særligt højt, jf. tabel 5.9 neden for. I 2002, hvor der var den første større bevilling (fokus på nationalt koordinerede projekter og infrastruktur) fik FUNMAT miljøerne 193 mio. kr. ud af den samlede bevilling på 200 mio. kr., svarende til 97 pct. af de samlede uddelte midler det år.

Det er dog vigtigt at hæfte sig ved, at opgørelsen af midlerne til FUNMAT og COMPLEX konsortierne er behæftet med en hvis usikkerhed. Tallene er i denne analyse opgjøret ud fra de midler, der er givet til de forskningsinstitutioner, som FUNMAT og COMPLEX er tilknyttet (dvs. Institutt for Energiteknikk (IFE), Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NTNU), SINTEF og Universitetet i Oslo (UiO)). Opgørelsen ser

dermed bort fra, at NANOMAT kan have støttet andre fagmiljøer under de givne forskningsinstitutioner, som ikke er tilknyttet hverken FUNMAT og COMPLEX konsortierne. Ligeledes ser opgørelsen bort fra, at dele af de NANOMAT-midler udmøntet til et forskningsmiljø under FUNMAT eller COMPLEX paraplyerne kan have tilgået miljøer uden for disse to konsortier.

Selvom der er disse nævnte usikkerheder, så mener vi dog alligevel, at opgørelsen giver en god indikation på koncentrationen af midlerne i NANOMAT. En stor del af støttemodtagerne i NANOMAT er gengangere, f.eks. har støttemodtagere af nationalt koordinerede platforme (hvor stort set alle er givet til FUNMAT og i mindre grad til COMPLEX) også i stort omfang modtaget midler til forskerprojekter og infrastruktur.

Koncentrationen af de nationalt koordinerede projekter på få institutioner - dvs. FUNMAT og COMPLEX - har således medført en koncentration af kapacitetsopbygningen i form af rekruttering af unge forskere (doktorgrader og post docs) samt etablering af forskningsinfrastruktur på disse institutioner, jf. tabel 5.9. Meget af denne kapacitetsopbygning er sket som et integreret element af bevillingerne i de nationalt koordinerede projekter. Men en stor del af kapacitetsopbygningen er også sket som led i, at FUNMAT og COMPLEX miljøerne har ansøgt om supplerende projektmidler til forskerprojekter samt midler til infrastruktur i NANOMAT – midler der er blevet udbudt i åben konkurrence til alle forskergrupper.

Så selvom, at NANOMAT – udover de nationalt koordinerede projekter – har skabt mulighed for etablering af åbne projekter, hvor alle forskergrupper kan søge, så har det i praksis medført at mange af de åbne projektmidler er gået til FUNMAT og COMPLEX miljøerne, fordi disse miljøer har søgt om støtte til opfølgning af mange af de forskningsaktiviteter, der er blevet etableret som led i de nationalt koordinerede projekter.

**Tabel 5.9. Fordeling af midler på aktører og over tid (2002-2009)**

	2002-06	2007-09	I alt 02-09	Antal	Nat. Koord. Pr.	PhD post doc	Infrastruktur
<b>FUNMAT miljøer</b>							
<b>NTNU</b>	101	79	180	25	4	60	4
<b>SINTEF</b>	57	49	106	18	1	23	3
<b>IFE</b>	50	44	94	7	2	23	1
<b>UiO</b>	41	50	91	25	5	35,5	5
<b>Samlet</b>	249	222	471	-	-	-	-
<b>Andel af bevillinger</b>	89 %	82 %	86 %	-	-	-	-
<b>Øvrige miljøer</b>							
<b>UiB</b>	12	20	31	6		7	1
<b>Rikshospitalet HF</b>	0	8	8	2		4	
<b>Norges geologiske undersøgelse</b>	2	6	7	2		0	
<b>Andre</b>	16	15	32	11	3	9	0
<b>Samlet</b>	29	49	78	-	-	-	-
<b>Andel</b>	11 %	18 %	14 %	-	-	-	-
<b>Total</b>	278	271	549	96		161,5	14

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på Foriss.

Anm: I mio. kr. Løbende priser. BIP, Forprojekter og FORNY er ikke medtaget.

Samlet har koncentrationen af midlerne i NANOMAT betydet, at de nationalt koordinerede projekter er blevet koncentreret om få miljøer og at samtidig at kapacitetsopbygningen gennem forskerrekruttering og investeringer i forskningsinfrastruktur også har koncentreret sig om disse miljøer. På den måde kan man sige, at de nationalt koordinerede projekter har bidraget til at skabe en forstærkende opbygningsproces hos få eksisterende miljøer, der i forvejen var de stærkeste i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer.

De følgende afsnit går mere i dybden med NANOMATs betydning for kapacitetsopbygningen i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer.



### 5.3.1 NANOMAT har understøttet forskerrekuttering

Uddannelse og træning af yngre forskere er et centralt element i et forskningsprogram, som skal opbygge både kapacitet og forskningskompetence. For det *første* udgør Ph.D.-stipendiater og post docs. en vigtig forøgelse af forskningskapaciteten i enkelte forskningsmiljøer, og kan således bidrage til etableringen af kritisk masse. For det *andet* er uddannelse og træning af yngre forskere essentielt for at sikre opbygningen af forskningsviden og -kompetencer, som skal danne grundlag for fremtidige forskningsaktiviteter i forskningsmiljøer og i erhvervslivet. *Sidst* men ikke mindst kan forskeruddannelse og post doc.-stillinger være et vigtigt virkemiddel til at tiltrække talentfulde unge forskere fra udlandet til norske forskningsmiljøer, i det yngre forskere ofte er mere mobile og nemmere at tiltrække end etablerede seniorforskere.

Støtte til PhD-stipendier og post doc.-stillinger er derfor også en væsentlig form for forskningsproduktion at se nærmere på i denne evaluering. Forskerrekuttering er her, hvor NANOMAT har spillet den største rolle i forhold til kapacitetsopbygning. Det er dels sket gennem finansiering af ph.d.ere samt post docs. i de støttede projekter. Der er samlet blevet finansieret ca. 170 doktorgrader og post docs. direkte i NANOMAT i perioden 2002-2009. Ligeledes peger interviewene med projektlederne på, at har programmets størrelse og langsigtede perspektiv i sig selv været en vigtig drivkraft for at tiltrække forskere fra udlandet. Derudover har NANOMAT - som tidligere nævnt – som et nationalt koordineret projekt bidraget til finansiering af den nationale forskerskole "Nanoteknologi for mikrosystemer". NANOMAT har gennem forskerskolen finansieret 53 doktorgradskandidater. Interviewene peger på, at forskerskolen været et vigtigt element til at skabe øget nationalt samarbejde om forskeruddannelse inden for feltet og tættere samarbejde med erhvervslivet Norge.

Som tabel 5.10 viser, er finansieringen af forskeruddannelse samt post docs. primært sket gennem forskerprojekter samt - som tidligere nævnt - de nationalt koordinerede projekter. Og ligeledes er det tydeligt at se, at en stor del af den samlede finansiering af doktorgrader og post docs. er sket i begyndelsen af NANOMATs programperioden som led i den

bevidste strategi om hurtig kapacitetsopbygning. Ligeledes er der sket en koncentreret kapacitetsopbygning som led i opfølgningen på den nationale strategi for nanoteknologi, der blev lanceret i 2006. På den måde kan man sige, at NANOMATs indsats for forskerrekuttering i form af doktorgrader og post docs. har været bundet tæt op på det strategiske grundlag for programmet. Målet har været at understøtte etableringen af stærke norske miljøer inden for nanoteknologi og nye materialer.

Tabel 5.10 Oversigt over bevilgede stipendiater

Ph.D. stipendiater	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
<b>Forskerprojekter</b>		14	5	0		27			46
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>		22				3			25
<b>BIP, forprojekter og FORNY</b>					2	4		1	7
<b>KMB og ISP</b>			1		2	4	3	1	11
<b>Infrastruktur</b>									0
<b>Total</b>		36	6	0	4	38	3	2	89
<b>Post doc. stipendiater</b>									
<b>Forskerprojekter</b>		11	2	2	3	21			39
<b>Nat. koordinerede projekter</b>		26	2	1		3			32
<b>BIP, forprojekter og FORNY</b>					3	3		2	8
<b>KMB og ISP</b>			1	1,5	1	3	1		7,5
<b>Infrastruktur</b>								1	1
<b>Total</b>		37	5	4,5	7	30	1	3	87,5

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på optælling af bevilgede stipendiater og Forskningsrådets gruppering af projekter i støtteformer. Opgjort i forhold til projektopstart.

I boks 5.2 illustreres forskellige holdninger fra projektlederne om NANOMATs betydning for forskerrekuttering inden for nanoteknologi og nye materialer.

## Boks 5.2 NANOMATs betydning for forskerrekuttering – eksempler fra selvevalueringens åbne besvarelser

Har deltagelse i prosjektet hatt en positiv betydning for institusjonens muligheter for å rekruttere toppforskere fra forskningsmiljøer i utlandet? [Eksempler fra åbne besvarelser i selvevaluering]

### Rekruttering af topforskere

- Mulighetene er styrket betraktelig.
- I første fase var NANOMAT-prosjektet viktig for rekrutteringen av 2 nåværende professorer ved Institutt for elektronikk og telekommun. på NTNU. Disse ble rekruttert fra hhv. Univ. i Geneve og EPFL, Lausanne i Sveits.
- Gode og synlige artikler medfører godt rykte som medfører rekruttering.
- Prosjektet har gitt muligheter å finansiere kortere opphold av gjesteforskere på stipendiat og postdoc nivå samt en professor. Man skulle trenge flere midler å rekruttere toppforskere fra utlandet for lengre opphold.
- Ikke direkte, men indirekte gjennom EU programmer og samarbeid gjennom FUNMAT og COMPLEX.
- En professor fra det samarbeidende universitetet på prosjektet var gjesteforsker ved vår institusjon i et halvt år.
- Vi fikk en toppforsker fra Japan. / Vi fikk en gjestprofessor fra Hellas

### Phd'ere og post docs

- ja, først som post doc-er, dernest fast ansettelse
- Utenlandske postdocs og PhD studenter
- Etter publisering har vi blitt kontaktet av folk som ønsker å ta dr.grad eller Post-dok. i gruppen
- Vesentlig grad. Uten midler er / det ikke lett å rekrutere Phd / studenter og post docs.
- Ja, vi fikk mulighet til å ansette postdocer med nødvendig kompetanse.
- Dette er et betinget ja. Vi merker at vi får svært gode søkere til PhD og postdoc-stillinger.
- Muligheter att skape en attraktiv gruppe for rekrytering av post-docs

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

## 5.3.2 NANOMAT har understøttet utdanning

Et væsentligt element i en langsiktig kapasitetsopbygning inden for nanoteknologi og nye materialer er at sikre øget produktion af nyuddannede fra de videregående uddannelsesinstitutioner. Der er således siden 2002 i Norge sket en gradvis etablering af nye uddannelser inden for nanoteknologi på bachelor- og mastergradsniveau. Det er bl.a. sket som opfølgning på den nationale strategiproces om nanoteknologi, som er blevet understøttet af forskningsmiljøerne i Norge gennem etablering af egne uddannelsesforløb inden for nanoteknologi, jf. tabel 5.11 neden for.

Tabel 5.11. Uddannelser i Norge inden for nanoteknologi

Uddannelse	Institution
<b>Bachelor &amp; Høgskolekandidat:</b>	
Elektronikk og datateknologi	Universitetet i Oslo
Materialer, energi og nanoteknologi	Universitetet i Oslo
Bachelorprogram i nanoteknologi	Universitetet i Bergen
Bachelor i ingeniørfag, mikro- og nanoteknologi	Høgskolen i Vestfold
Fysikk - bachelorstudium	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Bachelorprogram i kjemi	Universitetet i Tromsø
<b>Master eller høgere:</b>	
Nanoteknologi	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Teknisk kybernetikk	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Elektronikk - masterstudium	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fysikk - masterstudium	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Materialteknologi	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fysikk og matematikk	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Master i mikrosystemteknologi	Høgskolen i Vestfold
Master's Degree program in Chemistry	Universitetet i Tromsø
Materialer, energi og nanoteknologi	Universitetet i Oslo

Kilde: utdanning.no

Eksempelvis har NTNU startet et civilingeniørstudium inden for nanoteknologi i 2006. Og efterfølgende har UiO, UiB og Høgskolen i Vestfold startet tilsvarende uddannelser. Mange af de nyuddannede på de forskellige uddannelsesinstitutioner vil først være færdiguddannede i 2011, hvilket vil være vigtigt i forhold til fortsat at sikre en fortsat

kapacitetsopbygning af de miljøer inden for nanoteknologi og nye materialer, som NANOMAT har bidraget til at udvikle.

Flere af uddannelserne udspringer af de forskningsmiljøer, der har fået støtte af NANOMAT. Og dermed har NANOMAT indirekte haft en betydning for etablering af uddannelser på området. En lang række af interviewpersonerne i evalueringen – både projektledere og universitetsledere – understregede således, at opbygning af nye kompetencer gennem uddannelse af nye kandidater et vigtigt resultat af NANOMATs indsats. Samtidig er pegede de interviewede virksomheder på, at noget af det vigtigste for dem netop er uddannede kandidater inden for nanoteknologimiljøerne, der f.eks. har praksiserfaring fra laboratoriarbejde og indsigt i den nyeste nanoteknologiske viden.

Endvidere er erfaringen fra interviewene, at forskningsmiljøerne har en bred kontaktflade til virksomhederne og denne kontaktflade bruger miljøerne bl.a. til at formidle information om deres kandidater. På den måde bidrager miljøerne aktivt til at hjælpe kandidaterne i deres første fase i jobkarrieren. Endvidere er der en lang række af kandidaterne, som rekrutteres til ph.d.-studier inden for nanoteknologi og nye materialer med henblik på f.eks. videre arbejdede i forskningsmiljøer på universiteter.

### 5.3.3 NANOMAT har understøttet institutionernes egne investeringer i infrastruktur

Forskning inden for nanoteknologi og nye materialer kræver tunge investeringer i avanceret videnskabeligt udstyr og infrastruktur. Forskere inden for nanoteknologi og nye materialer er afhængige af metoder for f.eks. syntese og fabrikation, karakterisering, teori og modellering. Eksempelvis er avancerede renrum særdeles kostbare både i anskaffelse og drift og de kræver højt kvalificeret teknisk personel. Af ressourcemæssige hensyn kan der således kun være et begrænset antal tunge nanoteknologiske laboratorier (store forskningsfaciliteter) i Norge. På grund af de betydelige investeringer – dels i opbygning og vedligeholdelse – er det ofte et argument, at finansiering af national

infrastruktur er en fælles opgave for institutionerne, Forskningsråd og myndigheder.

NANOMAT er ikke i sig selv et infrastrukturprogram, selvom programmet har ydet bevillinger til infrastruktur i form af ”verktøyp Plattformene” som led i kapacitetsopbygning på en række prioriterede områder. Kun ca. 5 pct. svarende til 36 mio. kr. af programmets samlede midler er gået til forskningsinfrastruktur – og det var særligt i programmets tidligere faser, hvor midlerne gik til FUNMAT – i de senere år dog en større spredning, f.eks. Universitetet i Bergen, se tabel 5.11 for en oversigt.

Derimod er det et klart indtryk i evalueringen, at programmet har haft en væsentlig indirekte betydning for de infrastrukturinvesteringer, der er sket i forskningsmiljøerne og som har været helt nødvendige for at udvikle teknologiområdet nanoteknologi og nye materialer. I NANOMATs handlingsplaner fremgår det samtidig, at en central opgave for NANOMAT er at bidrage til samordning og udbygning af infrastruktur. Ambitionerne for NANOMAT har i den forbindelse været at sikre en national samordning af centrale infrastruktur satsninger, dels ved at understøtte de enkelte institutioners egne investeringer samt ved samarbejde med øvrige aktiviteter i Norges forskningsråd.

Mange af de nødvendige investeringer i forskningsinfrastruktur har miljøerne således selv stået for – ofte med ekstern finansiering fra fonde mv. Det gælder f.eks. NTNU's NanoLab i Trondheim, som nu er under etablering. NTNU NanoLab etableres som laboratorier med nanoteknologisk infrastruktur for syntese/definition af nanostrukturer ved kemiske, fysiske og biologiske metoder samt karakterisering af nanostrukturer. Et andet eksempel på institutionernes egne infrastrukturinvesteringer er MiNaLab hos UiO og SINTEF, som omfatter funktionelle materialer, mikro- og nanoteknologi og har sit hovedfokus på industrielle anvendelser. Ligeledes er laboratorier ved Høgskolen i Vestfold ved at blive etableret for at kunne bygge mikrosystemer. Ligeledes har Institutt for energiteknikk (IFE) etableret en såkaldt Jeep II-reaktor, der udgør en vigtig infrastruktur for norsk materialeforskning og til dels også for nanoteknologiforskningen.

**Tabel 5.12. Oversigt over NANOMATs støtte til verktøyplassformer**

Prosjekt-start	Institusjon	Prosjekttittel	Bevilling
<b>FUNMAT</b>			
2002	NTNU	Utstyr for elektronstrålelitografi (utstyr partene i FUNMAT)	1.200
2002	NTNU	Utstyr for spray-pyrolyse (FUNMAT)	1.300
2002	NTNU	Spin-coater (utstyr partene i FUNMAT)	100
2002	NTNU	Våtkjemisk utstyr (partene i FUNMAT)	250
2002	SINTEF	Kombinatorisk (utstyr partene FUNMAT)	800
2002	UiO	Utstyr for elektronstrålelitografi (utstyr partene i FUNMAT)	1.200
2002	UiO	ALCVD-reaktor (utstyr partene i FUNMAT)	500
2002	UiO	LPE-digel (utstyr partene i FUNMAT)	500
2002	UiO	Utstyrskjøp partene FUNMAT (Spin-coater Våtkjemisk utstyr)	350
<b>I alt</b>			<b>6.100</b>
<b>Øvrige</b>			
2004	IFE	Nytt pulver nøytron diffraktometer - PUS 2	5.000
2004	SINTEF	Pulsed Laser Deposition Laboratory	5.973
2009	SINTEF	FASTNMR - Solid-state Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy for Material Science	4.850
2009	UiB	The UiB Nano Platform	8.790
2004	UiO	Metal Organic Chemical Vapour Deposition (MOCVD) for synthesis of complex oxides	5.000
<b>I alt</b>			<b>29.613</b>
<b>Total</b>			<b>35.713</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss.

Selvom NANOMATs direkte bidrag til infrastruktur gjennom oppbygningen av verktøyplassformene (spesielt i forhold til NTNU NanoLab og UiO/Sintef MiNaLab), så er vurderingene dog fra evalueringens interviewpersoner (både prosjektledere samt universitetsledere), at NANOMATs generelle innsats har vært avgjørende for eksperimentell nanoteknologisk forskning

på høyt internasjonalt nivå i Norge og at investeringene i verktøyplassformene har vært et viktig instrument for å sikre mange aktører i det nasjonale forskningssystemet tilgang til relevant infrastruktur. Likeledes vurderes det fra interviewpersonene, at NANOMATs samarbeide med Avansert vitenskapelig utstyr (AVIT) har hatt en stor betydning for koordineringen av investeringene til forskningsinfrastruktur på institusjonene.

### 5.3.4 Fra konkurranse om midlerne til samarbeide

Med målretningen av NANOMATs midler mot allerede etablerte nasjonalt koordinerte forskergrupper samt med koblingen av nasjonalt koordinerte prosjekter til disse forskergrupper fikk Norges forskningsråd skapt en situasjon i forskningssektoren, hvor miljøene gikk fra å konkurrere mot hinanden om de samme forskningsmidler til å utvalgte miljøer samarbeide og samordne.

Med tiltaket fikk man dermed utviklet en samspilsorientert organisasjonsstruktur, som muliggjør koordinering og nasjonal arbeidsdeling, på såvel overordnet nivå som på prosjektnivå. Det har vært en viktig forudsætning for et stort program som NANOMAT i forhold til å kunne prioritere innsatsen og få mest mulig verdi ut av de investerte midler. Samtidig har det vært helt nødvendig i forhold til å oppbygge en sterk nasjonal kompetanse innen for nanoteknologi og nye materialer spesielt med et utgangspunkt med små og fragmenterte forskningsgrupper, som meget karakteriserte de norske miljøene ved programmets start i 2002.

På den måte har Norges forskningsråd i dette tilfellet agert som en strategisk endringsagent og har skapt rammer for endring av nogle grunnstrukturer i samarbeide, koordineringen og arbeidsdelingen i forskningssektoren, som ellers ikke ville have vært skapt. Dels i forhold til internt på institusjonene og dels på tvers av institusjoner, f.eks. universitetssektoren og institusjonssektoren i Norge. Og på den måte har tiltaket vært et viktig strategisk grep for Norges forskningsråd, der har

lagt rammerne for, at NANOMAT har kunnet fungere som et stort program.

Som sagt har strategien med den fokuserede indsats været nødvendig for at udvikle den norske forskning. Det er dog samtidig et relevant spørgsmål, om strategien har været for fokuseret – og om den i tilstrækkelig grad har sikret sig, at kvalificerede miljøer er kommet i betragtning og at ansøgninger er vurderet på kvalitet frem for, om projekterne understøttede eksisterende miljøer. I hvilket omfang har man åbnet op for tilstrækkelig konkurrence om midlerne og muliggjort, at nye miljøer kan få adgang til midlerne i NANOMAT?

## 5.4 Styrket national arbejdsdeling og samspil – dog inden for etablerede fagmiljøer

### 5.4.1 Styrket arbejdsdeling og derved synergimuligheder

Et sigtemål i norsk forskningspolitik (jf. bl.a. Stortingsmeldingen ”Klima for forskning” (2009)) er at politiske krav og incitamenter skal bidrage til at, der etableres et institutionslandskab med stærke faglige miljøer. Der skal derfor løbende i - bl.a. Forskningsrådet - arbejdes med processer, som fører til koncentration af de faglige aktiviteter og til arbejdsdeling mellem institutioner. Det kan dreje sig om forskellige processer som leder til forpligtende aftaler om arbejdsdeling fra aftaler mellem beslægtede fakulteter på flere institutioner om fordeling af fagporteføljer til samarbejde om fælles forskningsprojekter.

Norges forskningsråd har en vigtig forskningspolitisk rolle som strategisk ændringsagent, som bl.a. indebærer, at rådet etablerer rammer og incitamenter for arbejdsdeling og koordination i forskningsmiljøerne. Og et vigtigt mål for NANOMAT er netop at understøtte en sådan arbejdsdeling mellem forskningsmiljøerne i Norge inden for nanoteknologi og nye materialer. En sådan arbejdsdeling skal bl.a. sikre:

- Øget kvalitet i forskning ved at de bedste ressourcer ved forskellige institutioner ses i sammenhæng.

- Forbedret ressursudnyttelse ved at komplementaritet kan udnyttes fremfor opbygning af overlappende kompetence,
- Effektiv udnyttelse af tungt videnskabeligt udstyr, som kun findes ved en eller to institutioner,
- En samlet aktivitet som i international sammenhæng har tyngde til at blive en attraktiv partner.

Resultaterne af selvevalueringen blandt projektledere ved FoU-institutioner af NANOMAT-støttede projekter peger også på, at programmet har bidraget til en styrket arbejdsdeling blandt norske forskningsmiljøer. 53 procent af projektlederne vurderede, at programmet har haft nogen effekt på arbejdsdelingen, mens 11 procent mente at NANOMAT i høj grad har bidraget til en styrket arbejdsdeling mellem norske biotek forskningsmiljøer. Selv blandt de forskere, der har søgt, men ikke fået midler i NANOMAT, er der tilbøjelighed til at mene, at NANOMAT har bidraget til større arbejdsdeling og koordination blandt forskningsmiljøerne i Norge. Dog er der forventeligt også mange blandt denne gruppe forskere, der udtrykker skepsis for NANOMATs betydning her. Mange blandt disse forskere mener, at enten har NANOMAT kun haft lidt betydning eller slet ingen betydning for større arbejdsdeling og koordination mellem forskningsmiljøerne i Norge. Det betyder, at svaret altså ikke er entydigt, når man spørger en bred gruppe af forskere.

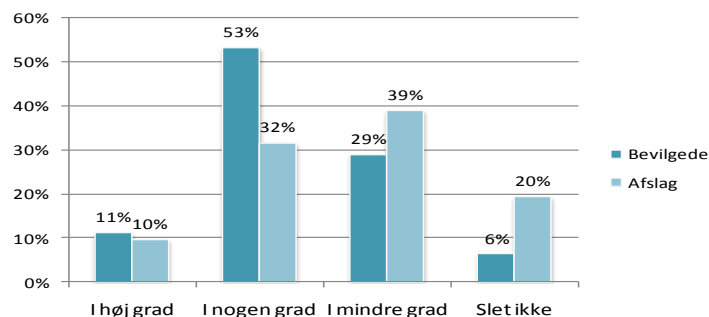
En væsentlig forklaring på dette kan være, at koordineringen er knyttet til udmøntningen af de nationalt koordinerede projekter, der primært er forankret i FUNMAT-konsortiedeltagere og i mindre grad Complex-konsortiet. Og mange af forskerne fra disse miljøer peger på, at NANOMAT støtten har været meget vigtig for samarbejdet mellem forskellige forskningsgrupper i Norge. Og der har været tale om effektivt, unikt, og reelt samarbejde og koordinering. For mange har det medført fælles publikationer mellem de forskellige grupper, udveksling af studerende samt udstyr. Flere af de adspurgte forskere i de kvalitative interviews kunne pege på flere eksempler på, at øget praktisk samarbejde i koordinerede projekter har ført til bedre videnskabelige resultater end hvis institutionerne eller forskerne arbejdede hver for sig. Samtidig er der eksempler på, at nye samarbejdskonstellationer er opstået – dels på

ledelsesstrategisk niveau og på operationelt niveau i de enkelte forskningsgrupper.

På den anden side, er det samtidig det blevet argumenteret af flere af de interviewede universitetsledere, at til trods for den overordnede målsætning om at undgå duplicering af aktiviteter, så peger flere repræsentanter i miljøerne på, at der også er grænser for koordination og arbejdsdeling. Der fremhæves det argument, at der inden for grundforskning - specielt inden for nanoteknologiområdet - vil være en række forskningstemaer og metodikker af en så generisk karakter, som gør, at kompetencer må foreligge ved såvel den ene forskningsinstitution som den anden.

**Figur 5.5. NANOMATs betydning for arbejdsdeling**

I hvilken grad har NANOMAT, etter din vurdering, bidratt til en styrket arbejdsdelingen mellom norske forskningsmiljøer innenfor nanoeknologi?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=62 projektledere (bevilgede), N=41 projektledere (afslag).

Samtidig er det blevet peget på i interviewene, det ikke alene er NANOMAT, der har bidraget til øget koordination og arbejdsdeling i forskningsmiljøerne, men der også andre initiativer, der har haft betydning. Der gennem de seneste år blevet etableret mange nye institutionsbaserede samarbejds-konstellationer, som har relation til nanoteknologi og nye materialer. Dette har til dels været resultat af Forskningsrådets invitationer til store ansøgninger til bl.a. Senter for

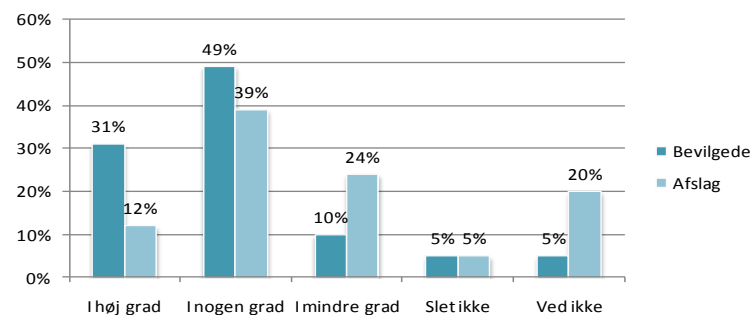
fremragende forskning (SFF), Senter for forskningsbasert innovasjon (SFI) og Storforsk) og Senter for miljøvennlig energi (FME). Ligeledes kan nævnes etableringen af stærke erhvervsnetværk som Norwegian Centres of Expertise (NCE) samt institutionsstrategiske tiltag som f.eks. Geminisentre mellem SINTEF og NTNU.

#### 5.4.2 Øget samarbejde mellem norske forskningsmiljøer

Evalueringen peger på, at de forskere og forskningsmiljøer, som har deltaget i NANOMAT-støttede projekter har oplevet øget samspil med andre norske forskningsmiljøer. Figur 5.6 viser, at 80 pct. (i høj grad eller nogen grad) af projektledere ved FoU-institutioner på NANOMAT-støttede projekter vurderer, at NANOMAT har bidraget til øget samspil mellem norske forskningsmiljøer inden for nano- og materialeteknologi (se boks 5.3 for et eksempel på samspil mellem forskningsmiljøer). Ligeledes er der overraskende mange forskere, der har søgt om midler i NANOMAT, men fået afslag, der vurderer, at programmet har understøttet samspil mellem miljøerne.

**Figur 5.6. Generel styrkelse af samspil mellem norske forskningsmiljøer**

I hvilken grad vurderer du at programmet har bidratt til en generell økning i samspill mellom norske forskningsmiljøer innenfor nano- og materialteknologisk forskning?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=61 projektledere (bevilgede), N=41 projektledere (afslag)

Tallene indikerer, at der er en bred gruppe af forskere i forskningsmiljøerne, der betoner NANOMATs positive betydning for samspillet mellem miljøerne.

Projektlederne indikerer yderligere i selvevalueringen af deres projekter, at samspillet med andre norske forskningsmiljøer primært har været omkring fælles forskningsprojekter (87 procent), fælles videnskabelige publikationer (78 pct.), uformelt samspil omkring forskningsaktiviteter (71 pct.) og adgang til forskningsinfrastruktur (71 pct.). Cirka halvdelen af projektlederne har desuden samarbejdet med andre forskere om fælles videnskabelige netværk og conferenceaktivitet, mens en tredjedel har indgået samarbejde omkring forskeruddannelse, medarbejderudveksling og fælles formidlingsaktiviteter.

En væsentlig årsag til det øgede samspil mellem miljøerne har været implementeringen af de nationalt koordinerede projekter, der har en størrelse, som giver rum for samspil, og hvor der er et ledelses- og organisatorisk ramme for forskningsprojekterne. Samtidig peger de kvalitative interviews blandt forskerne og universitetslederne samt spørgeskemaundersøgelsen på, at det netop har haft en afgørende betydning for samarbejdet og koordineringen mellem miljøerne, at NANOMAT-projekterne – specielt de nationalt koordinerede projekter – har haft en ledelsesforankring.

Flere af interviewpersonerne har understreget, at forskningsledelse på højt niveau er en altafgørende forudsætning for at samarbejde og koordinere - dels institutionsinternt men også mellem institutioner – kan fungere i fold til at skabe synergier og optimal udnyttelse af ressourcer. Eksempelvis vil det ofte ske i forskningsprocesser, at der vil opstå interessekonflikter og uenighed, hvilket kræver ledelsesudøvelse at håndtere sådanne situationer. Samtidig er det ledelsesmæssigt krævende at etablere overordnede institutionsforankrede strategier, der skal understøtte nationale forskningspolitiske strategier og prioriteringer. Generelt er det indtrykket fra de kvalitative interviews, at en sådan ledelsesudøvelse har været til stede, når det f.eks. gælder samarbejdet mellem IFE, UiO, NTNU og SINTEF i FUNMAT-konsortiet. Og ligeledes er det indtrykket fra interviewene, at man ser det som positivt, at Forskningsrådet i sine udlysninger i NANOMAT stiller krav om deltagelse af

flere forskningsmiljøer, idet det reducerer protektionisme blandt forskningsmiljøerne.

### Boks 5.3. Case: Vejen mod hydrogensamfundet

#### Et bredt samarbejde og et ambitiøst projekt

Etableringen af denne værktøjsplatform skete i regi af FUNMAT og var et samarbejde mellem Universitetet i Oslo, NTNU, Institutt for energiteknikk og SINTEF. Det var et nationalt koordineret projekt med tre underprojekter; "Fuel cells and membranes", "Oxides for energy conversion and power electronics" og "Synthesis and fabrication". Projekterne omhandlede alle funktionelle oxider, det vil sige reaktioner mellem oxygen og et metal, som kan benyttes i energiteknologi på forskellig vis. Formålet var at skabe teknologi til udviklingen af det hydrogenbaserede samfund, som kunne bringe Norge i førerposition i udviklingen af hydrogenløsninger. Projektet var baseret på eksisterende kompetencer i de deltagende universiteter og forskningsmiljøer, som allerede havde kendskab til hinanden gennem FUNMAT. Samarbejdet blev koordineret ved at etablere et klyngesamarbejde mellem forskningsgrupperne i projekter på de forskellige institutioner.

#### Et skridt på vejen mod hydrogensamfundet

Formålet med projektet var at bidrage til løsningen af de samfundsmæssige udfordringer i forhold til bæredygtig udnyttelse af energikilder. Projektet omhandlede udvikling af energikilder baseret på både fossile brændsler og vedvarende energikilder specielt solenergi. En bæredygtig udnyttelse af energikilder er afhængig af udvikling af effektive og hensigtsmæssige materialer og processer til både at producere energi, lagre og distribuere den.

#### Verdensrekord i membraner

Under dette paraplyprojekt er der udviklet effektive uorganiske membraner til at adskille CO<sub>2</sub> og hydrogen fra naturgas og vand. Projektleder Rune Bredesen har præsenteret membraner af få mikrometers tykkelse bestående af en blanding af ædelmetallerne palladium og sølv, og som kan holde til et gstryk på optil 26 bar. Membranerne kunne gennemtrænges af to til tre gange så meget hydrogen som andre eksisterende membraner i 2007, hvilket dermed var en verdensrekord indenfor dette felt. Forskergruppens studier viste at denne membrantype kunne forbedres yderligere ved varmebehandling, hvilket åbnede op for endnu mere effektiv hydrogen produktion.

#### Stor kompetenceopbygning fra brændstof- til energiproduktion

Functional Oxides for Energy Technology var et paraplyprojekt med flere

underprojekter, der har været med til at øge samarbejde mellem de forskellige forskningsinstitutioner indenfor dette område gennem forskerprojekter, konferencer og fælles videnskabelige publikationer. Udover et øget samarbejde nationalt mellem FUNMAT aktørerne, har projektet øget internationalisering i form af samarbejde med internationale forskere fra forskellige udenlandske topmiljøer. Gennem projektet er der udviklet stærke kompetencer og videnskabelig kapacitet i hele energikæden fra membraner til produktion af "brændstoffet" oxygen og hydrogen, over transport og opbevaring af disse gasarter i faste stoffer, til effektiv energiproduktion i brændselsceller. Projektet har været en vigtig brik i kapacitetsopbygning i disse forskningsmiljøer indenfor funktionelle oxider, som har kunnet videreføre projekterne og den udviklede viden ved flere bevillinger fra NANOMAT og RENERGI.

#### Spin off virksomheden CerPoTech

CerPoTech blev dannet i 2007 af professorer, der deltog i dette projekt. Virksomheden producerer keramisk oxid pulver af høj kvalitet og er baseret på den viden, der er udviklet i dette projekt. Den er specialiseret i pulverproduktion med stor kontrol over partikelstørrelse og med høj homogenitet. CerPoTech leverer keramisk oxid pulver til kommerciel brug indenfor produktion af avancerede nanomaterialer.

**Projekttitel:** Functional Oxides for Energy Technology

**Støtte fra NANOMAT:** 36 mio. kr. til værktøjsplatformen, foruden flere andre bevillinger til underprojekterne.

**Deltagere:** UiO, NTNU, SINTEF og IFE.

**Projektleder:** Rune Bredesen, SINTEF.

Projektperiode: 2006-2009

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

### 5.4.3 Bilaterale samarbejde kernen i forskningssamarbejde

På baggrund af den førnævnte bibliometriske analyse af publikationer fra NANOMAT-støttede projekter, er der gennemført en analyse af forskningssamarbejde som målt på samforfatterskab af publikationer. Denne analyse har haft fokus på de fire partnere i FUNMAT/COMPLEX-konsortierne. Tabel 5.13 viser hvor ofte FUNMAT/COMPLEX-partnerne har

samarbejdet om videnskabelige publikationer. Den viser at FUNMAT/COMPLEX-partnere overordnet set har været ene- eller medforfattere på 82 pct. af de i alt 533 publikationer, som er identificeret fra NANOMAT-projekter på baggrund af projekternes indrapporteringer til Forskningsrådet og efterfølgende søgninger i den bibliometriske database Web of Science.

På 62 pct. af alle NANOMAT-publikationer, eller i alt 331 publikationer, finder vi en, men kun én, af de fire FUNMAT/COMPLEX-partnere. Disse publikationer kan være udarbejdet af den pågældende partner alene, eller i samarbejde med andre organisationer i Norge eller udlandet. På en femtedel (99) af alle NANOMAT-publikationer, finder vi et samarbejde mellem to af de fire FUNMAT/COMPLEX-partnere, og på kun 2 pct. (8) finder vi tre af partnerne. Der findes ikke nogen publikationer i datasættet, hvor alle fire organisationer optræder. Bemærk igen, at alle artiklerne kan være udarbejdet i samarbejde med yderligere partnere udenfor FUNMAT/COMPLEX-konsortierne.

**Tabel 5.13. Samarbejde mellem FUNMAT/COMPLEX-partnere, målt på samforfatterskab af forskningsartikler (2000-2010)**

Publikationer forfattet af...	Antal publikationer	Som andel af alle 533 NANOMAT-publikationer
1 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	331	62%
2 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	99	19%
3 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	8	2%
Alle 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	0	0%
<b>FUNMAT generelt</b>	<b>438</b>	<b>82%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science (WoS). N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

Disse tal indikerer en række ting. For det første understreger de betydningen af FUNMAT-konsortiepartnerne for forskningsaktivitet i NANOMAT, da disse partnere på forskelligvis er involveret i langt



størstedelen af forskningsproduktionen fra programmet. For det andet viser tallene, at der primært pågår bilateralt samarbejde mellem FUNMAT/COMPLEX-partnerne. Det kan tyde på, at samarbejdet i konsortiet primært har karakter af arbejdsdeling, erfaringsudveksling samt bilateralt samarbejde snarere end større, multilaterale samarbejdsprojekter på tværs af partnerorganisationerne.

Det betyder imidlertid ikke, at bilateralt samarbejde er utilstrækkeligt i videnskabelige netværk. Ofte vil forskningssamarbejde i praksis netop være bilaterale. Tanken om at flere eller alle partnere i et netværk skal være indblandede i alle delprojekter i et større projekt og dermed sampublicere fungerer sjældent i praksis. Ofte er forskere mere fokuserede på smalle problemstillinger inden for et større projekt og derfor vil de fleste publikationer omfatte normalt 2 eller 3 partnere i et større netværk. Dog kommer samarbejdskonstellationerne til at skifte fra artikel til artikel – hvilket i realiteten er styrken i forskningsnetværk. Et netværk behøver nødvendigvis ikke at være multilateralt førend, at et netværk kan være fremgangsrigt eller have stor videnskabelig værdi.

#### 5.4.4 Samarbejde lukket om FUNMAT og COMPLEX

Tabel 5.14 viser hvor ofte FUNMAT/COMPLEX-partnerne samarbejder med øvrige norske organisationer. Mere præcist har vi identificeret antallet af norske organisationer (forskningsinstitutioner eller virksomheder), som står som ansættelsessted for medforfattere på hver publikation, men som *ikke* er en af de fire FUNMAT/COMPLEX-partnere.

Tabellen viser at kun 7 pct. af alle NANOMAT publikationer er medfattet af en af de fire FUNMAT/COMPLEX-partnere og en eller flere øvrige norske organisationer. Der er ikke nogen publikationer i datasættet, hvor to eller flere FUNMAT/COMPLEX-partnere optræder som medforfattere sammen med øvrige norske organisationer. Dette indikerer at FUNMAT/COMPLEX-konsortierne er meget lukket om sig selv, i hvert fald hvad angår decideret forskningssamarbejde som resulterer i forskningspublikationer.

**Tabel 5.14. Samarbejde mellem FUNMAT/COMPLEX-partnere og øvrige norske organisationer, målt på samforfatterskab af forskningsartikler (2000-2010)**

Publikationer forfattet af en eller flere norske organisationer uden for FUNMAT/COMPLEX og...	Antal publikationer	Som andel af alle 533 NANOMAT-publikationer
1 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	32	6%
2 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	4	1%
3 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	1	0%
Alle 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	0	0%
<b>FUNMAT generelt</b>	<b>37</b>	<b>7%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science (WoS). N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

Tabel 5.15 viser, hvor ofte FUNMAT/COMPLEX-partnerne samarbejder med udenlandske organisationer (forskningsinstitutioner eller virksomheder). Tabellen viser at 35 pct. af alle NANOMAT publikationer er medfattet af en af de fire FUNMAT-partnere og en eller flere udenlandske organisationer.

**Tabel 5.15. Samarbejde mellem FUNMAT/COMPLEX-partnere og udenlandske organisationer, målt på samforfatterskab af forskningsartikler (2000-2010)**

Publikationer forfattet af en eller flere udenlandske organisationer uden for FUNMAT/COMPLEX og...	Antal publikationer	Som andel af alle 533 NANOMAT-publikationer
1 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	188	35%
2 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	36	7%
3 af de 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	3	1%
Alle 4 FUNMAT/COMPLEX-partnere	0	0%
<b>FUNMAT generelt</b>	<b>227</b>	<b>43%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science (WoS). N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

Dette understreger, at der er en forholdsvis høj grad af internationalt samarbejde i NANOMAT-projekterne som målt på medforfatterskab med udenlandske organisationer. Tabellen viser også, at der kun på 7 pct. af alle NANOMAT-publikationer optræder to af de fire FUNMAT/COMPLEX-partnere som medforfatter på en artikel sammen med en eller flere udenlandske organisationer. Dette indikerer, at det udenlandske forskingssamarbejde, ligesom samarbejdet inden for Norge, er forholdsvis bilateralt.

## 5.5 Forskningen kan styrkes ved højere krav og større projekter

Som beskrevet i de foregående afsnit i det foregående kapitel, så har NANOMAT medvirket til et kompetenceløft i norsk nanoteknologisk og materiale teknologisk forskning. Evalueringen viser dog også, at der er et potentiale for at styrke norsk forskning yderligere fremover.

NANOMAT var som tidligere nævnt et vigtigt skridt i den rigtige retning og har betydet, at norske forskningsmiljøer har fået mulighed for at gøre sig gældende i den internationale forskningsverden. Samtidig er der dog udbredt enighed blandt de forskere, som evaluatorene har været i kontakt med, at der stadig er et betydeligt stykke vej til forskningsfronten for norsk forskning. Ambitionerne for NANOMAT-programmet er ikke fuldt ud indfriet endnu – og derfor er det vigtigt at fastholde og udbygge forskningsindsatsen i programmet.

I dette afsnit ser vi nærmere på, hvordan norsk forskning i nanoteknologisk og materiale teknologisk forskning kan styrkes yderligere, som er udspringet af denne evaluering. Mere præcist sætter vi fokus på to temaer: a) Potentialet for at sætte mere fokus på forskningsexcellence og b) Muligheden for at etablere flere, større projekter.

### 5.5.1 Potentiale for løft i forskningsexcellence

I NANOMATs programplaner gives der udtryk for en ambition om, at Norge skal være verdensledende på udvalgte områder af særlig strategisk betydning eller der hvor Norge har specielle fortrin. Men dette kræver yderligere excellent forskning. Selv om norsk forskning har fået et betydeligt kompetenceløft, så er vurderingen dog fra flere af de interviewede forskere, at der stadig lang vej endnu for på flere områder inden for nanoteknologi og nye materialer at komme med op i den internationale forskningsfront.

Projektledere i NANOMAT-støttede projekter påpeger i evalueringens kvalitative interviews, at der er behov for et øget fokus på dokumenteret forskningskvalitet i eksempelvis vurdering af ansøgninger til NANOMAT. Det lyder bl.a., at der i Forskningsrådet ikke lægges nok vægt i projektansøgninger på ansøgernes dokumenterede faglige og forskningsmæssige kvalifikationer (i et internationalt perspektiv) og på bidraget til "state of the art" inden for forskningsfeltet. Ligeledes er der gennem interviewene blevet peget på, at der ikke stilles skarpe nok krav til international formidling og synliggørelse af forskningsresultater. Samtidig har flere peget på, at faglige/forskningsmæssige kvalifikationer ikke vægtes tungt nok i evalueringer af projektansøgninger.

En række forskere efterlyser bedre rammer for læring mellem forskningsråd og forskningsmiljøer. Respondenter efterspørger både interim evalueringer af projekter (af Forskningsrådet og/eller fagpaneler, som kan stoppe bevillinger hvis fremskridt ikke er tilfredsstillende) men også ex post evalueringer – herunder fageksperters vurdering af resultaterne af projekterne – som både kan danne grundlag for feedback til projektdeltagerne og for dokumentation af forskernes videnskabelige præstationer i forbindelse med vurderinger af fremtidige ansøgninger om forskningsmidler.

Forskningsrådet er dog i stigende grad begyndt at følge op på projekterne i NANOMAT for at sikre, at projekterne administreres inden for rammerne af bevillingerne. Disse opfølgninger handler således mere om at sætte fokus på projekternes administrative sider end forskningskvaliteten i projekterne. NANOMAT har ad flere runder gennemført aktiv opfølgning

og justering af de større projekter, f.eks. i 2004-2005 og senest i 2008-2009, hvor bl.a. ca. 40 af de 140 løbende blev omfattet af processen. Erfaringerne har været, at denne type opfølgning har givet Forskningsrådet ikke bare værdifuld information om driften af projekterne, men også i nogen tilfælde afdækket afvigelser, som har medført økonomisk opfølgning af projekterne (fra stop i løbende udbetalinger til stop af selve projektet). Fra NANOMATs side ser man derfor denne type projektbesøg som et godt værktøj for at holde god kontakt med projekterne. Det er indtrykket, at NANOMAT vil bruge sådanne værktøjer mere aktivt i fremtiden, bl.a. i samarbejde med øvrige programmer i Forskningsrådet, således at man fra flere programmer besøger de samme fagmiljøer, som man er fælles om at finansiere.

### 5.5.2 Mere fokus på større til større integrerede forskerprojekter

Norske forskere påpeger ofte, at forskningsprojekter er relativt mindre i Norge end i en del af de lande, som Norge typisk sammenligner sig med. Ydermere efterspørger mange af de forskere, som evaluatorene har været i kontakt med i forbindelse med denne evaluering, at der er behov for at tænke i større projekter.

For eksempel fremhæver flere projektledere under interviewene samt i spørgeskemaundersøgelsen, at der i ethvert projekt i et Stort program bør skabe den tilstrækkelige kritiske masse, som er nødvendig for at kunne rumme tværfaglige perspektiver og/eller flere dele af forskningsværdikæden effektivt inden for det enkelte projektteam. Ligeledes fremhæver flere, at 4-5 mio. kr. ikke er nok til at løfte et ambitiøst projekt. Mange forskere peger på, at 10 mio. kr. over 4 år er den nedre grænse for, hvor små bevillinger må være, hvis man både skal ansætte et par dygtige forskere (f.eks. både en ph.d. og en mere erfaren post.doc.) og etablere de rette forskningsfaciliteter.

Ser man på de konkrete tal i NANOMAT, så er det karakteristisk, at programmet generelt giver støtte til relativt små forskningsprojekter i forhold til en forventning om, at Store programmer skal have merværdi,

langsigtethed, tyngde og større strategisk sigte, der rækker ud over ordinære forskningsprogrammer. Ganske vist er der givet store bevillinger på op til 52 millioner kr. til nationalt koordinerede projekter og 10 millioner for forskerprojekter, men den gennemsnitlige bevilling til nationalt koordinerede projekter er 13 millioner, mens et gennemsnitligt forskerprojekt og et erhvervsrettet projekter ligger på 4-5 millioner kr.

NANOMATs relative små bevillinger til projekter understreges yderligere af tabel 5.16, hvoraf det fremgår, at 98 pct. af forskerprojekterne og 100 pct. af KMB-projekterne under NANOMAT har en bevilling på mindre end 10 millioner. Til sammenligning viser tallene for sammenlignelige satsninger i Det Strategiske Forskningsråd i Danmark, at 85 pct. af bevillingerne til disse satsninger på over 10 mio. kr. Det betyder ikke, at det netop er sådanne størrelsesordener, man skal sigte efter i NANOMAT, men det giver alligevel noget at måle sig op mod. Men man bør alligevel rejse spørgsmålet i denne evaluering, om de nuværende projekters gennemsnitlige størrelse i NANOMAT er bedre gearet til et ordinært forskningsprogram end til et Stort program som NANOMAT, der skal skabe sammenhængskraft og kompetenceløft i nationalt regi.

**Tabel 5.16. Andel af projekter fordelt på bevillingsstørrelse for udvalgte støtteformer (2002-2010)**

	Forskerprojekter	KMB og ISP	Nat. Koord. projekter	Samlet
Under 1 mill. kr.]	6%	15%	27%	11%
]1 mill. - 5 mill. kr.]	50%	69%	33%	50%
]5mill. - 10 mill. kr.]	43%	8%	7%	30%
]10 mill. - 20 mill. kr.]	2%		13%	4%
]20 mill. - 50 mill. kr. ]	-	8%	13%	4%
]50 mill. - 100 mill. kr.]	-		7%	1%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss.

Evalueringen viser, at administrationen af NANOMAT allerede har taget større skridt til at udvikle nye støtteformer i retning af større projekter for at skabe øget volumen, kritisk masse og bedre koblinger og samspilsarenaer mellem f.eks. offentlig forskning og næringsliv. Der har i NANOMAT administrationen været en erkendelse af, at der er behov for

større integrerede projekter, der på en mere fundamental måde skaber en samspilsarena mellem forskning og erhvervsliv, og hvor man målrettet sætter fokus på at integrere grundlæggende og mere anvendt forskning i et og samme projekt.

Derfor blev brugen af støtteformen "Storprojekt" anbefalet i den nationale strategi for nanoteknologi i 2006, og blev implementeret i NANOMATs programplan for 2007-2011, bl.a. i en erkendelse af, at erhvervslivet nu (i 2006) var mere modent end ved programmets opstart (i 2002) til at deltage i samspil med forskningsinstitutioner. I den praktiske implementering valgte rådet derfor at bruge ISP støtteformen (uden krav til kontantbidrag fra erhvervslivet), som var den som støtteform i Forskningsrådet, som man vurderede bedst imødekom de strategiske tanker i konceptet "Storprojekt". Det resulterede i, at NANOMAT i 2007 bevilgede et ISP projekt (36 mio. kr.), hvilket efter evalueringens vurderinger er relativt sent i programperioden. Hvis NANOMAT skal bevilge flere større projekter, der er dog behov for, at der i programmet stilles eksplicitte og øgede krav om forskningsledelse i projekterne således, at fordelene ved at etablere store forskningsprojekter frem for mindre forskningsprojekter udnyttes.

Projektstørrelse er vigtig af flere årsager. For det første betyder flere midler en bedre mulighed for at opnå **kritisk masse**. Større projekter kan frikøbe flere forskere og ikke mindst ansætte flere ph.d'er og post docs. Især det sidste efterspørges af mange forskere (herunder både NANOMAT-projektledere og afviste ansøgere til programmet), fordi yngre forskere øger forskningskapaciteten her og nu i projektet (blandt andet fordi yngre forskere ofte har mere forskningstid end seniorforskere, som også skal indfri betydelig krav til undervisning og administrativt arbejde), samtidig med at deres uddannelse og træning er vigtig for at udbygge forskningsmiljøet langsigtede kompetencer og kapacitet.

For det andet muliggør større projekter et **større og mere langsigtet ambitionsniveau**. Jo mere kortvarige projekter er, jo mere vil de typisk fokusere på afgrænsede (og derfor også kendte) problemstillinger. Samtidig vil forskerne være afhængige af at skulle indhente yderligere midler inden for kort tid, hvilket stiller krav til hurtige forskningsresultater og publikationer. Disse faktorer er alle med til at fremme mindre

ambitiøse og mindre banebrydende projekter. Større midler muliggør mere ambitiøse, risikofyldte og langsigtede projekter.

For det tredje er en større projektstørrelse ofte nødvendig for at fremme **forskningssamarbejde**. Dette gælder for *samarbejde mellem forskningsmiljøer*, særligt når de er forankret i forskellige institutioner, da denne type samarbejde alt andet lige er mere tids- og koordineringskrævende end intra-institutionelt forskningssamarbejde. Det gælder også for *tværfagligt samarbejde*, herunder eksempelvis translationelle forskningsprojekter. Tværfaglige projekter har et vigtigt potentiale for at understøtte mere problemorienteret og derved samfundsrelevant.

Sidst men ikke mindst opstår *frugtbare samarbejder* med erhvervslivet ofte i større projekter med delfinansiering fra det offentlige såvel som virksomhedsdeltagerne. Videnskabelige studier af offentligt-privat forskningssamarbejde i USA og i Europa viser at virksomheders formelle samarbejde med universiteter groft sagt kan inddeles i to typer:

- **Store og ambitiøse projekter**, som ofte inddrager mange partnere (offentlige såvel som private) i forskning omkring fælles problemstillinger med et generisk element. Det vil sige, at teknologiske eller videnskabelige fremskridt har skabt et fælles behov for ny viden eller metoder, som efterfølgende kan anvendes af flere forskellige typer af virksomheder og brancher, og som forskerne har både viden og interesse i at bidrage til.
- **Mindre og mere fokuserede projekter**, som typisk er bilaterale eller mindre multilaterale samarbejder med fokus på mere konkrete udfordringer, muligheder og problemstillinger i virksomheders forsknings- og udviklingsaktiviteter, som falder sammen med specialiserede kompetencer i forskningsmiljøerne.

Begge type projekter ses blandt andet inden for nanoteknologi og nye materialer. Den første er dog mere interessant i et stort program, fordi den åbner for et bredt og produktivt samspil mellem erhvervslivet og forskningsmiljøerne, som er svært at etablere uden offentlig medfinansiering, og som samtidig skaber viden, kompetencer og metoder som har et generisk element og derfor potentiel relevans for en bred vifte

af forskere og virksomheder. Derudover åbner denne type større projekter, fordi de indebærer et projektomfang og en arbejdsdeling mellem både akademiske og private aktører, op for at man kan skabe effektive koblinger mellem grund-forskning, anvendt forskning og innovation inden for et enkelt projekt.

## 5.6 Mere strategisk fokus på internationalisering

Forskning er traditionelt set meget international, og det gælder også for forskningsområderne inden for NANOMAT. Det ligger i forskningens natur at søge viden og samarbejde på tværs af landegrænser. Ofte betragtes internationalisering som nødvendigt for at fremme forskningskvalitet, eller som en naturlig konsekvens af forskningskvalitet.

For at skabe stærke forskningsmiljøer er det derfor afgørende, at miljøerne har et tæt internationalt samspil og er attraktive samarbejdspartnere for stærke internationale forskningsmiljøer. International grundforskning er baseret på et "give and get" princip. Hvis de norske forskningsgrupper ikke er i den internationale superliga inden for udvalgte områder, vil Norge ikke være en interessant samarbejdspartner i det europæiske og det internationale forskningsrum. Det er afgørende her at have en fokuseret oprustning af norske forskningsmiljøer og tilpasning af de norske aktiviteter for at få mest mulig ud af satsninger i EU's rammeprogrammer med relevans for NANOMAT.

Internationalisering af forskning er et vigtigt fokusområde i den seneste forskningspolitiske Stortingsmelding "Klima for forskning" (2009) og allerede i Stortingsmeldingen "Vilje til forskning" fra 2005 blev internationalisering af forskning gjort til en af de tre gennemgående strukturelle prioriteringer i norsk forskning. Som opfølgning herpå udformede Kunnskapsdepartementet i 2008 en internationaliseringsstrategi: *Strategi for Norges samarbeid med EU om forskning og utvikling*. Et centralt element i strategien er at skabe samspil og synergi mellem nationale satsninger i Norge og satsninger på EU-niveau, f.eks. i EU's rammeprogrammer for forskning og teknologiudvikling. Hermed blev der lagt op til, at der gennem strategiske

tiltag skal sikres sammenhæng og sammenfald mellem tematiske forskningsprioriteringer i Norge og i EU.

Internationalisering er derfor også et centralt aspekt i NANOMAT. Store programmer som NANOMAT forventes at deltage i internationalt forsknings-samarbejde og bidrage til et samspil mellem norske forskningsmiljøer og erhvervsliv og ledende forskningsmiljøer i udlandet inden for programmets tema.

Evalueringen viser, at den fokuserede satsning i NANOMAT på kompetence- og kapacitetsopbygning i de norske nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøer siden 2002 har styrket disse miljøer internationalt. Desuden viser evalueringen, at NANOMAT som Stort program generelt har gjort meget for at styrke internationalt samarbejde ved forskellige initiativer, men at det primært for alvor først er sket i den senere fase af NANOMAT. Det internationale samarbejde har bidraget til en bedre synlighed om den norske nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøer, hvor synligheden om miljøerne var ganske lille før 2002. Finansieringen af norske fagmiljøer gennem forskningsmidler, internationale NANOMAT-konferencer, studieture, ERA-net mv. har gjort miljøerne mere attraktive og derved gjort dem lettere for dem at opnå succes på internationale arenaer som f.eks. EU's rammeprogrammer for teknologisk udvikling og forskning.

### 5.6.1 Stigende fokus på internationalisering i NANOMAT

Evalueringen viser, at selvom NANOMAT i sit administrative setup har et internationalt programstyre og en internationalt "Scientific Advisory committee (SAC)" (dog fra 2004), så har internationalisering ikke været et centralt element i alle faser af programmet. Hvor programmets første programplan for 2003 kun i mindre grad havde strategisk fokus på internationalisering, så kom der betydelig mere fokus på internationalisering i NANOMATs seneste programplan 2007-2016 i takt med det øgede politiske fokus på området.

NANOMATs indsats har foregået på både det *forskningsprioriterende niveau* (det vil sige, med fokus på internationalt forskningskoordinerende -

både multilateralt og bilateralt - samarbejde og forbedring af rammer for internationale aktiviteter, f.eks. ERA-net og konferencer) som det *forskningsudførende niveau* (herunder etablering i incitamenter og virkemidler for at styrke internationalisering i projekter og rekruttering).

Eksempler på NANOMATs internationale indsats er opsummeret i boks 5.4. Af vigtige tiltag har været bl.a. at bidrage til finansiering af internationalt forskningssamarbejde gennem bl.a. finansiering af enkeltforskere, deltagelse i internationale satsninger (f.eks. ERA-NET, EU, topforskningsinitiativet i Nordisk regi samt bilaterale samarbejder, herunder med lande som Japan, Brasilien, Kina og USA) og medfinansiere kontingenter til international infrastruktur. Derudover har NANOMAT også finansieret et program for international 3-årige post docs, hvor modtagerne har skullet arbejde mere end halvdelen af projektperioden uden for Norge.

#### Boks 5.4. Eksempler på internationalt samarbejde i NANOMAT

- Samarbejde med EU-kontoret, da programkoordinator i NANOMAT var både National Contact Point og deltager i Programme Committee i tematisk prioriteret Nanotechnology, Materials and Production i EUs 6. rammeprogram (2002-2004).
- Deltager i COST, gennem Forskningsrådets COST-aktiviteter, siden 2002-.
- Samarbejde med International afdeling og Innovasjon Norge om Science and Technology Seminar i forbindelse med Japan-Norway Science and Technology Seminar i 2003, da Science & Technology-avtalen blev underskrevet på regeringsniveau i Japan.
- Samarbejde med RENERGI, Kyoto International Forum for Environment and Energy (KIFEE; samarbejde mellem NTNU, UiO og universiteter i Kyoto-regionen) om hydrogen/energi og materialer i forbindelse med seminar/møder/studietur til Japan (2005), samt genvisit til NTNU i 2006.
- EUs 6. og 7. rammeprogram: Deltager i Specific Support Action indenfor materialer og senere et nyt ERA Net MATERA, derefter i en specifik udlysning MATERA +.
- National Science Foundation i USA: Samarbejd om flere utlysninger, hvor NANOMAT finansierer norsk partner i norsk-amerikanske projekter.
- Nordisk Innovasjons Center: NANOMAT har samarbejdet med dem om flere utlysninger, i forbindelse med strategiarbejde, tekster for udlysning af

projektmidler, vurdering af ansøgninger. Finansiering af projekter indenfor deres Topforskningsinitiativ, sammen med RENERGI

- Kunnskapsdepartementet, samt Nærings- og handelsdepartementet: Opfølgning af teknologiaftalen med Japan, med faglige indspil og kontaktmøder i Norge og Japan (fra 2003-). I tillæg samarbejde med de to departementer i forbindelse med OECD Working Party Nanotechnology

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

#### 5.6.2 NANOMAT understøtter internationalisering i projekterne

Dette afsnit viser, at der et rigtig godt udgangspunkt for at styrke Forskningsrådets internationale orientering på nano- og materialeteknologiområdet yderligere, idet forskningsmiljøer og projekter på området i forvejen udviser en stor international orientering og aktivitet.

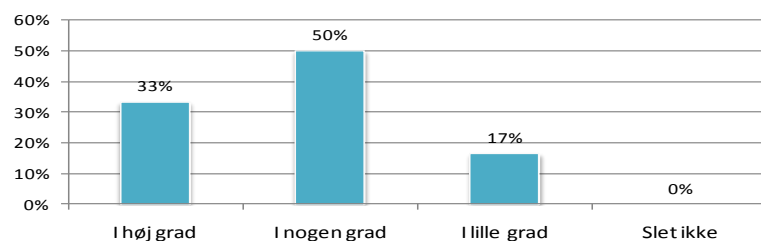
Evalueringen indikerer, at NANOMAT-støttede projekter er karakteriseret ved at have en betydelig andel af internationalt samarbejde. I den forbindelse peger 76 pct. af projektlederne i NANOMAT-selvevalueringen på, at der er udenlandske forskningsmiljøer med i deres projekter. Det vurderes på den baggrund, at NANOMAT har opfyldt sine egne mål om international deltagelse i projekterne, idet programmet i sin seneste programplan har fastsat et konkret mål for internationalisering om, at 25 pct. af de støttede projekter i NANOMAT skal have international deltagelse.

Projektlederne forklarer yderligere i selvevalueringen af deres projekter, at samspillet med udenlandske forskningsmiljøer primært tager form af omkring fælles forskningsprojekter (71 pct.), udarbejdelse af fælles videnskabelige publikationer (84 pct.), adgang til forskningsinfrastruktur (69 pct.), samt udveksling af medarbejdere (53 pct.). Aktiviteter vedrørende fælles forskeruddannelse og kommercialisering af forskningsresultater spiller en mindre rolle i samarbejdsrelationerne.

Interviews med projektledere viser, at NANOMAT som Stort program har haft en betydning for denne internationalisering. En stor del af projektlederne (83 pct.) vurderer i den forbindelse, at NANOMAT-programmet (i høj grad eller i nogen grad) har bidraget til en generel stigning i samspillet mellem norske og udenlandske forskningsmiljøer inden for programmets teknologifelter, jf. figur 5.5. Det skyldes i høj grad, at NANOMAT som Stort program med dets betydelige volumen og langsigtethed har skabt mulighed for at synliggøre den norske forskning internationalt samt at løfte flere af miljøerne tæt på den internationale forskningsfront.

**Figur 5.5: NANOMATs betydning for internationalisering af forskningen**

I hvilken grad vurderer du at programmet har bidratt til en generell økning i samspill mellom norske og utenlandske forskningsmiljøer innenfor nanoteknologisk forskning?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=60 (projektledere, selvevaluering)

Medforfatterskab af videnskabelige artikler med miljøer i andre lande er en anden vigtig indikator på graden af internationalisering i et forskningsmiljø eller -projekt. Tabel 5.17 viser derfor andelen af publikationer i Web of Science-indekserede tidsskrifter fra NANOMAT-støttede projekter, som har haft internationale samarbejdspartnere (disse kan være enten forskningsinstitutioner eller bedrifter).

Som det fremgår af tabellen, så har 55 pct. af alle publikationer en eller flere udenlandske organisationer som samarbejdspartnere. Dette peger på en betydelig grad af internationalisering i de enkelte forskningsmiljøer og projekter. 50 pct. af publikationer fra nationale koordinerede projekter er udarbejdet i samarbejde med udenlandske forskningsmiljøer, mens det

samme gælder for en lidt større andel af publikationer fra forskningsprojekter, nemlig 57 pct.

Samtidig viser tallene, at 22 pct. af publikationer fra forskningsprojekter er udarbejdet sammen med partnere i Norden (det vil sige Danmark, Sverige, Finland eller Island), mens det samme kun gælder for 7 pct. af publikationer de nationale projekter. Der er til gengæld flere af disse publikationer, som er udarbejdet i samarbejde med asiatiske partnere end for publikationer fra forskerprojekter. Det er desuden interessant, at bemærke at 80 pct. af alle publikationer fra de bedriftsrettede BIP-projekter er medforfattet med udenlandske partnere.

**Tabel 5.17. Internationalt samarbejde i NANOMAT-publikationer ifølge bibliometrisk analyse, fordelt på støtteformer (2000-2010)**

Støtteform	Antal publikationer i WoS	Andel med udenlandsk deltagelse	Andel af publikationer med deltagelse fra				
			Norden (eksl. Norge)	øvrige Vest-europa	Nordamerika	Asien	øvrige verden
Forskerprojekt	253	57%	22%	26%	15%	2%	6%
BIP	10	80%	40%	40%	0%	0%	0%
ISP	10	73%	0%	9%	0%	64%	0%
KMB	11	57%	48%	24%	0%	0%	0%
Nat. koord. Proj.	213	49%	7%	20%	14%	14%	4%
Personlig stipend	10	60%	0%	10%	40%	10%	20%
Infrastruktur	2	100%	50%	100%	0%	0%	0%
Institujonsstøtte	13	62%	15%	0%	0%	15%	39%
<b>I alt</b>	<b>533</b>	<b>55%</b>	<b>16%</b>	<b>23%</b>	<b>14%</b>	<b>8%</b>	<b>6%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. På baggrund af data indsamlet fra Web of Science (WoS). N.B. Data fra 2010 dækker artikler indekseret i Web of Science inden efteråret 2010, hvor denne dataindsamling fandt sted.

### 5.6.3 Potentiale for øget strategisk fokus på norsk deltagelse i EU forskning

EU's rammeprogram for forskning er en vigtig international arena for NANOMAT og øvrige Store programmer. Både i EU's 6. og 7. rammeprogram er nanoteknologi og nye materialer prioriterede

satsninger særligt inden for området NMP (Nanosciences, Nanotechnologies, Materials and new Production Technologies). Derudover indgår nanoteknologi i andre tematiske områder som Energi, Sundhed og IKT.

Det er det overordnede indtryk i evalueringen, at NANOMAT har en betydelig aktivitet rettet ind mod EU. Forskningsmiljøerne, der har fået støtte i NANOMAT, er aktive deltagere i EU-støttede projekter og programadministrationen deltager i forskellige forskningsprioriterende og -koordinerende aktiviteter i EU-regi. Programmet har mange måder skabt muligheder for synergi mellem de nationale forskningsprioriteringer i NANOMAT og satsningerne i EU-forskningen.

Erfaringerne fra de kvalitative interviews med projektlederne i NANOMAT viser, at de norske miljøers øgede publikationsevne har gjort dem mere attraktive som samarbejdspartnere i EU-projekter for udenlandske miljøer. Ligeledes er det vurderingen fra interviewene, at mange EU-projekter er baseret direkte på resultaterne af NANOMAT-støttede projekter og at de har været vigtige referencegrundlag for at etablere samarbejde med udenlandske forskningsmiljøer. De NANOMAT-støttede projekter og publikationer herfra har skabt synlighed internationalt, hvilket for mange af de norske forskere har betydet, at de er blevet inviteret med på EU-projekter. Ligeledes har deltagelse i flere EU-projekter betydet en yderligere kompetenceopbygning i de norske miljøer, hvilket igen har betydet yderligere kvalificering til at deltage i flere EU-projekter efterfølgende.

NIFU Steps evaluering af den norske deltagelse i EUs 6. og 7. rammeprogram understøtter således også projektledernes vurderinger af en positiv norsk deltagelse i EU's rammeprogrammer inden for NANOMATs temaområder<sup>6</sup>. NIFU Steps evalueringen peger på, at succesraten for projekter med norsk deltagelse inden for NMP er steget fra 19 pct. i EU's 6. rammeprogram (gennemsnit for alle lande 16 pct.) til 25 per cent (gennemsnit for alle lande 11 pct.) inden for det tematiske

---

<sup>6</sup> NIFU STEP (2009), "In Need of a Better Framework for Success: An evaluation of the Norwegian participation in the EU 6th Framework Programme (2003–2006) and the first part of the EU 7th Framework Programme (2007–2008)"

område NMP. I alt viser der foreløbige opgørelser for den norske deltagelse i rammeprogrammerne, at knap 100 norske aktører har deltaget i projekter inden for NMP, hvoraf 5 aktører har været koordinatorer og derfor ledende aktører i projekterne.

Denne evaluering peger imidlertid på, at NANOMATs strategiske indsats for internationalisering af forskningen inden for nanoteknologi og nye materialer kunne have været styrket. Som sagt har NANOMAT først relativt sent i programperioden haft et egentligt fokus på internationalisering. Det skete med NANOMATs programplan for 2007-2016, hvor internationalisering blev et vigtigt element i programmets aktiviteter. Efter udarbejdelsen af programplanen har Kunnskapsdepartementet i 2008 udarbejdet en national internationaliseringsstrategi "*Strategi for Norges samarbeid med EU om forskning og utvikling*", som NANOMAT imidlertid ikke har forholdt sig til i efterfølgende styringsmateriale for programmet, f.eks. årsrapporteringerne. Ved at koble NANOMAT op på en national strategi for internationalisering kunne NANOMAT yderligere have løftet programmets nationale ansvar på området.

I den nationale strategi påpeges det bl.a. på et behov for at skabe samspil og synergi mellem nationale satsninger i Norge og satsninger på EU-niveau, f.eks. i EU's rammeprogrammer for forskning og teknologiudvikling. I den forbindelse lægges der op til, at Norges forskningsråd i samarbejde med Departementer bør indgå et tæt samarbejde om at udvikle strategier og forpligtende mål for deltagelse i EU-forskningen og på længere sigt deltage i ERA-aktiviteterne, som forventes at ville blive øget i omfang de kommende år. Ligeledes lægges der i strategien op til at skabe stærkere og mere direkte koblinger mellem norske repræsentanter i styringssystemet for EU-forskningen og beslutningstagere i det norske forskningssystem, specielt inden Norge forskningsråd. I den forbindelse skal der udvikles incitament, som fremmer større norsk deltagelse i tidligere forskningsforberedende- og prioriterende processer i EU med henblik på at sikre de norske interesser i EUs faglige og ressourcemæssige prioritering. EU er relativt åben og påvirkbar på forskellige stadier, og for at få indflydelse er det væsentlig med national koordinering og faglig tyngde samt evne til argumentation.



Hvis NANOMAT skal have en større national strategisk rolle i forhold til koordinering af internationalt samarbejde, f.eks. i EU, kan der være brug for at overveje, hvordan NANOMAT får et større koordinationsansvar i forhold til Forskningsrådets øvrige aktiviteter inden for NANOMATs temaområde. NANOMAT blev etableret som et stort program for at varetage et nationalt prioriteret teknologiområde. Som tidligere nævnt (se afsnit 4.6) er erfaringerne fra Forskningsrådet, at det strategiske samspil internt kan styrkes yderligere ved at lade NANOMAT (og andre Store programmer) have et stærkere strategisk indgreb og ansvar omkring de indsatser med nationalt fokus, der ligger inden for programmernes relevante områder, f.eks. i forhold til internationale initiativer som f.eks. relevante ERA NET, JTI'er, bilaterale forskningssamarbejde osv.

## 6 Forankring og samfundsnytte af NANOMAT

Dette kapitel behandler det sidste af de tre centrale evalueringsspørgsmål præsenteret i afsnit 2.3: **I hvilken grad har NANOMAT sikret, at programmets indsats forankres i forskningsmiljøerne og derved får en langsigtet national betydning?** Evalueringen har vist, at NANOMAT har skabt forskningsmæssig merværdi. Men det er vigtigt, at forankre disse resultater bredere i samfundet for at sikre varige effekter og ringvirkninger ud i samfundet.

Det kan dog tage flere år eller endda årtier førend programmets langsigtede betydning kan vurderes mere præcist, da det tager lang tid at opbygge gode forskningsmiljøer og at oversætte forskningsresultater til samfundsværdi. I denne evaluering er derfor ikke belyst de langsigtede effekter af programmets indsats fuldt ud. Der er dog fire faktorer, som allerede nu kan vurderes og som har betydning for NANOMATs langsigtede betydning for forskningen, erhvervslivet og det øvrige samfund. Den første faktor er kvaliteten af *programmets samspil med erhvervslivet*. Evalueringen viser, at NANOMAT har støttet forskningsbaseret udvikling i erhvervslivet, men at der også er et betydeligt potentiale for at styrke inddragelsen af erhvervslivet i programmet yderligere og for etablering af øget samspil mellem FoU-miljøer og virksomheder.

Den anden er *forankringen af programmets indsats i forskningsmiljøerne*, herunder især fokus på fortsat at sikre nationalt koordinerede projekter og muligheder for, at universiteterne og øvrige forskningsinstitutioner har en langsigtet mulig for at understøtte nationalt prioriterede satsninger. Eksempelvis gennem større strategisk frirum i institutionernes grundfinansiering. Samtidig indikerer kapitlet dog også, at det er af central betydning, at NANOMATs indsats fastholdes og udbygges.

Den tredje faktor er NANOMATs *bredere samfundsmæssige betydning* og bidrag til samfundsmæssig robust innovation. Evalueringen viser, at NANOMAT har adresseret samfundsudfordringer, blandt andet ved at løfte et strategisk vigtigt og nationalt prioriteret fagmiljø med stort behov for et fagligt løft. Evalueringen viser også, at NANOMAT har bidraget til at understøtte ELSA og HMS forskningen såvel som opmærksomhed om området, men at der er et stort potentiale for at tænke ELSA og HMS bedre ind i den nano- og materialeteknologiske forskning. Sidst men ikke mindst analyserer kapitlet NANOMATs *dialog med samfundet og andre interessenter*. Det vurderes, at NANOMAT har opfyldt målsætningerne om en aktiv kommunikation og skabt en god synlighed om programmets aktiviteter.

### 6.1 Potentiale for øget samspil med næringslivet

#### 6.1.1 NANOMATs mål for inddragelse af næringslivet

Et væsentligt element i at sikre en national betydning for NANOMAT er, at erhvervslivet inddrages i teknologiudviklingen og i værdiskabelsen ud fra de resultater, der frembringes af forskningen. Derfor sætter dette kapitel fokus på erhvervslivets inddragelse i programmet og programmets evne til at skabe gode rammer for samspil mellem virksomheder og forskningsinstitutioner gennem sine virkemidler.

Gode rammebetingelser for FoU i erhvervslivet vil i stigende grad blive en vigtig faktor for nationale økonomiers konkurrenceevne og kan bidrage til mere viden og – teknologituning produktion i erhvervslivet.

Samspillet mellem forskning i academia og forskningsbaseret innovation i næringslivet er derfor et centralt tema i flere Stortingsmeldinger, f.eks. i St. meld. nr. 39 (1998 - 99), *Forskning ved et tidsskille*, som efterspurgte et bedre kundskabsgrundlag for variation og fornyelse i norsk næring gennem øget offentlig forskning. St. meld. nr. 20 (2004-5), *Vilje til forskning*, efterspurgte et bedre samspil mellem næringslivet og samfundet, mens St. meld. nr. 30 (2008-9), *Klima for forskning*, påpegede, at norsk forskning skal være næringsrelevant, og at næringslivet i højere grad skal bygge på forskningsbaseret kundskab.

Et vigtigt tema i NANOMAT-programmet og i denne evaluering er derfor også programmets samspil med erhvervslivet og opbygning af forskningsbaseret kundskab i erhvervslivet. Samspil med næringslivet er vigtigt jf. Modus 2-tankegangen, som blev præsenteret i kapitel 2. Næringslivet bidrager især med input til forskningsdagsordenen i academia, og til oversættelse og videreudvikling af forsknings-resultater i form af kommercielle innovationer.

En vision for NANOMAT er, at programmet skal skabe grundlag for et nyt og kundskabsbaseret og forskningsintensivt erhvervsliv og give en bærekraftig fornyelse af etablerede erhverv. I programmets programplan 2007-2016 fremgår det, at NANOMAT skal: *Stimulere og bidrage til industriell innovation og vækst i dagens industri og nye selskaber.*

I sin handlingsplan 2007-2016 har NANOMAT programmet forholdt sig til, hvordan de generelle ambitioner for programmets virke i forhold til næringslivet skulle indfris. Først og fremmest er i der i handlingsplanen formuleret en eksplicit målsætning om, at der i 2010 skal være en 50/50 fordeling mellem forskerrettede og virksomhedsrettede projekter i programmet. Samtidig kom der med NANOMAT II efter 2007 et øget fokus på næringslivet (som dog også havde været "en prioriteret satsning" i handlingsplanen 2005-2008).

### 6.1.2 NANOMAT har opfyldt sit operationelle mål

Norges forskningsråd har en lang række programsatsninger og finansielle støtteformer rettet mod erhvervslivets behov, som også kan benyttes til projekter med varierende indhold af nanoteknologi og nye materialer. NANOMAT har som et stort program haft en stor fleksibilitet i anvendelsen af Forskningsrådets støtteformer i forhold til at understøtte virksomhedernes forskning og deltagelse i programmet. NANOMAT har efter en årrække efter programmets start anvendt "brugerstyrte innovationsprojekter" (BIP), forprojekter, KMB og FORNY som virksomhedsrettede støtteformer.

Det er evalueringens vurdering, at programmet har formået at involvere relativt mange virksomheder i NANOMAT. Ser man på hele evalueringeperioden (2002-2009), så har der været en stor interesse fra erhvervslivet for at bruge NANOMAT. Erfaringerne fra interviewene med virksomhederne peger dog på, at virksomhedernes betragter NANOMAT, som en finansieringsmulighed på linje med andre programmer, f.eks. SkatteFunn i Forskningsrådet.

NANOMAT har i alt modtaget 90 virksomhedsrettede ansøgninger til programmet. Flertallet disse ansøgninger har drejet sig om BIP-projekter,

hvor det er virksomhederne selv, der søger, og som i høj grad retter sig mod kompetenceopbygning hos virksomhederne. I alt har NANOMAT støttet 28 BIP-projekter og 6 forprojekter, som i mange tilfælde efterfølgende har ført til et BIP-projekt. Ligeledes har NANOMAT støttet 12 KMB projekter, der er karakteriseret ved, at en forskningsinstitution er ansøger og retter sig mod at etablere en samspilsarena mellem forskning og erhvervsliv. Derudover er støttet 4 Forny projekter, der drejer sig om at understøtte kommercialisering af forskning på offentlige forskningsinstitutioner. Og endeligt er støttet et ISP-projekt, der reelt set er et forskerprojekt med en stor bevilling og næringsrelevans.

De støttede projekter har samlet involveret over 100 virksomheder, hvoraf flere virksomheder har deltaget flere gange i NANOMATs støtteformer.

En spørgeskemaundersøgelse - der er gennemført i evalueringen - blandt de deltagende virksomheder, viser, at der er tale om FoU-aktive virksomheder, der har forskning som et vigtigt strategisk element i deres forretning. Flertallet af projekterne med virksomhedsdeltagelse har været inden for de tematiske områder *energi og miljø* samt *IKT (inklusive mikrosystemer)*, som også er de primære prioriteringsområder i NANOMAT. Når det gælder programmets kompetenceområder, er det primært projekter inden for *fundamentale fysiske og kemiske fænomener og processer på nanometerniveau*, som virksomhederne har været aktive inden for. Der er tale om områder, der prioriteret i dels den nationale nanoteknologi strategi samt stortingsmeldinger, hvor der peges på, at der er tale om områder, hvor vejen er relativt kort fra ny teknologi i laboratorieskala til industriel anvendelse i virksomhedernes produkter.

NANOMATs næringsrettede indsats har betydet, at programmet har nået sit eget mål om næringsinddragelse. Dette mål drejer sig om, at halvdelen af programmidlerne i 2010 skal gå til næringsrettede projekter – dvs. projekter støttet under støtteformerne BIP, KMB, ISP eller Forny. 53 pct. af midlerne i NANOMAT er i 2009 givet til næringsrettede projekter, og det forventes, at denne andel også vil gøre sig gældende i 2010.

**Tabel 6.1. Virksomhedsrettede støtteformer**

BIP, for projekter FORNY, KMB og ISP	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Bevilget beløb	0	0	5.132	5.600	51.910	80.860	17.707	35.870	197.079
Antal ansøgninger	0	0	2	10	26	23	7	22	90
Antal projekter	0	0	2	3	17	16	5	8	51
Andel af bevilget beløb pr. år	0%	0%	12%	33%	87%	31%	83%	53%	29%

Kilde: DAMVAD Slutevaluering af NANOMAT 2010. Baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets placering af projekter i støtteformer.

Anm: 1.000 kr. Opgjort efter projektstart.

Omfanget af virksomhedsdeltagelsen i NANOMAT skal ses i lyset af, at Norges erhvervsliv ofte betragtes som meget lidt FoU-udførende. Ligeledes fremhæves det ofte, at Norge mangler de virkelig store virksomheder indenfor videnbaserede og fremtidsrettede erhverv, såsom nye materialer og nanoteknologi. Men resultaterne i denne evaluering viser, at enten har NANOMAT fat i en stor del af de relevante FoU-udførende virksomheder inden for nye materialer og nanoteknologi eller at der er flere FoU-udførende virksomheder på området end hidtil antaget.

Boks 6.1. viser illustrerer et eksempel på en udbytterig virksomhedsinddragelse i NANOMAT.

#### **Boks 6.1. Bedrift-casestudie: Fra skudsikre veste til solceller og fladskærme**

##### **Store anvendelsesmuligheder i nanomaterialer**

De mange muligheder ved Nanomaterialer betyder, at det er svært på forhånd at fastlægge anvendelsesmulighederne i udviklingen af nye materiale, erfarer den lille forskningsvirksomhed Abalonyx. Virksomheden arbejdede med at udvikle nanomaterialer til blandt andet skudsikre veste, men efter besøg fra et japansk selskab, blev det klart, at teknologien havde store anvendelsesmuligheder i solceller og fladskærme. Derfor skiftede Abalonyx strategi og er i dag med i jagten efter at finde et alternativ til indium tin oxid(ITO), som i dag bruges i som belægning i fladskærme og solceller. Ifølge stifteren af Abalonyx, Rune Wendelbo, er Abalonyx nu

national ekspert indenfor arbejdet med sådanne belægninger.

##### **Fleksible belægninger skal give konkurrencefordelen**

NANOMAT har støttet to Abalonyx-projekter, et i perioden 2006-2008 og et, der løber i perioden 2009-2011. Det første projekt omhandlede udviklingen af den såkaldte fladformede ultratynde nanopartikel, som blandt andet var tiltænkt at indgå i fremtidens skudsikre veste. Den ultratynde nanopartikel viste sig i mellemtiden at være særligt velegnet til at indgå i ledende transparente belægninger til brug i fladskærme og solceller. Abalonyx valgte derfor at satse på at udvikle denne belægning for at kunne bidrage til fremtidens fladskærme og solceller. Formålet er, at udvikle en teknik til, at lægge de fladformede tynde nanopartikler i lag ovenpå hinanden og opnå de rigtige egenskaber i forhold til at lede strøm og samtidig have en høj transparens. En særlig egenskab ved en belægning udgjort af disse nanopartikler er materialets fleksibilitet, som er langt bedre end det ITO-materiale, der benyttes i dag.

##### **Abalonyx forudser kritisk mangel - som de vil imødekomme**

Formålet med udviklingen af denne belægning er at skabe et alternativ til den hidtil anvendte ITO-baserede belægning. ITO bliver i dag hovedsagligt brugt i LCD- og plasmafladskærme og solceller, men er et forholdsvist dyrt materiale og det forventes derudover, at der vil opstå kritisk mangel på ITO i fremtiden. Med udsigt til en stor fremtidig efterspørgsel på alternativer til ITO, satser virksomheden på at udvikle belægningen og imødekomme denne forventede efterspørgsel. Men virksomhedens grundlægger Dr. Rune Wendelbo har ikke planer om selv at producere belægningen i industriel produktion, men har en forretningsplan, der tager udgangspunkt i at udstede licenser til producenter. På den måde kan forretningen imødekomme en forventet stor efterspørgsel og de dertilhørende behov for hurtig opbygning af produktionskapacitet og distributionsnetværk.

En belægning af denne type har mange applikationsmuligheder og kan have relevans indenfor sundhedsområdet i udviklingen af benproteser, indenfor udvikling af skudsikkert materiale, indenfor miljøområdet i udviklingen af solceller, i film, fladskærme og konstruktionsmateriale. Et vellykket materiale, som resultat af projekterne, kan således have en bred anvendelse og en betydelig samfundsmæssig relevans.

##### **NANOMAT er basis for fremtidig succes**

Manden bag virksomheden er Dr. Rune Wendelbo. Med en baggrund, der blandt andet rummer 16 år i SINTEF og en stor personlig og forskningsmæssig interesse i at være nyskabende. Rune Wendelbo har tidligere arbejdet meget med kombinatorisk kemi, som er kemiarbejde med mange stoffer på samme tid, og havde en stor tiltro til metoden. Han ønskede med den kombinatoriske kemi at udforske og udvikle nye kemiske forbindelser, og stiftelsen af Abalonyx skete således i høj grad på baggrund af

en tro på en metode frem for konkrete produktideer. Virksomheden og teknologien udviklede sig, og stifteren har i dag fem år efter stiftelsen høje forventninger til udviklingen af den nye nanobelægning.

Ifølge Rune Wendelbo kunne virksomheden ikke have eksisteret uden de to bevillinger fra NANOMAT. NANOMAT har, udover at være finansieringskilde, bidraget med kontakter til eksterne investorer og andre investeringsprogrammer som Innovasjon Norges IFU programmer og EU's programmer. Men en ting som Rune Wendelbo stadig savner, er oplevelsen af at være en del af et større næringsmiljø, hvor en gensidig rådgivning og motiverende kontakt kunne etableres. NANOMAT har i høj grad hjulpet med til at skabe kontakt med forskningsmiljøer, men iværksætteren håber på et sådant netværk mellem nanovirksomheder i Norge.

- NANOMAT har støttet Abalonyx med to bevillinger af henholdsvis 4,7 og 4,2 mio. kr. hvoraf den sidste løber til 2011
- Stiftet af Dr. Rune Wendelbo i 2005 i samarbejde med Oslo Innovation Center.
- Virksomheden har 4 ansatte og er beliggende ved Institutet for Kemi ved Oslo Universitet

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

### 6.1.3 Virksomheder indgår på forskellige niveauer i programmet

NANOMATs projekter har involveret virksomhederne på forskellige niveauer:

- Som **direkte** deltagere og projektholdere i BIP-projekter og forprojekter. Det omfatter f.eks. virksomheder fra opstartsfirmaer som Abalonyx over mellemstore firmaer som SensoNor til store som Statoil, Hydro og Jotun.
- Som **indirekte** projektdeltagere i form af samspilspartnere i projekterne, f.eks. i BIP-projekter, hvor der er en anden virksomhed som projektleder og ansøger eller i KMB-projekter, hvor der er en forskningsinstitution som projektholder og ansøger.

Det er indtrykket gennem interviewene med virksomhederne i NANOMAT, at det er meget forskellige typer af virksomheder, der deltager i programmet set i forhold til de livsfaser, virksomhederne er i, hvilket dermed også har betydning for. Hvilken betydning programmet har for deres forretningsmodel.

Nogle virksomheder er egentlige *opstartsvirksomheder* for hvem programmet er et altafgørende finansielt, og hvor deres forretningsmodel bygger på finansiering fra programmer som NANOMAT. Typisk vil virksomhederne være etableret på baggrund af forskning fra forskningsinstitutioner. Det gælder f.eks. virksomheden Abalonyx, der udspringer af SINTEF og er lokaliseret i Universitetet i Oslo, hvilket dermed naturligt giver en tæt samspil med den akademiske forskning. Finansieringen understøtter ikke alene teknologiudviklingen og kommercialiseringsprocessen i virksomheden, men også muligheden for at få ekstern finansiering andre steder, f.eks. fra EU's rammeprogram.

Samtidig involverer NANOMAT en række *mindre og etablerede højteknologiske virksomheder*, der har eksisteret i en årrække og har egentlig produktion. Et eksempel her er bl.a. virksomheden poLight, der har en lang række samspilsflader med den akademiske forskning - både nationale og internationalt, se boks 6.2 for en uddybende beskrivelse. Én type samarbejde er f.eks. samarbejde om phd-studerende med Høyskolen i Vestfold og Universitetet i Oslo. Endvidere involverer programmet også *større etablerede virksomheder*. Et eksempel er virksomheden Jotun (en familieejet global koncern), der har produktion og salg i mange lande. For Jotun er SINTEF den vigtigste samarbejdspartner, hvor midler fra NANOMAT bruges på at købe tjenester hos SINTEF. For både de små etablerede og store etablerede virksomheder er NANOMAT vigtig fordi, det er det eneste program i Norge med så stærk sektorfokus på nanoteknologi og nye materialer og fordi det giver rammer for samspil med forskningen. Samtidig er NANOMAT vigtig, fordi programmet bidrager til at udvikle og styrke forskningsmiljøerne i Norge, så virksomhederne får gavn af det – ikke alene for at få adgang til 'state of the art' viden, men også for rekruttering af studerende og forskere.

## Boks 6.2. Bedrift-casestudie: Norsk ekspert i mikrol

### En nanovirksomhed i kommercialiseringsfasen

Gennem to bevillinger fra NANOMAT har virksomheden poLight udviklet optiske mikro komponenter, er et nu i gang med kommercialisering af teknologien. Fremtiden ser lys ud for denne virksomhed, der har indgået samarbejder med SINTEF, Viking Venture og Alliance Venture om kommercialisering af et produktet, der kommer ind på et enormt og globalt marked.

### NANOMAT var en nødvendighed for succes

For virksomheden poLight betød to NANOMAT-bevillinger i 2005 og 2006 en mulighed for at demonstrere en bestemt teknologisk virkning – en demonstration som var afgørende for virksomhedens succes med produktet T-Lens. poLight arbejder i dag med fremstilling af denne autofokus-linse til integration i blandt andet mobiltelefoner med kamera. Ifølge poLights direktør Jon Ulvensøen er poLight den førende virksomhed i forhold til at lave små løsninger, som skal monteres i mobiltelefoner. poLights produkter har en fordel i, at de tåler den høje temperatur, som er nødvendig i kameraproduktion, hvilket giver en komparativ fordel på det globale marked.

### Stort potentiale – og mange anvendelsesmuligheder

Produktet T-lens er en lille autofokus linse, en linse som automatisk kan stille skarpt på det objektivet kameraet peger på. Gennem brug af nanoteknologi er det lykkedes, at skabe den lille T-Lens, som kan efterligne øjets funktioner, i forhold til hurtigt at kunne stille skarpt på objekter. Små styrbare linser som T-Lens har et bredt anvendelsesområde. Nanoteknologi har gjort det muligt for virksomheden at udvikle denne linse i et hidset uset lille format og med mangfoldige anvendelsesmuligheder, der strækker sig langt udover mobiltelefoner.

PoLights patenterede teknologi har et stort anvendelsesområde, der strækker sig fra optiske læsehoveder, der bruges til datakommunikation mellem computere, over forskellige måleinstrumenter, til digitale kameraer i blandt andet mobiltelefoner, webcams og bærbare computere. Det brede anvendelsesområde gør produktet relevant i mange sammenhænge. De mange anvendelsesområder af denne teknologi indenfor globale markeder, der er i hastig udvikling, fremhæver denne teknologiske potentiale. Succesen med udviklingen af teknologien skyldes, ifølge Jon Ulvensøen, et samarbejde med NANOMAT om to projekter i perioden 2005-2008, der resulterede i produktionen af autofokus linsen. De to bevillinger havde stor betydning – det første projekt var fokuseret på materiale og etablerede grundkompetencen om de teknologiske muligheder som skabte grundlaget for det næste projekt, der var fokuseret på produktet og resulterede i udviklingen af autofokus linsen. Men vejen til kommercialisering er lang. Virksomheden blev grundlagt i 2002 og fik sin første bevilling fra NANOMAT i 2005 og først i 2010 er den trådt ind i kommercialiseringsfasen og kan nu planlægge lanceringen af produktet.

### NANOMAT er et vigtigt grundlag for udvikling i næringslivet

Jon Ulvensøen giver i et interview udtryk for, at selvom den norske industri indenfor nanoteknologi er begrænset, har NANOMAT haft stor betydning for opblomstring af virksomheder som poLight. Det har ifølge grundlæggeren haft stor betydning for virksomheden at være placeret i Norge i forhold til finansiering af forskning, men også i forhold til kontakt med det øvrige næringsliv. Dog savner han større industrideltagelse i programmet og større skelen mellem industrirettede projekter og forskerprojekter, så kommercialiseringsresultaterne af programmet synliggøres i højere grad.

- NANOMAT har støttet poLight med to bevillinger på henholdsvis 2,1 og 4,6 mio. kr. i 2005 og 2006 frem til 2008.
- poLight er en privat virksomhed der ejes af Viking Venture III AS, Alliance Venture, Polaris AS, Ignis ASA, SINTEF Venture III samt private investorer og ansatte.
- I 2002 blev OptiSwitch grundlagt i Horten i Norge og blev senere til poLight.

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010

## 6.1.4 Virksomhedsinddragelse skaber resultater

Et væsentligt spørgsmål er, hvorfor virksomhederne ønsker at deltage i projekter under NANOMAT-programmet. Evalueringens spørgeskemaundersøgelser samt de kvalitative interviews viser, at virksomhederne har flere motiver for at deltage i disse projekter. Det gælder både videnskæssige motiver og økonomiske motiver såsom:

- Ønsket om at styrke **kundskabsniveauet** og opbygning af kompetencer i virksomheden.
- Ønsket om at blive **markedsledende** inden for virksomhedens forretningsområder.
- Ønsket om løsning af et konkret **teknisk problem**.
- Og ønsket om at få **adgang til netværk** og stærke forskningsmiljøer.

Virksomhedernes deltagelse i NANOMAT-projekter, hvor virksomhederne binder sig til projektet med egne midler gennem brugerdrævede projekter,

er således begrundet i flere motiver. De deltagende virksomheder giver udtryk for at de opnår en klarere forståelse for anvendelse af deres teknologi og metoder. Derudover giver projekterne virksomhederne mulighed for mere langsigtet forskning og udviklingsarbejde, som er forbundet med en høj grad af risiko, end de ellers ville have igangsat. Den forskning og udvikling, som finder sted, er ofte også mere kompleks og krævende, end virksomhederne ellers ville have foretaget foruden NANOMAT-projektet. Forskningsprojekterne har hjulpet virksomheder med at komme tættere på løsningen af aktuelle problemer i forhold til produkter, serviceydelser og processer. Virksomhederne er blevet bedre til at bruge ny teknologi i deres produkter og processer, og for flere virksomheder er udviklingstiden for nye produkter også blevet kortere.

Derudover har det vist sig, at virksomhederne gennem projekterne opnår en bedre evne til at samarbejde med videninstitutioner, og til at skabe netværk til forskere i universiteter og andre videninstitutioner. Gennem deltagelse i NANOMAT har virksomhederne desuden opnået større synlighed og "blåstempling" som især har været vigtig i forhold til at søge yderligere finansiering hos eksempelvis EU. Projekterne har altså givet virksomhederne en styrket evne til at søge eksterne midler til forskning og udvikling.

Evalueringen viser også, at forskningsinstitutionerne får noget ud af samspillet med virksomhederne. Resultaterne fra spørgeundersøgelsen af projektlederne fra FoU-institutionerne peger på, at inddragelsen af virksomhederne har betydning for forskningsmiljøerne. Inddragelsen af virksomhederne giver forskningsmiljøerne en større forståelse for næringslivets behov, hvilket kan være vigtigt i forhold til at gøre forskningen teknologisk mere relevant for næringslivet. Samtidig peger mange af institutionerne på, at virksomhederne direkte kan bidrage til at styrke forretningsmulighederne i forskningsprojekterne.

Evalueringen viser ydermere, at inddragelsen af virksomhederne i NANOMAT bidrager til at understøtte programmets målsætning om at skabe koblinger mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation. Koblingen mellem innovation og grundforskning på projektniveau kan i programmet ske, når virksomhederne deltager i KMB projekter, som er samspilsarenaer mellem forskning og erhvervsliv. Koblingen kan også ske i

BIP-projekterne, hvor virksomhederne opbygger egne forskningskompetencer, der gør dem i stand til bedre at benytte forskningsresultater fra de offentlige forskningsinstitutioner uden nødvendigvis at være i direkte samarbejdsrelation.

En opgørelse af tellekanter fra projekternes afrapporteringer til Norges forskningsråd viser, at de virksomhedsrettede projekter står for ca. 10 pct. af de samlede forskningsartikler, der bliver genereret i programmet, jf. tabel 6.2. Og samtidig viser opgørelsen, at de virksomhedsrettede projekter står for en betydelig del af programmets innovationsresultater (såsom udvikling af nye metoder, produkter eller processer) samt kommercialiseringsresultater (såsom nye patenter, licenser mv.) selvom de virksomhedsrettede projekter kun udgør en mindre del af programmets samlede bevillingsramme og projektportefølje.

**Tabel 6.2. Forsknings- og kommercialiseringsresultater fra erhvervsrettede støtteformer**

	KMB og ISP	BIP, forprojekter og FORNY	I alt
<b>Videnskabelige udgivelser:</b>	<b>139</b>	<b>223</b>	<b>2593</b>
Art. i vid. tidsskr. m/ref.	38	20	908
Art. i andre vid. tidsskr.	1	5	41
Bøger (monogr., mv. (red.))	1	0	12
Publ. foredr fra int. møder	30	61	700
Andre rapp., foredrag, mv.	69	137	932
<b>FoU kapacitetsopbygning:</b>	<b>13,5</b>	<b>15</b>	<b>177,5</b>
Ph.D.	12	7	90
Post docs.	7,5	8	87,5
<b>Innovationsresultater:</b>	<b>18</b>	<b>51</b>	<b>103</b>
Nye metoder, modeller, proto.	14	29	73
Nye produkter og processer	3	19	24
Nye tjenester	1	0	1
Nye forretningsområder	0	3	5
Samarbejdende virksomheder	1	2	7
<b>Kommercialisering:</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>47</b>
Nye patenter	3	26	33

	KMB og ISP	BIP, forprojekter og FORNY	I alt
Nye licenser	0	0	2
Nye virksomheder	0	1	4
Virksomheder u. projektet	0	2	8
<b>Formidling:</b>	<b>50</b>	<b>103</b>	<b>344</b>
Brugerrettede formidlingstiltag	30	53	168
Almentrettede formidlingstiltag	9	10	70
Opslag i massemedier	11	40	106

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets gruppering af projekter i støtteformer.

### 6.1.5 NANOMAT har frem til nu ikke skabt større næringsmæssig værdi

Selvom NANOMAT har nået sit eget mål om, at halvdelen af programmidlerne skal gå til næringsrettede projekter, så er det vurderingen, at programmet i sin knap 10 årlige levetid endnu ikke har realiseret de næringsmæssige potentielle gevinster i programmet. Sat på spidsen er der endnu ikke kommet tilstrækkelig næringsmæssig værdi ud af den offentlige investering på ca. 700 mio. kr. i programmet.

Vurderingen er, at der fra de støttede projekter i NANOMAT er afrapporteret relativt få erhvervsmæssige resultater i form af patenter, nyetablerede bedrifter og innovationer. Som tabel 6.2 viser, så har projekterne afrapporteret relativt få kommercielle resultater: 33 patenter, 2 licenser og 2 nye virksomheder. Der udover er afrapporteret over hundrede innovationsresultater i form af f.eks. nye metoder, nye produkter eller processer. Umiddelbart kan det være svært at afgøre, om det er tilstrækkeligt næringsmæssig effekt af programmet, men samtidig skal tallene ses i forhold til, at programmet har investeret knap 200 mio. kr. i næringsrettede støtteformer (BIP, KMB, FORNY og ISP), og at programmet trods alt har involveret over 100 virksomheder i evalueringsperioden.

Samtidig ligger der også i tallene en erkendelse af, at det tager tid førend investeringer i strategisk forskning resulterer i større næringsmæssig værdi. Og meget kan pege på, at det ikke er muligt i denne evaluering fuldt ud at belyse de næringsmæssige processer, der ligger til grund for kommercialisering af forskning samt fremkomsten af innovative effekter. Sådanne processer ligger ud over de 5-10 år, som programmet strækker sig over. Dertil kommer, at der er tale om en næringssektor, der i Norge har haft brug for at vokse og udvikle sig, ligesom det er i andre lande.

Når det gælder kommercialiseringen af programmets forskningsresultater, så er erfaringen fra de kvalitative interviews af projektlederne i de NANOMAT-støttede projekter samt af lederne på en række af FoU-institutionernes teknologioverførselsehederne "TTO'erne" (Technology Transfer Office), at disse TTO'er spiller en vigtig rolle for kommercialiseringen af forskningen fra de NANOMAT-støttede projekter. Evalueringen peger på, at der ligger et potentiale i at styrke samspillet mellem NANOMAT og TTO'erne og dermed i de kommende år muliggøre en øget kommerciel udnyttelse af forskningen fra NANOMAT.

Evalueringen peger dog også på, at en betydelig andel af projekterne med erhvervsdeltagelse bestod af samarbejder mellem forskningsinstitutioner og små akademiske spin-off virksomheder. Ydermere optrådte de akademiske forskere i projekterne i flere tilfælde i ledelsen eller som scientific advisors i de virksomheder, som de samarbejdede med. Dette tyder på, at mange af disse forskningsprojekter var led i eksisterende samarbejder eller akademisk forankrede udviklingsprojekter og derfor ikke igangtættende for et bredere samspil med erhvervslivet som sådan.

### 6.1.6 Nye samspilsarenaer skal skabe flere resultater

Selvom NANOMAT har inddraget overraskende mange virksomheder og i stort omfang har anvendt næringsrettede støtteformer, så er der altså meget der tyder på, at programmet kunne have fået større næringsmæssig værdi af indsatsen. I det følgende peges på en række årsager til, at dette potentiale ikke er blevet udløst. Dette kan skyldes flere faktorer, men evalueringen har særligt identificeret tre faktorer:



- Virksomhederne er blevet inddraget sent i programmet
- Manglende samspilsarenaer og få incitamenter til samspil
- For lidt inddragelse af virksomhederne i de forskningspolitiske prioriteringer

**Sent inddraget i programmet.** Selvom der er en tydelig interesse i erhvervslivet for at deltage i NANOMAT, så bliver virksomhederne først nogle år efter programstart (efter 2006) involveret i programmet. Det skyldes til dels, at NANOMAT først har fået finansiering fra Nærings- og Handelsdepartementet sent i programmet og da Forskningsrådet har haft en forventning om, at finansiering til næringsrettede tiltag primært finansieres fra dette departement, så har der ikke tidligere i programmet været mulighed for at involvere næringslivet i projekterne.

Derudover har det ligget som en eksplicit ambition i NANOMATs strategi, at næringslivet først involveres i programmet, når programmet har foretaget de nødvendige investeringer i kompetenceopbygning i forskningssektoren. Den sene inddragelse af virksomhederne i programmet kan have betydet, at programmet ikke i tilstrækkelig grad har udnyttet mulighederne for at nå bredt nok ud til relevante dele af erhvervslivet i Norge.

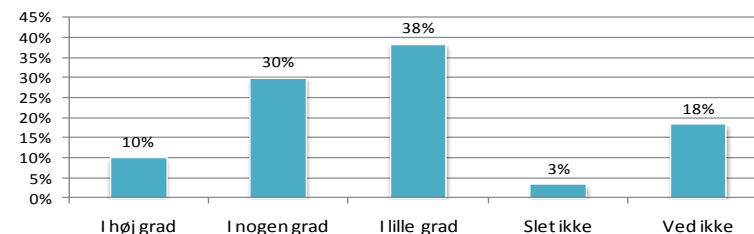
**Manglende samspilsarenaer.** Det vurderes i evalueringen, at der er et potentiale for at etablere et mere produktivt samspil mellem erhvervslivet, forskningsmiljøerne og Forskningsrådet i fremtidige satsninger inden for nanoteknologi og nye materialer. Programmet har i høj grad understøttet kompetenceopbygning i erhvervslivet. Men meget tyder på, at programmet ikke har skabt optimale rammer for samspillet mellem virksomhederne og den offentlige forskning og således skabt effektive koblinger mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation.

Det understøttes både af de kvalitative interviews med både forskerne og virksomhederne. Ligeledes understøttes det af de åbne besvarelser i selvevalueringen af forskerne fra FoU-institutionerne, se boks 6.3 neden for. Samtidig viser selvevalueringen, at kun et fåtal af projektlederne (10 pct.) mener, at programmet har skabt nye samspilsarenaer mellem norske forskningsmiljøer og erhvervslivet, se figur 6.1 neden for. Over 40

pct. af projektlederne peger på, at NANOMAT kun i lille grad eller slet ikke har bidraget til at skabe nye samspilsarenaer.

**Figur 6.1. NANOMATs betydning for nye samspilsarenaer mellem forskning og erhvervsliv**

*I hvilken grad vurderer du at programmet har bidratt til etablering av nye samspillsarenaer mellom norske forskningsmiljøer og næringslivet?*



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=60 (projektledere, forskningsinstitutioner)

En væsentlig forklaring på de svage rammer for samspil mellem den offentlige forskning og erhvervslivet i NANOMAT kan hænge sammen med valget af støtteformer i programmet. Programmet har primært anvendt BIP projekter eller KMB projekter til at inddrage erhvervslivet i programmet med. Men karakteristisk for disse støtteformer er, at de har deres primære fokus på kompetenceopbygning i virksomhederne. Derimod er fokus på at skabe stærke incitamenter for samarbejde med den offentlige forskning mindre fremtrædende (det gælder specielt i forhold til BIP-projekterne, som den mest dominerende næringsrettede støtteform i NANOMAT).

Hvis NANOMAT skal skabe stærkere koblinger mellem forskning og innovation på projektniveau, kan der være behov for, at flere incitamenter for samspil mellem offentlig forskning og erhvervsliv i form af mere målrettede samspilsarenaer. Der er behov for at etablere bedre samspilsarenaer mellem erhvervsliv og forskning, som understøtter to-vejs interaktion, og som involverer flere typer af samspilsformer, f.eks. netværk, samspil om uddannelse, egentligt FoU-samarbejde og kommercialisering. Det kan styrke gensidigt kendskab og forståelse og

anspore til samarbejde samt øgede krav/incitamenter til offentlig-private forskningssamarbejdsprojekter og uddannelsessamarbejde.

**Manglende inddragelse i forskningspolitiske prioriteringer.** En udfordring har også været, at erhvervslivet ikke er blevet inddraget optimalt i programmets oprindelige tilrettelæggelse eller i de løbende forskningsprioriterende aktiviteter. Det har medført, at erhvervslivet ikke i tilstrækkelig grad har haft mulighed for at spille deres behov ind i tilrettelæggelsen og prioriteringerne af forskningsindsatsen i NANOMATs programperiode.

Det er vurderingen, at der ligger et stort potentiale for at inddrage virksomhederne mere aktivt på det forskningsprioriterende niveau i Forskningsrådet. Det gælder f.eks. i forbindelse med udarbejdelsen af strategier, forskningsprioriteringer, EU-samarbejde, udvikling af nye virkemidler mv. En større inddragelse af virksomhederne i det forskningsprioriterende niveau kan også dreje sig om udvikling af nye virkemidler inden for uddannelse (f.eks. forskeruddannelse og kandidatuddannelse) samt udvikling af helt nye uddannelser.

Et mere produktivt samspil med erhvervslivet på alle niveauer i den forskningsprioriterende proces vil bidrage til en øget kobling af grundforskning, anvendt forskning og innovation og derved bidrage til skabelse af samfundsmæssige værdi fra investeringer i nano- og materialeteknologisk forskning. Evalueringen vurderer, at en sådan aktiv inddragelse af virksomhederne i de forskningsprioriterende processer har ikke i tilstrækkelig grad været til stede ved programmets etablering og gennemførelse.

En større strategisk inddragelse af virksomhederne i programmet - både i forhold til det forskningsudførende niveau og i forhold til det forskningsprioriterende niveau - stiller store krav til Forskningsrådets opsøgende arbejde over for virksomhederne. NANOMAT har allerede i sin betydelige informationsindsats fokus på formidlingsaktiviteter mod virksomhederne og gennemførelse af konferencer rettet mod næringslivet. Men erfaringen fra de kvalitative interviews af forskere og virksomheder peger på, at mange af industriaktørerne i dag stadig har for lidt kundskab om, hvordan nanoteknologi og nye materialer kan udnyttes og hjælpe netop deres virksomhed. Der kan i fremtiden være behov for en

endnu tættere kobling mellem programmets formidlingsaktiviteter og inddragelsen af virksomheder i forhold til forsknings- og uddannelsesprioriteringer på områder, der har betydning for virksomhederne.

### Boks 6.3. Eksempler på projektlederes vurdering af barrierer for øget samspil [åbne besvarelser fra selvevalueringen]

#### Manglende erkendelse i erhvervslivet om behov for forskning

- Viktig å gjøre næringslivet mer bevisst på behovet og nytten av grunnforskning
- Norsk næringsliv har liten kunnskap om nanoteknologi og lite behov for nanoteknologiske løsninger i sine produkter.
- Nanoteknologi må av-mystifiseres og "ufarliggjøres" for næringslivet
- Forskning på nanoteknologi, oppfattes i de fleste sammenhenger som svært grunnleggende og "unyttig" for næringslivet. Eksempler på hvor denne forskningen er nyttig i anvendelser bør i langt sterkere grad fremheves

#### Manglende modtageapparat i erhvervslivet

- Det er viktig at det norske næringslivet øker sin kompetanse, slik at de har mulighet å utvikle nye forskningsresultater.
- Det må utdannes gode kandidater med helt ny fundamental kunnskap på nanofeltet gjennom grunnforskningsbasert undervisning på universitetene for rekruttering inn i institutt- og indutrisektoren.
- Brist på kompetent personal, kontinuitet og resurser ved bedriftene.

#### Manglende rammer for samspilsarenaer

- Det er allerede et stort ønske fra næringslivet for utvikling av nye produkter basert på nanoteknologi. Begrensningen for å få til fler prosjekter i næringslivet har ligget i at man ikke har nådd frem med søknadene for å få finansiering i Nanomat.
- Løsningsbasert samspill bør gå gjennom instituttsektoren. Utvikling av ny teknologi i lengre tidsperspektiv bør skje gjennom sterke fokuserte universitetsmiljøer som representerer cutting-edge i internasjonalt perspektiv. Dette for å gi grobunn for ny teknologi på en internasjonal konkurranseutsatt arena.

- Den største barriere for økt samspill mellom industri og FoU-miljøer er kommunikasjon og kulturforskjeller. Arrangere forum der industri og FoU-miljøer er invitert

Kilde: Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

## 6.2 Fortsat fokus på forankring av indsatsen på værtsinstitutionerne

### 6.2.1 Behov for kontinuitet og momentum

En væsentlig problemstilling er, hvordan der sikres kontinuitet i forskningsmiljøerne som opfølging på en 10-årig forskningspolitisk satsning, som NANOMAT er. Erfaringerne fra interviewene af både projektlederne og forskningslederne på FoU-institutionerne viser, at selvom NANOMAT har bidraget til at opbygge gode forskningsmiljøer, så er et 10-årigt sigte ikke et tilstrækkeligt tidsrum til for alvor at realisere potentialerne i programmet. Specielt set i lyset af, at både forskningsmiljøerne og næringslivet kompetencemæssigt startede på et lavt niveau internationalt set.

Indtrykkene fra interviewene er, at det tager mere end ti år at opbygge stærke forskningsmiljøer, der samtidig skal bidrage til at udløse potentialer nationalt inden for et teknologiområde. For at indfri målsætningerne for et Stort program er det derfor essentielt at sikre kontinuitet i investeringer, både inden for programmet men også uden for det, f.eks. i udfasningen og overgangen til andre programmer og initiativer på teknologiområdet.

Det kan tage mange år og endda årtier at opbygge stærke forskningsmiljøer og internationalt konkurrencedygtig infrastruktur og forskningskompetence, men at blot korte perioders usikkerhed om fremtidige bevillinger kan splitte et forskningsmiljø op. Såfremt finansiering frafalder og ikke erstattes via andre finansieringskilder, eller såfremt der hersker usikkerhed om bevillinger eller perspektiver for en

forskningsgruppe, vil de dygtigste forskere ofte hurtigt søge andre stillinger med sikrere midler og/eller bedre muligheder.

### 6.2.2 Fortsat behov for fokus på grundforskning

I den videre opbygning af miljøerne inden for nanoteknologi og nye materialer i Norge, vil det forsat være nødvendigt at have et højt investeringsniveau både i forhold til den anvendte forskning og grundforskningen. Det er vigtigt ikke alene at overveje koblingerne mellem anvendt forskning og grundforskning, men også at overveje, hvordan den rette balance skal være mellem de to forskningsformer.

Nanoteknologi er stadig en umoden teknologi, og erfaringerne fra evalueringen viser, at der fremover forsat er brug for en betydelig grundforskning. Fremskridt inden for både nano- og materialeteknologi er i høj grad baseret på fremskridt inden for vores forståelse og udnyttelse af grundlæggende biologiske, kemiske, fysiske og elektroniske principper. Det betyder, at der ofte er en tæt sammenhæng og uklare grænseflader mellem grundforskning og anvendt forskning, da selv anvendte projekter bygger på grundlæggende forskning og indsigt.

Betydningen af grundforskning for videnskabelige såvel som teknologiske fremskridt inden for feltet betyder imidlertid, at det er vigtigt at opretholde et højt kontinuerligt niveau af grundforskning gennem et programforløb for at sikre et solidt fundament for anvendt forskning og innovation. Et stærkt og konstant niveau af grundforskning er en nødvendighed i et generisk teknologiområde som nanoteknologi, hvor videnskabelige fremskridt såvel som næringsmuligheder er drevet af løbende forskning i grundlæggende nanoteknologiske mekanismer.

Der har imidlertid været en tendens til i programforløbet, at grundforskningdelen er blevet reduceret frem for mere næringsrettede projekter. En opgørelse udarbejdet af Norges forskningsråd viser således, at andelen af tunge grundforskningsprojekter i NANOMAT er generelt faldende i programperioden – fra at være ca. 100 pct. i starten af perioden til at være under 20 pct. i slutningen af perioden, se tabel 6.3.

**Tabel 6.3. Projekter med 80-100 pct. grundforskningsandel**

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
100%	86%	43%	8%	70%	20%	17%

Kilde: Norges forskningsråd, internt notat vedr. "Kopling mellem grunnleggende, anvendt forskning og innovasjon, 2010

Anm: Grundforskningsprojekter defineres i opgørelsen som projekter med en rapporteret grundforskningsandel på 80 pct. eller mere.

Tendensen med den faldende grundforskningsindsats i NANOMAT understøttes af både de kvalitative interviews med projektledere samt selvevalueringen. Mange af de interviewede forskere fandt det positivt – og som et særligt vigtigt træk ved NANOMAT – at NANOMAT specielt ved programmets start har haft stort fokus på at støtte grundforskningstunge projekter. Mange har oplevet, at NANOMAT har været den eneste finansieringskilde i Norge til grundforskningsaktiviteter inden for nanoteknologi og nye materialer.

Dog efterlyser mange af de interviewede forskere, at mulighederne for at finansiere grundforskningsaktiviteter relativt hurtigt forsvandt efter programmets start. Meget af grundforskningsfinansieringen var knyttet til etableringen af de nationalt koordinerede projekter, som især blev etableret i starten af programperioden. Med det faldende fokus på nationalt koordinerede projekter og dermed på grundforsknings-elementerne i nanoteknologi forsvandt dermed for mange forskere rammerne og incitamentene for nationalt forpligtende samarbejde og arbejdsdeling. En forsker udtrykker det således: *"Nasjonalt koordinerte prosjekter hadde stor betydning de første årene av NANOMAT og bidro til betydelig samarbeid mellom institusjoner. Som en følge av vinkling mot mer anvendt forskning (spesielt via KMB-er) har nasjonalt koordinerte prosjekter blitt tonet ned, og det har blitt vanskelig å følge opp og viderutvikle de forskningssamarbeidene som ble startet de første årene av NANOMAT."*

Det er således essentielt, at et Stort program som NANOMAT ikke forfalder til en lineær tankegang, hvor man først støtter grundforskning og derefter kanaliserer hovedparten af bevillinger ind i anvendt forskning. I stedet bør programmet sikre et konstant niveau af grundforskning, som befrugtes af en ligeledes kontinuerlig interaktion med problemstillinger,

behov og idéer der udspringer af den anvendte forskning og innovationsaktiviteter, da disse kan inspirere og give retning til den grundlæggende forskning.

Koblingen mellem grundforskning, anvendt forskning og innovation er ikke nødvendigvis en opgave alene for Store programmer eller endda for Norges forskningsråd. En række andre virkemiddelaktører er også relevante her. I regeringens Stortingsmelding "Vilje til forskning" (2009) lægges der vægt på, at de centrale virkemiddelaktører (bl.a. Norges forskningsråd, Innovasjon Norge og SIVA) samarbejder således, at institutionerne hver for sig og sammen bidrager effektivt til fornyelse og øget værdiskabelse i næringslivet. Bl.a. skal institutionerne samarbejde om at forenkle og forbedre sine tjenester og virkemidler, således at de fremstår sammenhængende for brugere og interessenter.

I boks 6.4 neden for illustreres, på baggrund af et NANOMAT-støttet projekt et godt eksempel på, hvordan grundforskning kan understøtte den anvendte forskning inden for nanoteknologi og nye materialer.

#### **Boks 6.4. Casestudie: Udvikling af fiskevaccine med nanoteknologi**

##### **Nanovaccine til atlantehavslaks**

Dette forskningsprojekt løber fra 2007 til 2011 og har fokus på at skabe grundlag for udvikling af effektive vacciner mod virus i atlantehavslaks. Projektet er nanoteknologisk men har fokus på et område, der traditionel anses for et bioteknologisk område, og er et eksempel på diversiteten i nanoteknologi og anvendelsesmulighederne ved nanoteknologi. Projektet er et samarbejde mellem Norges Veterinære Høgskole og Universitetet i Bergen, samt med et samarbejde med Universitetet i Tromsø.

Grundlæggende handler projektet om vaccination af atlantehavslaks, og brug af molekylære metoder og nanopartikler til at formulere vaccinen i fisken, det vil sige den måde hvorpå vaccinen indføres og fordeles. Gennem projektet udvikles teknik og redskaber ved hjælp af nanoteknologi til at formulere vaccinen, så den fordeles på en hensigtsmæssig måde i fisken. Selve formuleringen af vaccinen har stor betydning for virkningen af den, da formuleringen skal sikre at vaccinen bringes frem til de syge

celler i de rigtige mængder og ikke påvirker de raske celler unødigt.

### Nanopartikler giver mere effektiv vaccine

Et helt centralt forskningsemne i dette projekt, og som er essentielt i udviklingen af en effektiv vaccine, er at forstå den overordnede forskel mellem den svagere beskyttelse, der opnås gennem inaktiverede vacciner, i sammenligning med den stærke immunitet som kan opnås gennem kopier af virusvarianter. Gennem test af cellereaktioner på forskellige typer formuleringer af vacciner baseret på nanopartikler søger forskerne i projektet at skabe et erfarings- og videngrundlag for fremtidige vacciner. Nanopartikler har vist sig at være effektive i forhold til at påvirke fiskens antigener og dermed udskillelse af antistoffer i immunforsvaret, hvilket kan give en mere effektiv vaccine. Forskningen i dette forskningsprojekt baserer sig blandt andet på teknologi og viden på baggrund af gensekvenseringen af laks og den hurtige udvikling af teknologi indenfor biologiske lægemidler. Dermed er udviklingen af virus vacciner til atlantehavslaks sammenhængende med udviklingen i bioteknologien og de norske forskningsmiljøer i biologiske lægemidler.

### Vacciner med stort potentiale

Projektet bidrager til at opbygge en videnplatform, som kan danne basis for udviklingen af effektive virus vacciner mod to vira; "Salmon pancreas disease virus" og "Infectious pancreatic necrosis virus". Disse to vira er udbredte i norske havbrug, og har store omkostninger for Norske havbrug såvel som laksehavbrug rundt om i verden. Det vurderes i projektet, at disse vira årligt koster godt 300 mio. USD på verdensplan, og at en effektiv vaccine mod disse vira derfor vil have et stort potentiale. Men forskningen i dette projekt er grundforskning og sigtet mod at skabe videngrundlag for udvikling af en vaccine og formulering af den, og ikke mod udviklingen af en egentlig vaccine. Målet med projektet er at udvikle nye værktøjer til formulering af virus vaccine ved brug af nanopartikler. En effektiv vaccine kan skabe bæredygtig udvikling i erhvervsliv i forhold til produktion af vaccine til verdensmarkedet og forbedring af produktion i norske laksehavbrug.

### Anvendelsesorienteret grundforskning

Projektet er et godt eksempel på et grundforskningsprojekt, som har et anvendelsesorienteret sigte og repræsenterer et skridt i retning mod løsning af et eksisterende problem for et norsk erhverv. Med et stort potentiale for vaccine produktion og for forbedring af norske havbrug, er dette projekt en langsigtet satsning på udvikling af norsk erhvervsliv. Derudover viser denne case at nanovidenskab kan benyttes i mange forskellige sammenhænge og indenfor mange

forskellige forskningsområder.

**Projekttitlel:** Immunisation strategies against viral pathogens of Atlantic Salmon.  
**Støtte fra NANOMAT:** 6,9 mio. kr.  
**Deltagere:** Norges veterinærhøgskole, UiB, UiT.  
**Projektleder:** Øystein Evensen, Norges veterinærhøgskole.  
**Projektperiode:** 2007-2011.

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

## 6.2.3 Større sammenhæng i universiteternes finansieringsstruktur

Som tidligere nævnt har de nationalt koordinerede projekter bidraget til at sikre en langsigtet virkning af NANOMAT i form af strategiske effekter på universiteterne. Men der er et fortsat behov for at opbygge ansvarspunkter for universitets- og institutledelserne i det norske forskningssystem, således at der sker en ledelsesmæssig forankring af den nationale indsats, og at ledelserne forpligter sig til at støtte op om Forskningsrådets prioriteringer inden for nanoteknologi og nye materialer.

På den anden side er der også behov for at sikre et tilstrækkeligt strategisk frirum på universiteterne, således at de netop kan understøtte de nationale strategiske prioriteringer. Med de Store programmer som NANOMAT, FUGE mv. har Norges forskningsråd gennem de seneste år investeret milliardbeløb i kompetence- og teknologiopbygning inden for nationalt prioriterede teknologiområder. Et Stort program som NANOMAT udgør på den måde et betydeligt beløb for forskningssektoren, som det kræver betydelige interne midler på institutionerne at strategisk at støtte op om.

Hvis satsningerne i de Store programmer for alvor skal forankres i forskningsmiljøerne og sikre en langsigtet værdi, er det væsentligt at overveje, hvordan sådanne satsninger bedst tænkes ind i universiteternes samlede finansieringssystem. Eksempelvis der det nødvendigt at overveje, hvordan universiteternes grundfinansiering bedst understøtter store strategiske satsninger. Har universiteterne et tilstrækkeligt strategisk

frirum i deres grundfinansiering til at understøtte de nationalt prioriterede strategiske satsninger?

Universiteter skal i stigende grad påtage sig samfundsopgaver, og mange nye opgaver er øremærkede programmidler – som i NANOMAT – der kræver et stærkt fundament på universiteterne i form af solid grundfinansiering. Men interviewene fra lederne på universiteterne peger imidlertid på, at universiteternes interne strategiske prioriteringer er blevet stadigt mere begrænsede. Øgede satsninger på forskning gennem Forskningsrådet – f.eks. gennem Store programmer – og EU mv., kræver en samfinansiering fra universiteterne samt øgede omkostninger til rekrutteringsstillinger, og de midler tages fra grundfinansieringen eller fra undervisningen. Det medfører, at det økonomiske grundlag for den daglige drift og interne strategiske prioriteringer gradvist bliver reduceret på trods af, at forskningsbevillingerne i Norge samlet set er steget. Og det stiller spørgsmålet, om Store programmer, der tilsammen investerer betydelige midler (over 1 milliard kr. årligt i alt for de syv Store programmer) i både universitets- og institutsektoren, er tænkt godt nok sammen med institutionernes basisfinansiering således, at der er sikret ledelsesmæssig og strategisk frirum på institutionerne.

## 6.3 NANOMAT har haft betydning for samfundsmæssig robust forskning

### 6.3.1 ELSA og HMS er et vigtigt kompetenceområde i NANOMAT

Forskning er en del af samfundet. Og forskning vil have stor betydning for, hvordan virkeligheden vil se ud for alle i fremtiden. Nye forskningsområder og teknologier skaber nye forskningsetiske problemstillinger, blandt andet fordi områderne kan være kontroversielle og have samfundsmæssige negative effekter. Det gælder f.eks. områder som nanovidenskab, hvilket også er udtrykt i en strategi fra National Research Council i USA:

*“Responsible development of nanotechnology can be characterized as the balancing of efforts to maximize the technology’s positive contributions and minimize its negative consequences. Thus, responsible development involves an examination both of applications and of potential implications. It implies a commitment to develop and use technology to help meet the most pressing human and societal needs, while making every reasonable effort to anticipate and mitigate adverse implications or unintended consequences”<sup>7</sup>*

Dette leder naturligt til det forskningspolitiske spørgsmål om, hvordan man eventuelt skal styre denne forskning og teknologiudvikling. Således forholder det sig med al ny teknologi, men det er en speciel problemstilling, når det drejer sig om nanoteknologi på grund af teknologiens generiske og endnu umodne karakter og potentielle negative effekter.

Fokus på etiske, juridiske og samfundsmæssige aspekter (ELSA) samt helse, miljø og sikkerhed (HMS) er derfor i stigende grad på dagsordenen i forskningspolitiske prioriteringer som NANOMAT, hvilket også fremhæves også i den seneste forskningspolitiske Stortingsmelding ”Klima for forskning”. Det gælder dels på grund af NANOMATs betydelige volumen som et Stort program og dermed dets store påvirkning på forskningen. Og dels på grund af, at programmets særlige fokus på samfundsløsninger og værdiskabelse for samfundet.

Evalueringen viser, at Norges forskningsråd dog har været relativt hurtige til at følge op på internationale tendenser inden for ELSA og HMS forskningen. Det skete bl.a. med rapporten ”*Nanoteknologier og nye materialer: Helse, miljø, etikk og samfunn – Nasjonale forsknings- og kompetansebehov*” fra 2005. Med rapporten bidrog NANOMAT til at kortlægge nationale forsknings- og kompetencebehov inden for HMS/ELSA i samarbejde med Den nasjonal forskningsetiske komité for naturvitenskap og teknologi samt Teknologirådet.

---

<sup>7</sup> National Research Council, “A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative”, 2006

Et vigtigt resultat af rapporten var, at NANOMAT i sin seneste programplan 2007-2016 fik indarbejdet etiske, juridiske og samfundsmæssige (ELSA) samt helse, miljø, sikkerhed og risiko (HMS) som et af programmets centrale kompetenceområder. I programplanen blev der lagt vægt på, at man i relevante projektansøgninger skulle integrere vurderinger af risiko, toksikologi osv., specielt i forhold til kommercielt rettede projekter, bl.a. gennem støtte til *integrerede ELSA-projekter*.

Samtidig var målet at udlyse selvstændige projekter inden for helse, miljø, risiko, etik, juridiske problemstillinger og samfund med henblik på at øge den generelle kompetence på feltet, dvs. *enkeltstående ELSA-projekter*. Ligeledes blev der lagt vægt på tæt samarbejde med ELSA-2 programmet for at få skabt synergi og kritisk masse i forhold til kompetencer og ny viden på området. ELSA-programmet, som oprindeligt startede i 2002, har efter 2004 haft et tæt samarbejde med NANOMAT om f.eks. udlysninger. Dog har NANOMAT selv kørt med eget fagpaneler i forhold til ELSA-vurderinger af projekter i NANOMAT.

### 6.3.2 NANOMATs projektbevillinger inden for HMS/ELSA

NANOMAT har i evalueringsperioden (dvs. 2002-2009) bevilget 18 mio. kr. til ELSA og HMS området fordelt på 6 projekter. Der er tale om et mindre beløb i forhold til NANOMATs samlede bevillingsramme, men indsatsen er dog i tråd med de opsatte mål på området for programmet, jf. tabel 6.4. Programplanen for NANOMAT har nemlig fastsat et mål om, at 3 pct. af de samlede bevillinger af NANOMAT skal afsættes til ELSA/HMS relaterede projekter. I 2009 er tallet 2,8 pct. hvilket således er tæt på programmet egne mål.

Som det fremgår af tabel 6.4 er det først i årene 2006-2007 – dvs. relativt sent i programperioden – at programmet har støttet ELSA/HMS projekter. Det hænger sammen med, at teknologimiljøerne inden for nanoteknologi stadig er ved at blive opbygget i Norge, hvilket ikke endnu har skabt forudsætningerne for et parallelt ELSA forskningsmiljø knyttet til nanoteknologi i Norge. Ligeledes var det først med ELSA-2 programmet, at der i ELSA-programmet kom fokus på nanoteknologi.

Tabel 6.4. NANOMAT – målopnåelse ifm. ELSA/HMS

(Mio. kr.)	År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	I alt
<b>Samlet i NANOMAT</b>		8	199	43	17	60	262	21	67	677
<b>ELSA/HMS</b>	Bevilget beløb	0	0	0	0	5,5	13	0	0	18,5
	Antal projekter	0	0	0	0	3	3	0	0	6
<b>Mål (3 pct.)</b>	Andel af samlet bevilling					1,7%	2,9%	2,8%	2,8%	2,8%

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss.

Ser man nærmere på 6 enkelte støttede projekter, så har der primært været tale om ELSA-projekter (5 projekter), dvs., projekter rettet mod etik og samfund og i mindre grad HMS-projekter (1 projekt), dvs. projekter rettet mod helse mv., se tabel 6.5 neden for.

Tabel 6.5. NANOMATs projekter inden for HMS/ELSA (2002-2009)

Igang-sat	Projektitel	Type	Fokus	Bevilling (mio. kr.)
2006	Interdisciplinary Studies of Ethical and Societal Implications of Nanotechnology	Enkeltstående	ELSA	2,2
2006	The precautionary principle in nanotechnology: Who should be precautionary? The role of stakehold	Enkeltstående	ELSA	0,8
2006	Karbonfiber og helse - design av nanofiber med lav toksisitet	Enkeltstående	HMS	2,6
2007	Governance of the precautionary principle and the nano-consumer: A comparison of ethical aspects	Enkelts-tående	ELSA	2
2007	NANOTRUST: Ethical conditions for a socially robust use of nanobiotechnology in aquaculture	Enkeltstående	ELSA	4,9
2007	Environmental fate and ecotoxicity of manufactured nanoparticles	Integreret	ELSA	6
<b>I alt</b>				18,5

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss.

Samtidig er der støttet 5 enkeltstående projekt, mens der kun er støttet et integreret projekt. I praksis betyder integrerede projekter, at der indgår naturvidenskabelige og teknisk videnskabelige forskere og forskere inden for humaniora/samfundsvidenskab arbejder på samme projekt knyttet til et konkret teknologiudviklingsprojekt.

NANOMATs ambition om at integrere HMS/ELSA forskningen ind i den nanoteknologiske forskning er derfor endnu i sin spæde start. Der er dog i 2010 igangsat et pilotprojekt i NANOMAT i samarbejde med ELSA-2 programmet med særlig fokus på integrerede projekter for at styrke kompetencerne for at integrere HMS/ELSA-problemstillinger i den teknologiske forskning inden for nanoteknologi og nye materialer.

### 6.3.3 NANOMAT har bidraget til opbygning af ELSA/HMS miljøer - men de er sårbare

Evalueringen viser, at NANOMAT i samarbejde med ELSA-programmerne (specielt ELSA-2, der som nævnt havde et direkte fokus på nanoteknologi) inden for den seneste 10-årige periode har været med til at opbygge stærkere miljøer inden for ELSA/HMS-problemstillinger inden for nanoteknologi og nye materialer. På det tidspunkt, hvor NANOMAT blev iværksat fandtes ikke ELSA/HMS-kompetencer på forskningsmiljøerne i Norge og programmet har derfor bidraget til at opbygge sådanne miljøer fra bunden af.

Evalueringens interviews med projektledere, universitetsledere og medarbejdere fra Norges forskningsråd peger på, at bevillingen fra NANOMAT har betydet, at ELSA-miljøerne har kunnet opbygge et videnskabeligt grundlag og faglige kompetencer. Derudover har miljøerne haft mulighed for at deltage i seminarer med andre forskningsmiljøer rundt om i verden og nationalt som var relateret til ELSA. Flere forskningsinstitutioner i Norge har under NANOMAT nået at få opbygget et godt forskningsmiljø, som var direkte afledt af NANOMAT bevillingen.

Det er opfattelsen blandt de interviewede, at ELSA og HMS-området generelt har været koordineret godt under NANOMAT. Men det er dog også opfattelsen blandt miljøerne, at det er meget vanskeligt at opbygge

bærekraftige forskningsmiljøer inden for ELSA, fordi der ikke findes en langsigtet bevillingsstrategi på området.

De miljøer, der i dag er opbygget, er stadig små og fragmenterede. Miljøerne oplever, at de er dybt afhængige af bevillinger, og når bevillingerne ophører, vil miljøet som oftest gå i opløsning. På grund af den ustabile finansieringssituation inden for ELSA/HMS opstår miljøer forskellige steder i Norge for en tidsperiode og nedbrydes igen efter bevillingsperioden er afsluttet. Et eksempel på det er Rokkan Center of Social Science på UiB, hvor der var opbygget et stort forskningsmiljø i ELSA, som i dag er nedlagt på grund af diskontinuerlige bevillinger. Den manglende grundbevilling gør netværk og samarbejde med andre miljøer svært, idet de opstår og forsvinder uafhængigt af hinanden, og dermed bliver det vanskeligt at få opbygget en national sammenhængende kompetence på området.

Miljøernes efterlysning af midler understøttes af, at NANOMAT ikke har bevilget midler til ELSA/HMS projekter siden 2007, selvom der dog som nævnt er planlagt flere bevillinger i 2010 under programmet til integrerede projekter. Derudover er det kun ganske få doktorgrader (4 personer) og post docs (2 personer), der er blevet finansieret under NANOMAT i forhold til en ambition om at etablere et langsigtet kompetenceområde inden for ELSA/HMS inden for nanoteknologi, se tabel 6.6.

Tabel 6.6. NANOMAT stipendiater i forhold til kompetenceområdet ELSA/HMS

Kompetenceområde	Doktor (bevilget)	Post dok. (bevilget)
Etiske, juridiske og samfunnmessige aspekter, HMS mv.	4	2
I alt i NANOMAT	89	87,5

Kilde: DAMVAD Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på data fra Foriss.

### 6.3.4 Øget synlighed om ELSA/HMS i teknologimiljøer – men der er stadig udfordringer

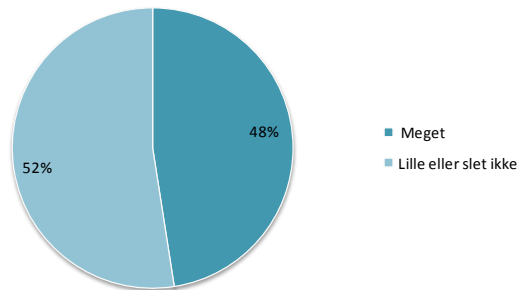
Udover at NANOMAT har haft et særskilt fokus på ELSA og HMS, er ELSA og HMS også en naturlig del af flere af de nanoteknologiske NANOMAT-



prosjekter. Som det fremgår av figur 6.2, så vurderer halvdelen (52 pct.) av prosjektledere i NANOMAT-prosjekter, at ELSA og HMS aspekter har "stor" betydning i deres prosjekt.

**Figur 6.2. Betydningen av ELSA og HMS i NANOMAT-prosjekter**

Hvor stor betydning har sosiale, etiske, rettslige spørsmål samt helse-, miljø- og sikkerhetsaspekter i din/deres forskning, både i forhold til de konkrete resultater av forskningen og i forhold til eventuell anvendelse av forskningsresultater?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N = 61 prosjektledere.

Prosjektlederne angiver ydermere, at de generelt i deres forskning er optaget av god forskningsetik og legger vekt på at eventuelle HMS-retningslinjer bliver fulgt. Langt de fleste av prosjektlederne angiver, at selv om de generelt er opmærksomme på disse emner, så er HMS og ELSA aspekter ikke en integrert del av deres prosjekter, men snarere en del av den ramme, som prosjekterne forløber inden for og som deres resultater vurderes i lyset av. I det omfang, der er gjeldende HMS, juridiske, etiske eller andre retningslinjer som prosjekterne skal forholde sig til, så følger de etter eget udsagn desuden disse retningslinjer.

Enkelte prosjekter har desuden inndraget forskere med juridisk ekspertise eller fra filosofi- og etikmiljøet for at belyse ELSA-aspekter mere direkte, men dette gjelder som sagt kun for at fåtal av prosjekterne. Blandt de prosjekter som angav, at de ikke beskæftigede sig selv med ELSA og HMS aspekter, var den primære årsag herfor i følge prosjektledere, at de

beskæftiger sig med basal grundforskning og derfor ikke mener, at ELSA og HMS aspekter av forskningen er relevante.

### Boks 6.5. Erfaringer med ELSA og HMS problemstillinger hos forskere

Hvilken form tar sosiale, etiske, rettslige spørsmål samt helse-, miljø- og sikkerhetsaspekter i praksis i din/deres forskning? [åbne besvarelser – selvevaluering]

#### Positivt bevidste

- Disse spørsmål er særdeles viktig. Vår forskning på membraner har et fokus mot miljøvennlige prosesser for derigjennom å minske belastningen av forurensninger på miljøet rundt oss.
- HMS er alltid en viktig faktor i all vår forskning. Effekter av nanomaterialer får større oppmerksomhet nå enn tidligere.
- Prosjektet har satt fokus på de cellulære og toksiske effekter som nanopartikler kan tenkes å ha. HMS er således en integrert del av prosjektet.
- HMS-aspekter er med som en del av kompetanse vi bygger opp, både i forhold til teknologier vi utvikler og i forhold til det å skape en sikker arbeidsplass og et sikkert samfunn.

#### Mindre målbevidste

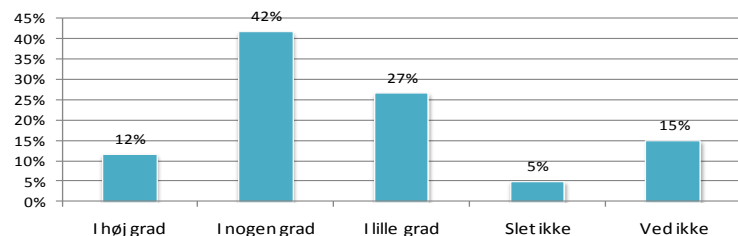
- Vi har slike spørsmål i bakhodet. Vi har ikke laget "kurs" hvor dette er blitt tatt opp.
- Det er viktig å ta hensyn til potensiell risiko ved anvendelse av nye materialer. Slike spørsmål er ikke integrert i prosjektet men vi tar hensyn til slike aspekter ved valg av materialer for syntese av nanomaterialer. Institusjonens HMS-rutiner samt konferanser/seminarer som har foredrager om ELSA/HMS aspekter har vært initiativtagerne til dette fokus.
- Vi følger med oppmerksomhet diskusjonen vedr. sikkerhet ved håndtering av nanostrukturerte materialer med tanke på vårt eget personells sikkerhet.
- Grundige undersøkelser er blitt foretatt av "støv" fra karbon nanorør produksjonen og bedriftshelsetjenesten var med. Det ble konkludert med at det ikke hadde uheldige forurensningskonkvenser.
- Mest relevant i denne sammenheng er HMS-aspektet knyttet til mulig risiko koblet til nanopartikler

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

Meget peger på, at NANOMAT som program har bidraget til øget opmærksomhed på ELSA og HMS problemstillinger i de støttede projekter under programmet. Programmet har dog ikke haft en afgørende betydning for synligheden af ELSA og HMS problemstillinger, hvilket kan som tidligere nævnt hænge sammen med, at forskerne i forvejen i deres projekter har fokus på ELSA og HMS problemstillinger som en naturlig del af deres forskning. Kun 12 pct. af projektlederne i selvevalueringen peger på, at NANOMAT har bidraget til en generel styrkelse af opmærksomheden på ELSA OG HMS problemstillinger, mens 42 pct. mener, at det har gjort sig gældende, jf. figur 6.3 neden for.

**Figur 6.3. NANOMATs betydning for synligheden af ELSA og HMS i forskningsmiljøer**

*I hvilken grad vurderer du at programmet har bidratt til en generell styrkning av oppmerksomheten omkring sosiale, etiske og juridiske spørsmål samt helse-, miljø- og sikkerhetsaspekter i nanoteknologisk forskning?*



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. N=60 projektledere.

Samtidig viser tallene dog også, at en relativ stor del (27 pct.) af forskerne ikke mener, at NANOMAT har haft en betydning for øget opmærksomhed på ELSA HMS problemstillinger i forskningsmiljøerne inden for nanoteknologi og nye materialer. Det kan afspejle, at der er en række barrierer i forskningsmiljøerne for at sætte yderligere fokus på ELSA og HMS problemstillinger. En gennemgang af de åbne besvarelser har identificeret en række af disse barrierer, som en stor del af forskerne har peget på.

**Manglende videngrundlag og kompetencer.** En barriere handler om manglende viden om betydningen ELSA og HMS problemstillinger i deres forskning. I samme forbindelse peger en række forskere på manglende kompetencer inden for de nano- og materialeteknologisk teknologimiljøer for at håndtere ELSA og HMS problemstillinger i deres forskning. Kravet til kompetencer og viden inden for ELSA og HMS øges i takt med at kompleksiteten og anvendelsesmulighederne i teknologierne øges og at teknologierne konstant videreudvikles.

**Manglende ledelsesmæssigt fokus.** Flere har peget på, at hvis der skal arbejdes med ELSA og HMS som en integreret del af nano- og materialeteknologien ved universiteterne, skal der et større ledelsesmæssigt fokus på området. Det gælder dels at indarbejde ELSA og HMS problemstillinger som et større element i universiteternes strategier og dels i de daglige forskningsprocesser i de enkelte miljøer.

**Manglende rammer for tværfagligt samspil mellem etikere og teknologiforskere.** Flere af forskerne efterspørger mere og bedre reel kontakt mellem nanoforskere og f.eks. etikere. Der peges på, at der her er en betydelig barriere både sprogligt og videnskabsmæssigt. En del af forskerne peger på bedre rammer for samarbejde på tværs af faggrupperne, og efterlyser flere fælles projekter, f.eks. inden for forståelse af miljømæssige konsekvenser af nanoteknologi, hvor karakterisering af nanopartikler er noget, som bør være en naturlig del af sundheds og miljø forskning.

Boks 6.6 neden for illustrerer et eksempel på et ELSA-projektet støttet i NANOMAT.

### Boks 6.6. Case: ELSA-projekter øger tværfagligheden

#### De første ELSA-projekter

Som et af de tre første ELSA-projekter med støtte fra NANOMAT, var projektet ledet af Roger Strand ved Universitetet i Bergen, med til at etablere et nyt forskningsområde indenfor nanoetik. De første ELSA-projekter i NANOMAT blev etableret i 2006, og dette projekt løb over tre år, og var rodfæstet i det videnskabsteoretiske forskningsmiljø ved UiB. Projektet havde blandt andet fokus på at skabe indsigt i de etiske og filosofiske problemstillinger, der kan fremkomme ved udviklingen og brug af nanoteknologi i samfundet.

Formålet med dette projekt var at foretage undersøgelser, der kunne producere teoretisk viden med inddragelse af nanoforskere om forholdet mellem videnskab, teknologi, samfund og etiske udfordringer. Gennem inddragelse af naturvidenskabelige forskere i diskussioner med forskere fra samfundsvidenskabelige og humanistiske discipliner, søgte projektet at kombinere og udfordre de forskellige videnskabelige tilgange til og forståelse af nanoteknologiudviklingen.

#### Fremmer tværfaglighed

Et centralt værktøj i dette projekt var workshops med deltagelse af nanoforskere, forskere indenfor klinisk medicin, etikere og filosoffer samt samfundsvidenskabelige forskere. Arbejdsmetoden bestod i at skabe en metodisk platform ved at kombinere etiske og filosofiske analyser i workshops, hvor der blev lagt vægt på dialogen mellem etikere, filosoffer, nanoforskere og deltagere fra andre discipliner, som offentlig sundhed, klinisk medicin og samfundsvidenskab. Det blev blandt andet diskuteret til disse workshops, hvorvidt nanovidenskab og -teknologi reflekterer en ny form for reduktionisme, foruden andre diskussioner om forståelse af nanovidenskab og metode.

Ved hjælp af denne metodiske platform anvendte projektet perspektiver fra disse workshops indenfor etik, videnskabsteori og naturvidenskab til at kortlægge sociale, etiske og filosofiske spørgsmål. Hermed forsøgte man at imødegå udfordringerne i regulering og styring af nanovidenskab og nanoteknologi i mødet med forskellige former for videnskabelig viden og usikkerhed, ved at skabe klarhed over de etiske spørgsmål indenfor dette område.

#### Kvalificerer debatten om nanoteknologiens forhold til natur

Teknologioptimisme var også et centralt omdrejningspunkt i dette projekt, og er udtryk for en forståelse af nanoteknologi, som reflekterer en udbredt optimisme for teknologien og de muligheder, den potentielt kan bringe. Hermed fremhæves de store muligheder ved teknologien, hvorimod andre aspekter ved teknologien får mindre betydning, hvilket kan rejse etiske spørgsmål. Teknologioptimismen har risiko for at kunne fordreje forståelsen af hvad nanoteknologi er, idet teknologien spænder meget bredt og forståelser af betydningen af nano i et område, kan påvirke forståelsen af andre forskningsområder, der kun har det tilfælles at være i forskning i nanoskala.

Analysen i dette projekt viste hvordan nanoteknologiens forhold til natur blev beskrevet på mange forskellige måder i nanodiskurser, men blev henvist til, som fakta i andre diskurser. Forholdet til natur er et centralt emne i den offentlige debat i forhold til forståelsen af nanoforskning, og kan derfor påvirke debatter om fremtidige satsninger på området. I nanodiskurser beskrives teknologiens forhold til natur på forskellig vis; "nanoteknologi som inspireret af naturen", "nanoteknologi som forbedrer naturen" og "nanoteknologi som truer naturen". Ved at fremhæve forskelligheden i udsagn fra nanodiskurser kvalificerer forskerne i dette projekt

debatten, og fremhæver at de forskellige vinkler på teknologien. Hermed udfordres de perspektiver og forståelser der ligger til grund for beslutninger om udvikling og brug af nanoteknologi.

#### Stor videnskabelig produktion

Foruden en PhD var der i dette projekt en meget stor produktion af videnskabelige publikationer. Med 7 videnskabelige artikler, heraf 6 med referee, samt 7 publicerede foredrag og andre rapporter, har der været en stor videnskabelig produktion i forhold til projektets begrænsede budget på 2,2 mio. kr. Som følge af dette projekt, blev der opbygget forskningskapacitet i UiB inden for dette forskningsområde, som har været baggrund for andre ELSA projekter. Projektet var med til at opbygge et forskningsmiljø, som dog ikke har modtaget yderligere bevilling fra NANOMAT, men har modtaget støtte fra FUGE til et bioetik-projekt. Dette FUGE projekt kan relateres til nanoetik på mange områder og kan dermed bygge videre på noget af den viden, der er opnået i foregående projekt.

**Projekttitle:** Interdisciplinary Studies of Ethical and Societal Implications of Nanotechnology

**Støtte fra NANOMAT:** 2,2 mio. kr., **Deltagere:** UiB, **Projektleder:** Roger Strand, leder for Senter for vitskapsteori, UiB, **Projektperiode:** 2006-2009

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

### 6.3.5 Videre perspektiver for ELSA og HMS i NANOMAT

Overordnet set indikerer evalueringen, at NANOMAT gennem sin støtte til ELSA og HMS projekter har været med til at styrke forskningsområdet og opmærksomhed omkring betydningen af øget viden omkring etiske, juridiske og sociale aspekter af den nanoteknologiske forskning. Disse projekter har dog haft en begrænset synlighed og overordnet betydning i programmet og i den nanoteknologiske og materiale teknologiske fagmiljø. Evalueringen indikerer desuden, at ambitionen fra NANOMATs ambitioner om at gøre samfundsmæssige og etiske spørgsmål til en integreret del af den nanoteknologiske forskning ikke er indfriet. Evalueringen indikerer således, at selv om NANOMAT har haft betydning for HMS/ELSA-forskning, så har HMS/ELSA-forskning været mere af et appendiks end et integreret element i programmet. Samlet set er der således et betydeligt

potentiale for at tænke HMS og ELSA aspekter bedre ind i den nanoteknologiske og materialeteknologiske forskning.

Ifølge repræsentanter fra NANOMAT såvel som fra ELSA-programmet har ELSA-miljøet dog ikke generelt været modent til mere integreret samarbejde med nanoteknologiske (det vil sige, naturvidenskabelige) forskere før end nu. Netop denne type integreret forskning er der dog kommet fokus på i anden fase af ELSA-programmet, det vil sige siden 2008. Som følge heraf har ELSA-programmet i 2010 igangsat en række integrerede projekter (blandt andet inden for NANOMATs temaområde), som det håbes vil bane vej for et mere produktivt samspil mellem ELSA-forskere og nanoteknologiske forskere. Integrerede satsninger forventes også at udgøre et vigtigt fokuspunkt i den fremadrettede indsats på området.

Alligevel vurderes det som værende positivt, at en lille procentdel af bevillingerne i et stort teknologiprogram som NANOMAT øremærkes til ELSA og HMS fokuseret forskning, af den årsag at det tvinger teknologiprogrammet til at forholde sig aktivt til videnudvikling og fremskridt inden for ELSA og HMS, som er en af flere vigtige kanaler til at indfri den nationale forskningspolitiske ambition (særligt for Store programmer) om at styrke samfundsmæssig robusthed i norsk forskning og innovation. Evalueringen peger samtidig på følgende anbefalinger for den fremtidige indsats.:

- **Fastholde samarbejdet med ELSA-programmet**, både i udlysninger og især i vurdering af ansøgere. Dette er med til at kvalitetssikre fremtidige ELSA og HMS-projekter og delprojekter, som støttes under en nanoteknologisk satsning. Samtidig er det også med til at sikre, at HMS/ELSA-projekter under et teknologiprogram ikke føler sig presset ind i teknologioptimistisk forskning for at øge deres chance for at få midler – det er nemlig en bekymring, som flere HMS/ELSA-forskere har givet udtryk for i forbindelse med denne evaluering.
- **Fastholde det øgede fokus på integrerede projekter**, hvor ELSA og HMS aspekter bringes i tæt samspil med nanoteknologiske problemstillinger. Generelt bør der etableres et mere produktivt samspil mellem nanoteknologiske fagforskere og ELSA-forskere.

Dette kan f.eks. opnås gennem afholdelse af fælles seminar og workshops, særligt for yngre forskere (f.eks. PhD-stipendiater).

- **Prioritere HMS/ELSA satsningen.** I den fremadrettede forskningspolitiske indsats med HMS/ELSA forskning inden for nanoteknologi og nye materialer er det afgørende, at man nøje overvejer, hvad man vil med denne indsats. Og at man vurderer, hvordan man bedst anvender offentlige penge til at støtte op om mere samfundsmæssig robust forskning. Fremover vil man se, at HMS/ELSA problemstillingerne i forskningen bliver mere og mere komplekse i takt med nanoteknologiens øgede kompleksitet og opdagelsen af nye anvendelsesområder for teknologien. Det stiller store krav til prioritering af HMS/ELSA indsatsen på områder, hvor det giver størst værdi med de midler, der er til rådighed. Det er ikke muligt at satse på alt med en 3 pct.-målsætning (eller endda med en 10-pct.-målsætning) ligesom det ikke er muligt, at man på alle områder kan bidrage til en robust samfundsinnovation. Samtidig skal det overvejes på hvilke områder, man blot ønsker at opbygge en beredskabskompetence, der nødvendigvis til at hjemtage viden internationalt på området og på hvilke områder, man ønsker at være internationalt førende og hvor man for alvor kan bidrage til robust samfundsinnovation.
- **Etablere klare og realistiske ambitioner for ELSA-forskning i fremtidige nano- og materialeteknologiske satsninger.** I tilrettelæggelsen af fremtidige satsninger bør man gøre sig meget klart, hvad man kan gøre, og hvad man kan opnå, i et teknologiprogram ved at øremærke f.eks. 3 procent af bevillinger til ELSA-projekter. I NANOMAT giver det kvantitative mål om at støtte HMS/ELSA-projekter med 3-5 procent af bevillinger f.eks. ikke mening i forhold til NANOMATs ambition om at fremme integration af nano-etiske overvejelser i nanoteknologisk forskning. Der bør derfor være en klar sammenhæng mellem mål og midler i fremtidige satsninger.

I forlængelse heraf er det vigtigt at overveje, hvordan et program som NANOMAT bedst kan styrke forskningens samfundsmæssige robusthed. Evalueringen peger på, at støtte til ELSA-forskning kan være et af flere

vigtige redskaber i denne retning, men at mere effektive redskaber findes i eksempelvis en aktiv kommunikations- og formidlingsindsats – et punkt som vi ser nærmere på i afsnit 6.5.

## 6.4 Stor tværfaglighed i de støttede projekter – særligt inden for teknologifeltet

NANOMATs fokus på HMS og ELSA problemstillinger og også haft effekt på tværfagligheden i den forskning, som støttes under programmet. Fler- og tværfaglighed er en nødvendighed i dagens forskning og er typisk i erhvervslivet. Et problemkompleks kan derfor i mange tilfælde med fordel angribes med forskellige baggrund, kompetence og metodik. Inden for nanoteknologien ses bl.a. tværfagligt samarbejde kemikere og fysikere og biokemikere eller mellem naturvidenskabelige forskere og etikere i forbindelse med f.eks. HMS/ELSA-projekter.

Nano- og materialeteknologi er således generelt et tværfagligt forskningsområde, som inddrager en bred vifte af fagområder. Denne tværfaglighed afspejles ikke overraskende i de projekter, som har modtaget støtte fra NANOMAT. 70 pct. af forskerne, der har fået støtte i NANOMAT karakteriserer deres støttede projekt som ”tværfaglig.”

Projektlederne blev i egevalueringen bedt om at angive, hvilke fagområder, der indgik i deres projekter. En liste over de fagområder, som projektlederne nævner, fremgår af boks 6.6. Af listen ses det, at projekter under NANOMAT-programmet dækker en meget bred vifte af discipliner og specialiseringsområder, fra biologi til medicin. Datavidenskab og statistik spiller ikke overraskende en betydelig rolle i mange af projekterne, hvor disse fagområder understøtte bioinformatik samt bearbejdning og analyse af de store mængder af data, som ofte genereres i nanoteknologiske forskningsprojekter. Derudover indgår en række mere utraditionelle fagområder, f.eks. økonomi, etik i nogle af projekterne, men der er dog tale om et begrænset antal projekter.

### Boks 6.6. Liste over fagområder i NANOMAT projekter (ikke udtømmende)

Organisk syntese, fast stoff kemi, fysikalsk kemi (adsorpsjon), teoretisk kemi, processteknologi	Kjemi, biologi, miljøfag Fysikk, kemi, biologi, medicin.
Elektronikk, materialvitenskap, fysikk og kemi	Fysikk, kemi, polymerteknologi
Fysikk, maskin, materialteknologi	Risikoforskning, anvendt etikk og politisk filosofi, STS
Kjemi materialvitenskap elektronikk fysikk	Materialteknologi, materialfysikk, overflatevitenskap, elektrokjemi, korrosjon, matematisk modellering, karakterisering
Immunologi og virologi pluss nanomaterialteknologi.	Kjemi, fysikk, farmasi og medicin
Nanovitenskap, geofysikk, materialfysikk	Polymerkjemi, membranteknologi, fysikk, kemi
Mathematics, Bioinformatics, chemistry, physics clinical research	Materialteknologi, kolloid og overflatekemi, molekylær biologi, nanomedisin, immunologi
Materialteknologi, separasjonsprosesser (industrielle), modellering / simuleringer	Sosiologi, statsvitenskap, kemi
Molekylær cellebiologi, kreftforskning og nanopartikel/kolloid kemi	STS, etikk, vitenskapsfilosofi/-teori, environmental governance
Optikk, materialvitenskap	

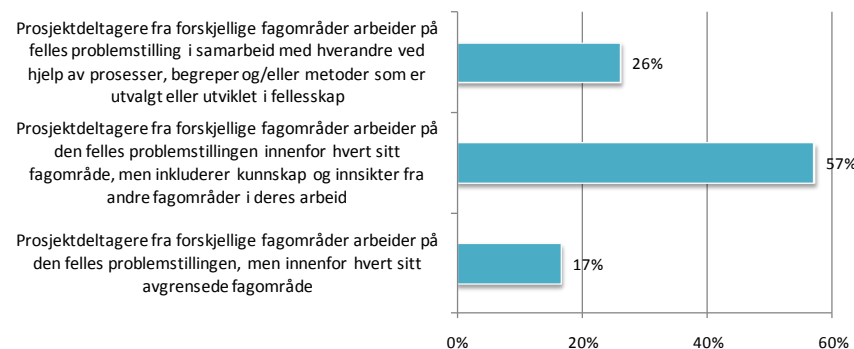
Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på åbne besvarelser fra 60 projektledere.

#### 6.4.1 Primært tværfaglighed inden for nærtbeslægtede teknologifelter

Når man ser på tværfaglighed i forskning, er det desuden relevant at skelne mellem forskellige grader af tværfaglighed. Dette skyldes, at der kan være stor forskel på, hvor tæt og integreret samspillet mellem fagområderne er. Figur 6.4 illustrerer graden af tværfagligt samarbejde i NANOMAT projekter, som karakteriseret af projektlederne i tværfaglige projekter. Som figuren viser, så vurderer 26 pct. af projektlederne, at deltagerne i deres projekter arbejdede inden for hvert deres afgrænsede fagområde. Det betyder at de forskellige fagområder bidrager hver især til det fælles mål for projektet, dog uden at de kommer i samspil med hinanden.

**Figur 6.4. Tverrfaglighet i NANOMATs projekter**

Hvilke av følgende alternativer beskriver best karakteren av tverrfaglig samarbeid i prosjektet?



Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010.

I langt de fleste av projekterne (57 pct.) vurderer projektlederne, at det tverrfaglige samarbeide bestod av deltagere, som arbejdede inden for hvert deres fagområde, men som anvendte kunnskap og innsikter fra andre fagområder i deres forskning. I denne type tverrfaglighet er der således potentiale for en gensidig berigelse mellom fagområdene. Sidst men ikke minst vurderer cirka en tredjedel (17 pct.) av projektlederne, at der i deres tverrfaglige prosjekt var et tætt samspill mellom forskere fra forskjellige fagområder. I disse projekter var samarbeidet basert på prosesser, begreper og metoder, som var utvalgt eller utviklet av deltagerne i fellesskap – således at de kunne "tale samme språk" på tross av forskjellene i deres faglige baggrunde.

Enkelte forskere gir i deres egevaluering uttrykk for, at NANOMAT-programmet har satt økt fokus på betydningen av et bedre samspill mellom forskjellige fagområder. Men langt de fleste respondenter gir dog ikke uttrykk for, at programmet har hatt noen væsentlig betydning for forskernes tilgang til tverrfaglighet. Dette skyldes, som tidligere forklart, at nanoteknologiske forskere i høy grad ser tverrfaglighet som en naturlig eller endda nødvendig forudsætning for å løse komplekse forskningsproblemer og for å foreta topforskning. Likeledes ble

projektlederne bedt om å vurdere, hvilken betydning NANOMAT-programmet generelt sett hadde hatt for oppmerksomheten omkring tverrfaglighet blant norske nano- og materiale teknologiske forskningsmiljøer.

Projektlederne angav desuden i deres åpne besvarelser i selvevalueringen en rekke årsaker til, hvorfor de valgte en tverrfaglig tilgang. Disse besvarelser er blitt grupperet og resultatene oppsummeret i tabel 6.7. Tabellen viser, at en væsentlig grunn til å velge en tverrfaglig tilgang i et prosjekt er, at det er en nødvendig forudsætning for forskning i komplekse nano- og materiale teknologiske problemstillinger.

**Tabel 6.7. Liste over fagområder i NANOMAT projekter (ikke udtømmende)**

Årsag for at vælge en tverrfaglig tilgang	Antal gange nævnt	Udvalgte citater
Tverrfaglighet er en nødvendig forusætning Fordi det er en naturlig og/eller nødvendig forudsætning for forskningen/for at løse komplekse/nanoteknologiske problemer	15	Materialvitenskap og spesielt nanovitenskap og nanoteknologi ligger på grensen mellom flere fagfelter, og tverrfaglighet er et naturlig og nødvendig led i forskningen.  The multidisciplinary approach was essential to the project and arose naturally without any specific concrete initiatives.
Fordi vi alltid har arbejdet tverrfagligt Institusjonen eller forskergruppen har alltid arbejdet med tverrfaglige problemstillinger	1	The multidisciplinary approach is necessary to answer the scientific questions. All of my projects for at least the last 10 years have been strongly multidisciplinary and extremely rewarding (...)
Tverrfaglighet er en fordel Fordi det styrker problemorienteringen, kvaliteten af forskningen eller uddannelsen og/eller anvendelses- og næringsmuligheder af forskningen	5	Tverrfaglighet har bedømt å bidra til et godt sluttresultat.  Tverrfaglighet er viktig for prosjektet for å lykkes siden dette er innbakt i målsettingen, dvs. anvendelse av nanopartikler (fag fysikk og kjemi) innen medisin (fag biologi og medisin).
Tverrfaglig var påkrævet Tverrfaglighet var et krav fra Forskningsrådet (f.eks. i udllysningen) eller fra egen institusjon	8	Det er et fokus for institusjonen  Dette var et tverrfaglig ELSA-prosjekt - det MÅTTE gjennomføres på en interdisiplinær måte.  Vår forskningsinteresse er tverrfaglig, og derfor

Årsag for at vælge en tværfaglig tilgang	Antal gange nævnt	Udvalgte citater
		er projektet i sig selv en serie slike konkrete initiativ.
Tværfaglig er nødvendig for topforskning Tværfaglighed er nødvendigt for at foretage forskning på internationalt topniveau	1	For di dette kræves for gennemførelse og vitenskapelig innsikt.

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010. Baseret på åbne besvarelser fra 60 projektledere. N.B. Nogle projektledere angav mere end en grund, derfor summerer "Antal gange nævnt" ikke til N.

## 6.5 Formidling er et vigtigt strategisk greb i programmet

I forlængelse af forrige afsnit er det vigtigt at overveje, hvordan et program som NANOMAT bedst kan styrke forskningens samfundsmæssige robusthed. Evalueringen peger på, at støtte til ELSA/HMS-forskning kan være et af flere vigtige redskaber i denne retning, men at mere effektive redskaber findes i eksempelvis en aktiv kommunikations- og formidlingsindsats – et punkt som vi ser nærmere på i dette afsnit. I både internationale og nationale sammenhænge er forskningspolitiske prioriteringer af forskningsformidling flere i forhold til tidligere.

Generelt er der sket et skift fra *forskningsformidling* til *forskningsskommunikation*, hvilket medfører en nytænkning af formål, målgrupper og virkemidler for kommunikationen. Nytænkningen indebærer blandt andet et større fokus på debat- og inddragelsesaktiviteter, hvor en bred dialog om forskningens fordele og eventuelle ulemper prioriteres frem for envejs oplysnings- og informationsaktiviteter. Heri ligger en ambition om at anvende forskningsskommunikation som strategisk virkemiddel til opnåelse af mål for forskningen.

Af Forskningsrådets krav til Store programmer fremgår det, at der lægges særlig vægt på *aktiv* formidling, som kan bidrage til programmernes

synlighed og dialog med forskere, erhvervslivet og offentligheden. NANOMAT bruger derfor også mange ressourcer på formidling. Det vurderes, at NANOMAT overordnet set lever op til Forskningsrådets krav om forskningsformidling for Store programmer. Forskningsformidling og kommunikation tillægges stor betydning i NANOMAT-programmet og anvendes som et vigtigt strategisk greb.

Evalueringen peger på, at formidlingsindsatsen i NANOMAT har været rettet mod en bred målgruppe, herunder forskere, næringsliv, forvaltningen samt almenheden, særligt børn og unge. Formålet med indsatsen har især været at gøre forskningen synlig i offentligheden og at formidle forskningsresultaterne fra de støttede projekter. Derudover har der været en betydelig formidling gennem akademiske kanaler (tidsskrifter, konferencer og lignende) fra de enkelte projekter.

NANOMATs brede sigte med forskningsformidlingen gør, at der er god basis for også at benytte formidlingen som et effektivt strategisk redskab til at styrke et programmets samfundsdialog. Dette kan styrke programmets legitimitet samt give vigtige input til forskningen og Forskningsrådet og derved understøtte udviklingen af mere samfundsmæssig robust innovation. Det anbefales derfor, at fokus på en aktiv formidlings- og kommunikationsindsats i enkelte projekter såvel som i programmet som helhed fastholdes og udbygges i fremtidige satsninger.

### 6.5.1 Særligt stort potentiale for formidling inden for nanoteknologi

Specielt inden for nanoteknologi kan der være betydelige effekter af forskningsformidling og forskningsskommunikation. Det viser en ny EU rapport på området<sup>8</sup>. Analysen viser, at jo større kendskab befolkningerne i EU (Norge er inkluderet i undersøgelsen) har til nanoteknologi, så større accept har de af teknologien. Og jo større potentielle effekter for samfundet tillægges teknologien. Sådan forholder det sig ikke

<sup>8</sup> Europeans and biotechnology in 2010: Winds of change? A report to the European Commission's Directorate-General for Research, 2010

nødvendigt med alle teknologier. Analysen peger på, at øget viden om områder inden for bioteknologi (f.eks. genmodificerede fødevarer og dyrekloning) faktisk for mange medfører en øget skepsis for disse teknologier. Disse teknologier betragtes således som mere kontroversielle og nyttige i befolkningen end nanoteknologi. Til trods herfor er nanoteknologi blandt de teknologier - der typisk er centrale i forskningspolitikken – som befolkningerne i EU har mindst kendskab til. Og det peger på betydningen af netop forskningsformidling bredt i samfundet om nanoteknologi.

### 6.5.2 NANOMATs kommunikationsstrategi

En vigtig målsætning for alle store programmer er formidling og kommunikation. Et af de væsentlige træk ved Store programmer er, at der er et særskilt fokus på formidling, og at budgetterne rummer mulighed for en aktiv formidlingsindsats rettet mod virksomheder, myndigheder og borgere. NANOMAT har relativt sent i programforløbet udarbejdet en kommunikationsstrategi (2008) med tilhørende kommunikationsplan. Strategien skal særligt *”øke kunnskab om forskning og innovation på fagfeltet hos almenheten, med særlig fokus på barn og unge”*. Formålet er at:

- Øge NANOMATs budget og sikre forlængelse af programperioden
- Involvere næringsliv stærkere i forskning inden for nanoteknologi og nye materialer
- Øge kundskab om forskning og innovation hos den brede befolkning og bidrage til samfundsdialog
- Øge formidlingen fra projekterne, der har fået midler i NANOMAT.

Ifølge NANOMATs kommunikationsstrategien skal formidlingen af forskningsresultater ske via en bred vifte af kanaler. Det gælder f.eks. faktaark for afsluttede projekter, nyhedsbreve, faglige konferencer og seminarer, internetside hvor særskilt spændende forskningsfund fremhæves samt de såkaldte forskningsdage for aktiv formidling af

forskningsresultater og forskningsfeltet. Strategiens formål og formidlingskanaler retter sig i udgangspunktet mod både synliggørelse af programmet og dets resultater og mod involvering og debat. For at følge op på sin kommunikationsstrategi, har NANOMAT afsat betydelige ressourcer til formidlingsaktiviteter i forbindelse med programmet, nanoteknologiområdet og formidlingen af de forskningsresultater fra de støttede projekter. NANOMAT har over programperioden afsat 4,5 mio. kr. til formidlingsaktiviteter og faglige aktiviteter.

### 6.5.3 En bred formidlingsindsats fra Forskningsrådet

Som det fremgår af tabel 6.8. neden for, indgår NANOMAT-programmet i en række forskellige formidlings- og kommunikationsaktiviteter. Karakteristisk for de fleste af aktiviteterne er, at de fungerer som oplysnings- og informationsaktiviteter. Det gælder nyhedsbreve, faktaark, opslag i massemedier og videnskabelige medier, nyhedsformidling på egne og forskningsrelaterede internetsider, film og foredrag. NANOMAT indgår også i en række formidlings- og kommunikationsaktiviteter, der kan karakteriseres som debat- og inddragelsesaktiviteter. Det drejer sig om afholdelse af fagmøder, seminarer og konferencer. Men antallet af formidlings- og kommunikationsaktiviteter, som falder inden for kategorien oplysnings- og informationsaktiviteter, overstiger langt antallet af debat- og inddragelsesaktiviteter. Hovedvægten inden for NANOMAT-programmets formidlings- og kommunikationsaktiviteter er derfor på oplysnings- og informationsaktiviteter. Tabel 6.8 neden for opsummerer NANOMAT-programmets formidlings- og kommunikationsaktiviteter i perioden 2004-2009.

Som det ligeledes fremgår af tabel 6.8, rammer NANOMATs formidlings- og kommunikationsaktiviteter mange forskellige aktører inden for den brede målgruppe. Herunder både forskningsmiljøer, almenheden, børn og unge, næringslivet og forvaltningen. En meget stor del af formidlings- og kommunikationsaktiviteterne er rettet mod almenheden og børn og unge, det gælder nyhedsbreve, faktaark, opslag i massemedier, film, foredrag og deltagelse på Forskningsdagene. Ligesom en stor del af programmets formidlings- og kommunikationsaktiviteter er rettet mod



forskningsmiljøer gennem nyhedsbreve, opslag i videnskabelige medier, nyhedsformidling på egne og forskningsrelaterede internetsider, fagmøder, seminarer, konferencer og deltagelse på Forskningsdagene.

En mindre del af programmets formidlings- og kommunikationstiltag er rettet mod næringslivet og forvaltningen som målgrupper. Der er flere af tiltagende, som har relevans for næringslivet, men ikke mange af dem er rettet specifikt mod næringslivet. Kun enkelte tiltag, som eksempelvis et seminar med deltagelse fra næringslivet, er specifikt rettet mod næringslivet. Det samme er gældende for formidlings- og kommunikationstiltag rettet mod forvaltningen som målgruppe.

#### 6.5.4 Formidling i NANOMATs projekter

Et væsentligt mål i NANOMATs kommunikationsstrategi er, at de støttede projekter har formidlingsaktivitet. Ligeledes fremhæves det i en række af NANOMATs udlysninger, at formidling er et vurderingskriterium for ansøgningen. Formidlingskriteriet retter sig her mod både videnskabelig og populærvidenskabelig formidling. Af selvevalueringen af NANOMAT-projekter blandt projektledere ved FoU-institutioner fremgår det dog, at deltagelse i projekterne kun delvist har betydet en større opmærksomhed blandt forskerne på betydningen af formidling. Lidt under halvdelen af de adspurgte mener, at deres deltagelse i projektet har styrket deres opmærksomhed omkring betydningen af synlighed af forskningsresultater og dialog med andre forskningsmiljøer, erhvervslivet og offentligheden. De øvrige forskere mener, at det ikke har styrket deres opmærksomhed på området.

Generelt tilkendegiver forskerne, at formidling og dialog er essentielle for at skabe opmærksomhed om forskningens resultater og betydning uden for de snævre akademiske kredse, for at styrke forskningens legitimitet og samfundsrelevans, og ikke mindst for at sikre fremtidige midler til forskning. Alligevel indikerer forskerne også, at formidling ofte nedprioriteres i praksis på grund af manglende incitament, ressourcer og opbakning. I stedet vægtes formidling gennem videnskabelige kanaler.

Over halvdelen af projektlederne mener dog, at formidling til **erhvervslivet** er relevant for deres projekt. Formidling til erhvervslivet i projekter tager, ifølge projektledernes åbne besvarelser, primært form af indlæg og artikler i dagspressen, i faglige tidsskrifter samt på online fora som forskning.no. En del anvender desuden diverse kanaler til direkte kommunikation, f.eks. gennem præsentationer på industri-arrangerede møder og seminarer, samt bilaterale møder med virksomheder (primært i forskernes eksisterende netværk, f.eks. nuværende eller tidligere samarbejdspartnere).

En del af projektlederne erkender dog også, at de ikke har prioriteret den erhvervsrettede formidling særlig højt, selv om de mener det er vigtigt og relevant for deres projekt. De primære årsager som nævnes for dette er at de har haft manglende fokus på det og/eller at de manglende ressourcer (især tid). De fleste forskere oplever ikke, at der er tilstrækkelige ressourcer eller incitament til formidlingsaktiviteter, på trods af at sådanne aktiviteter både er værdiskabende og meget tidskrævende. Derfor fokuserer de på formidling gennem traditionelle akademiske kanaler (tidsskriftspublikationer og konferencer), og håber at erhvervslivet selv følger med her.

Ydermere indikerer ca. halvdelen af projektlederne, at formidling af forskningsresultater og/eller dialog med **offentligheden** har udgjort et væsentligt element i deres NANOMAT-støttede projekt. Projektledernes åbne besvarelser viser, at indlæg, artikler og kronikker i aviser, fagtidsskrifter og (i mindre grad) radio og TV, koblet med populærvidenskabelige foredrag, er de vigtigste formidlingskanaler fra NANOMAT-projekter til offentligheden.

Tabel 6.8. Formidlings- og dialogaktiviteter – eksempler fra NANOMAT

Kommunikations-kanaler	Eksempler	Målgrupper
<b>Medier</b>		
<b>Egne kanaler</b>	2003: Internasjonalt faktaark publisert gjennom PSCA Fra 2004: Nyhedsbrev 2-4 stk. årligt 2005: 1 rapport "Nanoteknologier og nye materialer", Helse, miljø, etikk og samfunn" 2006: 1 rapport "Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi" 2006: Ny programplan NANOMAT Fra 2007: Produksjon av faktaark om forskningsresultater i populariseret form. 1-5 stk. årligt 2008: 1 informationsbrochure 2008: 1 fullt prosjektoversikt – brochure	Almenheden  Almenheden, forskere, næringsliv Almenheden  Almenheden, forskere, næringsliv
<b>Egen hjemmeside</b>	Aktiv bruk af programmets internetside til nyhedsformidling. I 2008: 25 publiceringer.	Almenheden, forskere, børn og unge, næringsliv
<b>Presseomtale</b>	Mere end 15 opslag årligt i massemedier og forskningsrelaterede medier som Dagbladet, Verdens Gang, Aftenposten/A-magasinet, Dagens Næringsliv, Teknisk Ukeblad, Computerworld, Tidsskriftet for kjemi, Plastindustrien, Prosessindustrien, Ingeniørnytt, Teknologi og Verkstedindustrien, Gemini, Apollon, Bladet Forskning, Miljøjournalen, Bladet Forskningsetikk, diverse lokalaviser	Almenheden, forskere, næringsliv
<b>Omtale i TV/radio</b>	2004: 1 spesialnummer af NysgjerrigPer med vedæg om nanoteknologi til alle landets barne og ungdomsskoler i forbindelse med lancering af nano-spillet <i>nanoskopet</i> Fra 2003: 10-30 interviews i NRK riksradio/TV, lokalTV ++ i forbindelse med Forskningsdagene, Foresigten "Avanserte materialer Norge 2020", etik/HMS-rapport mm. 2010: 1 Film om nanoteknologi med fokus på energi og miljø	Almenheden/børn og unge  Almenheden  Barn og unge
<b>Mødepladser</b>		
<b>Seminarer for brugere og almene mødepladser</b>	2003-: Norsk Teknisk Vitenskapsakademi, Polyteknisk forening, diverse Rotaryklubber o a 2006: Kurs i forskningsjournalistikk med tema nanoteknologi 5 Foredrag for elever på sommerskoler Deltagelse i PROREAL: Formidlingstiltag rettet mod børn og unge	Almenheden Forskere og journalister/forbedre kommunikation mod almenheden Børn og unge
<b>Fagmøder og seminarer</b>	2003: Deltagelse på seminar i Tokyo om materialer og nanoteknologi 2004: Foredrag på <i>nanotech</i> 2004 i Tokyo 2005: Deltagelse på seminar i Tokyo om materialer, nanoteknologi og hydrogen 2006: Opplegg/deltagelse sammen med Innovasjon Norge på studietur innenfor nanoteknologi til Boston 2006: 1 NANOMAT fagdag 2007: 2 NANOMAT seminarer med deltagelse af virksomheder, akademia og forvaltning.	Næringslivet, forskere og politikere  Forskere, næringsliv, forvaltning  Næringsliv
<b>Konferencer</b>	Fra 2004: 1-2 årlige konferencer. NANOMAT-konferencer med tilhørende satellitmøder	Forskere, næringsliv, forvaltning, politikere
<b>Andet</b>		
<b>Forskningsdagene</b>	Hvert år repræsenteret ved Forskningsdagene i Oslo 2006: Deltok i etableringen og visningen av SciLab	Almenheden/børn og unge
<b>Undersøgelser</b>	2008: Norges forskningsråds undersøkelse om barn og ungdoms forhold til realfag med en omfattende del om deres forhold til nanoteknologi	Almenheden/børn og unge

Kilde: DAMVAD, slutevaluering af NANOMAT, 2010

# Bilag 1: Evalueringsmetode og datagrundlag

## Indledning

DAMVAD og Econ Pöyry har på opdrag fra Norges forskningsråd gennemført evalueringen af NANOMAT, parallelt med evalueringen af FUGE. Metoder og redskaber (f.eks. spørgeskemaer mv.) blev udviklet af DAMVAD og Econ Pöyry i dialog med Norges forskningsråd og NANOMATs administration.

Dataindsamling og analyse blev gennemført i perioden april-december 2010. DAMVAD og Econ Pöyry har gennemført analyse af data og tolkninger i rapporten, dog med input (fra møder, workshops og lignende) fra NANOMATs administration og programstyre, et skandinavisk ekspertpanel etableret af Forskningsråd i forbindelse med evalueringen, og fra andre ansatte i Forskningsrådet.

DAMVAD og Econ Pöyry bærer det fulde ansvar for den analyse af data og de tolkninger, som fremgår af evalueringsrapporten.

Dette bilag beskriver mandatet for evalueringen såvel som metoden for indsamling og behandling af det materiale, der ligger til grund for analyserne i evalueringen.

## Evalueringsmandat

Mandatet for evalueringen af NANOMAT er udarbejdet af Forskningsrådet i forbindelse med det samtidige udbud af slutevalueringerne af FUGE og NANOMAT.

Evalueringsopgaverne er skitseret i boks 1.

## Boks 1. Evalueringsopgaver

- Give en vurdering af hvordan programmet har håndteret forholdet mellem forskningssatsninger og samfundsudfordringer/samfundets forventninger.
- Give en vurdering af hvordan programmet har bidraget til at adressere nationale strategiske prioriteringer.
- Give en vurdering af den faglige kvalitet af strategiske greb, som er anvendt og effekten/ringvirkningerne af disse.
- Give en vurdering af hvordan det tværgående ansvar udøves når det gælder;
  - samspil med andre programmer og aktiviteter i Forskningsrådet
  - interdisciplinært samarbejde
  - hvilke nye typer samspilsarenaer, som er initieret
  - mobilitet mellem forskningsmiljøer og mellem forskningsmiljøer og erhvervsliv
- Give en vurdering af hvor godt programmet har lykkedes med at frembringe samspil i værdikæden; grundforskning, anvendt forskning og innovation.
- Give en vurdering af hvordan programmet har påvirket forskningsmiljøer (og erhvervsliv) strukturelt: Har programmet ført til institutionelle forandringer mht. til satsningsområder, strategier, styringsorganer etc.?
- Give en vurdering af om og hvordan programmet har bidraget til at udvikle internationale spidskompetencer indenfor udvalgte temaer og stimuleret til forskningssamarbejde mellem norske og udenlandske FoU-miljøer og virksomheder (internationale netværk, forskerudveksling og samarbejdsprojekter).
- Give en vurdering af hvordan og i hvor stor grad programmet har lykkedes med dialog, debat og synliggørelse af forskningsresultater.
- Bearbejde og analysere kvantitative data og indikatorer for faglig kvalitet og erhvervsøkonomiske og samfundsøkonomiske effekter.
- Bidrage med indspil til diskussioner i workshops/seminarer.

Kilde: Norges forskningsråd, *Slutevaluering af FUGE og NANOMAT: Mandat*, 2010.

## Datagrundlag

Fremgangsmåden består i en gennemgang af metoden bag evalueringens otte delelementer i materialeindsamling og behandling:

1. Gennemgang af skriftligt materiale
2. Analyse af projektporteføljen
3. Bibliometrisk analyse
4. Selvevaluering og spørgeskemaundersøgelser
5. Kvalitative dybdeinterviews
6. Casestudier af udvalgte projekter
7. Afholdelse af workshops
8. Inddragelse af eksperter og evalueringspanelet

De otte delelementer er sammenhængende, men vil blive gennemgået enkeltvis i dette afsnit.

Det er desuden relevant at nævne, at dataindsamling og evalueringen af NANOMAT er gennemført sideløbende med dataindsamling og evaluering af Forskningsrådets Store program inden for funktionel genomik, FUGE. Metoden bag evalueringen er således udviklet, som led i en mere omfattende evaluering, og er tilpasset særlige informationsbehov i hver evaluering.

## Gennemgang af skriftligt materiale

Formålet med denne gennemgang af dokumenter var indsamling og analyse af relevant skriftligt materiale fra programmet og andre relevante kilder. Ved en grundig gennemgang af eksisterende skriftligt materiale har evaluator sikret, at slutevalueringen bygger videre på den eksisterende viden, der er genereret i tidligere analyser og evalueringer.

Derudover har gennemgangen skabt et overblik over og indsigt i tilgængelige og relevante informationer om Store programmer generelt

Slutevaluering af NANOMAT 2010

og NANOMAT-programmet specifikt, og derved bidraget til at skabe et solidt videngrundlag for evalueringen. Dokumentgennemgangen har blandt andet haft stor betydning for indsamlingen af information om faglig kvalitet og effekter af NANOMAT, som er dokumenteret i tidligere evalueringer og analyser.

Gennemgangen af eksisterende dokumenter har omfattet følgende materiale:

### Politiske dokumenter:

- Relevante Stortingsmeldinger, herunder St.meld.nr.20 (2004-2005), "Vilje til forskning", St.meld.nr.7 (2008-2009) "Et nyskabende og bærekraftig Norge", og St.meld.nr. 30 (2008-2009) "Klima for forskning."
- Andet materiale om de nationale forskningspolitiske og sektorpolitiske prioriteringer, f.eks. "Nanoteknologier og nye materialer: helse, etikk og samfunn" (2005) og "Nasjonal strategi for nanovitenskap og nanoteknologi" (2006).

### Evalueringer:

- "Midtveiseevalueringen av Store programmer" (2009), Porteføljeanalyser i Forskningsrådet og i programmerne, fagevalueringerne af kemi og fysik.
- Evalueringen af Forskningsrådet i 2001, som dannede grundlaget for etablering af de Store programmer.

### Retningslinjer og administrative styringsdokumenter:

- Materiale om Store programmer, som eksempelvis Hovedstyredokument HS 18/05, der beskriver retningslinjerne for programmerne.
- Programplaner.
- Handlingsplaner.
- Kommunikationsstrategier mv.
- Årsrapporter.

- Udbudstekster og beskrivelser af ansøgningstyper.
- "Tematiske prioriteringer og teknologiområder i det norske forsknings- og innovasjonssystemet", Hebe Gunnes og Tore Sandven, NIFU STEP.

Dokumentgennemgangen har givet en detaljeret og dybdegående forståelse for NANOMAT og været med til at skabe et solidt og validt grundlag for slutevalueringen af programmet.

### Analyse af porteføljen

Formålet med analysen af porteføljen har været at skabe et overblik og indsigt i de forskningsaktiviteter, der er iværksat under NANOMAT. Dette har skabt viden om udviklingen i af norske forskningsmiljøer i nano- og materialeforskning gennem:

- En karakteristik af porteføljen af projekter, som har modtaget støtte, f.eks. størrelsen på bevillingerne, fordelingen af dem på modtagerorganisationer og på hvilke fagområder aktiviteterne inkluderer.
- En karakteristik af deltagerne i de aktiviteter, som støttes, herunder hvilke typer forskningsmiljøer, der deltager, om der er virksomhedsdeltagelse, og om der er udenlandsk deltagelse mv.
- Analyse af input og output i projekterne i forhold til resultater og bevillinger.

**Karakteristikken af porteføljen** og aktiviteterne i NANOMAT har haft til formål at skabe et overordnet overblik over fordelingen af forskningsprojekter og midler, samt brugen af forskellige støtteformer. For at skabe dette overblik over porteføljen er data fra Forskningsrådets informations- og projektstyringssystem Foriss blevet analyseret. Data fra denne database er blevet behandlet og analyseret og skaber et godt grundlag for forståelse af fordelingen af midler og giver et kvantitativt overblik over porteføljen i NANOMAT.

Evaluator har gennem løbende dialog med Forskningsrådet haft adgang til Foriss og har fået foretaget flere udtræk af databasen. Disse udtræk har dannet et kvantitativt grundlag for analysen af porteføljen.

Processen bag behandlingen af data fra Forskningsrådet og etableringen af datagrundlag for porteføljeanalysen har været følgende:

- Udlevering af grunddataset fra Foriss af Forskningsrådet.
- Gennemgang og kvalificering af data. Dubletter er fjernet og projekter med samme projektnummer er lagt sammen og datasættet er rensset for projekter uden bevilling eller misvisende bevillinger.
- Kobling af grunddata med informationer for hvert projekt i forhold til indikatorer ("tellekanter") om forskningsresultater og til projektledere med henblik på gennemførelse af selvevalueringen.
- Klassificering af projekter under typer af støtteformer i tæt dialog med Forskningsrådet.
- Udvikling af et klassificeringskoncept til gruppering af støtteformer.
- Kodning og validering af de enkelte projekter, eksempelvis hvilke projekter, der er værktøjsplatforme og hvilke, der er rene udstyrsprojekter.
- Kvalitetssikring i tæt dialog med Forskningsrådet.
- Endeligt datasæt, som er benyttet til tabeller og analyser.

Gennem behandlingen af de kvantitative data, er der udarbejdet en **karakteristik af deltagerne** i programmet, i forhold til hvem, der har modtaget midler, og hvilke forskningsmiljøer, der har fået bevillinger. Dette har skabt overblik over fordelingen af midler på institutionsniveau, og givet en forståelse af hvordan midlerne er fordelt blandt aktørerne.

**Analyse af ansøgninger som har fået afslag.** For at sætte bevillingerne til projekter under programmet i perspektiv, er data om projektansøgninger, der har fået afslag på en bevilling, også blevet analyseret. Dette gjort med udgangspunkt i udtræk fra Foriss over ansøgninger med afslag med opstart i perioden 2004 til 2009. Disse data er grupperet i støtteformer med udgangspunkt i deres ansøgningstype, og analyseret i forhold til

projektporteføljen. Ansøgninger med afslag for 2003 kunne dog ikke grupperes i forhold til støtteformer.

Derudover har behandling af data fra Foriss været centralt i **analysen af input og output i projekterne**, og har synliggjort sammenhæng mellem midler og videnskabelige resultater for forskellige typer af projekter. Indikatorer for projekternes videnskabelige produktion, kommercieltiserings- og innovationsresultater har i denne sammenhæng været et vidnesbyrd om forskningsresultaterne. Indikatorerne er løbende indsamlet af Forskningsrådet fra de enkelte projekter. Indikatorer er dog kun indsamlet fra projekter, der kan forventes at have en videnskabelig produktion, og således ikke fra forprojekter eller udstyrsprojekter, som generelt ikke indberetter videnskabelig produktion. Indikatorerne i Foriss dækker således 97 af NANOMATs 134 projekter fra 2002 til 2009.

For at afdække kapacitetsopbygningen i NANOMAT, er der desuden foretaget en optælling af antallet af **bevilgede Ph.D.- og post.doc.-stipendier** i projektansøgningerne. Det er vurderet, at denne metode har været den mest præcise og valide måde at skabe et overblik over antallet af Ph.D.'er og post.docs. under NANOMAT.

## Bibliometrisk analyse

I forbindelse med evalueringen er der gennemført to bibliometriske analyser: En analyse af forskningspublikationer fra NANOMAT-støttede projekter og en international sammenligning af forskningspublikationer inden for nanoteknologi og nye materialer.

## Analyse af forskningspublikationer i NANOMAT

Den bibliometriske analyse af forskningspublikationer fra NANOMAT-støttede projekter har ikke til formål at foretage en vurdering af output fra enkelte projekter, men at bidrage til datagrundlaget for vurderingen af forskningsproduktion og -kvalitet i programmet som helhed.

Analysen har taget udgangspunkt i alle forskningspublikationer indrapporteret af projekterne til Forskningsrådet i fremdrifts- og slutrapporter. Alle rapporter er blevet gennemgået, og publikationer, som enten var publiceret i videnskabelige tidsskrifter med referee eller som kunne tænkes at være det, er medtaget i en bruttoliste over publikationer, som er anvendt i den bibliometriske søgning. Denne liste omfatter således både publicerede artikler samt artikler som projekterne har indrapporteret som "submitted", "forthcoming", "under preparation for journal submission" osv., og som derfor kan være udkommet siden indrapporteringen. Ligeledes omfatter listen ikke kun publikationer i refereed tidsskrifter, men også publikationer i ikke-refereed tidsskrifter – dette skyldes at afrapporteringer fra projekter ikke altid tydeligt angav, om en artikel var udkommet i et tidsskrift med eller uden videnskabelig referee. Formålet med denne øvelse var således at indfange så mange af de foreløbige publikationer fra afsluttede såvel som igangværende NANOMAT-projekter som muligt.

På baggrund af den endelige liste over indrapporterede publikationer, er søgninger på hver enkelt publikation gennemført i den anerkendte bibliometriske database over førende internationale videnskabelige tidsskrifter, Thomson Reuters Web of Science, som DAMVAD har adgang til via Thomson Innovation. Science Citation Index (SCI) Extended Databasen er desuden anvendt i søgningen.

Listen er anvendt som grundlag for søgninger på hver enkelt publikation (på baggrund af publikationens titel og forfatternavne) i Web of Science-databasen. Bibliometriske data er indsamlet for de publikationer, som er genfundet i Web of Science, herunder data omkring hvilke tidsskrifter, publikationerne er udkommet i, hvor mange citationer, de har modtaget i andre Web of Science-indekserede tidsskrifter (et mål for publikations *gennemslagskraft* eller "impact" i det videnskabelige samfund), og hvem publikationen er forfattet i samarbejde med.

Kørsler i det statistiske analyseprogram SAS er desuden anvendt til at analysere internationalt samarbejde samt forskningssamarbejde mellem udvalgte aktører i Norge. Alle publikationer med medforfattere fra et eller flere lande udover Norge er således blevet identificeret. Internationale samarbejder er grupperet efter følgende kategorisering: samarbejde med

”Norden (eksl. Norge)”, ”øvrige Vesteuropa”, ”Nordamerika”, ”Asien” og ”øvrige verden”. En publikation kan naturligvis falde ind under flere af disse kategorier.

Derudover er kørsler i SAS anvendt til at identificere artikler, som er medfattet af en eller flere af de fire partnere i FUNMAT/COMPLEX-konsortierne, samt eventuelt af øvrige norske FoU-miljøer.

Sidst men ikke mindst er ”journal impact factor”-scores for Web of Science-indekserede tidsskrifter indhentet fra Thomson Reuters Journal Citation Reports. Dette er et mål for hvor ofte publikationer i det tidsskrift generelt er blevet citeret i andre førende internationale tidsskrifter inden for de seneste to år. Jo højere JIF, jo større prestige er der generelt forbundet med et tidsskrift, og jo større er konkurrencen om få en artikel accepteret i tidsskriftet. I analysen anvendes 2-årige journal impact factor ratings fra 2009.

Resultaterne af den bibliometriske analyse er flettet sammen med grunddata om NANOMAT-projekter fra Foriss og supplerer således de eksisterende data om projektporteføljen.

Alt i alt tegner den bibliometriske analyse således et billede af den foreløbige produktion af internationalt konkurrencedygtig og anerkendt forskning fra NANOMAT-støttede projekter. Tilsammen giver disse data os mere information om den faglige kvalitet af NANOMATs portefølje.

## International sammenligning af forskningspublikationer

Der er desuden gennemført en sammenlignende analyse af publikationer i internationalt anerkendte tidsskrifter inden for nanoteknologi og nye materialer for seks europæiske lande: Schweiz, Sverige, Finland, Danmark, Holland og Norge.

Publikationer i videnskabelige tidsskrifter anses for at være et af de vigtigste outputs af forskning og derfor en god indikator på forskningsproduktiviteten. Søgningen er gennemført i den bibliometriske database Web of Science og er baseret på to søgestrengene, udvalgt i samarbejde med ekspertfølgegruppen og Forskningsrådet. Den første

søgestreng<sup>9</sup> dækker nanoteknologiske publikationer og er taget direkte fra en analyse af global forskning i nanovidenskab og -teknologi gennemført i 2006 af U.S. Office of Naval Research.<sup>10</sup> Den anden søgestreng<sup>11</sup> dækker nye materialer og er baseret på en søgestreng leveret af Forskningsrådet. Søgningen er derfor ikke direkte forbundet med forskningsområder eller projekter under NANOMAT, men henvender sig generelt til forskning inden for nanoteknologi og nye materialer.

I bearbejdningen af de indsamlede data er indbyggertal anvendt til normalisering af publikationsaktivitet i de omfattede lande, da der ikke var tilgængelige data på antallet af forskere inden for feltet. Derudover er udviklingen i antallet af publikationer analyseret i forhold til et indeksår for at muliggøre sammenligning af den indekserede udvikling i de omfattede lande over tid.

---

<sup>9</sup> NANOPARTICLE\* OR NANOTUB\* OR NANOSTRUCTURE\* OR NANOCOMPOSITE\* OR NANO-COMPOSITE\* OR NANOWIRE\* OR NANOCRYSTAL\* OR NANOFIBER\* OR NANOFIBRE\* OR NANOSPHERE\* OR NANOROD\* OR NANOTECHNOLOG\* OR NANOCLUSTER\* OR NANOCAPSULE\* OR NANOMATERIAL\* OR NANOFABRICAT\* OR NANOPOR\* OR NANOPARTICULATE\* OR NANOPHASE OR NANOPOWDER\* OR NANOLITHOGRAPHY OR NANO-PARTICLE\* OR NANODEVICE\* OR NANODOT\* OR NANOINDENT\* OR NANO-INDENT\* OR NANOLAYER\* OR NANOSCIENCE OR NANOSIZE\* OR NANO-SIZE\* OR NANOSCALE\* OR NANO-SCALE\* OR NANOROBOT\*

<sup>10</sup> U.S. Office of Naval Research. (2006). Structure of the global nanoscience and nanotechnology research literature. Report by R.N. Kostoff, R. Koytcheff, and C.G.Y. Lau from the Office of Naval Research and Institute for Defense Analyses.

<sup>11</sup> bio degradable particle\* OR bio degradable polymer\* OR bio nano hybride\* OR bio nano material\* OR biocompatible\* OR biomaterial\* OR biomimetic\* OR catalytic material\* OR complex material\* OR composite material\* OR conductive material\* OR direct bandgap semiconductor\* OR elastic material\* OR electronic material\* OR electronic polymer\* OR ferroelectric\* OR fuel cell material\* OR functional oxide\* OR functional particle\* OR hybrid material\* OR hybrid particle\* OR ion conduction\* OR magnetic material\* OR magnetic particle\* OR materials for energy conversion\* OR materials for energy storage\* OR materials for hydrogen storage\* OR metal hybride\* OR metal hydride\* OR metal organic\* OR metal oxide\* OR photonic bandgap material\* OR polymer electrolyte\* OR polymer film\* OR protonconduction\* OR semiconductor material\* OR semiconductor photovoltaic\* OR semiconductor spintronic\* OR termo electric material\* OR thin film\*

## Selvevalueringen og spørgeskemaundersøgelserne

Formålet selvevalueringen og spørgeskemaundersøgelserne var at få en dybere forståelse for de aktiviteter, som programmet har støttet, og for de enkelte projekter i porteføljen. Der er udarbejdet og gennemført en selvevaluering og to spørgeskemaundersøgelser, der henvender sig til;

- projektledere på forskningsinstitutioner, som har modtaget NANOMAT bevilling.
- private virksomheder, der har deltaget i NANOMAT projekter.
- ledere af projektansøgninger, som har fået afslag på en bevilling fra NANOMAT.

Udvælgelsen af respondenter til de tre undersøgelser er sket på baggrund af lister fra Foriss over projektledere, deltagende virksomheder, samt lister over alle projektledere, der har fået afslag på bevilling.

**Tabel 1. Spørgeskemaoversigt**

	Projektledere	Virksomheder	Projektledere med afslag
Grundpopulation	134	34	147
Undersøgelsespopulation	78	31	109
Antal besvarelser	66	21	44
Ikke svaret/ufuldstændige	11	10	65
Besvarelsesprocent	85 %	68 %	41 %

Kilde: DAMVAD, slutevaluering af NANOMAT, 2010

I udvælgelsen af projektledere til selvevalueringen er der taget udgangspunkt i grundpopulationen på 134 forskellige projekter. Personlige stipendier er fjernet fra grundpopulationen, og derudover har der været flere projektledere, der har modtaget mere end en bevilling, og enkelte, der har modtaget flere bevillinger. Dermed blev undersøgelsespopulationen reduceret til i alt 78 projektledere.

Ved spørgeskemaundersøgelsen af projektledere fra virksomheder, er der blevet taget udgangspunkt de erhvervsrettede støtteformer Brugerstyrede Innovationsprojekter (BIP) samt forprojekter. Respondenternes e-mail-adresser er fundet på virksomhedernes hjemmesider. Dog var der enkelte personer, der ikke kunne findes e-mail-adresser på, hvorfor undersøgelsespopulationen reduceres til 31.

Undersøgelsespopulationen af projektledere, der har fået afslag på bevilling fra programmet, er udvalgt ud på baggrund af udtræk fra Foriss. Listerne dækker perioden 2004-2010, og der var mange projektledere, som havde fået afslag flere gange. Derudover var der ansøgere, der også har fået bevilling på andre ansøgninger til programmet, og som derfor er sorteret fra undersøgelsespopulationen.

I tæt samarbejde med Forskningsrådet og evalueringspanelet er selvevalueringen og spørgeskemaerne udformet gennem en iterativ proces, hvor udkast til selvevalueringen og spørgeskemaerne af to omgange blev kommenteret af evalueringspanelet og Forskningsrådet og efterfølgende tilrettet.

Da NANOMAT evalueres sideløbende med evalueringen af det Store program FUGE, er selvevalueringen og de to spørgeskemaer for NANOMAT udarbejdet samtidig med tre tilsvarende undersøgelser for FUGE. På denne måde har det været muligt, at sikre at besvarelserne kunne sammenlignes på tværs af store forskningsprogrammer og dermed også perspektivering af besvarelserne.

Selvevalueringen og spørgeskemaundersøgelserne er blevet gennemført som internetbaserede undersøgelser ved brug af spørgeskema- og analyseværktøjet Analyzer, hvor spørgeskemaet udsendes til respondenterne via deres e-mail. Respondenterne er blevet informeret om deres anonymitet i indledningen til hvert spørgeskema, og har fået tilbudt muligheden for at besvare spørgeskemaet ved at udfylde det som word-fil, hvilket flere har benyttet sig af.

Respondenterne er anonyme i evalueringen, men evaluator kender identiteten bag hver besvarelse, hvilket har givet mulighed for at foretage krydsstatistik og skelne mellem besvarelser fra projektledere under forskellige støtteformer.



## Selvevaluering til projektledere

Hensigten med selvevalueringen var, at forskerne selv skulle evaluere forskningsprogrammet i forhold til nogle overordnede temaer. Gennem besvarelser af åbne og udforskende spørgsmål har forskerne forholdt sig til programmet og evalueret det.

Formålet med selvevalueringen var, at afdække projektledernes erfaringer og opfattelse af NANOMAT i forhold til følgende centrale temaer:

- Projekternes strategiske forankring.
- Samspil og samarbejde mellem forskningsaktører, nationalt og internationalt.
- Merværdi og additionalitet af at etablere et Stort program indenfor nano- og materialeteknologi.
- Tværfaglighed og HMS/ELSA.
- Samarbejde med erhvervsliv og anvendelse af forskningsresultater.

Selvevalueringen indeholdt både lukkede og åbne spørgsmål.

Respondenter blev inviteret til at deltage i undersøgelsen via en e-mail. Projektledere, som deltog i mere end et projekt under NANOMAT, blev bedt om at lade sin besvarelse gælde for alle sine projekter under programmet.

Selvevalueringen blev lukket for besvarelser i uge 37, 2010, efter at have været åben i tre måneder. Påmindelser blev udsendt via e-mail til 21 respondenter, som ikke havde deltaget i undersøgelsen.

Resultatet var en høj besvarelsesprocent på 85 pct., svarende til 66 besvarelser samt over 60 siders åbne besvarelser. Besvarelsesprocenten vurderes således at være på et meget tilfredsstillende niveau.

## Spørgeskemaundersøgelse blandt virksomhedsdeltagere

Formålet med denne spørgeskemaundersøgelse var at afdække virksomhedernes erfaringer med og oplevelse af centrale emner i relation til NANOMATs mål om virksomhedsinddragelse og effekter af programmet. Spørgeskemaet undersøgte centrale temaer som:

- Motiver for deltagelse.
- Effekter og output af deltagelse.
- Samspil med andre aktører.
- HMS/ELSA.
- Barrierer for deltagelse.

Spørgeskemaet indeholdt primært lukkede spørgsmål. For at opnå en tilfredsstillende svarprocent var spørgeskemaet desuden relativt kort, og der blev sendt påmindelser og foretaget telefonopkald til ni respondenter, der ikke havde svaret. Undersøgelsen blev lanceret i uge 24 og afsluttet tre måneder senere i uge 37, 2010, hvilket har givet respondenterne en forholdsvis lang svarperiode. Det er evaluators erfaring, at virksomheder i mindre grad end forskere på forskningsinstitutioner prioriterer spørgeskemaundersøgelser som denne. Derfor er det meget tilfredsstillende at spørgeskemaundersøgelsen blandt virksomhedsdeltagere opnåede 21 besvarelser, svarende til en svarprocent på 67 pct.

## Spørgeskemaundersøgelse blandt afviste ansøgere

Slutteligt blev der foretaget en spørgeskemaundersøgelse blandt forskere, der havde ansøgt om bevilling fra NANOMAT, men som havde fået afslag. Formålet med denne undersøgelse var skabe et sammenligningsgrundlag for spørgeskemaerne for de respondenter, der har modtaget bevilling. Derudover har denne undersøgelse afdækket blandt andet de afledte effekter af et Stort forskningsprogram indenfor nano- og materialeteknologi. Spørgeskemaet undersøgte centrale temaer som:

- Forskningsmæssige effekter og merværdi af programmet.

- Sammenspil og samarbejde mellem forskningsaktører.
- Samspil med erhvervsliv.
- Synlighed og dialog.

Spørgeskemaet blev udsendt til 109 forskere i uge 44, 2010, og der blev sendt påmindelser til 85 forskere, som ikke havde svaret. Undersøgelsen blev afsluttet i uge 45, 2010, med en svarprocent på 41 pct. svarende til 44 besvarelser, hvilket er tilfredsstillende. Denne svarprocent skal ses i lyset af, at disse forskere ikke har modtaget midler fra NANOMAT.

### Kvalitative dybdeinterviews

Formålet med de kvalitative interview var for det første at sikre en tilstrækkelig dyb indsigt i enkelte projekter under programmerne, f.eks. ved at uddybe og udvide resultaterne fra den statistiske analyse, selvevalueringen og spørgeskemaundersøgelserne. For det andet bidrog disse interviews med viden om programmerne som helhed, og som ikke var afdækket gennem de øvrige metoder til indsamling af information.

Foruden interviews med projektledere og relevante personer fra Forskningsrådet, er der foretaget interview med repræsentanter fra de departementer, som bidrager til finansieringsgrundlaget for programmet. Involveringen af departementerne i analysen har ikke kun givet mulighed for at belyse brugerperspektivet (idet departementerne kan opfattes som garanten for samfundets efterspørgsel på viden), men også for at belyse koordineringen mellem departementerne og de udfordringer, som opstår i denne forbindelse.

De kvalitative interview i evalueringen har alle været gennemført som semistrukturerede interview. Den semistrukturerede interviewform giver interviewet struktur i forhold til nogle overordnede spørgsmål og områder, der gennemgås, men samtidig er strukturen løs nok til, at interviewet løbende kan tilpasses og afdække andre områder og perspektiver, som måtte opstå undervejs.

Interviewene afdækkede centrale temaer som:

- Respondentens oplevelse af merværdi som følge af programmet.
- Erfaring med værktøjsplatforme.
- Samspil mellem aktørerne.
- Betydning for forskningskvalitet og -kapacitet.

Denne semistrukturerede interviewmetode har åbnet op for sammenligner af udsagn fra forskellige interviewrespondenter, samtidig med, at der var rum for at afdække nye vinkler og interessante perspektiver i hvert interview.

Forinden hvert interview blev en interviewguide, tilpasset den enkelte respondent, samt en beskrivelse af formålet med evalueringen, sendt til respondenterne. Dermed havde respondenterne mulighed for at orientere sig i forhold til hvilke centrale områder interviewet ville komme ind på, og respondenterne blev samtidig gjort opmærksom på sin anonymitet i evalueringen.

I udvælgelsen af respondenter til kvalitative interviews, har der været flere overvejelser, der ligger til grund for hvem, der er blevet interviewet. I tabellen nedenfor fremgår kriterierne for udvælgelsen, som er sket i samråd med Forskningsrådet.

**Tabel 2. Kriterier for udvælgelse af respondenter**

Kategori	Kriterier
Projektdeltagere	Udvalgt blandt Forskningsrådets forslag
Forskningsinstitutioner	Udvalgt som følgende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modtagere af de 5 <i>største</i> samlede bevillinger til én individuel projektleder</li> <li>• Modtagere af 5 <i>gennemsnitlige</i> samlede bevillinger til én projektleder</li> </ul> Andre kriterier, som også er taget under overvejelse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spredning mellem typer af støtteformer</li> <li>• Spredning mellem nationalt koordinerede projekter</li> <li>• Spredning mellem deltagende forskningsinstitutioner (herunder geografisk spredning)</li> <li>• Spredningen mellem discipliner og fagområder (dvs. eksempelvis ELSA projekter)</li> <li>• Forslag fra Forskningsrådet</li> </ul>

**Tabel 3. Liste over interviewpersoner**

Kategori	Interviewpersoner
<b>Projektdeltagere</b>	Alex Hansen, NTNU Helge Weman, NTNU Asle Sudbø, NTNU Per-Olof Åstrand, NTNU Bengt Gunnar Svensson, UiO Roger Strand, UiB, ELSA-projekt Øystein Evensen, Norges veterinærhøgskole Rune Bredesen, SINTEF
<b>Forskningsinstitutioner</b>	UiO: Svein Stølen, - institutleder NTNU: Bjørn Hafskjold, dekan SINTEF: Unni Steinsmo (FUNMAT), direktør UiB: Gier Anton Johansen, institutleder UiT: Kenneth Ruud, direktør
<b>TTO</b>	Invent2: Ivar Bergland Technology Transfer Unit, NTNU: Trond Giftstad
<b>Virksomheder</b>	Prototech A/S ABALONYX AS Jotun A/S
<b>Ledelse i programstyrer</b>	Knut Harg, NANOMAT
<b>Programkoordinatorer</b>	Vidar Skagestad, NANOMAT/ Dag Høvik, NANOMAT (tidl. koord.)
<b>Andre ansatte i Forskningsrådet</b>	Anne Kjersti Fahlvik, divisjonsdirektør SATS Helge Rynning, Koordinator for ELSA programmet
<b>Bevilgende departementer</b>	KD: Geir Arnulf NHD: Kjetil Kolsrud Jåsund NHD: Øyvind Bjørkmann
<b>Øvrige interessenter</b>	Jon Magnar Haugen, Teknologirådet for NANOMAT

Kilde: DAMVAD, slutevaluering af NANOMAT, 2010

## Casestudier af udvalgte projekter

Som eksempler på forskningsprojekter under NANOMAT er der foretaget korte casestudier, der kan give læseren indsigt i et udpluk af interessante forskningsprojekter. Der er i alt fem cases om tre projekter – et ELSA-projekt, et nano-forskningsprojekt og en værktøjsplatform – foruden to virksomhedscases. Casene er udvalgt på baggrund af den statistiske analyse af projekternes karakteristika og deres videnskabelige præstation. Til at udarbejde disse cases, er der anvendt referater fra interviews, desk research, Foriss statistik, samt informationer fra spørgeskemaundersøgelser.

## Afholdelse af workshops

Der er blevet afholdt tre workshops som led i evalueringen med deltagelse af et bredt spektrum af interessenter, hvilket var med til at styrke deres relevans. Formålet med disse workshops har været at fremme diskussion og nuancering af evalueringens resultater, metode og anbefalinger undervejs i evalueringsprocessen. Derudover gav workshopsene mulighed for refleksion over evalueringen og bidrog til læring om programevaluering, til gavn for senere evalueringer af andre store programmer. De tre workshops gav også mulighed for læring på tværs af de parallelle evalueringer af NANOMAT og FUGE.

Gennem disse tre workshops har evaluator præsenteret resultater og anbefalinger, som løbende er blevet sat i perspektiv af deltagerne i disse workshops. De tre workshops havde forskelligt fokus både i forhold til emner og i forhold til deltagere.

**Workshop I** havde fokus på administration af programmet i Norges forskningsråd. Deltagerne til denne workshop var ansatte ved Forskningsrådet og repræsentanter fra programstyret.

**Workshop II** belyste hvordan programmet har bidraget til et nationalt kompetenceløft indenfor nano- og materialeforskning. Derudover omhandlede denne workshop i hvilken grad programmet har bidraget til

at skabe stærke miljøer ved universiteter, forskningsinstitutter og i bedrifter. De deltagende til denne workshop var ansatte i Forskningsrådet, repræsentanter fra flere af de institutioner, der har modtaget bevillinger (inklusive projektledere), samt virksomhedsdeltagere.

Ved **workshop III** blev der sat fokus på, hvorvidt og hvordan NANOMAT som Stort program har adresseret centrale samfundsudfordringer, og hvordan, det har bidraget til at udløse potentialer af national strategisk værdi. Formålet med workshoppen var at bidrage med indspil til, hvordan fremtidige strategiske satsninger indenfor dette teknologiområde bør udvikles for på effektiv vis at adressere samfundsudfordringer. Til denne workshop deltog repræsentanter fra Forskningsrådet, forskningsmiljøerne og centrale interessenter som Nærings- og Handelsdepartementet og Kunnskapsdepartementet.

### Inddragelse af eksperter og evalueringspanelet

I evaluering er der benyttet to eksterne ekspertpaneler, som løbende er anvendt til sparring og kvalitetssikring:

- **Ekspertfølgegruppen** er udvalgt af evaluatoren og består af to fageksperter med tilknytning til danske universiteter. Eksperterne har bidraget med rådgivning og sparring undervejs i evalueringen i forhold til analysedesign, vurdering af analysemateriale, og etablering af vurderingskriterier for videnskabelig præstation.
- **Evalueringspanelet** er udvalgt af Norges forskningsråd og bestod af to fageksperter og en central teknologiinvestor. Alle paneldeltagere har base i Norge eller Sverige. Panelet er anvendt til løbende drøftelse af evalueringsresultater og har bidraget aktivt til vurderingen af programmet, herunder til diskussion og nuancering af evalueringsresultater, konklusioner og anbefalinger. Dette panel er

desuden anvendt i evalueringen af de faglige dimensioner af nano- og materialeteknologi, blandt andet i forhold til den bibliometriske analyse og vurderingen af videnskabelige tidsskrifters faglige niveau.

**Tabel 4. Eksperter tilknyttet evalueringen**

	Personer
<b>Ekspertfølgegruppe</b>	Flemming Besenbacher - Professor i fysik og astronomi, direktør for Interdisciplinary Nanoscience Center på Århus Antti-Pekka Jauho – Professor i nanoteknologi hos Danmarks Teknologiske Universitet.
<b>Evalueringspanelet</b>	Lars Hultman - Professor og afdelingschef, Linköping Universitet Lars Kloo – Professor og afdelingschef, KTH Kjell Arne Ingebrigtsen, Prof. emeritus, Formand i Breivoll Inspection Technologies

Kilde: DAMVAD, slutevaluering af NANOMAT, 2010

## Bilag 2: Supplerende data

Dette bilag indeholder de følgende mere detaljerede oversigter over de data, som er anvendt i evalueringen og præsenteret i evalueringsrapporten:

- Tabel 1. Oversigt over bevillinger, fordelt på støtteform og programperiode (2002-2009)
- Tabel 2. Oversigt over bevillinger, fordelt på projekternes startår (2002-2009)
- Tabel 3. Oversigt over bevilgede stipendier, fordelt på støtteform (2002-2009)
- Tabel 4. Stipendiat i forhold til tematiske områder
- Tabel 5 Stipendiat i forhold til kompetenceområder
- Tabel 6. Bevillinger fordelt på tematiske områder (2002-2009)
- Tabel 7. Bevillinger fordelt på tematiske områder og støtteformer (2002-2009)
- Tabel 8. Bevillinger fordelt på kompetenceområder og støtteformer (2002-2009)
- Tabel 9. Bevillinger, fordelt på bevillingsmodtagere (2002-2009)
- Tabel 10. Antal projektbevillinger, fordelt på institutioner og støtteformer (2002-2009)
- Tabel 11. Bevillinger, fordelt på bevillingsmodtagere og projekternes opstartsår (2002-2009)
- Tabel 12. Bevillinger, fordelt på sektorer og støtteformer (2002-2009)
- Tabel 13. Virksomhedsrettede bevillinger, fordelt på projekternes opstartsår (2002-2009)
- Tabel 14. Bevillinger, fordelt på støtteformer og sektorer (2002-2009)
- Tabel 15. Indikatorer for forskningsproduktion og innovation mv., fordelt på støtteformer (2002-2009)
- Tabel 16. Indikatorer for forskningsproduktion og innovation mv., fordelt på sektorer (2002-2009)

## Overblik over programmet

Tabel 1. Oversigt over bevillinger, fordelt på støtteform og programperiode (2002-2009)

Støtteformer		NANOMAT 2002-2006	NANOMAT 2007-2009
<b>Forskerprojekter</b>	Antal bevillinger	23	31
	Bevilget beløb	81.409	175.632
	Gns. bevilling	3.540	5.666
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>	Antal bevillinger	10	5
	Bevilget beløb	160.300	27.054
	Gns. bevilling	16.030	5.411
<b>BIP, forprojekter, og FORNY</b>	Antal bevillinger	15	23
	Bevilget beløb	48.570	79.794
	Gns. bevilling	3.238	3.469
<b>KMB og ISP</b>	Antal bevillinger	7	6
	Bevilget beløb	14.072	54.643
	Gns. bevilling	2.010	9.107
<b>Infrastruktur</b>	Antal bevillinger	12	2
	Bevilget beløb	22.173	13.640
	Gns. bevilling	1.848	6.820

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets gruppering af projekter efter støtteformer. Udregnet i forhold til projekternes startdato, ikke bevillingsår.

Anm.: 1.000 kr. i løbende priser.

Tabel 2. Oversigt over bevillinger, fordelt på projekternes startår (2002-2009)

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
<b>Forskningsprojekter</b>	Antal ansøgninger	0*	11*	40	9	22	78	14	30	204
	Antal bevillinger	0	11	5	3	4	29	1	1	54
	Bevilget beløb	0	52,09	16,76	4,89	7,66	166,31	3,52	5,80	257,04
	Ansøgt beløb	0	52,09	225,21	36,51	99,33	423,88	59,99	158,48	1.055,49
	Gns. bevilling str.	0	4,74	3,35	1,63	1,91	5,73	3,52	5,80	4,76
	Succesrate antal	-	-	13%	33%	18%	37%	7%	3%	22%*
<b>Nat. koordinerede projekter</b>	Antal ansøgninger	2*	4*	3	2	0	4	0	1	16
	Antal bevillinger	2	4	2	2	0	4	0	1	15
	Bevilget beløb	1,58	147,26	4,96	6,50	0	15,05	0	12,00	187,35
	Ansøgt beløb	1,58	147,26	9,32	6,50	0	15,05	0	12,00	191,71
	Gns. bevilling str.	0,79	36,82	2,48	3,25	-	3,76	-	0,00	12,49
	Succesrate antal	-	-	67%	100%	0%	100%	0%	100%	90%*
<b>BIP, forprojekter og FORNY</b>	Antal ansøgninger	0*	0*	0	6	22	17	4	15	64
	Antal bevillinger	0	0	0	1	14	13	3	7	38
	Bevilget beløb	0	0	0	2,10	46,47	41,57	8,36	29,87	128,36
	Ansøgt beløb	0	0	0	29,68	77,92	63,58	12,28	64,50	247,95
	Gns. bevilling str.	0	0	0	2,10	3,32	3,20	2,79	4,27	3,38
	Succesrate antal	-	-	0	17%	64%	76%	75%	47%	59%*
<b>KMB og ISP</b>	Antal ansøgninger	0*	0*	2	4	4	9	3	7	29
	Antal bevillinger	0	0	2	2	3	3	2	1	13
	Bevilget beløb	0	0	5,13	3,50	5,44	39,29	9,35	6,00	68,71
	Ansøgt beløb	0	0	5,13	9,39	10,05	60,81	11,33	22,34	119,05
	Gns. bevilling str.	0	0	2,57	1,75	1,81	13,10	4,68	6,00	5,29
	Succesrate antal	-	-	100%	50%	75%	33%	67%	14%	45%*
<b>Infrastruktur</b>	Antal ansøgninger	9*	0*	12	0	0	0	0	2	23
	Antal bevillinger	9	0	3	0	0	0	0	2	14
	Bevilget beløb	6,20	0	15,97	0	0	0	0	13,64	35,81
	Ansøgt beløb	6,20	0	44,13	0	0	0	0	13,64	63,97
	Gns. bevilling str.	0,69	0	5,32	0	0	0	0	6,82	2,56
	Succesrate antal	-	-	25%	-	-	-	-	100%	36%*

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT 2010, baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets gruppering af projekter efter støtteformer.

Anm.: Løbende priser i millioner kr. Baseret på projekternes opstartsår. \*) Ansøgningerne i 2002 var inviterede, og kan ikke opgøres i forhold til støtteformer i 2003, hvorfor succesraten dækker perioden 2004-09.

## Ph.D.- og post.doc.-Stipendier

Tabel 3. Oversigt over bevilgede stipendier, fordelt på støtteform (2002-2009)

Bevilgede Ph.D.-stipendier, fordelt på støtteform	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
<b>Forskerprojekter</b>		14	5	0		27			46
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>		22				3			25
<b>BIP, forprojekter og FORNY</b>					2	4		1	7
<b>KMB og ISP</b>			1		2	4	3	1	11
<b>Infrastruktur</b>									0
<b>Total</b>		36	6	0	4	38	3	2	89
<b>Bevilgede post.docs., fordelt på støtteform</b>									
<b>Forskerprojekter</b>		11	2	2	3	21			39
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>		26	2	1		3			32
<b>BIP, forprojekter og FORNY</b>					3	3		2	8
<b>KMB og ISP</b>			1	1,5	1	3	1		7,5
<b>Infrastruktur</b>								1	1
<b>Total</b>		37	5	4,5	7	30	1	3	87,5

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010 baseret på optælling af bevilgede ansættelser under hvert projekt.

Tabel 4. Stipendiat i forhold til tematiske områder

Tematisk område	Doktor (bevilget)	Post doc. (bevilget)
<b>Energi og miljø</b>	29	31,5
<b>Hav og mat</b>		
<b>Helse og bioteknologi*</b>	3	3
<b>IKT inkl. Mikrosystemer</b>	16	13
<b>Andre områder</b>	41	40
<b>Total</b>	89	87,5

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på forskningsrådets opgørelser og optælling af bevilgede stipendiat

Anm: 2002-2009

\* Bionano rettet direkte mot helse og velferd



**Tabel 5 Stipendiater i forhold til kompetenceområder**

Kompetenceområde	Ph.D. (bevilget)	Post doc. (bevilget)
Bionanovidenkab og bionanoteknologi *	2	5
ELSA, HMS og risiko	4	2
Fundamentale fysiske og kemiske fænomener og processer på nm-niveau	33	31
Grænseflade-og overfladevidenskab og katalyse	2	1
Andre områder	48	48,5
<b>Total</b>	<b>89</b>	<b>87,5</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på Forskningsrådets opgørelser og optælling af bevilgede stipendiater.

Anm.: 2002-2009. \*) Fundamentale biologiske prosesser og (biomimetiske) strukturer

## Tematiske områder og kompetenceområder

**Tabel 6. Bevillinger fordelt på tematiske områder (2002-2009)**

År	Energi og miljø	Hav og mat	Helse og bioteknologi	IKT inkl. mikrosystemer	Andre områder	Tematiske områder i alt	I alt	Procent af samlet bevilling
2002	0	0	0	0	7.783	0	7.783	0%
2003	78.400	0	2.804	60.390	57.763	141.594	199.357	71%
2004	0	0	0	4.000	38.824	4.000	42.824	9%
2005	3.456	1.600	104	2.100	9.731	7.260	16.991	43%
2006	5.100	4.500	150	12.100	37.719	21.850	59.569	37%
2007	109.092	0	21.639	32.382	99.113	163.113	262.226	62%
2008	1.975	0	0	0	19.252	1.975	21.227	9%
2009	35.870	0	0	5.800	25.640	41.670	67.310	62%
<b>Total</b>	<b>233.893</b>	<b>6.100</b>	<b>24.697</b>	<b>116.772</b>	<b>295.824</b>	<b>381.462</b>	<b>677.286</b>	<b>56%</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på Forskningsrådets opgørelser og data fra Foriss.

Anm.: I 1.000 kr. i løbende priser. Opgjort i forhold til projekters opstartsår.

Tabel 7. Bevillinger fordelt på tematiske områder og støtteformer (2002-2009)

Støtteformer		Energi og miljø	Hav og mad	Helse og bioteknologi	IKT inkl. mikrosystemer	Andre områder	Total
<b>Forskerprojekter</b>	Bevilget beløb	49.837	0	15.504	40.015	151.685	257.041
	Bevilget antal	7	0	5	7	35	54
	Gns. bevilling	7.120	0	3.101	5.716	4.334	4.760
<b>Nat. koord. projekter</b>	Bevilget beløb	88.400	0	0	52.140	46.813	187.353
	Bevilget antal	3	0	0	1	11	15
	Gns. bevilling	29.467	0	0	52.140	4.256	12.490
<b>BIP, forprojekter, og FORNY</b>	Bevilget beløb	48.743	4.500	9.193	24.617	41.311	128.364
	Bevilget antal	14	1	3	5	15	38
	Gns. bevilling	3.482	4.500	3.064	4.923	2.754	3.378
<b>KMB og ISP</b>	Bevilget beløb	46.913	1.600	0	0	20.202	68.715
	Bevilget antal	4	1	0	0	8	13
	Gns. bevilling	11.728	1.600	0	0	2.525	5.286
<b>Infrastruktur</b>	Bevilget beløb	0	0	0	0	35.813	35.813
	Bevilget antal	0	0	0	0	14	14
	Gns. bevilling	0	0	0	0	2.558	2.558
<b>Total</b>	<b>Bevilget beløb</b>	<b>233.893</b>	<b>6.100</b>	<b>24.697</b>	<b>116.772</b>	<b>295.824</b>	<b>677.286</b>
	<b>Bevilget antal</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>83</b>	<b>134</b>
	<b>Gns. bevilling</b>	<b>8.353</b>	<b>3.050</b>	<b>3.087</b>	<b>8.982</b>	<b>3.564</b>	<b>5.054</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss samt Forskningsrådets opgørelser og placering af projekter efter støtteformer.

Anm: I 1.000 kr. i løbende priser.

Tabel 8. Bevillinger fordelt på kompetenceområder og støtteformer (2002-2009)

Virkemiddel		Bionanoviden- skab og -teknologi *	ELSA, HMS og risiko	Fundamentale fysiske og kemiske fænomener og processer på nm-niveau	Grænseflade- og overfladeviden- skab og katalyse	Andre	Total
<b>Forskerprojekter</b>	Bevilget beløb	24.274	15.849	106.962	4.600	105.356	257.041
	Bevilget antal	6	5	23	1	19	54
	Gns. bevilling	4.046	3.170	4.651	4.600	5.545	4.760
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>	Bevilget beløb	0	0	28.092	0	159.261	187.353
	Bevilget antal	0	0	5	0	10	15
	Gns. bevilling	0	0	5.618	0	15.926	12.490
<b>BIP, forprojekter, og FORNY</b>	Bevilget beløb	0	2.580	38.731	0	87.053	128.364
	Bevilget antal	0	1	14	0	23	38
	Gns. bevilling	0	2.580	2.767	0	3.785	3.378
<b>KMB og ISP</b>	Bevilget beløb	0	0	18.162	2.040	48.513	68.715
	Bevilget antal	0	0	7	1	5	13
	Gns. bevilling	0	0	2.595	2.040	9.703	5.286
<b>Infrastruktur</b>	Bevilget beløb	0	0	0	0	35.813	35.813
	Bevilget antal	0	0	0	0	14	14
	Gns. bevilling	0	0	0	0	2.558	2.558
<b>Total</b>	<b>Bevilget beløb</b>	<b>24.274</b>	<b>18.429</b>	<b>191.947</b>	<b>6.640</b>	<b>435.996</b>	<b>677.286</b>
	<b>Bevilget antal</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	<b>2</b>	<b>71</b>	<b>134</b>
	<b>Gns. bevilling</b>	<b>4.046</b>	<b>3.072</b>	<b>3.917</b>	<b>3.320</b>	<b>6.141</b>	<b>5.054</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets opgørelser og placering af projekter efter støtteformer.

\*) Fundamentale biologiske prosesser og (biomimetiske) strukturer.

Anm.: i 1.000 kr. i løbende priser.

## Bevilgningsmodtagere

Tabel 9. Bevillinger, fordelt på bevillingsmodtagere (2002-2009)

Aktør	Bevilget beløb	Antal projekter	Videnskabelige artikler med og uden referee	Post.docs. bevilget	Ph.D.-stipendier bevilget
<b>NTNU</b>	<b>180.235.500</b>	<b>25</b>	<b>312</b>	<b>28</b>	<b>32</b>
Fakultet for naturvitenskap	80.456.500	4	242	17	13
Institutt for fysikk	31.677.000	5	37	6	4
Institutt for elektronikk ...	16.940.000	3	8	2	2
Institutt for materialtekn.	14.741.000	3	0	2	4
Øvrige inst.	36.421.000	10	25	25	1
<b>SINTEF</b>	<b>105.707.550</b>	<b>18</b>	<b>157</b>	<b>9</b>	<b>14</b>
SINTEF Materialer og Kjemi	72.247.463	11	153	8	12
Energikonvertering	16.847.000	2	2		2
Syntese og testing	10.675.000	3	2	1	0
Øvrige inst.	5.938.087	2	0	0	0
<b>Institutt for energiteknikk</b>	<b>94.172.615</b>	<b>7</b>	<b>128</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
<b>Universitetet i Oslo</b>	<b>90.544.371</b>	<b>25</b>	<b>169</b>	<b>21,5</b>	<b>14</b>
Fysisk institutt	34.827.500	9	31	8	9
Senter for materialvitenskap	38.012.128	9	76	8,5	3
Kjemisk institutt	17.704.743	7	62	5	2
<b>Universitetet i Bergen</b>	<b>31.185.000</b>	<b>6</b>	<b>105</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Rikshospitalet HF</b>	<b>8.036.500</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Norges veterinærhøgs</b>	<b>6.862.000</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		<b>2</b>
<b>Bioforsk</b>	<b>6.000.000</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Universitetssenteret</b>	<b>4.000.000</b>	<b>1</b>	<b>5</b>		<b>2</b>
<b>Øvrige</b>	<b>150.542.596</b>	<b>48</b>	<b>63</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
I alt	<b>677.286.132</b>	<b>134</b>	<b>949</b>	<b>87,5</b>	<b>89</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og optælling af bevilgede stipendier i projekterne.

Anm.: Kr. i løbende priser.

**Tabel 10. Antal projektbevillinger, fordelt på institutioner og støtteformer (2002-2009)**

Aktør	BIP, forprojekter og FORNY	Forskerprojekter	Infrastruktur	KMB og ISP	Nationalt koord. projekter	I alt
NTNU		13	4	4	4	25
SINTEF		11	3	3	1	18
Institutt for energiteknikk		1	1	3	2	7
Universitetet i Oslo		13	5	2	5	25
Universitetet i Bergen		5	1			6
Rikshospitalet HF		2				2
Norges veterinærhøgs		1				1
Bioforsk		1				1
Universitetssenteret		1				1
Øvrige	38	6	0	1	3	48
<b>I alt</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>134</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og Forskningsrådets kategorisering af projekter efter støtteformer.

**Tabel 11. Bevillinger, fordelt på bevilingsmodtagere og projekternes opstartsår (2002-2009)**

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	I alt
<b>NTNU</b>	<b>2.850</b>	<b>84.849</b>	<b>7.396</b>	<b>1.556</b>	<b>4.140</b>	<b>58.093</b>	<b>9.352</b>	<b>12.000</b>	<b>180.236</b>
Fakultet for naturvitenskap	0	80.457	0	0	0	0	0	0	80.457
Institutt for fysikk	0	0	7.396	0	0	24.281	0	0	31.677
Institutt for elektronikk ...	1.200	0	0	0	0	15.740	0	0	16.940
Institutt for materialtekn.	0	0	0	1.556	0	13.185	0	0	14.741
Øvrige inst.	1.650	4.392	0	0	4.140	4.887	9.352	12.000	36.421
<b>SINTEF</b>	<b>800</b>	<b>43.850</b>	<b>10.473</b>	<b>1.600</b>	<b>0</b>	<b>34.614</b>	<b>3.520</b>	<b>10.850</b>	<b>105.708</b>
SINTEF Materialer og Kjemi	800	43.850	10.473	0	0	6.274	0	10.850	72.247
Energikonvertering	0	0	0	0	0	16.847	0	0	16.847
Syntese og testing	0	0	0	1.600	0	5.555	3.520	0	10.675
Øvrige inst.	0	0	0	0	0	5.938	0	0	5.938
<b>Institutt for energiteknikk</b>	<b>800</b>	<b>42.400</b>	<b>5.900</b>	<b>0</b>	<b>1.300</b>	<b>43.773</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>94.173</b>
<b>Universitetet i Oslo</b>	<b>3.333</b>	<b>22.058</b>	<b>9.162</b>	<b>3.896</b>	<b>2.169</b>	<b>49.927</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>90.544</b>
Fysisk institutt	1.700	5.800	1.900	0	0	25.428	0	0	34.828
Kjemisk institutt	1.633	13.808	0	0	0	2.264	0	0	17.705
Senter for materialvitenskap	0	2.450	7.262	3.896	2.169	22.235	0	0	38.012
<b>Universitetet i Bergen</b>	<b>0</b>	<b>6.200</b>	<b>0</b>	<b>3.235</b>	<b>2.222</b>	<b>10.738</b>	<b>0</b>	<b>8.790</b>	<b>31.185</b>
<b>Norges veterinærhøgs</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.862</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.862</b>
<b>Bioforsk</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6.000</b>
<b>Rikshospitalet HF</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8.036</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8.036</b>
<b>Universitetssenteret</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.000</b>
<b>Øvrige</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5.893</b>	<b>6.704</b>	<b>49.738</b>	<b>44.183</b>	<b>8.355</b>	<b>35.670</b>	<b>150.542</b>
<b>Total</b>	<b>7.783</b>	<b>199.357</b>	<b>42.824</b>	<b>16.991</b>	<b>59.569</b>	<b>262.226</b>	<b>21.227</b>	<b>67.310</b>	<b>677.286</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss.

Anm.: I 1.000 kr. i løbende priser.

**Tabel 12. Bevillinger, fordelt på sektorer og støtteformer (2002-2009)**

Sektor	Bevilling	Antal projekter
<b>Institutsektor</b>	<b>220.313.165</b>	<b>31</b>
Forskerprojekter	73.740.180	17
Nationalt koordinerede projekter	79.200.000	3
KMB og ISP	50.749.702	7
Infrastruktur	16.623.283	4
<b>Næringslivet</b>	<b>121.447.833</b>	<b>34</b>
BIP, forprojekter, og FORNY	121.447.833	34
<b>UoH Sektor</b>	<b>316.967.124</b>	<b>60</b>
Forskerprojekter	176.797.589	35
Nationalt koordinerede projekter	103.014.535	9
KMB og ISP	17.965.000	6
Infrastruktur	19.190.000	10
<b>Diverse</b>	<b>18.558.010</b>	<b>9</b>
Nationalt koordinerede projekter	5.138.715	3
BIP, forprojekter, og FORNY	6.916.000	4
Forskerprojekter	6.503.295	2
<b>Total</b>	<b>677.386.132</b>	<b>134</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss.

Anm.: Kr. i løbende priser.

**Tabel 13. Virksomhedsrettede bevillinger, fordelt på projekternes opstartsår (2002-2009)**

BIP, forprojekter, FORNY, KMB og ISP	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Bevilget beløb (løbende)	0	0	5.132	5.600	51.910	80.860	17.707	35.870	197.079
Antal projekter (løbende)	0	0	2	3	17	16	5	8	51
Andel af årlig bevilget beløb (løbende)	0	0	12%	33%	87%	31%	83%	53%	29%
Andel af årligt bevilget antal (løbende)	0	0	17%	38%	81%	33%	83%	67%	38%
Bevilget beløb (akkumuleret)	0	0	5.132	10.732	62.642	143.502	161.209	197.079	197.079
Antal projekter (akkumuleret)	0	0	2	5	22	38	43	51	51
Andel af bevilget beløb (akkumuleret)	0	0	2%	4%	19%	24%	26%	29%	29%
Andel af projekter (akkumuleret)	0	0	5%	11%	33%	33%	35%	38%	38%

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss.

Anm.: I 1.000 kr. i løbende priser.



## Bevillinger, fordelt på støtteformer og sektorer (2002-2009)

Tabel 14. Bevillinger, fordelt på støtteformer og sektorer (2002-2009)

Forskerprojekter		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
<b>UoH-sektor</b>	Antal	0	9	2	3	2	19	0	0	35
	Bevilget	0	44.244	6.600	4.895	4.391	116.668	0	0	176.798
	Gns. bevilg.	0	4.916	3.300	1.632	2.196	6.140	0	0	5.051
<b>Institutsektor</b>	Antal	0	2	2	0	1	10	1	1	17
	Bevilget	0	7.850	6.161	0	765	49.644	3.520	5.800	73.740
	Gns. bevilg.	0	3.925	3.081	0	765	4.964	3.520	5.800	4.338
<b>Diverse</b>	Antal	0	0	1	0	1	0	0	0	2
	Bevilget	0	0	4.000	0	2.503	0	0	0	6.503
	Gns. bevilg.	0	0	4.000	0	2.503	0	0	0	3.252
<b>Nationalt koordinerede projekter</b>										
<b>UoH-sektor</b>	Antal	1	2	2	1	0	2	0	1	9
	Bevilget	783	68.863	4.958	1.996	0	14.415	0	12.000	103.015
	Gns. bevilg.	783	34.432	2.479	1.996	0	7.208	0	12.000	11.446
<b>Institutsektor</b>	Antal	1	2	0	0	0	0	0	0	3
	Bevilget	800	78.400	0	0	0	0	0	0	79.200
	Gns. bevilg.	800	39.200	0	0	0	0	0	0	26.400
<b>Ikke opgivet</b>	Antal	0	0	0	1	0	2	0	0	3
	Bevilget	0	0	0	4.500	0	639	0	0	5.139
	Gns. bevilg.	0	0	0	4.500	0	319	0	0	1.713
<b>KMB og ISP</b>										
<b>UoH-sektor</b>	Antal	0	0	0	1	2	1	2	0	6
	Bevilget	0	0	0	1.900	4.140	2.573	9.352	0	17.965
	Gns. bevilg.	0	0	0	1.900	2.070	2.573	4.676	0	2.994
<b>Instituttsektor</b>	Antal	0	0	2	1	1	2	0	1	7
	Bevilget	0	0	5.132	1.600	1.300	36.718	0	6.000	50.750
	Gns. bevilg.	0	0	2.566	1.600	1.300	278	0	6.000	7.250
BIP, forprojekter og FORNY										

Forskerprojekter		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
<b>Næringsliv</b>	Antal	0	0	0	1	14	10	2	7	34
	Bevilget	0	0	0	2.100	46.470	36.628	6.380	29.870	121.448
	Gns. bevilg.	0	0	0	2.100	3.319	3.663	3.190	4.267	3.572
<b>Ikke opgivet</b>	Antal	0	0	0	0	0	3	1	0	4
	Bevilget	0	0	0	0	0	4.941	1.975	0	6.916
	Gns. bevilg.	0	0	0	0	0	1.647	1.975	0	1.729
<b>Infrastruktur</b>										
<b>UoH-sektor</b>	Antal	8	0	1	0	0	0	0	1	10
	Bevilget	5.400	0	5.000	0	0	0	0	8.790	19.190
	Gns. bevilg.	675	0	5.000	0	0	0	0	8.790	1.919
<b>Instituttsektor</b>	Antal	1	0	2	0	0	0	0	1	4
	Bevilget	800	0	10.973	0	0	0	0	4.850	16.623
	Gns. bevilg.	800	0	5.487	0	0	0	0	4.850	4.156
<b>I alt</b>	<b>Antal</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>49</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>134</b>
	<b>Bevilget</b>	<b>7.783</b>	<b>199.357</b>	<b>42.824</b>	<b>16.991</b>	<b>59.569</b>	<b>262.226</b>	<b>21.227</b>	<b>67.310</b>	<b>677.287</b>
	<b>Gns. bevilg.</b>	<b>708</b>	<b>13.290</b>	<b>3.569</b>	<b>2.124</b>	<b>2.837</b>	<b>5.352</b>	<b>3.538</b>	<b>5.609</b>	<b>5.054</b>

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss.

Anm.: 1.000 kr. i løbende priser. Opgjort i forhold til projekternes opstartsår.

## Indikatorer for forskningsproduktion og innovation mv.

Tabel 15. Indikatorer for forskningsproduktion og innovation mv., fordelt på støtteformer (2002-2009)


	Forskerprojekter	Nationalt koordinerede projekter	KMB og ISP	BIP, forprojekter og FORNY	Infrastruktur	I alt
<b>Videnskabelige udgivelser:</b>	<b>1044</b>	<b>1194</b>	<b>139</b>	<b>223</b>	<b>14</b>	<b>2593</b>
Artikler i videnskabelige tidsskrifter med referee	403	458	25	20	2	908
Artikler i andre videnskabelige tidsskrifter	14	21	1	5	0	41
Bøger (monografier, mv.)	9	2	1	0	0	12
Publicerede foredrag fra internationale møder	319	285	30	61	5	700
Andre rapporter, foredrag mv.	299	428	61	137	7	932
<b>FoU kapacitetsopbygning:</b>	<b>85</b>	<b>63</b>	<b>19,5</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>177,5</b>
Bevilgede Ph.D.-stipendier	46	25	12	7	0	90
Bevilgede post.doc.-stipendier	39	32	7,5	8	1	87,5
<b>Innovationsresultater:</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>53</b>	<b>0</b>	<b>110</b>
Nye metoder, modeller, prototyper	26	4	14	29	0	73
Nye produkter og processer	2	0	3	19	0	24
Nye tjenester	0	0	1	0	0	1
Nye forretningsområder	2	0	0	3	0	5
Samarbejdende virksomheder	4	0	1	2	0	7
<b>Kommercialisering:</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>29</b>	<b>0</b>	<b>47</b>
Nye patenter/patentansøgninger	3	1	3	26	0	33
Nye licenser	2	0	0	0	0	2
Nye virksomheder	1	2	0	1	0	4
Virksomheder udenfor projektet	6	0	0	2	0	8
<b>Formidling:</b>	<b>120</b>	<b>69</b>	<b>50</b>	<b>103</b>	<b>2</b>	<b>344</b>
Brugerrettede formidlingstiltag	64	19	30	53	2	168
Formidlingstiltag rettet mod offentligheden	33	18	9	10	0	70
Opslag i massemedier	23	32	11	40	0	106

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og optælling af stipendiebevillinger.

**Tabel 16. Indikatorer for forskningsproduktion og innovation mv., fordelt på sektorer (2002-2009)**

	UoH-sektor	Institutsektor	Erhvervsliv	Diverse	I alt
<b>Videnskabelige udgivelser:</b>	<b>1195</b>	<b>1120</b>	<b>223</b>	<b>55</b>	<b>2593</b>
Artikler i videnskabelige tidsskrifter med referee	568	307	20	13	908
Artikler i andre videnskabelige tidsskrifter	24	12	5	0	41
Bøger (monografier, mv.)	7	1	0	4	12
Publicerede foredrag fra internationale møder	252	355	61	32	700
Andre rapporter, foredrag mv.	344	445	137	6	932
<b>FoU kapacitetsopbygning:</b>	<b>109,5</b>	<b>50</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>177,5</b>
Bevilgede Ph.D.-stipendier	54	27	7	2	90
Bevilgede post.doc.-stipendier	55,5	23	8	1	87,5
<b>Innovationsresultater:</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>53</b>	<b>11</b>	<b>110</b>
Nye metoder, modeller, prototyper	8	25	29	11	73
Nye produkter og processer	5	0	19	0	24
Nye tjenester	1	0	0	0	1
Nye forretningsområder	1	1	3	0	5
Samarbejdende virksomheder	4	1	2	0	7
<b>Kommercialisering:</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>47</b>
Nye patenter/patentansøgninger	1	4	26	2	33
Nye licenser	2	0	0	0	2
Nye virksomheder	1	2	1	0	4
Virksomheder udenfor projektet	2	0	2	4	8
<b>Formidling:</b>	<b>118</b>	<b>109</b>	<b>103</b>	<b>14</b>	<b>344</b>
Brugerrettede formidlingstiltag	54	49	53	12	168
Formidlingstiltag rettet mod offentligheden	31	27	10	2	70
Opslag i massemedier	33	33	40	0	106

Kilde: DAMVAD, Slutevaluering af NANOMAT, 2010, baseret på data fra Foriss og optælling af stipendiebevillinger.



Publikasjonen kan bestilles på  
[www.forskningsradet.no/publikasjoner](http://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](mailto:post@forskningsradet.no)  
[www.forskningsradet.no](http://www.forskningsradet.no)

Februar 2011  
Design omslag: Blanke Ark  
Foto omslag: Piotr Rotkiewicz  
Trykk: 07 Gruppen  
Opplag: 250

ISBN 978-82-12-02887-6 (trykk)  
ISBN 978-82-12-02888-3 (pdf)