

# ESS som drivkraft for fremtidens vækst

Strategi for den danske ESS-indsats

November 2015



Uddannelses- og  
Forskningsministeriet

Styrelsen for Forskning og Innovation

## ESS som driver for fremtidens vækst

### *Udgivet af*

Styrelsen for Forskning og Innovation  
Bredgade 40  
1260 København K  
Telefon: 3544 6200  
E-mail: fi@fi.dk  
www.ufm.dk

### *Omslag*

European Spallation Source (ESS) med Øresundsbroen i horisonten

### *Foto*

ESS

### *Layout*

Rosendahls a/s

### *Tryk*

Rosendahls a/s

Publikationen kan hentes på [ufm.dk/publikationer](http://ufm.dk/publikationer)

ISBN: 978-87-93151-74-1

ISBN (elektronisk publikation): 978-87-93151-73-4



# Indhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Executive summary .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>ESS-strategiens forslag til en fremtidig ESS-indsats .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>1. Indledning: Potentialer for det danske medværtskab af European Spallation Source (ESS) .....</b> | <b>7</b>  |
| 1.1 Danmark som centrum for life science og avancerede materialer .....                                | 7         |
| 1.2 Udfordringer .....   | 10        |
| <b>2. Udviklingsperspektiver og potentialer ved ESS .....</b>  | <b>11</b> |
| 2.1 Udviklingstendenser for life science og det materialeteknologiske område .....                     | 11        |
| 2.2 Potentialerne ved det dansk værtskab .....   | 12        |
| 2.2.1 Direkte økonomiske effekter .....  | 13        |
| 2.2.2 Synergi, samspil og udvikling af innovative vækstregioner .....                                  | 13        |
| 2.2.3 Erhvervsmæssig anvendelse af forskningsfaciliteter .....   | 14        |
| 2.2.4 Studier af de socioøkonomiske effekter ved etableringen af ESS .....                             | 15        |
| 2.3 Erfaringerne fra Schweiz – et lærerigt eksempel .....  | 17        |
| <b>3. ESS-strategiens målsætninger .....</b>   | <b>20</b> |
| 3.1 Opbygning af førende forskningsmiljøer .....   | 20        |
| 3.1.1 Kapacitetsopbygning: Opbygning af neutronbruger miljøet .....                                    | 21        |
| 3.1.2 Brobygning mellem ESS og danske videnmiljøer .....   | 22        |
| 3.1.3 Etablering af fyrtårnsmiljøer .....  | 23        |
| 3.2 Et innovationssystem i verdensklasse .....   | 24        |
| 3.2.1 Effektiv adgang til ESS for erhvervslivet .....  | 25        |
| 3.2.2 Erhvervsrelevant videnopbygning .....  | 25        |
| 3.2.3 Industriportaler .....   | 26        |
| 3.2.4 Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS .....   | 26        |
| 3.3 Forankring af ESS og MAX IV i Danmark .....  | 27        |
| 3.3.1 Arbejdsmarked for højtuddannet arbejdskraft .....  | 27        |
| 3.3.2 Tiltrækning af videnvirksomheder .....   | 28        |
| 3.3.3 Strategisk universitetssamarbejde .....  | 28        |
| 3.4 Realisering af mål .....   | 29        |
| <b>4. Fyrtårnsmiljøer skaber excellence og samspil med danske virksomheder .....</b>                   | <b>30</b> |
| 4.1 Formål og mål for fyrtårnsmiljøerne .....  | 30        |
| 4.1.1 Videnskabelig excellence .....   | 31        |
| 4.1.2 Strategisk fokusering af den danske kapacitetsopbygning .....                                    | 31        |
| 4.1.3 Brobygning og samspil med omverden .....   | 31        |
| 4.1.4 Synlighed og attraktivitet .....   | 32        |
| 4.2 Eksempler fra Schweiz og Belgien .....   | 32        |
| 4.2.1 Erfaringer fra Schweiz .....   | 33        |
| 4.2.2 Erfaringer fra Belgien .....   | 33        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.3 Fyrtårnenes funktionalitet og organisering .....                                | 33        |
| 4.3.1 Faglig fleksibilitet .....  | 34        |
| 4.3.2 Tydelig ledelse og faglig sammenhæng .....                                    | 35        |
| 4.3.3 Opbygning af partnerskaber .....  | 35        |
| 4.3.4 Kritisk masse og lokalisering på værtsinstitution .....                       | 35        |
| 4.4 Eksempler på mulige fyrtårnsmiljøer .....                                       | 36        |
| 4.4.1 Bioteknologi, ny medicin og fødevarer (life science) .....                    | 36        |
| 4.4.2 Nye avancerede materialer .....   | 38        |
| 4.4.3 Dansk teoricerter for materialer og biologiske systemer .....                 | 41        |
| <b>5. Den fremtidige indsats: Hvordan når vi i mål? .....</b>                       | <b>43</b> |
| 5.1 Igangsatte initiativer .....  | 43        |
| 5.2 Verdensførende forskningsmiljøer .....  | 44        |
| 5.2.1 Planer for ESS-indsats på de enkelte universiteter og GTS-institutterne ..... | 45        |
| 5.2.2 Styrket uddannelsesindsats på neutronområdet .....                            | 46        |
| 5.2.3 Partnerskabsaftale om fyrtårnsmiljøer .....                                   | 47        |
| 5.2.4 MoU mellem ESS og danske universiteter .....                                  | 47        |
| 5.2.5 Uddannelse af instrument scientists på ILL .....                              | 48        |
| 5.2.6 Fastholdelse af DanScatts koordinerende rolle .....                           | 48        |
| 5.3 Brobygning til det danske samfund .....   | 48        |
| 5.3.1 Fleksibel adgang til ESS for virksomheder .....                               | 49        |
| 5.3.2 Opbygning af industriportaler .....   | 50        |
| 5.3.4 Forretningsplan for dansk leverandørindsats .....                             | 51        |
| 5.4 Forankring af ESS og MAX IV i Danmark .....                                     | 52        |
| 5.4.1 Opholdsregler for ESS-ansatte fra 3. lande .....                              | 52        |
| 5.4.2 HR-samarbejde med ESS .....   | 53        |
| 5.4.3 Styrket indsats for at tiltrække virksomheder til Danmark .....               | 53        |
| 5.4.4 Samarbejdsaftale mellem danske og svenske universiteter .....                 | 54        |
| 5.5 Organisering og proces for det fremtidige arbejde .....                         | 54        |
| <b>6. Bilag 1. Deltager i ESS-strategi- og arbejdsgrupper .....</b>                 | <b>56</b> |

# Executive summary

I disse år bygges den første store, internationale forskningsfacilitet i Danmarks nærområde. Det drejer sig om *European Spallation Source* (ESS), der bliver verdens absolut største og uden sammenligning mest avancerede neutronspretningsfacilitet. Selve faciliteten etableres i Lund i Sverige, mens det tilhørende datacenter (ESS DMSC) bygges på den danske side af Øresund i København. ESS vil sammen med XFEL og Petra III i Hamborg og MAX IV i Lund danne en klynge af forskningsfaciliteter, der kan øge vores viden om materialer på fx molekylært og atomart niveau, hvilket har afgørende betydning for udviklingen inden for både life science og det materiale teknologiske område som helhed. Og Danmark ligger lige i midten. Dette betyder også, at verdens førende forskere vil rejse til vores del af verden for at gennemføre deres forskning. For ESS's vedkommende viser de foreløbige beregninger, at 2-4.000 forskere hvert år vil benytte faciliteten. Dette skaber en helt unik mulighed for at danske virksomheder får adgang til viden og arbejdskraft på et uhørt højt niveau.

Neutron- og materialeforskningen er på mange måder videnskaben om såvel hverdagens mange udfordringer som videnskaben om de "Grand Challenges", som vores samfund står over for. Den er afgørende for udviklingen af nye og bedre computere, effektive rengøringsmidler, nye funktionelle tekstiler og materialer, bedre brændstoffer, mere effektive lægemidler, nye batterier mv. Industrielle vækstområder såsom brændselsceller, superledere, innovative bygningskonstruktioner, smarte klimaløsninger, effektive transportere, nye fødevarer og lægemidler etc., kan alle drage nytte af forskningsfaciliteter som ESS og MAX IV. Nærheden til disse faciliteter vil derfor være med til at danne en platform for at udvikle fremtidens stærke vækstteknologier i Danmark og skabe en bred vifte af nye spændende muligheder for danske virksomheder. Og det skaber muligheden for, at Danmark kan udvikle sig til et af verdens fremtidige centre inden for life science og materiale teknologi. Den mulighed skal vi gribe. Derfor denne strategi, som viser hvad der skal til, hvem der skal gøre hvad og hvornår.

ESS er en stor investering. Fra 2014-2022 investerer vi fra dansk side omkring to milliarder danske kroner i ESS. Hertil kommer de danske investeringer i faciliteterne MAX IV og XFEL. Det gør vi, fordi det gavner forskning og innovation i Danmark. Erfaringerne fra andre store internationale forskningsfaciliteter viser, at der er en række betydelige forsknings- og samfundsmæssige gevinster ved at huse en stor, international forskningsfacilitet som ESS. Det drejer sig om de direkte økonomiske effekter, der følger af facilitetens etablering og drift, men også om de effekter, der opstår i samspillet mellem faciliteten og regionale, nationale og internationale forsknings- og erhvervsmiljøer.

Effekterne ved at huse ESS opstår ikke af sig selv. Vi er derfor nødt til at forberede etableringen af ESS allerede nu. På den baggrund har uddannelsesministeren i 2014 nedsat en strategigruppe med repræsentanter for universiteter, erhvervsliv, kommuner og regioner og andre vigtige medspillere, der sammen har udarbejdet denne nationale ESS-strategi. Strategien sætter pejlemærkerne for den fremtidige indsats, og udpeger konkrete aktiviteter, som de enkelte aktører skal gennemføre, for at vi sammen kan høste potentialerne af det danske medværtskab af ESS.

Strategien opstiller en række målsætninger for, hvad der skal være sket i Danmark i 2025, når ESS er færdigbygget. Disse målsætninger tegner sammen et billede af, hvordan vi realiserer visionen om, **Danmark som et af verdens førende centre for udvikling og anvendelse af hårde, bløde og/eller biologiske materialer**. Målsætningerne udgør strategiske sigt punkter for den fremtidige indsats og illustrerer, hvordan ESS skal være med til at udvikle Danmark som vidensamfund. Blandt de vigtigste mål for udviklingen frem til 2025 er:

- **Kapacitetsopbygningen** har sikret at der er tre gange flere neutronbrugere end i dag.
- **Fyrtårnsmiljøer**. Vi har etableret 3-5 internationalt anerkendte fyrtårnsmiljøer på områder af strategisk betydning for dansk forskning og erhverv.
- **Brobygning med ESS**. Vi har opbygget et tæt samspil mellem ESS og danske videnmiljøer.
- **Involvering af dansk erhvervsliv**. Virksomheder har fleksibel og effektiv adgang til ESS og fyrtårnsmiljøer.
- **Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS**. Vi har etableret en dansk klynge af virksomheder, der har specialiseret sig i leverancer til forskningsfaciliteter.
- **Forankring af ESS i Danmark**. ESS-ansatte bosætter sig i Danmark, bevæger sig fleksibelt i regionen og med afsæt i ESS og MAX IV formår Danmark at tiltrække førende videnvirksomheder og forskere.

Forberedelserne til ESS har været undervejs i en årrække. Der er derfor allerede igangsat flere aktiviteter og initiativer, som understøtter indfrielsen af de opstillede målsætninger i et ganske betydeligt omfang. Men selvom disse er igangsat, så er der stadig lang vej før vi får fuld valuta for det danske medværtskab af ESS. Strategien udpeger derfor en række supplerende initiativer, som skal gennemføres for at kunne indfri de opstillede målsætninger:

### Kapacitetsopbygning

1. Planer for den fremtidige ESS-indsats på de enkelte universiteter/GTS-institutter illustrerer hvordan universiteterne/GTS'erne vil styrke kapacitetsopbygningen, etablere fyrtårnsmiljøer og understøtte brobygning til ESS og samspil med erhvervslivet.
2. Styrket uddannelsesindsats. Fortsættelse af det Fællesnordiske program for neutronforskning frem til 2025 samt gennemførelse af analyse af uddannelsesbehovene på kandidatniveau.

### Fyrtårnsmiljøer

3. Partnerskab om etablering af 3-5 fyrtårnsmiljøer. Universiteterne etablerer 3-5 fyrtårnsmiljøer, som medfinansieres af private fonde, erhvervslivet og/eller centrale statslige midler.

### Brobygning til ESS

4. MoU mellem ESS og universiteter med konkrete mål for det fremtidige samarbejde, eksempelvis dansk 'instrumentinvolvering', uddannelse af ph.d.-studerende samt 'shared positions'.
5. Aftale med ILL om danske "instrument scientists". I forlængelse af det danske ILL-medlemskab skal der indgås en aftale med ILL om uddannelse af forskere.
6. Fastholdelse af DanScatts koordinerende rolle på neutron- og synkrområdet.

### Involvering af dansk erhvervsliv

7. Fleksibel adgang til ESS for virksomheder. Der skal vedtages regler, som sikrer, at virksomheder får effektiv adgang til ESS. Samtidig skal der etableres et Industrial User Office på ESS, der kan hjælpe virksomheder med at benytte ESS.
8. Opbygning af industriportaler. Universiteter/GTS-institutter etablerer industriportaler, der skal hjælpe virksomheder med at løse konkrete materialeteknologiske problemer.
9. Fokusering af ErhvervsPhD-indsatsen. Måltrettet informationsindsats om mulighederne for at danske virksomheder kan styrke kompetencerne på det materialeteknologiske område gennem den eksisterende ErhvervsPhD-ordning.

### Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS

10. Forretningsplan for den danske leverandørindsats. Der skal udarbejdes strategi for opbygningen af en dansk leverandørindustri til ESS/MAX IV. Planen skal sikre flere ordrer til danske virksomheder, blandt andet ved at øge kredsen af potentielle leverandører.
-

---

### **Forankring af ESS i Danmark**

11. Ændrede opholdsregler. ESS ansatte fra 3. lande skal kunne bosætte sig i Danmark.
  12. Etablering af samarbejdsaftale mellem ESS HR og International House omkring information til ESS-ansatte om mulighederne for at bosætte sig i Danmark.
  13. Indsats for at tiltræk virksomheder til Danmark.
  14. Samarbejdsaftale mellem danske og svenske universiteter om det fremtidige samarbejde og arbejdsdeling mellem universiteterne i relation til ESS og MAX IV.
- 

Det opstillede forslag vil sammen med den allerede igangsatte indsats sikre, at Danmark kan udvikle sig til et af verdens centre inden for life science og materialeteknologi. Der er tale om en meget betydelig indsats, ikke mindst finansielt, fra alle de involverede parter, lige fra universiteter, GTS'er, myndigheder, virksomheder til Uddannelses- og Forskningsministeriet og de forskellige forskningsfinansierende råd og fonde.

Flere af de indsatser, der foreslås gennemført, skal udvikles og implementeres over en længere årrække. Det er derfor også en helt afgørende succesfaktor for det fremtidige arbejde, at der sker en tæt koordinering mellem alle de involverede parter. Det foreslås derfor, at der med afsæt i den nuværende strategigruppe etableres en rådgivningsgruppe, der skal følge og overvåge implementeringen af de forskellige initiativer.



# 1. Indledning: Potentialer for det danske medværtskab af European Spallation Source (ESS)

## 1.1 Danmark som centrum for life science og avancerede materialer

Det første spadestik til European Spallation Source (ESS) blev taget den 2. september 2014. Det markerede en afgørende milepæl for et europæisk samarbejde, der har været undervejs siden slutningen af 1980'erne. Ambitionen er at bygge næste generations neutronkilde i Europa og dermed tage endnu et skridt mod en global styrkeposition inden for life science og materialeteknologi. Grundlaget har Europa opbygget gennem de sidste 30 år – blandt andet via neutronkilden Institut Laue-Langevin (ILL) i Grenoble. Mindre end et år senere, i maj 2015, modtog rektor for Lunds universitet nøglerne til ESS' nabo, synkrotronstrålingskilden MAX IV.

Med ESS og MAX IV placeres en række af verdens bedste forskningsfaciliteter inden for life science og det materialeteknologiske område i Danmarks umiddelbare nærhed. Det skaber en unik mulighed for, at Danmark kan udvikle sig til et af verdens centre for udvikling og anvendelse af hårde, bløde og/eller biologiske materialer.

### Hvordan høster vi det fulde potentiale?

Gevinsterne ved ESS og MAX IV opstår ikke af sig selv. Derfor er det vigtigt, at vi allerede nu får en klar plan for, hvordan vi vil høste det fulde udbytte af det danske medværtskab. Vi vil gerne have, at danske forskningsmiljøer får gavn af de to faciliteter, men hvordan bygger vi bro mellem ESS/MAX IV og danske forskere? Vi vil også gerne have, at ESS-medarbejdere bosætter sig i Danmark, men hvordan gør vi det? Hvordan får virksomheder i Danmark størst gavn af ESS? Og hvordan kan vi med ESS tiltrække internationale videnvirksomheder til Danmark? Det er spørgsmål, som en strategigruppe og to arbejdsgrupper bestående af repræsentanter fra universiteter, erhverv, myndigheder og andre erhvervsaktører har arbejdet med (medlemmer er listet i bilag 1). Arbejdet har været baseret på en lang række analyser, erfaringer fra andre forskningsfaciliteter samt ikke mindst på deltagernes store viden om forskning, innovation og internationale forskningsfaciliteter.

Resultaterne af strategigruppens arbejde findes i denne strategirapport, som beskriver, hvordan vi bedst forbereder os på etableringen af ESS, således at vi får fuld valuta for vores ESS-medværtskab. *Målsætningen er, at Danmark med afsæt i ESS kan blive et af verdens førende centre for life science og materialeteknologi.*

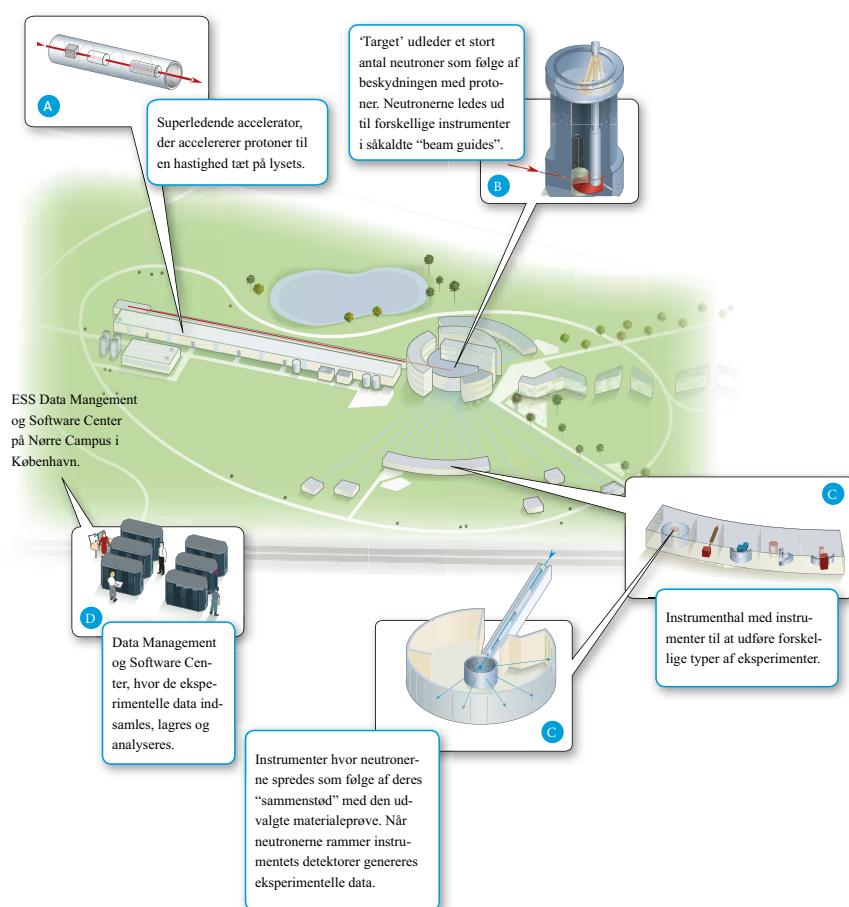
Strategiens målsætninger og milepæle beskrives indgående i kapitel tre og tegner tilsammen et billede af, hvordan Danmark med afsæt i ESS kan blive et af verdens førende centre for udvikling og anvendelse af nye hårde, bløde og/eller biologiske materialer. Disse strategiske og konkrete målsætninger udgør tilsammen sigt punkter for den fremtidige ESS-indsats. Kapitel fire og fem beskriver strategigruppens forslag til konkrete indsatser. Kapitel fire beskriver rapportens hovedforslag, nemlig at opbygge en række strategiske fyrtårnsmiljøer ved universiteterne, og kapitel fem beskriver mulige indsatser for at udvikle et bio- og materialeteknologisk innovationssystem i verdensklasse og for at sikre forankringen af ESS og MAX IV i Danmark.

## Tekstboks 1:

### Hvad er ESS

ESS bliver verdens største og mest avancerede neutronspretningsfacilitet. Faciliteten fungerer som et kæmpestort og meget avanceret mikroskop. Faciliteten fungerer ved, at en udvalgt materialeprøve beskydes med et stort antal neutroner. Ved at registrere, hvordan neutronerne spredes, efter de har ramt materialeprøven, er det muligt at regne sig frem til, hvilke atomer og molekyler, der indgår i materialeprøven, hvor de befinder sig, og hvordan de interagerer. På den måde giver ESS mulighed for at tage meget præcise 'billeder' af strukturerne i materialer – fra simple krystaller til store proteiner.

### OPBYGNING AF ESS



---

ESS-faciliteten består i hovedtræk af tre elementer (se ovenstående figur):

- A. En accelerator på 602 meter, der accelererer protoner næsten op til lysets hastighed.
- B. En målestation, hvor protonerne rammer et roterende hjul af wolfram, som dermed afgiver et stort antal neutroner.
- C. Cirka. 16 instrumenter, hvortil neutronerne ledes ud, og hvor det materiale, der ønskes undersøgt, er placeret. Hvert instrument vil være specialiseret inden for bestemte forskningsområder og analyseteknikker. Nogle vil eksempelvis være velegnede til at foretage stressanalyser af maskindele eller forskning i nye energimaterialer, mens andre vil være særligt velegnede til at undersøge biologiske strukturer og processer.

Selve ESS-faciliteten opføres i udkanten af Lund og kommer til at beskæftige 400-450 personer. ESS's Data Management og Software Center (DMSC), der skal håndtere alle de data, ESS producerer, bliver placeret på den danske side af Øresund på Nørre Campus i København. Centret vil, når det er fuldt udbygget, komme til at beskæftige omkring 60-65 forskere og teknikere. ESS DMSC har til opgave at opbevare, behandle og analysere de forsøgsdata, der kommer ud af eksperimenterne.

#### **PRIS OG PLAN FOR ESS**

Den samlede konstruktionspris for ESS beløber sig til omkring 15 mia. kr. (2013-priser), heraf skal Danmark bidrage med ca. 2 mia. kr. (2013-priser). Udgiften til Data Management og Software Center er en del af ESS' samlede konstruktionsomkostninger. De årlige driftsudgifter til ESS bliver omkring 1 mia. kr. (2013-priser). Udgifter til nedrivning og afvikling (dekommissionering) af ESS i Lund er indregnet i de årlige driftsudgifter.

Det forventes, at ESS hvert år vil få besøg af 2.000-4.000 europæiske forskere, der bliver på ESS i kortere periode for at gennemføre deres eksperimenter (typisk 2-5 dage). I den periode vil forskerne være beskæftiget med at gennemføre deres målinger og fortolke resultaterne. ESS-faciliteten skal efter planen producere de første neutroner i slutningen af 2019. Herefter vil de i alt 16 instrumenter gradvist blive indfaset i de efterfølgende år. Når ESS er fuldt funktionsdygtig i 2025, vil ESS således råde over 16 instrumenter. Det er dog muligt – hvis der findes yderligere finansiering – at udvide antallet af instrumenter til 30.

---

## 1.2 Udfordringer

Erfaringerne fra andre store internationale forskningsfaciliteter viser, at der er en række betydelige forsknings- og samfundsmæssige gevinster ved at huse forskningsfaciliteter som ESS. Men erfaringerne viser også, at effekterne ikke kommer af sig selv. Nogle faciliteter har haft stor succes med at opbygge et frugtbart samspil med både erhvervsliv og regionale/nationale videnmiljøer og spiller derfor også en vigtig rolle i værtsregionens forsknings- og innovationssystem. Andre faciliteter – typisk de lidt ældre internationale faciliteter – har derimod ikke tradition for at samarbejde med hverken erhvervsliv eller værtsregionens universiteter. Så selv om faciliteterne forskningsmæssigt er meget velfungerende, fungerer de som isolerede øer, der kun har begrænset betydning for vækst og udvikling i værtsregionen. Det er en præmis, som i et vist omfang også er gældende i forhold til det danske medværtskab af ESS.

Dette betyder blandt andet, at hvis vi ikke allerede nu igangsætter en række strategiske indsatser, risikerer vi, at danske universiteter ikke bliver naturlige "hjem universitet" for ESS og at Danmark ikke bliver en del af ESS's erhvervmæssige hjemmemarked.

Der er særligt tre forhold, som har betydning for at realisere potentialerne ved det danske ESS-værtskab: Kapacitetsopbygning, brobygning og samspil samt mobilitet af viden og mennesker.

### Kapacitetsopbygning

Når vi fra dansk side investerer omkring 2 mia. kr. i ESS, er det helt afgørende, at vi har de nødvendige kompetencer til at anvende faciliteten. I dag findes der et forholdsvis lille og kompetent brugermiljø på de danske universiteter. Hvis vi skal udnytte de muligheder, som ESS skaber, er der behov for en betydelig kapacitetsopbygning på både universiteter og erhvervslivet. Her er det ikke mindst afgørende, at de nødvendige kompetencer udbredes til nye forskningsområder, der ikke har tradition for at bruge neutronteknikkerne. Samtidig er der brug for at de danske forskningsmiljøer er internationalt attraktive og er en del af et internationalt netværk med andre universiteter, hvilket kan bidrage til at sikre viden i de danske fyrtårnsmiljøer til gavn for studerende og erhvervsliv, bidrage til at tiltrække udenlandske virksomheder samt indgå i samarbejde med virksomhederne om konkrete forsøg.

### Brobygning og samspil

Selv om ESS' hovedfacilitet ligger i Sverige, så er afstanden ikke større, end at det vil være muligt at opbygge samarbejder og netværk med ESS-organisationen. En sådan brobygning betyder, at danske forskere og virksomheder kan få en bedre føling med ESS-organisationen og på den måde få adgang til den viden og kompetence, der løbende opbygges på ESS. Et af de spørgsmål, som undersøges i denne strategirapport, er derfor hvilke netværk og samarbejder, der er behov for at etablere og hvordan de bedst organiseres.

### Mobilitet af viden og mennesker

Et tredje omdrejningspunkt for at kunne realisere potentialerne ved det danske medværtskab handler om mobilitet af viden og mennesker mellem universiteter, faciliteterne og virksomheder. Hvis vi skal lykkes med at integrere ESS i det danske forsknings- og innovationssystem, er det afgørende, at de forskere, der kommer hertil, frit kan bevæge sig rundt i regionen, bosætte sig, hvor de vil, og samarbejde med de universiteter og virksomheder, de ønsker. På samme måde er det vigtigt, at videninstitutioner i både Danmark og Sverige formår at samarbejde om integrationen af ESS i begge landes videnssystemer. Da forsøgene kun kan udføres af forskere er det nødvendigt, at der er et tæt samspil og samarbejde mellem universiteterne og erhvervslivet.

## 2. Udviklingsperspektiver og potentialer ved ESS

ESS er ikke den første store forskningsfacilitet, der etableres i Europa. Der er gennem de sidste 50 år bygget flere end 25 større internationale forskningsinfrastrukturer eller nationale laboratorier i Europa. Vi har derfor en betydelig viden om, hvordan disse faciliteter fungerer, og hvordan de påvirker udviklingen i værtslandet. I dette kapitel ser vi nærmere på disse erfaringer.

Første del af kapitlet belyser en række vigtige udviklingstræk inden for life science og det materialeteknologiske område, som har betydning for, hvordan en indsats bør tilrettelægges. I kapitlets anden del sætter vi fokus på erfaringerne fra eksisterende forskningsfaciliteter samt den række af analyser, der blev gennemført i forbindelse med beslutning om at etablere ESS i Lund. I kapitlets sidste del undersøger vi erfaringerne fra Schweiz, hvor man med succes har opbygget et stærkt samspil mellem de nationale forskningsfaciliteter på Paul Scherrer Institute (PSI) og det omgivende forsknings- og erhvervslandskab.

### 2.1 Udviklingstendenser for life science og det materialeteknologiske område

Mange større teknologiske fremskridt er i stor udstrækning drevet af opdagelsen og udviklingen af nye materialer. Fra forhistoriske redskaber af sten, bronze og jern til det tyvende århundredes opfindelse af syntetiske polymerer har nye materialer været en drivkraft bag store forandringer i den menneskelige civilisation. Materialeområdet spiller også i dag en afgørende rolle i håndteringen af nogle af de mest presserende samfundsmæssige udfordringer som for eksempel den globale opvarmning og vores fremtidige energiforsyning. Blandt nøgleordene er nye muligheder for at udvikle materialer med skræddersyede egenskaber som optimal materialeopførsel, forudsigtelig holdbarhed, kontrolleret miljøpåvirkning og minimalt forbrug af Jordens knappe ressourcer. *Dagens materialeforskning er derfor i høj grad udfordringsdrevet.*

Hvis vi kigger specifikt på life science- og bioområdet ser vi en række klare megatrends som vil være med til at karakterisere udviklingen i de kommende år, og som vil være med til at løse flere af vore globale udfordringer på helseområdet. Det drejer sig eksempelvis om en alt mere grundlæggende forståelse af, hvordan den menneskelige krop og andre biologiske systemer fungerer på molekylært niveau samt en meget bedre forståelse af funktionelle ændringer i forbindelse med, eller som følge af, sygdomme. Jo mere vi forstår om den menneskelige krop og dens mekanismer, jo mere får vi også evnen at individualisere diagnoser og innovative løsninger. Udviklingen på det nanoteknologiske område giver i dag nye muligheder for at revolutionere hybride biomaterialer eller nanomaterialer baseret på biologiske systemer til nye forbedrede lægemidler eller til medicinsk forskning. Eksemplerne her inkluderer nye biosensorer, forbedrede implantater og nye metoder til at bekæmpe kræft.

Opdagelse og udvikling af nye materialer indebærer i dag en betydelig *trial-and-error* proces. Det kan kræve årtiers forskning at identificere et egnet materiale til en teknologisk anvendelse, og endnu længere tid til optimering, før nye materialer kan anvendes kommercielt. At forkorte tiden fra opdagelse og udvikling af nye materialer vil derfor være en stærk konkurrenceparameter i fremtiden.

Et andet udviklingstræk er, at de vigtigste fremtidige materialer sandsynligvis vil være kombinationer af 'nye' og 'gamle' materialer med stigende grad af præcision. Derfor vil en stor del af værdivæksten i fremtidige materialer ligge i evnen til at operere konkurrencedygtigt i skæringspunktet mellem design, materialevidenskab og fremstilling.

Valget af materialer og metoder til forarbejdning rummer imidlertid store udfordringer. Nutidens komplekse produkter, hvor mange forskellige materialer kombineres ved hjælp af avancerede fremstillings- og samlingsprocesser, fordrer dybtgående viden om, hvad der sker i materialerne under forarbejdning og efterfølgende drift. Dette materialekendskab er yderligere en vigtig konkurrenceparameter, som har betydning for produktets kvalitet, levetid og pris.

I de seneste to årtier har udviklingen af værktøjer til syntese, behandling, beskrivelse, simulering og modellering af materialer og kemiske systemer på nanoskala taget meget store spring, som tilsammen skaber hidtil usete muligheder for at forstå materialers struktur og dynamik på atomar og molekylær skala. Disse værktøjer og metoder vil i kombination med det voksende udbud og evne til *in-situ tests* hurtigt hente vigtige data fra selv små mængder af materiale. Dette giver mulighed for dramatisk at forkorte den design-, prototype- og prøvningscyklus, der i øjeblikket er både dyr og tidskrævende.

Specielt inden for karakteriseringsteknikker sker konstant tekniske fremskridt, der muliggør eksperimenter med højere opløsning i rum, tid og energi. Etableringen af XFEL i Hamborg, der analyserer objekter ved hjælp af røntgen, samt ESS og MAX IV i Lund, sammen med komplementære nationale udstyr og faciliteter i verdensklasse, vil for alvor ændre mulighederne for at kunne analysere både hårde, bløde og/eller biologiske materialer. I modsætning til tidligere vil det ved disse faciliteter blive muligt at analysere materialer under betingelser, som i højere grad ligner de arbejdsbetingelser, som materialer opererer under i den virkelige verden. Eksempelvis kan højtopløste strukturelle eller kemiske undersøgelser af katalysatorer i dag ske under tryk- og temperaturforhold, som ligner de industrielt relevante, og biologiske molekyler kan frigøres fra den snærende krystallinske tilstand, noget som er nødvendigt for strukturbestemmelse via røntgenspredning.

Et andet omdrejningspunkt for life science og den materialeorienterede forskning handler om koblingen mellem analyse, modellering og syntese (altså fremstilling) af de nye materialer. Ikke mindst mulighederne for at syntetisere nye avancerede materialer er altafgørende for at kunne udføre nogen form for forskning, der har relevans for industrien. Velkontrolleret syntese, herunder et ensartet slutprodukt og karakterisering, giver mulighed for utvetydigt at danne sig et samlet overblik over nanomaterialers fysiske, kemiske og biologiske egenskaber. Også for syntese gælder, at man nødvendigvis må råde over et stort antal forskellige teknikker til at fremstille alt fra funktionelle nanopartikler og nanomaterialer (overfladebelægninger/tynde film, nanostrukturering, selvsamling) til store bygningsemner. Disse udviklingstræk indebærer vigtige perspektiver for ESS-strategien:

- Før det første vil ESS spille en vigtig rolle, ikke kun for materialeforskningen, men også for innovationsdynamik og erhvervsudvikling på en lang række af samfundsområder. Styrket industriel anvendelse er derfor af stor betydning.
- Før det andet er det afgørende, at forskningsmiljøerne formår at håndtere hele udviklingsprocessen fra karakterisering/analyse til syntetisering og udvikling af nye materialeløsninger.
- Før det tredje viser analysen, at det er afgørende at have adgang til og arbejde med en lang række forskellige karakteriseringsteknikker – synkrotroner, neutroner, NMR etc. - både i de lokale forskningsmiljøer og ved de store, internationale anlæg.

## 2.2 Potentialerne ved det dansk værtskab

Der findes et stort antal analyser, der belyser effekter ved at huse store, internationale forskningsfaciliteter. Mange af analyserne viser med stor tydelighed, at der er en række betydelige samfundsmæssige, økonomiske og videnskabelige gevinster ved at huse en stor international forskningsfacilitet som ESS. Eksempelvis er det i Grenoble, som huser storskala-faciliteterne ILL og ESRF, lykkedes at tiltrække cirka 240 højteknologiske virksomheder, som samlet beskæftiger omkring 5.000 medarbejdere. En dansk analyse viser, at den sam-

lede danske gevinst ved ESS og MAX IV kan løbe op i 2 milliarder kroner årligt (Copenhagen Economics 2014).

### 2.2.1 Direkte økonomiske effekter

En del af gevinsten ved at huse en stor forskningsfacilitet er knyttet til en række *direkte økonomiske effekter*, der opstår i kølvandet på facilitetens etablering og drift. Det handler blandt andet om det store antal videnintensive arbejdspladser, der etableres i værtsregionen, og som genererer indtægter i form for skatter og afgifter fra ansatte samt øger forbruget i lokalområdet. Hertil kommer en øget omsætning i det omkringliggende erhvervsliv som følge af faciliteternes indkøb samt tilrejsende forskeres forbrug, mens de gennemfører deres eksperimenter.

En ældre engelsk undersøgelse viser eksempelvis, at effekterne ved at huse Europas store forskningsfaciliteter (CERN, ILL, ESRF og JET) genererer en direkte økonomisk gevinst på mellem 40 og 70 % af faciliteternes årlige driftsbudget (OST, 1993). Overføres disse erfaringer til ESS og MAX IV svarer det til en årlig økonomisk gevinst på omkring 500-900 millioner kroner. En væsentlig del af denne gevinst vil naturligt rodfæstes i og omkring Lund, men der er betydelige muligheder for, at Danmark kan få del i disse direkte økonomiske effekter. Blandt andet fordi ansatte fra såvel ESS DMSC som fra hovedfaciliteten i Lund forventes at bosætte sig i Danmark, men også fordi der opstår muligheder for, at danske virksomheder sælger deres produkter og serviceydelser til både ESS og MAX IV.

I den sammenhæng er det vigtigt at pointere, at ordrer fra de to faciliteter også kan være med til at understøtte virksomhedernes innovation og teknologiudvikling. Erfaringerne fra både CERN og det europæiske rumagentur (ESA) viser således, at leverancer til faciliteterne ofte er meget teknologitunge og derfor understøtter virksomhedernes viden- og teknologiopbygning, som kan anvendes til udvikling af nye produkter og services på andre forretningsområder. En undersøgelse gennemført af konsulenthuset Rambøll viser således, at for hver krone, en dansk virksomhed får i kontrakter med ESA, øges dens omsætning med 4,5 krone (Rambøll 2008).

### 2.2.2 Synergi, samspil og udvikling af innovative vækstregioner

Effekterne ved at huse en stor forskningsfacilitet som ESS er langt fra afgrænset til øgede skatteindtægter eller omsætning i regionens virksomheder. Den internationale forskningslitteratur peger på, at der kan skabes meget betydelige indirekte effekter i kølvandet på en stor, international forskningsfacilitet, som i mange tilfælde overstiger de direkte økonomiske effekter. Det drejer sig typisk om de effekter, der opstår i samspillet mellem faciliteten og værtsregionens videninstitutioner og erhvervsliv, og som blandt andet resulterer i etableringen af styrkede forskningsmiljøer, nye højteknologiske virksomheder, styrket arbejdsmarked for højtuddannede samt bedre muligheder for virksomhedernes F&U-aktiviteter. Store internationale forskningsfaciliteter har på den måde potentialet til både at udvikle og skabe værtsregionens viden- og innovationssystem. Det kommer til udtryk på følgende områder:

- *Samspil med og tiltrækning af førende forskere.* Store internationale forskningsfaciliteter er ofte samlingssted for de bedste forskere på det pågældende forskningsområde. Det gør det muligt for lokale universiteter at tiltrække forskere, ligesom der skabes en unik mulighed for at opbygge samarbejder med faciliteterne. Synergimulighederne er imidlertid stærkt afhængige af kompetencerne i de lokale videnmiljøer. Hvis der ikke findes forskere, der ved, hvordan en neutronspretningsfacilitet som ESS fungerer, så er det vanskeligt at udnytte de muligheder, som faciliteter åbner for. Ny forskning baseret på studier af *Oak Ridge National Laboratory* i USA viser eksempelvis, at kvalitet og styrkepositioner i de lokale forskningsmiljøer er en afgørende faktor for at skabe synergi mellem de lokale videnmiljøer og faciliteterne (Lauto & Valentin 2014). Det betyder, at



det er helt afgørende, at der findes et tilstrækkeligt stort og kompetent forskningsmiljø i Danmark inden for karakterisering af hårde, bløde og/eller biologiske materialer.

- *Styrket arbejdsmarkedet for højtuddannet arbejdskraft.* Forskningsfaciliteter beskæftiger et stort antal forskere og teknikere, der som oftest kun er tilknyttet forskningsfaciliteten i en kortere årrække. Herefter finder folk arbejde uden for faciliteten, i mange tilfælde i lokalområdet. Derved opstår mulighed for at styrke det regionale marked for højtuddannet og specialiseret arbejdskraft meget betydeligt. I Schweiz viser erfaringerne fra både CERN og PSI, at op imod halvdelen af de ansatte, der forlader faciliteten, efterfølgende finder beskæftigelse på schweiziske universiteter eller virksomheder. Det er med til skabe et meget værdifuldt kompetenceløft i det schweiziske samfund.
- *Tiltrækning af videnvirksomheder og styrket innovation.* Forskningsfaciliteter tiltrækker ikke bare førende forskere, men også industrielle aktiviteter. For eksempel kan vi se, hvordan der er sket en vækst af forskningsintensive virksomheder i Grenoble-regionen efter etableringen af faciliteterne Institut Laue-Langevin (ILL) og European Synchrotron Radiation Facility (ESRF). I dag er der etableret cirka 240 højteknologiske virksomheder med i alt 5.500 ansatte i Grenoble. I schweiziske Villigen har mulighederne for at få adgang til kernekompetencer i regionen også tiltrukket en lang række virksomheder. Store forskningsfaciliteter har således potentialet til at styrke innovationssystemet i værtsregionen. Det må derfor forventes, at ESS, MAX IV og XFEL har stort potentiale for at tiltrække virksomheder inden for life science og det materialeteknologiske område.

### 2.2.3 Erhvervmæssig anvendelse af forskningsfaciliteter

Det må forventes, at neutronsprengningsteknologiens brede anvendelsesmuligheder betyder, at det ikke alene er universitetsforskere, der vil benytte ESS. Erfaringerne fra PSI i Schweiz og ISIS i England viser, at 10-15 % af den eksperimentelle tid går til eksperimenter med virksomhedsdeltagelse. Som oftest er der tale om samarbejdsprojekter, hvor en virksomhed og en forskningsinstitution samarbejder om at gennemføre det konkrete eksperiment. Den direkte erhvervsanvendelse er som oftest begrænset til mindre end 1-2 % af faciliteternes eksperimenter. Det er imidlertid værd at bemærke, at der findes faciliteter, hvor den erhvervmæssige involvering er betydeligt større, end der er tradition for i Europa. På faciliteten J-PARC (Japan Proton Accelerator Research Complex) udgør den erhvervsrettede anvendelse af 25-35 pct. af den samlede eksperimentelle tid på faciliteten. Den skyldes bl.a., at en del af den eksperimentelle tid er reserveret til forsøg, der har et erhvervmæssigt sigte. Samtidig er der ved design af de forskellige instrumenter lagt stor vægt på at imødekomme behovene i det japanske erhvervsliv. Eksempelvis er ét af J-PARC's 19 instrumenter reserveret til eksperimenter, der har fokus på udvikling af nye og mere effektive litium-batterier, hvilket har stor betydning for en række japanske materiale-/elektronikvirksomheder.

### Barrierer for den erhvervmæssige anvendelse af storskalafaciliteter

Når erhvervslivet kun i begrænset omfang anvender neutronfaciliteter på egen hånd, afspejler det, at mange virksomheder ikke har den nødvendige viden og kompetence om neutronsprengning. Neutronsprengning er en så avanceret teknik, at det i mange tilfælde kræver en forskeruddannelse at kunne gennemføre eksperimenterne. Derfor må det forventes, at en meget betydelig del af den erhvervmæssige anvendelse af ESS sker i samarbejde med et universitet.

Den erhvervmæssige anvendelse af neutronfaciliteterne kan begrænses af en række organisatoriske og kulturelle forhold på faciliteterne. En svensk undersøgelse, som blev gennemført forud for etableringen af ESS og MAX IV viser, at de formelle adgangsvilkår samt faciliteternes service- og supportfunktioner, der stilles til rådighed for industrien, har afgørende betydning for virksomhedernes direkte anvendelse af eksisterende synkrotron- og neutronfaciliteter (TITA 2013). Undersøgelsen peger på tre centrale udfordringer eller forhold, som påvirker den erhvervmæssige anvendelse af faciliteterne:



- *Grundvidenskabeligt fokus.* Specielt de store, ældre synkrotron- og neutronfaciliteter har opbygget et stærkt fokus på og prioritering af grundvidenskabelige problemstillinger. Ofte er der alene fokus den videnskabelige excellence ved vurdering af indkomne forslag, hvilket gør det vanskeligt for virksomheder at få tildelt eksperimentel tid. Samtidig er ansøgningsproceduren ofte meget langsommelig. Og i mange tilfælde tager det mere end et halvt år fra ansøgningen er sendt, til man kan gennemføre sine eksperimenter, hvilket er alt for lang tid at vente for en virksomhed.
- *Højt omkostningsniveau.* Hvis en virksomhed ikke kan få adgang til en facilitet gennem dets forskningsprogram (hvor det er gratis at deltage) på grund af høje krav til videnskabelig excellence, kan virksomheden vælge at købe sig eksperimentel tid på faciliteten. Det er dog meget omkostningsfuldt (prisen ligger typisk omkring 150.000 kroner for et døgn) og betyder, at det kun er de færreste virksomheder, der har mulighed for det. Herudover er der omkostninger til fremstilling af prøvemateriale, rejser og ophold.
- *Kulturforskelle mellem faciliteter og erhvervsliv.* Virksomheder har generelt begrænset erfaring med at udføre eksperimenter på de store forskningsfaciliteter. Samtidig er faciliteternes service og modtageapparat sjældent gearret til at håndtere virksomheders behov og ønsker. Det betyder dels, at mange virksomheder oplever en række praktiske vanskeligheder ved at anvende faciliteterne, og dels oplever nogle virksomheder, at faciliteterne kun i begrænset omfang tilbyder den hjælp og service, som virksomhederne har behov for, blandt andet i forhold til fremstilling af prøvematerialer, hjælp til at gennemføre eksperimentet samt analyse af data.

#### **2.2.4 Studier af de socioøkonomiske effekter ved etableringen af ESS**

I forbindelse med etableringen af ESS er der gennemført en række større analyser af de potentielle effekter for de to værtslande (se tekstboks 2.1 nedenfor). Analyserne er præget af betydelig forskellighed og fokuserer på forskellige typer af effekter (og benytter forskellige metoder til at opgøre mulige effekter). Analyserne har imidlertid det fællestræk, at de alle ser meget betydelige samfundsøkonomiske effekter forbundet med etableringen af ESS.

Den seneste og måske mest omfattende effektanalyse er udført af Copenhagen Economics i 2014, som led i det så kaldt *Vækstmotor-projektet*. Analysen anslår, at de potentielle effekter ved ESS og MAX IV for hovedstadsregionen årligt beløber sig til omkring 2 milliarder kroner, afhængigt af hvor gode vi er til at optimere vores indsats. Den helt grundlæggende 'effekt-mekanisme' i analysen handler om kompetenceoverførsel fra ESS og MAX IV til det danske samfund i form af ansatte fra de to faciliteter, der efterfølgende finder beskæftigelse i dansk forskning eller blandt danske virksomheder. Herved overføres betydelige kompetencer, som har direkte betydning for værdiskabelsen i Danmark. Når de socioøkonomiske effekter anslås at blive så betydelige, skyldes det, at både danske universiteter og dansk erhvervsliv i stort omfang matcher de kompetencer, der med tiden vil blive opbygget på ESS og MAX IV.

Analysens vurdering af de samfundsøkonomiske effekter ved ESS/MAX IV forudsætter imidlertid, at der gennemføres en række initiativer på tre områder:

- a. Samarbejde om materialeteknologi mellem ESS/MAX IV, universiteter og virksomheder.
- b. Fastholdelse/udbygning af forskning (især uddannelse) inden for materialeforskning/life science.
- c. Markedsføring af Danmark som attraktivt arbejds-, erhvervs- og forskningsland.

## Tekstboks 2.1: Analyser af effekterne ved ESS

---

**ITPS (2005)** Svensk analyse, som er udarbejdet af Lund Business School (ITPS), som estimerer det samlede samfundsøkonomiske afkast af en investering i ESS for det svenske samfund – herunder også de dynamiske effekter i form af øget erhvervsudvikling og tiltrækning af virksomheder fra udlandet. Undersøgelsen bygger på et OECD-studie fra 2004 (Guellec et al, 2004), der søger at kvantificere det samfundsøkonomiske afkast ved investeringer i offentlig forskning. På den baggrund vurderes det, at ESS samlet vil skabe ca. 6.000 job og generere en årlig nettogevinst på 4,3 milliarder SEK i det svenske samfund.

**Finn Vallentin m.fl. (2005, 2007)** har gennemført to analyser, der belyser potentialerne ved et dansk ESS-medværtskab. Analyserne har blandt andet fokus på mulighederne for at styrke markedet for højtuddannet arbejdskraft. Analyserne argumenterer for at etablering og drift af et forskningsanlæg som ESS genererer øget økonomisk aktivitet i værtsregionen, som medfører økonomiske gevinster for lokale virksomheder og udgiftsneutralitet på de offentlige regnskaber. Samtidigt argumenteres for, at ESS vil kunne tiltrække teknologibaserede virksomheder, hvorfor det danske medværtskab kan forventes at styrke regionen som helhed.

**Copenhagen Economics (2007)** opstiller regneeksempler over mulige gevinster ved det danske ESS-medværtskab. Det antages i analysen, at de samfundsøkonomiske effekter ved ESS er lige så store som andre investeringer i F&U. Endvidere antages, at effekterne på grund af afstanden til ESS bliver noget mindre i Danmark end i Sverige. Dog antages det, at den danske forskningsinvestering geares af de øvrige europæiske landes bidrag til ESS. Det betyder, at Danmark får mere forskning per investeret krone, end hvis vi havde investeret pengene i 'ren dansk forskning'.

**PriceWaterhouseCoopers (2009)**, analyse gennemført af Region Skåne i forbindelse med det såkaldte TITA-projekt. Studiet viser, at ESS årligt vil øge værdiskabelsen for Region Skåne med 0,08 % og skabe 700 arbejdspladser. Det estimeres, at den minimale akkumulerede effekt af ESS frem til 2040 beløber sig til 35 milliarder SEK.

**Copenhagen Economics analyse for Vækstmotorprojektet (2014)** viser, at bruttogevinsterne for hovedstadsregionen forsigtigt vurderet kan beløbe sig til omkring 2 milliarder DKK per år på langt sigt og under de nuværende rammevilkår. Analysen søger at estimere (og kvantificere) den samfundsøkonomiske effekt for Hovedstaden af overførslen af kompetencer fra ansatte på ESS og MAX IV til dansk forskning og erhvervsliv.

---

### 2.3 Erfaringerne fra Schweiz – et lærerigt eksempel

Schweiz har gennem en lang årrække opbygget og drevet store forskningsfaciliteter i stil med dem, som etableres i Lund. Man har derfor fået en lang række erfaringer med, hvordan man optimerer samspillet mellem en forskningsfacilitet og det omgivende samfund. I det følgende vil vi kigge nærmere på de erfaringer, man har gjort sig i Schweiz og søge at oversætte dem til danske forhold.

#### *Ligheder mellem Schweiz og Danmark*

Selv om Schweiz rent befolkningsmæssigt er lidt større end Danmark, så er der en række forskningsmæssige lighedspunkter, der gør det interessant at bruge Schweiz som inspirationsgrundlag. Schweiz har ligesom Danmark et meget udbygget forskningssystem, som såvel kvantitativt som kvalitativt ligger i den europæiske top-5. Eksempelvis ligger Schweiz sammen med Danmark helt i top, når det gælder antallet af internationale publikationer og citeringer – langt over verdensgennemsnittet. Herudover huser Schweiz to nationale forskningsfaciliteter, der modsvarer ESS og MAX IV i Lund. På Paul Scherrer Institutet (PSI), der er placeret tæt på den tysk-schweiziske grænse, har man gennem en længere årrække drevet neutronkilden SINQ og synkrotronstrålingsanlægget Swiss Light Source (SLS). Herudover er man i gang med at bygge frielektronlaseren SwissFEL der forventes komme i drift fra 2017. På den måde matcher PSI rent forskningsmæssigt den forskningsopbygning, som i disse år finder sted i Lund.

Når det er interessant at kigge på PSI og de schweiziske erfaringer med at drive store forskningsfaciliteter, skyldes det i høj grad, at det er lykkedes at bygge bro mellem PSI og det schweiziske samfund. De to forskningsfaciliteter SINQ og SLS udgør således en af grundstenene i den førerposition, som Schweiz har opbygget inden for life science og på det materialeteknologiske område, og som har haft stor betydning for den erhvervs-mæssige udvikling og innovation i Schweiz, herunder ikke mindst den store fødevarer- og farmaceutiske industri.

**Tabel 2.1.**  
F&U Benchmark CH – DK (tal fra 2011/12)

|   | Schweiz | Danmark | DK andel |
|---|---------|---------|----------|
| Antal indbyggere (mio.)                   | 8,1.    | 5,5     | 68%      |
| R&D udgifter (mio. euro)                  | 10.268  | 7.437   | 72%      |
| Antal forskere                            | 62.066  | 57.170  | 92%      |
| Årligt antal videnskabelige publikationer | 27.867  | 15.795  | 57%      |
| Patents per mio. indbyggere               | 382     | 244     | 64%      |
| Citeringsindex                            | 159     | 150     | 94%      |
| Antal neutronbrugere                      | +300    | 80-90   | 27-30%   |

Kilde: EUROSTAT, OECD MISTI, ILL Working Group

### ***Kapacitet og sammenhæng i det schweiziske innovationssystem***

En af de helt centrale forudsætninger for, at det schweiziske samfund kan drage fordel af forskningsfaciliteterne på PSI handler om forskningskapacitet og 'absorptionsevne'. Det har således været en vigtig forudsætning for PSI's succes, at der findes et stort antal forskere og virksomheder, som er i stand til at udnytte og anvende den viden, som opbygges på PSI. Der findes et stort og meget kompetent brugermiljø inden for såvel neutron- som synkrotronspredning i Schweiz. På neutronområdet er der mere end 300 forskere, der jævnligt bruger neutroner, mens der på synkrotronområdet findes omkring 500 aktive forskere. Til sammenligning findes der 80-90 aktive neutronforskere i Danmark. Det store brugermiljø betyder, at schweizisk forskning i vidt omfang har formået at udnytte de eksperimentelle muligheder, som de to faciliteter åbner for.

Herudover er schweizisk forskning i stort omfang koncentreret inden for enten life science og/eller teknisk forskning. Det betyder, at der findes et stort antal forskere, der har fokus på at udvikle og analysere hårde, bløde og/eller biologiske materialer – altså de problemfelter, der arbejdes med på SINQ og SLS. Hertil kommer, at Schweiz huser en række store og meget forskningstunge virksomheder inden for blandt andet fødevarer-, lægemiddel og fremstillingsindustrien, der i stort udstrækning efterspørger viden og kompetencer på bio- og materialeområdet i bred forstand.

### ***Brobygning og samspil med det schweiziske samfund***

Som nationalt schweizisk laboratorium har det været vigtigt for PSI at sikre, at den viden og kompetence, der bliver skabt på PSI, spredes til de omkringliggende forskningsinstitutioner og virksomheder. Der er derfor taget en række initiativer for at bygge bro mellem PSI og omverdenen. Det drejer sig blandt andet om:

- Delte stillinger. Ansatte på PSI tilknyttes schweiziske universiteter. Eksempelvis gennem såkaldte 'joint professorships'
- Instrument-samarbejder. Opbygning af instrumenter i samarbejde med universiteter.
- Uddannelsessamarbejder. Samarbejde med universiteter om uddannelse af forskere.
- Fokus på virksomhedsanvendelse – blandt andet gennem etablering af særligt erhvervsrelevante instrumenter samt generel understøttelse af virksomhedsanvendelse.

En anden løftestang for at skabe brobygning er opbygningen af en række kompetencecentre, som fungerer som forskningsmæssige omdrejningspunkter på udvalgte forskningsområder. Kompetencecentre har til formål at koble akademiske topforskere på tværs af universiteter med industrielle samarbejdspartnere på områder af afgørende betydning for schweizisk forskning og industri. Der er aktuelt 21 fungerende kompetencecentre i Schweiz (hvor PSI deltager i seks). Kompetencecentre sikrer, at kompetenceopbygningen sker i samspil mellem PSI, universiteter og en række erhvervsvirksomheder. De er på den måde med til at sikre, at PSI's unikke viden om neutron- og synkrotrontechnikkerne bliver spredt ud i såvel de schweiziske forskningsmiljøer som ud til schweiziske virksomheder. De Schweiziske kompetencecentre har på væsentlige områder dannet forbillede for et af denne strategis hovedforslag. Nemlig de internationalt anerkendte fyrtårnsmiljøer, som foreslås etableret på områder af strategisk betydning for dansk forskning og erhverv..

## Tekstboks 2.2:

### Nationale kompetencecentre, Schweiz

---

#### **36 etablerede centre, 21 er aktuelt fungerende**

- Langsigtede forskningsnetværk inden for områder af strategisk
  - betydning for schweizisk videnskab, økonomi og samfund
  - Institutionelt tværgående og interdisciplinære
  - Langsigtet finansiering – op til 12 år
  - Samlet budget på 375 – 1.600 mio. DKK, cirka 1/3-del finansieres fra staten
  - 870 virksomhedspartnerskaber og 86 nye start-ups.
- 

#### ***Kompetenceløft gennem mobilitet og tiltrækning af arbejdskraft***

PSI har også haft en meget betydelig effekt i forhold til kompetenceopbygningen i det schweiziske samfund, fordi PSI tiltrækker et stort antal udenlandske forskere og teknikere. Ud af de omkring 800 forskere og teknikere, der er ansat på PSI, kommer omkring 80 % fra udlandet.

I den sammenhæng er det helt afgørende, at mange af de ansatte forskere/teknikere efter periode finder ansættelse uden for PSI, men i det schweiziske samfund. Herved overføres de kompetencer, der opbygges på PSI til den schweiziske forskningsverden og industri. Eksempelvis finder lidt under halvdelen af de forskere og ingeniører, der forlader PSI, efterfølgende arbejde i den schweiziske industri. Det betyder, at PSI giver et kæmpe løft til det schweiziske arbejdsmarked for højtuddannet arbejdskraft. Et løft, som har en betydelig samfundsøkonomisk effekt i Schweiz.

Erfaringerne fra PSI understreger således betydningen af mobilitet for højtuddannet arbejdskraft. Set med danske briller er det endvidere interessant at bemærke, at lidt mindre end 10 % af de ansatte bor i Tyskland. Det skyldes for en stor dels vedkommende, at den tysk/schweiziske grænse ligger 15 km fra PSI, og det derfor er forholdsvis simpelt både med hensyn til transport men også i forhold til forskellige regler at bo i Tyskland og arbejde i Schweiz. På den måde viser erfaringerne fra PSI, at hvis der skabes gode rammer for pendling og bosætning, så er det fuldt muligt for ESS-ansatte at bo i Danmark og arbejde på ESS i Lund.

# 3. ESS-strategiens målsætninger

I det indledende kapitel introducerede vi visionen om Danmark som et fremtidigt centrum *for udvikling og anvendelse af hårde, bløde og/eller biologiske materialer*. For at gøre dette operationelt har vi identificeret konkrete målsætninger på tre centrale indsatsområder, der tilsammen tegner et billede af, hvordan vi realiserer visionen og bedst muligt udnytter ESS's unikke potentialer og det danske medværtskab:

1. Opbygning af førende forskningsmiljøer
2. Et innovationssystem i verdensklasse
3. Forankring af ESS og MAX IV i Danmark og Øresundsregionen.

Inden for hvert af disse tre indsatsområder opstiller vi en række målsætninger, som tilsammen illustrerer, hvordan Danmark i 2025, når ESS er færdigbygget, formår at udnytte potentialerne ved ESS og dermed kan udvikle sig til et af verdens centre for forskning og innovation inden for life science og det materiale teknologiske område.

## 3.1 Opbygning af førende forskningsmiljøer

ESS er først og fremmest en forskningsfacilitet, der skaber helt nye muligheder for, at europæiske forskere kan analysere materialer og materialeprocesser på et hidtil uset højt detaljeringsniveau. Derfor er det også på forskningsområdet, at de mest iøjnefaldende effekter ved det danske medværtskab af ESS vil komme til udtryk. Danmark får ikke særlige privilegier i forhold til de andre europæiske partnerlande. Danske forskere skal på lige fod med andre europæiske forskere ansøge om adgang til faciliteten. Men nærheden til ESS giver alligevel dansk forskning en række fordele, som vil kunne få stor betydning. Det handler selvfølgelig om, at det bliver mindre besværligt og omkostningsfuldt at anvende ESS sammenlignet med at anvende de eksisterende neutronfaciliteter i Europa og USA. Men frem for alt betyder nærheden til ESS, at det bliver lettere at etablere tætte samarbejdsrelationer med forskerne på ESS og MAX IV og andre hyppige brugere af faciliteterne. Dermed bliver det også lettere for danske forskere at have føling med ESS-organisationen og få adgang til den kompetence og viden, der løbende opbygges på ESS. De førende forskningsmiljøer kan også udgøre en base for besøgende forskere fra udlandet til at analysere resultater i samspil med andre forskere, studerende og evt. udenlandske virksomheder lokaliseret i Danmark.

På den måde åbner ESS for, at forskning i Danmark får adgang til viden og kompetencer, som er helt afgørende, når det handler om at analysere, modellere og simulere biologiske processer og avancerede materialer.

Opbygningen af førende forskningsmiljøer inden for life science og materialeområdet er naturligvis afhængig af en lang række forhold. Der er særligt tre områder, som har betydning for denne udvikling:

- Kapacitetsopbygning: Opbygning af et internationalt neutronbrugermiljø
- Brobygning mellem ESS og danske internationale videnmiljøer (herunder også ESS DMSC)
- Etablering af internationale fyrtårnsmiljøer

### 3.1.1 Kapacitetsopbygning: Opbygning af neutronbrugermiljøet

*Målsætning 1: Der er i 2025 sket en massiv kapacitetsopbygning i neutronforskningsmiljøet. Det kommer til udtryk ved følgende:*

- *Der er tre gange flere neutronbrugere i Danmark i 2025 end i 2015 – svarende til en vækst på omkring 150-200 neutronbrugere.*
- *Kapacitetsopbygning har omfattet forskere i alle stillingskategorier, således at omkring 1/4 af væksten i neutronbrugermiljøet er sket blandt forskere i faste stillinger.*
- *Omkring halvdelen af væksten i neutronmiljøet har fundet sted på forskningsområder, som i Danmark ikke har haft tradition for at anvende neutronspreddning.*
- *Studerende på bachelor/master-niveau på det naturvidenskabelige/tekniske område, tilbydes kurser inden for neutron/synkrotronspreddning.*

Når Danmark investerer op imod to milliarder danske kroner i en forskningsfacilitet, er det selvfølgelig helt afgørende, at der findes forskere og virksomheder i Danmark, som er i stand til at benytte faciliteten. I dag findes der 80-90 aktive neutronbrugere i Danmark. Størrelsen af det danske neutronbrugermiljø er dermed noget mindre end andre lande, der huser store neutronfaciliteter – Schweiz har eksempelvis tre gange så mange neutronbrugere som Danmark, når der tages højde for størrelsesforskellen mellem de to lande. Der er med andre ord behov for en betydelig kapacitetsopbygning på neutronområdet, således at det matcher neutronbrugermiljøet i eksempelvis Schweiz – svarende til en vækst på 150-200 neutronbrugere. En grundlæggende betingelse for at vi kan lykkes med ambitionen er at unge danske forskere i årene frem til at ESS åbner får adgang til de nuværende neutronanlæg i Europa.

De seneste år har der været vækst i neutronforskningsmiljøet, men væksten har primært fundet sted blandt ph.d.-studerende og postdocs – altså løst ansatte forskere. Det vurderes, at en fremtidig kapacitetsopbygning og udviklingen af et bæredygtigt neutronforskermiljø bør omfatte alle stillingskategorier. Det vil sige, at der er behov for en udvidelse af såvel vækstlaget i dansk neutronforskning – ph.d.-studerende og postdocs – som af de faste forskerstillinger – lektorer/professorer – der kan samle, lede og finansiere en forskningsgruppe.

Danske neutronbrugere er i stor udstrækning koncentreret inden for fysik og kemi. Der findes få neutronbrugere inden for det tekniske område eller inden for bio- og life sciences, ligesom der er meget få private virksomheder, der besidder de nødvendige kompetencer for at kunne anvende ESS. Den fremtidige kapacitetsopbygning skal derfor ikke alene omfatte de traditionelt stærke neutronforskningsmiljøer, men skal også omfatte nye brugergrupper – ikke mindst inden for ingeniørvidenskab og life sciences.

Det er også behov for, at langt flere studerende på bachelor- og kandidatniveau overfører grundlæggende kendskab og kompetencer omkring neutronspreddning til virksomhederne. Det foreslås derfor, at studerende på bachelor/kandidatniveau på det naturvidenskabelige/tekniske område, tilbydes kurser inden for neutron/synkrotronspreddning, ligesom der vil være behov for udvikling af efteruddannelsesforløb.

Da opbygningen sker af forskere er det vigtigt at knytte disse forskere til miljøer i Danmark. Det kan bidrage til at styrke vidensmiljøet, øge det internationale kendskab til de danske miljøer, tiltrække udenlandske kunder og virksomheder, som ønsker at placere sig i Danmark i tilknytning til miljøet.

### 3.1.2 Brobygning mellem ESS og danske videncenter

Målsætning 2: I 2025 er der opbygget et tæt og forpligtende samspil mellem ESS og videncenter. Det kommer blandt andet til udtryk i følgende:

- Der er indgået samarbejdsaftale mellem ESS (og MAX IV) og danske universiteter
- Samarbejdsaftalen mellem ESS og danske universiteter betyder, at danske forskere er involveret i udviklingen af fire af de i alt 22 instrumenter (to som 'lead scientific partner')
- 40 ud af de 450 ESS-ansatte er tilknyttet et dansk universitet – heraf er 1/3 ansat på ESS DMSC
- 20 ph.d.-studerende fra ESS uddannes på dansk universitet – heraf er 1/3 tilknyttet ESS DMSC
- 5 'instrument scientists' på ESS er uddannet ved et dansk universitet

ESS kommer til at fungere som en *brugerfacilitet*. Det betyder, at forskergrupper fra hele Europa kommer til ESS i en kortere periode (oftest 2-5 dage) for at udføre et nøje planlagt eksperiment på ESS. Herefter vil forskerne typisk tage tilbage til deres hjem-universitet for at analysere de data, der er kommet ud af eksperimentet. Der er derved risiko for, at den viden og kompetence, som udvikles på ESS, ikke rodfæstes i Danmark.

Derfor er det helt afgørende, at der bygges bro mellem ESS og danske forskningsmiljøer, virksomheder og andre centrale aktører i det danske forsknings- og innovations-system. Det betyder blandt andet, at der skal etableres netværk, samarbejder og samspil med ESS, så danske forskere og virksomheder får adgang til den kompetence og viden, der løbende opbygges på ESS. Et effektivt værktøj er i den sammenhæng etableringen af såkaldt 'delte stillinger', hvor en ESS-ansat tilknyttes et dansk universitet og gennemfører en del af sin forskning der, sammen med en dansk forskningsgruppe. Uddannelsessamarbejde er en anden oplagt mulighed for at bygge bro mellem ESS og dansk forskning. ESS kan ikke uddanne sine egne ph.d.-studerende og er derfor afhængig af at kunne samarbejde med de omkringliggende universiteter i løsningen af denne opgave.

Ved at uddanne en del af ESS's ph.d.-studerende etableres en kobling til ESS-organisationen, som forskere og virksomheder i Danmark kan trække på. Endeligt viser erfaringerne fra andre faciliteter, at involvering i de forskellige instrumenters opbygning og efterfølgende drift skaber helt unikke muligheder for at få adgang til instrumenterne samt for at få del i den viden og kompetence, som opbygges på ESS.

Desuden kan der sikres internationalt samarbejde i Danmark. Fx kan der sikres at danske forskere kan løse opgaver for udenlandske virksomheder og at udenlandske forskere kan tiltrække virksomheder og opgaver til faciliteten.

#### **Fokus på ESS DMSC**

En helt oplagt mulighed for at sikre synergi mellem ESS og dansk forskning er det Data Management og Software Centre (DMSC), der med 60-65 forskere og teknikere bliver etableret i Danmark i midten af 2020'erne. Centret skal blandt andet opsamle data og hjælpe besøgende forskere med at analysere og fortolke de data, der kommer ud af deres eksperimenter. Der vil dermed blive opbygget en række unikke kompetencer omkring analyse, modellering og simulering af neutroneksperimenter, hvilket har stor betydning i forbindelse med tilrettelæggelse af eksperimenterne på ESS samt den efterfølgende analyse og modellering af de undersøgte materialestrukturer. Adgang til disse kompetencer vil gøre det lettere for såvel danske forskere som virksomheder at benytte ESS.

Det er derfor også vigtigt, at de kommende brobygningsaktiviteter også har fokus på ESS DMSC. Det kan fx dreje sig om etablering af fælles forskerskole, samarbejde om udnyttelse af it-hardware samt forskellige former for samarbejdsinitiativer. På den måde vil danske forskningsmiljøer kunne drage nytte af den betydelige kompetence, der opbygges inden for områder som simulering, dataanalyse samt visualisering.



Til trods for de åbenbare potentialer, som ESS DMSC åbner for dansk forskning, er der indtil videre kun etableret få konkrete samarbejder med datacentret. Det skyldes, at ESS DMSC stadig er under etablering, og at det egentlige udviklingsarbejde derfor er i sin indledende fase. Men det manglende samarbejde handler dog også om, at der ikke har været en klar strategi for, hvordan datacentret kan understøtte dansk forskning og erhvervsliv, og hvilke samarbejder, der på sigt bør etableres mellem datacentret og danske forskningsinstitutioner (og virksomheder). Det er derfor også helt afgørende, at universiteterne (i samarbejde med dansk erhvervsliv) får fast lagt en strategi for hvordan samspillet med ESS DMSC skal etableres.

### 3.1.3 Etablering af fyrtårnsmiljøer

*Målsætning 3: I 2025 er der etableret tre-fem fyrtårnsmiljøer inden for life science og det materialeteknologiske område. Det vil sige internationalt anerkendte forskningsmiljøer, der tiltrækker førende forskere, og som fungerer som omdrejningspunkt for samspillet mellem erhvervsliv, ESS og øvrige internationale forskningsfaciliteter.*

Dansk forskning kan ikke være førende på alle områder. Dertil er Danmark og forskning i Danmark alt for lille. Der er med andre ord behov for at fokusere på dele af den fremtidige indsats, således at der udvikles få, men til gengæld stærke forskningsmiljøer på de danske universiteter. Det anbefales derfor, at der etableres 3-5 fyrtårnsmiljøer, som er internationalt førende på hver deres forskningsområde, og som fungerer som det naturlige omdrejningspunkt for forskning, uddannelse og innovation på området. Miljøernes faglige tyngde betyder, at de kan tiltrække de bedste studerende, førende forskere og udenlandske virksomheder. Udenlandske forskere knyttes til fyrtårnsmiljøerne, underviser på universiteterne og samarbejder med virksomheder med afsæt i en base i Danmark. Dermed vil dansk forskning på, strategisk vigtige områder være centrum for viden og kompetence på neutron- og materialeområdet.

Der er behov for, at fyrtårnsmiljøerne bliver så store, at de på én gang kan understøtte udbredelsen af neutronkompetencerne til danske forskningsmiljøer og sikre brobygning og samarbejde mellem ESS, universiteter og erhvervsliv.

Fyrtårnernes væsentligste opgaver er:

- De skal understøtte uddannelsen af nye neutronforskere og hjælpe potentielle brugere i gang med at anvende neutronteknologien.
- Det er samtidig naturligt, at kompetencecentre baner vejen for et tæt samspil med ESS-organisationen i Lund, det gælder ikke mindst i forhold til drift af et eller flere af ESS instrumenter.
- Endeligt skal fyrtårnsmiljøerne etablere et tæt samspil med erhvervslivet og understøtte danske virksomheders viden og kompetenceopbygning inden for life science og det materialeteknologiske område.

Derfor er det også helt afgørende, at flere fyrtårnsmiljøer etableres på områder, som er relevante for og tager udgangspunkt i kompetencer og langsigtede behov inden for dansk erhvervsliv. Det kunne eksempelvis dreje sig om et fyrtårnsmiljø, der anvender ESS til at analysere biologiske materialers struktur og funktionalitet og i forlængelsen deraf er i stand til at udvikle nye avanceret materialer. Dette har ikke bare har stor forskningsmæssig betydning, men også er væsentligt for virksomheder inden for fødevarer-, ingrediens- og lægemiddelindustrien. På samme måde vil det være oplagt, hvis et fyrtårnsmiljø kunne understøtte virksomhedernes kompetencebehov, når det gælder analyse og udvikling af nye funktionelle materialers opbygning og egenskaber, hvilket har et stort anvendelsesmæssigt potentiale for fremstillingsindustrien.

Fyrtårnenes samspil med dansk erhvervsliv indebærer, at de skal ses i sammenhæng med såvel planlagte som fremtidige indsatser inden for life science og det materiale teknologiske område, der blandt andet understøttes af Innovationsfonden og flere private fonde og/eller virksomheder. Det forventes, at også Det Frie Forskningsråd og Grundforskningsfonden vil spille en afgørende rolle, ikke mindst i relation til de mere grundforskningsrettede fyrtårne.

### 3.2 Et innovationssystem i verdensklasse

Den virkelige attraktion ved ESS handler for dansk erhvervsliv ikke om kortere rejsetid til en neutronspretningsfacilitet, men om de unikke muligheder, der opstår i kølvandet på ESS og MAX IV. Med faciliteterne som motor kan erhvervslivet opbygge et af verdens førende innovationssystemer inden for life science og på det materiale teknologiske område, og vi får altså et slags økosystem, der styrker og understøtter danske virksomheders udvikling og innovation.

I tilknytning til ESS og de øvrige materialeforskningsfaciliteter vil der med tiden etableres en række excellente videnmiljøer inden for karakterisering, analyse og modellering af hårde, bløde og/eller biologiske materialer. En sådan viden- og kompetenceopbygning skaber en lang række muligheder for erhvervslivet. For det første vil der i tilknytning til disse videnmiljøer blive uddannet kandidater og forskere, som har særlig viden om biomolekyler og materialers opbygning og design. For det andet vil danske virksomheder få adgang til kompetente samarbejdspartnere i forbindelse med deres forsknings- og udviklingsarbejde. For det tredje vil erhvervs virksomheder også kunne bruge disse videnmiljøer i forbindelse med konkrete eksperimenter på ESS eller til at undersøge specifikke bio- og materiale teknologiske problemer.

Samtidig viser erfaringer fra andre forskningsfaciliteter, at der i tilknytning til faciliteterne opstår et arbejdsmarked for højt specialiserede kandidater, forskere og teknikere. Også på ESS og MAX IV vil mange ansatte efter en kortere eller længere ansættelse søge nyt arbejde. Det giver danske virksomheder en enestående mulighed for at ansætte medarbejdere med højt specialiseret viden om anvendelsen af neutronbaserede teknologier inden for det bio- og materiale teknologiske område. På samme måde vil nærheden til ESS og MAX IV gøre det lettere for danske universiteter at tiltrække topforskere og unge forskertalenter med særlig viden om karakterisering, analyse, modellering og syntese af avancerede materialer.

Dermed opstår en unik mulighed for at opbygge et særligt innovationssystem i Danmark, hvor danske virksomheder får langt bedre adgang til viden og kompetencer på området. Vi kan skabe ekstraordinære rammer og muligheder for innovation inden for nye og avancerede materialer. Omdrejningspunktet for et sådant innovationssystem er, ligesom det er tilfældet i andre højteknologiske regioner, et omfattende samspil og samarbejde mellem virksomheder, forskningsfaciliteter universiteter og andre videninstitutioner. Det er derfor ikke tilstrækkeligt, at vi alene opbygger førende forskningsmiljøer. Det er mindst lige så vigtigt, at den viden bliver anvendt og bragt i spil i de danske virksomheder.

Ambitionerne kan realiseres, hvis vi i 2025 har:

- Effektiv adgang til ESS for erhvervslivet
- Erhvervsrelevant videnopbygning på vores videninstitutioner
- Effektive industriportaler
- Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS

### 3.2.1 Effektiv adgang til ESS for erhvervslivet

*Målsætning 4: I 2025 har virksomheder fleksibel og effektiv adgang til ESS. Det betyder, at:*

- *'Access rules' sikrer, at virksomheder får adgang til at anvende ESS.*
- *Der er etableret et Industrial User Office, som hjælper virksomheder med at benytte ESS.*
- *Der er på ESS etableret to 'industri-instrumenter' målrettet erhvervslivets behov.*

Det er naturligvis en afgørende forudsætning for danske (såvel som for de øvrige europæiske) virksomheders anvendelse af ESS, at de formelt, men også reelt, har adgang til faciliteten. Der er tradition for, at europæiske forskningsfaciliteter i stort omfang er orienteret mod den offentlige forskningsverden. Det betyder eksempelvis, at forskningsfaciliteterne af mange virksomheder opleves som lukkede og svære at komme i kontakt med. Mange faciliteter er således kun sjældent gearet til at hjælpe virksomheder med at gennemføre deres eksperimenter – eksempelvis med fremstilling af egnede forsøgssamples eller med den efterfølgende analyse/fortolkning af eksperimenterne.

Yderligere er der på storskala-faciliteter som ESS tradition for, at brugere får adgang til faciliteten på baggrund af en ansøgning, der vurderes af et forskningsfagligt panel. En sådan godkendelsesproces er ofte meget langsommelig og sker på baggrund af forsøgenes videnskabelige excellence. Det sikrer, at kun de bedste forskere og de videnskabeligt set mest interessante eksperimenter får adgang til faciliteterne (medmindre man ønsker at betale fuld pris for eksperimentet). Men da langt størstedelen af virksomhederne ikke beskæftiger sig med grundvidenskabelige problemstillinger, kan det blive svært for mange virksomheder at vinde forskningstid i den konkurrencesituation. ESS-organisationen har endnu ikke udarbejdet præcise regler og rammer for, hvordan man får adgang til ESS. Reglerne fastlægges formentlig i løbet af de kommende tre år og der bør derfor lægges et politisk pres på at sikre maksimal industriel adgang.

Det er derfor helt afgørende, at ESS i højere grad end andre europæiske forskningsfaciliteter er åben for en erhvervmæssig anvendelse af faciliteten. Det betyder eksempelvis, at ansøgninger om beam-tid også bedømmes på baggrund af eksperimenternes betydning for innovation og andre samfundsmæssige behov. Eventuelt kunne en del af den eksperimentelle tid på særligt erhvervsrelevante instrumenter tildeles på vilkår, der i særlig grad matcher erhvervslivets behov.

Endvidere kunne det være en mulighed, at der etableres et dansk/svensk 'industrial user office' på ESS, som hjælper internationale virksomheder med at få adgang til ESS (eksempelvis hjælp til at ansøge om eksperimentel tid, finde samarbejdspartnere, der kan hjælpe med at designe forsøg og forberede sampleprøver etc.). Endelig kunne det være en mulighed, hvis der ud over de første 16 instrumenter bliver etableret et eller flere instrumenter, der er særligt målrettet erhvervslivets behov for at analysere materialer, og hvor virksomheder har særligt fleksible muligheder for at søge om eksperimentel tid.

### 3.2.2 Erhvervsrelevant videnopbygning

*Målsætning 5: Den fremtidige kapacitetsopbygning understøtter i 2025 aktivt erhvervslivets behov for ny viden og kompetencer inden for karakterisering, analyse og modellering af hårde, bløde og/eller biologiske materialer. Det betyder, at følgende er realiseret:*

- *Flere af fyrtårnsmiljøerne er etableret i tæt samspil med erhvervslivet og på fagområder, som er relevante for danske virksomheder.*
- *10 % af de danske neutronbrugere er ansat i private virksomheder.*
- *Der gennemføres hvert år 10 samarbejdsprojekter inden for karakterisering, analyse og modellering af hårde, bløde og/eller biologiske materialer mellem virksomheder og universiteter i relation til ESS.*

Den store erhvervmæssige effekt ved ESS er ikke alene knyttet til virksomhedernes direkte anvendelse af ESS-faciliteten. De færreste virksomheder – ikke mindst blandt de små og mellemstore virksomheder – forventes at blive hyppige neutronbrugere. For disse virksomheder består den store attraktion ved ESS derfor ikke i at få nem adgang til faciliteten, men i stedet for i de førende forsknings- og uddannelsesmiljøer i tilknytning til ESS, der kan understøtte virksomhedens udviklingsaktiviteter. I den sammenhæng er det ikke mindst vigtigt at fastholde, at en væsentlig del af vidensspredningen fra universiteter til erhvervsliv sker gennem uddannelse af kandidater og forskere, som bliver ansat i private erhvervs-virksomheder. I andre tilfælde er virksomhedernes kompetenceopbygning afhængig af et mere direkte samspil med universiteterne eller GTS-institutterne (Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter). Det er derfor også vigtigt, at de kommende års kompetenceopbygning sker i tæt tilknytning til dansk erhvervsliv, og at den finder sted på områder, som er relevante for dansk erhvervsliv. Det gælder ikke mindst i forhold til fyrtårnsmiljøerne, som bliver omdrejningspunktet for en væsentlig del af universiteternes kapacitetsopbygning på neutronområdet.

Fælles for disse overgangsmekanismer er, at synergien mellem ESS og det danske samfund er knyttet til både universiteter og de øvrige danske videninstitutioner. På nuværende tidspunkt er det i særlig grad universiteterne, som anvender synkrotron- og neutronspredningsteknikker, og derfor spiller en vigtig rolle i formidlingen af viden og kompetencer til erhvervslivet.

### 3.2.3 Industriportaler

*Målsætning 6: Der er i 2025 etableret flere industriportaler, som hjælper danske virksomheder med at løse materialerelaterede problemer ved anvendelse af storskalafaciliteter som ESS og Max IV.*

*Der er samtidigt etableret et fasttømret samarbejde mellem universiteter og det teknologiske servicesystem (GTS'er og højteknologiske netværk) om industriportalerne, som sikrer en helhedsorienteret rådgivningsindsats omkring anvendelse af synkrotron og neutronspreddning.*

Erfaringer fra to pilot-industriportaler, der er etableret på Københavns Universitet og Danmarks Tekniske Universitet, viser, at karakterisering, analyse og modellering af materialer ved hjælp af neutroner, røntgen og laser er nødvendige for at løse en række af de materialeudfordringer/problemer, som mange danske virksomheder arbejder med i det daglige. Men mange virksomheder er afhængige af samspillet med et universitet for at kunne anvende disse analyseteknikker ved storskalafaciliteterne, fordi neutron- og røntgenspredning er avancerede eksperimentelle teknikker, som kræver specialkompetencer. Det gælder ikke mindst for de små- og mellemstore virksomheder, som vil have vanskeligt ved at benytte såvel ESS som MAX IV.

Der er derfor behov for, at der opbygges flere industriportaler, hvor virksomheder kan få hjælp til at analysere materialers teknologiske problemer og efterfølgende gennemføre eksperimenter på ESS og de øvrige materialefaciliteter. Det er i den forbindelse afgørende, at sådanne miljøer ikke alene opbygges omkring universiteternes forskningsmiljøer, men at de også integreres i det øvrige private og offentlige teknologiske rådgivningssystem. Det er derfor målet, at der allerede fra start udvikles et tættere samspil og samarbejde rundt om industriportalerne, således at fx GTS'erne fra start bliver en aktiv del af industriportalerne og løser dele af de funktioner og rådgivningsopgaver, som i dag varetages af universiteterne.

### 3.2.4 Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS

*Målsætning 7: I 2030 er der etableret en dansk klynge af videnintensive virksomheder, der i væsentligt omfang leverer udstyr til forskningsfaciliteter i og omkring Danmark, og som i de forløbne 15 år har haft en samlet ordreportefølge til forskningsfaciliteterne, der overstiger det samlede danske bidrag til konstruktionen af ESS.*

Store, internationale forskningsfaciliteter fungerer ikke bare som avancerede laboratorier for forskere og virksomheder. Faciliteterne er så avancerede, at der udvikles ny teknologi og avancerede højteknologiske løsninger i forbindelse med faciliteternes konstruktion og efterfølgende drift. I mange tilfælde vil etableringen af forskningsinfrastrukturer som ESS derfor have stor afsmittende effekt på det omgivende samfund i form af spin-off-virksomheder og udviklingen af nye innovative produkter. Erfaringerne fra eksisterende europæiske infrastrukturer, eksempelvis ved ESRF og ILL i Grenoble viser, at der i kølvandet på etableringen af en større forskningsinfrastruktur kan skabes et så gunstigt erhvervsklima, at det får betydning for hele den erhvervsmæssige udvikling i værtsregionen.

Etableringen af ESS rummer ikke alene muligheder for, at danske virksomheder kan få øget deres ordreportefølje. ESS vil også efterspørge en lang række avancerede produkter, som skal udvikles specielt til ESS. Det stiller selvfølgelig krav til danske virksomheder om at være med længst fremme. Og samtidig er det en mulighed for at udvikle og opbygge nye kompetencer i samarbejde med ESS. Erfaringerne fra eksempelvis CERN viser også, at en del leverandørvirksomheder benytter samarbejdet med CERN til at teste nye produkter eller til at få opbygget og udviklet nye teknologier og koncepter, som kan anvendes på andre forretningsområder. På den baggrund kan et samarbejde med ESS give danske virksomheder hidtil usete muligheder for at være med til at udvikle nye teknologier og produkter. Big Science Sekretariatet vurderer at danske virksomheder allerede i dag leverer produkter og tjenester til den samlede Big Science markedet på omkring 300 mio. DKK/år.

### 3.3 Forankring af ESS og MAX IV i Danmark

Det er afgørende, at ESS og MAX IV forankres i Danmark, så effekterne af faciliteterne spredes til det danske samfund. Det drejer sig blandt andet om de *direkte økonomiske effekter*, der er knyttet til facilitetens drift og etablering. Med et samlet årligt driftsbudget på omkring en milliard danske kroner og 400-500 fastansatte udgør ESS en kæmpe investering, som vil stimulere den økonomiske udvikling i både Danmark og Sverige, og som samtidig vil skabe nye muligheder for salg af højteknologiske produkter. Herudover skaber medværtsskabet af ESS og etableringen af MAX IV også en række muligheder for at styrke arbejdsmarkedet for specialiseret og højtuddannet arbejdskraft samt for at tiltrække nye og avancerede videnvirksomheder til landet.

ESS er, med lokalisering på begge sider af Øresund og et delt svensk-dansk værtskab, det største og mest markante samarbejdsprojekt på tværs af Øresund. ESS har det langsigtede potentiale til at styrke samarbejdet mellem Danmark og Sverige yderligere og bryde ny grund i samspillet mellem universiteter, virksomheder og offentlige institutioner.

#### 3.3.1 Arbejdsmarked for højtuddannet arbejdskraft

*Målsætning 8: Forskere og teknikere ved ESS kan i 2025 bosætte sig og arbejde, hvor de selv ønsker det. 15 % af de ansatte (cirka 100 medarbejdere) ved både ESS og MAX IV har valgt at bosætte sig i Danmark.*

ESS (og til dels også MAX IV) bliver samlingssted for et stort antal forskere og teknikere, som har unik viden inden for life science og på det materialeteknologiske område. Mange af disse vil være tilknyttet ESS i en kortere årrække, hvorefter de finder beskæftigelse uden for forskningsfaciliteten. Det vil styrke rekrutteringsmulighederne for såvel danske virksomheder som for de omkringliggende forskningsinstitutioner ganske betydeligt. Hertil kommer, at ESS ikke blot vil tiltrække etablerede forskere, men også unge studerende, der ønsker at tage dele af deres uddannelse i tilknytning til faciliteten. Langt fra alle kandidater og ph.d.-studerende fortsætter deres karriere ved et universitet. Størstedelen fortsætter i anden type beskæftigelse – ofte i det private erhvervsliv. De vil tage deres viden om neutronspredning og materialeanalyse med til ansættelsessteder i virksomheder og industri.

Begge forhold vil styrke udbuddet af højtuddannet arbejdskraft i Både Danmark og Sverige, hvilket kan udgøre en gevinst for det danske samfund. En analyse fra Copenhagen Economics fra 2014 viser, at en meget betydelig del af effekterne ved det danske ESS-med-

værtskab netop er knyttet til mulighederne for at tiltrække højtuddannet arbejdskraft til det danske arbejdsmarked.

Det er afgørende, at hele Øresundsregionen opfattes som et attraktivt, tilgængeligt og grænseløst bolig- og arbejdsmarked, og at en betydelig del af de ESS-ansatte vælger at bosætte sig i Danmark, og at de rigtige rammevilkår er på plads.

Opbygningen af ESS og MAX IV skaber gode forudsætninger for, at danske virksomheder og universiteter tiltrækker unge, internationale talenter til regionen.

Danske universiteter tiltrækker årligt (i 2025-2030):

- 4-8 internationale topforskere inden for analyse, modellering og design af hårde, bløde og/eller biologiske materialer.

- 10-15 forskningstalenter inden for life science og på det materialeteknologiske område.

Hvis vi skal lykkes med dette, er det afgørende, at vi kan udnytte den bredde, som Øresundsregionens samlede ressourcer og potentiale giver. Der er derfor behov for at udvikle en mere integreret løsning for tilrejsende forskere – en *one stop-shop* hvor tilrejsende forskere og deres familie kan få hjælp til at etablere sig i regionen.

Dette betyder blandt andet, at den frie bevægelighed for personer og viden i forhold til ESS og MAX IV tværs over Øresund skal styrkes. Der bør udvikles et tættere samarbejde mellem universiteter, virksomheder og myndigheder til effektivt og fleksibelt at løse fælles udfordringer i forhold til international synlighed og rekruttering, ophold og mobilitet og på den måde styrke tiltrækningskraften ved forsknings- og innovationsmiljøerne i området.

### 3.3.2 Tiltrækning af videnvirksomheder

*Målsætning 9: Danmark er i 2025-2030 kendt som et af verdens centre for forskning og innovation inden for life science og på det materialeteknologiske område. Det betyder, at 3-4 store, materialetunge virksomheder i 2025 har etableret F&U-kontor og aktiviteter i Danmark.*

ESS vil ikke alene have betydning for de virksomheder, som allerede findes i Øresundsregionen og i Danmark. Kombinationen af verdensledende forskningsfaciliteter samt opbygning af spidskompetencer inden for life science og på det materialeteknologiske område gør Danmark til en attraktiv lokalitet for udenlandske videnvirksomheder, forskere og andre eksperter. Erfaringer fra den eksisterende neutronfacilitet Institute Laue Langevin (ILL) i Grenoble viser, at tilstedeværelsen af lokale universiteter og flere internationale forskningsfaciliteter har tiltrukket en lang række højteknologiske virksomheder til lokalområdet (Valentin 2007).

Der er behov for at øge kendskabet i omverdenen til de muligheder, som opstår i forbindelse med ESS og MAX IV. En branding-aktivitet skal naturligvis tage afsæt i konkrete forhold og kompetencer, og bør opbygges i tæt tilknytning til udviklingen af såvel dansk materialeforskning som i samspillet mellem materialefaciliteter, internationale forskningsmiljøer i Danmark og erhvervslivet. En sådan indsats kan med fordel opbygges i et samarbejde mellem Danmark og Sverige.

### 3.3.3 Strategisk universitetssamarbejde

*Målsætning 10: I 2025 er der opbygget et strategisk samarbejde mellem regionens universiteter og forskningsfaciliteterne, som blandt andet sikrer fælles indsatser i forhold til kapacitetsopbygning, forskerskoler, konkrete forskningssamarbejder samt international rekruttering og der er indgået samarbejde med andre relevante universiteter i Danmark og udlandet.*

Potentialet for samarbejde mellem dansk og svenske universiteter og forskningsmiljøer er enormt. Danmark og Sverige er blandt de mest internationalt produktive samfund målt som videnskabelige output per capita. I regionalt perspektiv er det i Øresundsregionen, at den videnskabelige produktions elite i de nordiske lande findes. Ifølge tal fra 1990'erne er Øresundsregionen rangeret som den femte mest videnskabeligt produktive region i Europa.

Realiseringen af Danmark som et af verdens centre for udvikling og anvendelse af hårde, bløde og/eller biologiske materialer kræver, at der gennemføres indsatser i forhold til markedsføring, rekruttering og mobilitet på tværs af Øresund.

### 3.4 Realisering af mål

Realiseringen af de opstillede mål vil kræve indsatser af mange forskellige danske aktører i en lang årrække. Der er stort potentiale for tæt koordinering af strategiske indsatser med Sverige og de øvrige nordiske lande. På sigt bør der også arbejdes for at opbygge bredere europæiske samarbejder inden for rammerne af strategien.

For løbende at kunne følge og monitorere strategiens udfoldelse over tid er der i tabellen lavet et bud på, hvordan enkelte mål kan tænkes realiseret. Dette vil blive et vigtigt strategisk værktøj for den implementeringsgruppe, der forslås etableret i kapitel 5.

**Tabel 5.1:**  
Oversigt over milepæle for de opstillede mål

| MÅLSÆTNING  | 2016 | 2019 | 2021 | 2023 | 2025 |
|---|------|------|------|------|------|
| <b>Mål 1. Kapacitetsopbygning:</b>  |      |      |      |      |      |
| Antal nye neutronbrugere  | 10   | 90   | 110  | 130  | 180  |
| Nye neutronforskere   | 5    | 45   | 55   | 65   | 90   |
| Antal nye neutronbrugere i faste stillinger   | 3    | 20   | 40   | 50   | 60   |
| Forskere på nye områder   | 0    | 30   | 15   | 70   | 90   |
| Udviklet kursustilbud   |      |      | X    |      |      |
| <b>Mål 2. Brobygning mellem ESS og danske videnmiljøer:</b>   |      |      |      |      |      |
| Memorandum of Understanding mellem ESS og danske universiteter  | X    |      |      |      |      |
| Partnerskab med ESS om instrument-involvering   | X    |      |      |      |      |
| ESS-ansatte arbejder på dansk universitet   | 0    | 10   | 20   | 25   | 30   |
| Uddannelse af ESS ph.d.-studerende  | (x)  | 5    | 10   | 15   | 20   |
| 'Instrument scientist' uddannet på dansk universitet  | X    |      |      | X    |      |
| Fyrtårnsmiljø er etableret i tilknytning til ESS DMSC.  |      | X    |      |      |      |
| <b>Mål 3 Fyrtårnsmiljøer</b>  |      |      |      |      |      |
| Etablering af Fyrtårnsmiljøer   | 1    |      | 4    | 5    | 6    |
| <b>Mål 4: Effektiv adgang til ESS for erhvervslivet</b>   |      |      |      |      |      |
| Politik for adgang til ESS  |      |      |      |      |      |
| Industrial User Office  |      | X    |      |      |      |
| Etablering af erhvervsrettede instrumenter på ESS   |      |      | 1    |      | 1    |
| <b>Mål 5: Erhvervsrelevant videnopbygning</b>   |      |      |      |      |      |
| 10 % af neutronbrugerne er ansat i private virksomheder   | 2    | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 10 årlige samarbejdsprojekter (inkl. erhvervsPhD'er)  | X    | 3    | 5    | 7    | 10   |
| <b>Mål 6: Etablering af industriportaler</b>  |      |      |      |      |      |
|   | X    |      |      |      |      |
| <b>Mål 7: Højteknologiske leverandørvirksomheder til ESS</b>  |      |      |      |      |      |
| Forretningsplan for den danske leverandørindsats  | X    |      |      |      |      |
| <b>Mål 8: Arbejdsmarked for højtuddannet arbejdskraft</b>   |      |      |      |      |      |
| 15 % af ESS-forskere og teknikker bosatte i DK  | 10   | 30   | 40   | 60   | 80   |
| Rekruttering af 4-8 internationale topforskere i tilknytning til ESS  |      |      | 6    |      | 8    |
| Rekruttering af 10-15 forskningstalenter i tilknytning til ESS  |      |      | 8    |      | 10   |
| <b>Mål 9. Videnvirksomheder lokaliserer sig i Danmark</b>   |      |      |      |      |      |
| 3-4 store materialetunge, internationale virksomheder har i 2025 etableret F&U-kontor og aktiviteter i regionen |      |      | 3    |      | 4    |
| <b>Mål 10. Strategisk universitetssamarbejde i Øresundsregionen</b>   |      |      |      |      |      |
| Memorandum of Understanding mellem universiteterne  | X    |      |      |      |      |



# 4. Fyrtårnsmiljøer skaber excellence og samspil med danske virksomheder

ESS er en unik mulighed for, at dansk forskning kan opbygge en førerposition inden for life science og det materiale teknologiske område. Det forudsætter imidlertid, at der i årene fremover sker en betydelig udvikling af området. Derfor er det en helt central målsætning i strategien, at der etableres 3-5 internationalt anerkendte fyrtårnsmiljøer, som med afsæt i ESS kan sikre den nødvendige kapacitetsopbygning på områder af strategisk betydning for dansk forskning og erhvervsliv.

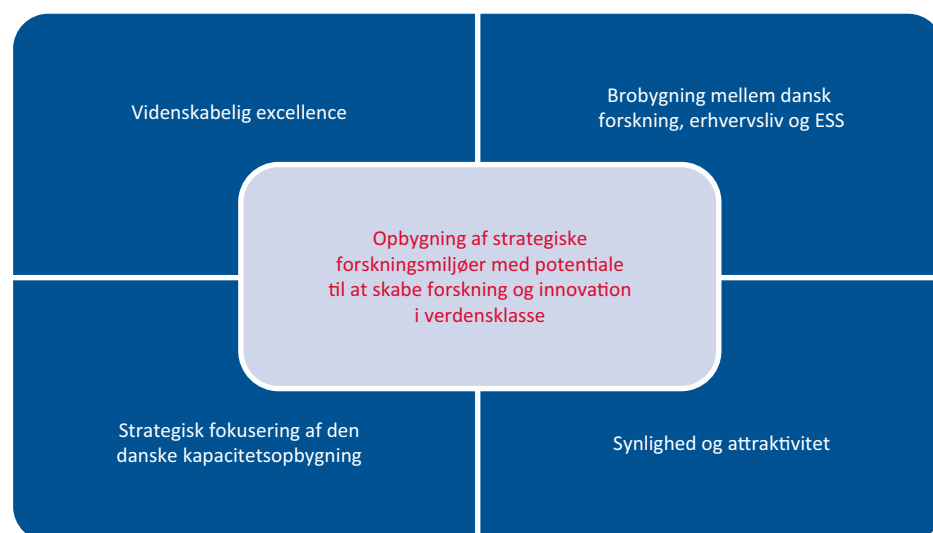
I dette kapitel uddybes fyrtårnernes formål og funktionalitet. Sidst i kapitlet beskrives en række eksempler på mulige fyrtårnsmiljøer.

## 4.1 Formål og mål for fyrtårnsmiljøerne

Miljøerne skal opbygges på områder med tilknytning til ESS, som har potentialet til at skabe forskning og innovation i verdensklasse. Fyrtårnene skal sikre:

- Videnskabelig excellence
- Strategisk fokusering af den danske kapacitetsopbygning
- Brobygning og samspil mellem ESS, dansk forskning og erhvervsliv
- Synlighed og attraktivitet

**Figur 4.1:**  
Formål og hovedmålsætninger med fyrtårnsmiljøer





#### **4.1.1 Videnskabelig excellence**

Fyrtårnsmiljøerne skal sikre et højt videnskabeligt niveau i den fremtidige kapacitetsopbygning på neutronområdet. Det er således ikke nok, at der er mange forskere, der formår at anvende neutroner. Det er mindst lige så vigtigt at sikre et højt fagligt niveau i de involverede forskningsmiljøer.

Det betyder, at fyrtårnsmiljøer skal etableres på områder, hvor der er stor sandsynlighed for, at der over de kommende år kan opbygges et forskningsmiljø, der på sit område er blandt de førende i verden. Det kan eksempelvis dreje sig om forskningsområder, hvor dansk forskning har særligt gode forudsætninger for at opbygge en international styrkeposition. Et sådant fokus på videnskabelig kvalitet udelukker selvfølgelig ikke, at forskningsmiljøerne skal spille en central rolle i forhold til viden- og kompetenceopbygningen uden for universitetsverdenen, ikke mindst i forhold til dansk erhvervsliv. Det internationale samspil og samarbejde skal komme virksomheder i Danmark til gavn ved at tiltrække kvalificeret arbejdskraft, andre virksomheders forsknings- og udviklingsaktiviteter samt forskere.

#### **4.1.2 Strategisk fokusering af den danske kapacitetsopbygning**

Forskning i Danmark kan ikke være førende på alle områder. Derfor er der behov for at fokusere den fremtidige kapacitets- og kompetenceopbygning på områder, som har strategisk betydning for dansk forskning og/eller dansk erhvervsliv.

Etableringen af få, men strategisk udvalgte fyrtårnsmiljøer skal dermed sikre, at den fremtidige kapacitetsopbygning ikke alene sker inden for de eksisterende neutronforskningsmiljøer, men også kommer til at omfatte nye forskningsfelter, der kan udnytte nærheden til ESS og MAX IV. Det kan dreje sig om et forsknings- eller teknologiområde, som vurderes at være særlig perspektivrigt, og hvor det er vigtigt for Danmark og dansk forskning at opbygge viden og kompetencer. Eller at der etableres et fyrtårnsmiljø på et bestemt område, fordi dansk erhvervsliv her har særlig behov for viden og kompetence.

#### **4.1.3 Brobygning og samspil med omverden**

Opbygningen af få, men slagkraftige og strategiske fyrtårnsmiljøer handler også om at sikre, at der findes forskningsmiljøer med den nødvendige størrelse og kapacitet til at varetage en række opgaver inden for brobygning og samspil med omverdenen. Forskningsmiljøerne skal således understøtte udbredelsen af neutronkompetencerne til andre danske forskningsmiljøer, sikre brobygning og samarbejde med ESS og udvikle et tæt samarbejde med dansk erhvervsliv.

Det er eksempelvis oplagt, at fyrtårnsmiljøerne skal spille en vigtig rolle i forhold til brobygningen mellem ESS og forskning i Danmark. En sådan brobygningsfunktion kan omfatte en lang række forskellige aktiviteter – eksempelvis i forhold til instrumentopbygning (og efterfølgende drift af et eller flere instrumenter), delte stillinger, uddannelse ph.d.-studerende ved ESS samt uddannelse af 'instrument scientist' på ESS (se nedenstående tekstboks).

#### **Tekstboks 4.1:**

##### **Fyrtårnenes brobygningsfunktioner (eksempler)**

---

- Opbygning og eventuel drift af instrumenter på ESS
  - Uddannelse af ph.d.-studerende ved ESS
  - Etablering af fælles- og delestillinger – det vil sige, at ESS-ansatte tilknyttes et dansk universitet
  - Støtte af nye forskningsgrupper og virksomheder i anvendelsen af ESS/MAX IV
  - Arbejde aktivt for at rekruttere ESS-medarbejdere, der forlader Lund
  - Opbygning af forskernetværk med internationale brugergrupper på ESS
  - Skabelse af samarbejdsprojekter med danske og internationale virksomheder med henblik på at anvende ESS
  - Arbejde aktivt med formidling til det danske samfund
  - Uddannelse af Instrument scientists
- 

#### ***Erhvervsmæssigt samspil***

Det store erhvervsmæssige udbytte af ESS er i høj grad knyttet til samspillet mellem universiteter og virksomheder. Derfor er det helt afgørende, at de kommende års kompetenceopbygning på de danske universiteter, herunder ikke mindst etableringen af fyrtårnsmiljøer, sker i tæt dialog og samarbejde med erhvervslivet i Danmark og finder sted på områder, som er relevante for erhvervslivet i Danmark. Det kunne for eksempel dreje sig om et fyrtårnsmiljø, der anvender ESS til at analysere og syntetisere biologiske materials struktur og funktionalitet, hvilket ikke bare har stor forskningsmæssig betydning, men også har betydning for virksomheder inden for fødevarer-, ingrediens- og lægemiddelindustrien. På samme måde vil det være oplagt, hvis et fyrtårnsmiljø kunne understøtte virksomhedernes kompetencebehov, når det gælder udvikling og analyse af nye funktionelle materials opbygning og egenskaber, hvilket har et stort anvendelsesmæssigt potentiale for fremstillingsindustrien.

#### **4.1.4 Synlighed og attraktivitet**

Fyrtårne skal bidrage til at sætte Danmark og forskning i Danmark på landkortet, når det gælder forskning, innovation og teknologisk udvikling inden for life science og det materialeteknologiske område. Miljøernes størrelse og faglige tyngde skal sikre, at Danmark fremstår som et højteknologisk videnssamfund med særlige spidskompetencer inden for udvikling og anvendelse af nye og avancerede materialer. Et sådant omdømme har betydning for tiltrækningen af forskningstalenter og andre internationale eksperter til Danmark.

Samtidig vil mulighederne for at styrke tiltrækning af udenlandske videnvirksomheder til landet øges. Erfaringerne med at tiltrække investeringer til Danmark viser, at det er meget lettere at komme i dialog med potentielle virksomheder på de områder, hvor Danmark har opbygget et stærkt omdømme. Derfor vil kombinationen af verdensførende forskningsfaciliteter og internationalt anerkendte forskningsmiljøer være med til at sætte Danmark på landkortet og gøre det lettere at tiltrække virksomheder til landet.

#### **4.2 Eksempler fra Schweiz og Belgien**

Udfordringen er naturligvis, hvordan ovenstående målsætninger omsættes til konkrete fyrtårnsmiljøer. I det nedestående afsnit belyses erfaringerne fra Schweiz og Belgien, hvor man har haft gode erfaringer med at opbygge en række fyrtårnsmiljøer, der, ligesom fyrtårnsmiljøerne, har til formål at skabe synergi mellem forskningsfaciliteter, universiteter og virksomheder.

#### **4.2.1 Erfaringer fra Schweiz**

Schweiz har som flere europæiske lande opbygget et nationalt laboratorium, Paul Scherrer Institutet (PSI), der huser en række store forskningsfaciliteter, herunder en større røntgenfacilitet og en mellemstor neutronspretningsfacilitet. På den måde minder PSI funktionelt om den forskningsopbygning, som er undervejs i Lund.

Det er på mange måder lykkedes at skabe en succesfuld kobling mellem PSI og de schweiziske universiteter og virksomheder, hvor den forskning og kompetence, som løbende opbygges på PSI bliver spredt til omkringliggende universiteter og virksomheder, og som derfor spiller en vigtig rolle for Schweiz. Det skyldes ikke mindst de såkaldte kompetencecentre, der er specialiserede forskningscentre, som har til formål at styrke vidensopbygningen på områder, som har særlig betydning for det schweiziske erhvervsliv. Rent organisatorisk er centrene etableret som et partnerskab mellem universiteter og erhvervsliv. Det betyder, at virksomhedspartnerne er med til at fastlægge mål og fokusering af forsknings- og uddannelsesaktiviteterne i det enkelte center. Centrene er ofte placeret på et værtsuniversitet, der står for hovedparten af forskningsaktiviteterne. For at sikre involvering af alle relevante schweiziske forskningsmiljøer er der som oftest tilknyttet yderligere et eller flere partneruniversiteter. Centrene har typisk en størrelse på 30-60 forskere, og er som oftest sikret en 10-årig bevilling.

Resultatet er, at der gennem de seneste år er opbygget flere meget succesfulde centre, der spiller en afgørende rolle for udnyttelsen af de muligheder, som røntgen- og neutronfaciliteterne på PSI skaber for de schweiziske universiteter og erhvervsliv. Samtidig danner kompetencecentrene udgangspunkt for et omfattende samspil med schweizisk erhvervsliv, der betyder, at virksomheder har adgang til viden og forskning, som opbygges på PSI.

#### **4.2.2 Erfaringer fra Belgien**

Et andet europæisk eksempel på fyrtårnsstrukturer findes i Belgien. I 1996 etableredes life science-institutet VIB med ambition om at bygge videre på og udvikle regionens bioteknologiske styrkepositioner. VIB fokuserer på at overføre videnskabelige resultater til industrielle anvendelser inden for særligt lægemidler og fødevarer.

Til forskel fra den schweiziske kompetencecentermodel, arbejder VIB med en decentral organisationsløsning, der under central ledelse og med fælles finansiering, strategi og vision, kobler alle relevante og stærke forskningsmiljøer ved de nationale universiteter sammen. VIB har også en lang række samarbejdspartnere ved udenlandske universiteter og fra industrien. Den samlede ledelsesstruktur samler repræsentanter fra universiteterne, life science-industrien og andre relevante partnere i en fælles struktur. En anden forskel fra den schweiziske model er, at VIB ikke har nogen direkte involvering fra en storskala facilitet som PSI eller tilsvarende.

Samarbejdsmodellen har løbende været evalueret og har vist gode resultater både i forhold til videnskabelig produktion og kvalitet og i relation til kommerialisering og industrielle samarbejder. Det belgiske eksempel viser således, hvordan man kan organisere strategiske samarbejder på tværs af universiteter og virksomheder i et lille land.

#### **4.3 Fyrtårnenes funktionalitet og organisering**

Med afsæt i de opstillede målsætninger for fyrtårnsmiljøerne og erfaringerne med de schweiziske kompetencecentre opstilles i det følgende en række forslag til, hvordan fyrtårnsmiljøer kan indrettes og organiseres.

### 4.3.1 Faglig fleksibilitet

Fyrtårnsmiljøerne skal etableres på vidt forskellige fag- og forskningsområder. Derfor skal miljøerne ikke nødvendigvis have den samme faglige profil og opgaveportefølje, men derimod løfte *forskellige kombinationer* af funktioner og opgaver, der er tilpasset det enkelte fyrtårns særlige profil, styrkeposition og potentialer. I nedenstående figur illustreres en række mulige funktioner, som kan indgå i fyrtårnes opgaveportefølje.

Den fleksibilitet, som kommer til at præge fyrtårnsmiljøerne, betyder eksempelvis, at et fyrtårnsmiljø ikke alene vil have fokus på de analytiske aspekter ved materialeudviklingen, men også kan beskæftige sig med syntese og/eller industriel fremstilling af nye materialer. Muligheden for at kunne gå hele vejen fra fremstilling af materialeprøver til karakteristik og analyse af materialet er således helt centralt for nogle forskningsmiljøer. For andre miljøer spiller synteseaktiviteter måske en mindre fremtrædende rolle. Her vil der i stedet være større vægt på analyse og modellering af eksperimentelle data.

**Figur 4.2:**  
Fyrtårnenes funktionalitet – eksempler på mulige aktivitetsfelter



På samme måde som der er forskel på fyrtårnenes rent forskningsfaglige fokus, vil der også være forskel på miljøernes brobygnings- og samspilsaktiviteter. Et fyrtårn vil således have særligt fokus på at bygge bro til ESS gennem deltagelsen i opbygningen og den efterfølgende drift af et instrument på ESS. Det vil typisk dreje sig om miljøer, som har stort fokus på udvikling af analyseteknikkerne, og som kan understøtte andre forskningsmiljøers anvendelse af forskningsfaciliteterne. Andre fyrtårne vil have større fokus på at understøtte de erhvervsmæssige behov for viden og forskning og vil eksempelvis fokusere dele af deres

forskningsaktiviteter på områder, som er særligt vigtige for det omkringliggende erhvervs- liv. Det vil også være naturligt, at de industriportaler, der i dag er under opbygning, bliver en funktionalitet i fyrtårnsmiljøerne.

#### **4.3.2 Tydelig ledelse og faglig sammenhæng**

For at sikre såvel den forskningsfaglige kvalitet som tilstrækkelig kritisk masse foreslås det, at fyrtårnsmiljøerne bygges op omkring en internationalt anerkendt centerleder samt et antal anerkendte forskningsledere med egne forskningsgrupper.

Der vil naturligvis være mange muligheder for organiseringen af fyrtårnsmiljøerne. Det bør imidlertid være et bærende princip for miljøerne, at de har en stærk forsknings- faglig ledelse, der er i stand til at sikre den faglige kvalitet og sammenhæng i centrene. En tydelig ledelse vil også være nødvendig for løbende at prioritere miljøernes forskellige aktiviteter og indsatser. I den sammenhæng vil det være naturligt, hvis fyrtårnsmiljøernes ledelse har ansvaret for prioritering og anvendelse af den samlede bevilling til fyrtårnsmiljøerne – i stil med den praksis der anvendes i de eksisterende grundforskningscentre.

Det foreslås på den baggrund også, at fyrtårnernes ledelse støttes af en videnskabelig referencegruppe, som består af repræsentanter fra øvrige relevante danske og udenland- ske universiteter, videninstitutioner og virksomheder, der deltager i partnerskabet. Referen- cegruppen skal sammen med centerlederen foretage de overordnede forskningsmæssige prioriteringer af centerrets forskningsaktiviteter. Referencegruppen har også til opgave at foreslå indsatser og initiativer, der kan sikre den langsigtede erhvervmæssige involvering, eksempelvis business-to-business samarbejder, gennemførelse af målinger på forsknings- faciliteter (industriportaler), match-making mellem virksomheder og forskningsgrupper, fælles outreach med videre

#### **4.3.3 Opbygning af partnerskaber**

Fyrtårnsmiljøerne etableres som et såkaldt partnerskab mellem værtsinstitutionen, re- levante videnmiljøer samt interesserede virksomheder. Det betyder også, at fyrtårnernes faglige profil og forskellige aktiviteter/indsatser tager afsæt i partnernes forskellige ønsker og interesser. Det er derfor naturligt, at miljøernes referencegruppe udpeges af de invol- verede forskere, virksomheder og videnmiljøer. De involverede partnere bidrager alle til finansieringen af fyrtårnet.

#### **4.3.4 Kritisk masse og lokalisering på værtsinstitution**

Fyrtårnsmiljøerne skal have en størrelse, som dels sikrer videnskabelig dynamik, og dels skaber synlighed omkring den forsknings- og innovationsmæssige styrkeposition, der opbygges i Danmark. Herudover skal fyrtårnene have kapacitet til at løse en række opgaver omkring brobygning til ESS og samspil med erhvervslivet.

Et forsigtigt estimat peger på, at hvert fyrtårnsmiljø bør have en størrelse på 10-20 faste forskere samt en række ph.d.-studerende og postdocs for at kunne sikre tilstrække- lig kritisk masse. Der er altså tale om et forskningsmiljø, der er lidt større end et klassisk grundforskningscenter, men som også vil skulle løfte en række opgaver, der ligger uden for et sådant center.

Det foreslås endvidere, at fyrtårnsmiljøerne i udgangspunktet formelt etableres på et enkelt værtsuniversitet, hvor der allerede findes betydelige kompetencer på det udvalgte område, således at hovedparten af aktiviteterne er samlet under samme tag og under samme ledelse. I det omfang at der findes flere relevante samarbejdspartnere på andre universiteter/videnmiljøer kan de også deltage i fyrtårnsmiljøet.

#### 4.4. Eksempler på mulige fyrtårnsmiljøer

I det nedenstående gives en række eksempler på mulige fyrtårnsmiljøer. Eksemplerne er udvalgt inden for forskningsområder, som vurderes at have potentiale til at opbygge et førende miljø, og hvor der samtidigt er et særligt erhvervsmæssigt behov og/eller perspektiv for at opbygge materialekompetencer. Der vil sandsynligvis findes forskningsområder med 'fyrtårnspotentiale', som ikke er omfattet af beskrivelsen:

1. Bioteknologi, lægemidler og fødevarer (life science)
  - Strukturbiologi/molekylær cellebiologi
  - Fødevarer, ingredienser og drug delivery
2. Nye avancerede materialer
  - Imaging af hårde materialer
  - Polymerer og bløde materialer
  - Magnetisme og korrelerede elektronsystemer
  - Hårde materials atomare struktur
3. Analyse og metodeudvikling – dansk teoricenter

##### 4.4.1 Bioteknologi, ny medicin og fødevarer (life science)

Karakterisering af biologiske molekylers (blandt andet proteiners) struktur og funktion har gennem de seneste årtier haft stor betydning for forståelse og udnyttelse af de fundamentale processer og materialer på det biovidenskabelige område, med eksempler der rækker fra cellemembraners opbygning til enzyms betydning for yoghurts tekstur. I de seneste 20-30 år har røntgenstråling fra synkrotronfaciliteter forbedret proteinkrystallografi-teknikken markant, hvilket har dannet grundlag for forståelsen af den tredimensionelle struktur og funktionalitet af nu selv meget store biologiske molekyler. Neutronspredning har på grund af de eksisterende faciliteters begrænsede stråleintensitet ikke været anvendt lige så hyppigt som synkrotronstrålingen, men med ESS ændres dette forhold markant, både hvad angår stråleintensitet og instrumenternes formåen. Det betyder, at neutronspredning som analyseteknik vil få langt større betydning for det biovidenskabelige område end hidtil.

Danmark har traditionelt stået stærkt inden for life science og biovidenskab, og der findes derfor allerede en række meget stærke etablerede forskningsmiljøer. På to områder kan etableringen af ESS få særligt stor betydning for dansk forskning:

- Strukturbiologi/molekylær cellebiologi
- Kolloide systemer: Fødevarer, ingredienser og drug delivery

##### **Strukturbiologi/molekylær cellebiologi**

Studier af biomolekylers struktur og funktion spiller en central rolle for vor forståelse af biologiske processer og udgør derfor også et vigtigt grundlag for ny bioteknologi og farmakologi. Danmark har opbygget en række verdensførende forskningsgrupper inden for forskningsområder såsom membranproteiner, biosyntetiske enzymkomplekser, immunsystemet, protein-RNA og protein-DNA vekselvirkninger. Feltet uddanner også til industrien på alle niveauer af forskning og ledelse. Danmark huser en stor og forskningstung industri baseret på proteinteknologier. Produkterne fra industrien kan i sig selv være proteiner (for eksempel som lægemidler), være baseret på forskellige former for proteinaktiviteter (for eksempel biosyntese, enzymer) eller være udviklet til at fungere i interaktion med proteiner (for eksempel lægemidler, vitaminer). Disse typer virksomheder beskæftiger tusinder af proteinforskere i Danmark og eksporterer for over 100 milliarder kroner om året.

Sammenholder man de teknologiske muligheder, som ESS, MAX IV og X-FEL skaber, med andre tekniske fremskridt inden for blandt andet NMR spektroskopi, elektronmikroskopi og optisk mikroskopi vil der i den kommende årrække skabes fundamentalt nye muligheder for at undersøge og tilgå biologiske systemer. Tilsammen vil disse generere ny viden om cellulære strukturer og mekanismer, som både den akademiske og den industrielle forskning kan udvikles igennem.

Man vil kunne undersøge dynamikken af biomolekyler og biokemiske processer på forskellige længde- og tidsskalaer, herunder ikke mindst proteiners struktur og funktionalitet. Neutronstudier vil således kunne give helt ny information om biologiske molekylers form, atomare struktur og dynamik samt om cellulære strukturer såsom biomembraner, organeller og hvordan de ændres i biologiske processer. ESS og MAX IV vil få central værdi i relation til studier af blandt andet enzymatiske reaktionsmekanismer, 'drug discovery og development', 'protein engineering' og terapeutiske proteiner samt i udforskning af nye, anvendelige mekanismer af cellulære netværksstrukturer, såsom biomembraner.

Det foreslås derfor, at der etableres et strukturbioologisk fyrtårnsmiljø, som fokuserer på eksperimentelle studier af biomolekylære nanostrukturer. Fyrtårnsmiljøet skal have fokus på synergien mellem neutron- og røntgenstrålingsdata på ESS og MAX IV og nyudvikling på XFEL. Fyrtårnet skal etableres i partnerskab mellem forskningsmiljøer og erhvervsliv og stille faciliteter og knowhow til rådighed for samarbejdspartnere samt huse en industriportal. Fyrtårnsmiljøet vil også kunne bane vejen for etableringen af en EMBL 'outstation' eller partnerskab med særligt fokus på udviklingen af nye røntgen- og neutronteknikker i forhold til de molekylærbiologiske, cellebiologiske, molekylærmedicinske og bioteknologiske områder.

### ***Fødevarer, ingredienser og drug delivery – grænseflade systemer***

Kolloide systemer er 'bløde' materialer, der spontant opbygger komplekse strukturer via molekylær selvorganisering. Egenskaberne af disse bestemmes i meget høj grad af deres struktur og dynamik på mikro- og nanometer skala. Et eksempel er fødevarer, herunder forskellige mælkeprodukter, hvor strukturen i praksis bestemmer for eksempel tekstur, mundfornemmelse og udseende. Et andet eksempel er mange lægemidler, hvor mikro- og nanostrukturen har afgørende betydning for lægemidlets optagelse, specificitet og virkningsperiode. Andre eksempler er maling, vaske- og rengøringsmidler samt personlig pleje (cremer, kosmetik med videre).

De længdeskalaer og kemiske sammensætninger, der undersøges, gør neutroner særdeles velegnede til at give detaljeret information om kolloide systemers struktur og dynamik. Feltet har derfor igennem mange år været et af de dominerende på eksisterende neutronfaciliteter.

I Danmark findes der i dag 3-4 mindre, men internationalt særdeles anerkendte forskergrupper inden for den grundvidenskabelige kolloidforskning. Disse grupper benytter sig i stor stil af neutroner (og andre storskalafaciliteter) i deres forskning. Uafhængigt af dette har Danmark store anvendelsesorienterede miljøer inden for eksempelvis fødevarerforskning og farmaceutisk formulering. Der er basis for synergi, men med den nuværende spredning af aktiviteterne opstår denne ikke spontant. Man skal dog ikke kigge langt uden for landets grænser for at finde store og virkelig stærke miljøer inden for kolloidvidenskab, der på systematisk vis integrerer grundforskning og anvendelser. Et eksempel er Max Planck Institutet for Colloids & Interfaces i Potsdam, Tyskland, hvor man med samlingen af fire store forskergrupper har skabt et unikt miljø inden for Self-Assembly og Bio-Mimetic Materials. Et andet eksempel er Soft Matter, Colloids and Materials-enheden på University of Bristol, England.

Med etableringen af ESS opstår der en unik mulighed for at opbygge et konkurrencedygtigt dansk fyrtårnsmiljø inden for kolloidforskning. ESS og MAX IV vil naturligt indgå som et centralt element i forskningen i samspil med en lang række andre fysisk-kemiske teknikker og værktøjer. Fyrtårnet vil indgå som en aktiv udvikler af både specialudstyr og teknikker til at koble struktur på nanometerskala til makroskopiske egenskaber. Det vil videre tage ansvar som partner i forhold til flere af instrumenterne på både ESS og MAX IV. Udvikling af teorier for de kolloide vekselvirkninger vil også være en vigtig funktion for fyrtårnet. Som en del af denne aktivitet hører udvikling af avancerede dataanalysemetoder.

I Danmark ligger de store industrielle spillere på dette felt især inden for fødevarer- og ingrediensindustrien, medicinalindustrien samt i farve- og limindustrien. En samlet satsning på området vil kunne virke som en dynamo for disse ved at tilføre nye og specialiserede kompetencer og metoder, som kan føre til synergieffekter og danne basis for innovative anvendelser. Det vil også være oplagt at forankre en industriportal inden for fyrtårnsmiljøet.

#### 4.4.2 Nye avancerede materialer

En stor del af de teknologiske fremskridt inden for energi, transport, kommunikation eller elektronik er knyttet til udviklingen af nye avancerede materialer med specielle egenskaber. Som udvikles på basis af en dyb forståelse af deres struktur og funktion.

Neutron- og røntgenteknikkerne giver unikke muligheder for at bestemme materialers opbygning, struktur og funktion i bredeste forstand. Neutronstudier af materialer har traditionelt altid været begrænset af den relativt lille neutronflux, som neutronfaciliteterne har tilvejebragt. Med ESS vil der for første gang i 40 år ske en betydelig forøgelse af neutronfluxen, hvilket muliggør undersøgelser af helt nye typer af materialer og materialsystemer. Eksempelvis Li-ion batterier, der oplades eller aflades, cement eller stål, der udsættes for ekstreme belastninger, eller katalytiske nanomaterialer der dannes på tværs af en kemisk syntese. Kort sagt bliver det muligt at studere 'real materials under real conditions in real time'. Dermed skaber ESS en række epokegørende nye muligheder for materialevidenskaben. Set med danske øjne skaber det også muligheder for at opbygge en række fyrtårnsmiljøer på følgende forskningsområder:

- Imaging af hårde materialer
- Polymerer og bløde materialer
- Magnetisme og korrelerede elektronsystemer
- Hårde materials atomare struktur

#### *Imaging af hårde materialer*

Langt de fleste hårde materialer såsom metaller, funktionelle keramikker, byggematerialer eller materialerne i den danske undergrund er opbygget hierarkisk med strukturer på længdeskalaer fra centimeter til nanometer. For egenskaberne er denne strukturelle opbygning afgørende. En stor forskningsmæssig udfordring handler derfor om at forstå og manipulere materialernes struktur på alle de forskellige skalaer.

Hidtil er udvikling og optimering af de hårde materialer i stor udstrækning sket gennem en dyr og langsommelig trial-and-error proces med gentagen syntese, forarbejdning og test på slutproduktet. Det ville være en fundamental game changer at kunne optimere nye materialer ved hjælp af computermødelles For at kunne opstille og teste sådanne modeller er det imidlertid afgørende at kunne 'se' ind i materialerne, i 3D, under de processer, de virker i. Og det er præcist, hvad neutron og synkrotron imaging tilbyder. Ved at kombinere de hver for sig overlegne kilder, ESS og MAX IV, bliver det faktisk muligt at lave sådanne film af materialernes indre liv på alle de relevante længde- og tidsskalaer. Dansk forskning står i den forbindelse i en unik position. På begge faciliteter vil vi opføre og drive beam-linjer, som kombinerer imaging og pulverdiffraktion, hvormed også den atomare skala – og dermed kemien – kan undersøges.

Et fyrtårnsmiljø inden for 3D imaging og analyse af hårde materialer og komponenter vil kunne bygges op omkring eksisterende danske forskergrupper, som har været med til at udvikle en række af de helt centrale teknikker på området. En meget væsentlig del af et sådant miljø vil blive opbygningen af kompetencer til at håndtere og analysere de endog meget store datamængder, som vil komme fra ESS og især MAX IV. På MAX IV vil datamængderne således være i Pb (1.000 Tb) området. Der er i dag ingen, der kan håndtere og analysere så store data mængder.

Fyrtårnsmiljøet vil stille sine særlige instrumenterings og analyse-kompetencer til rådighed for andre forskere. Dermed vil miljøet fungere som en slags brobygger mellem



ESS og dansk/europæisk forskning og vil samtidig understøtte, at nye forskningsmiljøer kan drage nytte af disse analyseteknikker. Fyrtårnet vil blive trendsætter på området med store potentialer for spin-offs og tiltrækning af udenlandske forskere.

Fyrtårnet vil rent forskningsmæssigt stå på to ben. Et ben vil blive formuleringen af en ny generation af materialemodeller, som kan forudsige for eksempel holdbarhed og levetid af komponenter. Det andet ben vil være anvendelsen af teknikkerne og de nye materialemodeller inden for en bred vifte af anvendelser, fra energi og mekanik over til petrologi og minedrift. Eksterne grupper kan her integreres i miljøet i kortere eller længere tid; disse vil typisk råde over komplementære faciliteter.

Som en integreret del i fyrtårnet vil der indgå et lokalt instrumentcenter til brug for imaging, som vil give forskere fra ind- og udland mulighed for at gennemføre indledende undersøgelser, før de tager til ESS eller MAX IV. Det er endvidere oplagt, at der tilknyttes en industriportal, idet mere end 20 virksomheder allerede er tilknyttet et pilotprojekt.

### ***Polymerer og 'bløde' materialer***

Polymerer og andre 'bløde materialer' udgør en stor gruppe af materialer med meget brede anvendelsesmuligheder. De omfatter både naturlige biopolymerer, der indgår i for eksempel planter og papir, og syntetiske stoffer som for eksempel polystyren, der findes i en række plast- og isoleringsmaterialer. Afgørende for forskningen på dette område er at kunne afkode strukturen af de biologiske materialer for derved at kunne udvikle nye funktionelle materialer med attraktive egenskaber. Et eksempel er silke, hvor nylon er en tidlig syntetisk efterligning, men hvor det endnu ikke er lykkedes syntetisere polymerer med samme styrke og elasticitet som edderkoppens silkestråd.

ESS vil med en unik følsomhed over for brintatomer blive et afgørende redskab til at afkode de molekylære nanostrukturer og deres dynamik. Danske forskere er internationalt førende på en række områder inden for studier af bløde materialer. Forskerne har ekspertiser i såvel strukturelle studier, der udnytter røntgen- og neutronteknikker, som de nødvendige tilknyttede ekspertiser som polymersyntese og karakterisering, reologi og processering samt mikroskopi og teori.

Et fyrtårnsmiljø, der baseres på de banebrydende instrumenter på ESS og MAX IV, vil kunne bidrage til at skabe næste generations epokegørende resultater inden for eksperimentel materialeforskning og -modellering, og bidrage til udviklingen af nye avancerede produkter i samarbejde med industrielle partnere. Fokus vil være på at forstå sammenhænge mellem polymer-molekyleres kemi og molekylære struktur, og molekylernes respons på mekaniske og elektriske påvirkninger. Et omdrejningspunkt for et fyrtårnsmiljø kunne være de såkaldte amfifile materialer, som spontant selv-ansamler i veldefinerede nanostrukturer. Anvendelsen af sådanne selv-ansamlende molekyler omfatter materialer fra termoplastiske polymerer og medicinske bærermaterialer til additiver til alt fra motorolie til tandpasta, hvor funktionen er, at materialet ikke er for letflydende.

De industrielle og praktiske anvendelser af bløde materialer er uhyre store. Men til trods for de mange facetterede anvendelsesmuligheder er de bagvedliggende molekylære mekanismer i høj grad fælles. Der kan læres af erfaringerne fra én applikation til en anden af helt forskellig art. Dette gør et centralt fyrtårnsmiljø særdeles attraktivt. Det optimale molekylære design for en given anvendelse er imidlertid også meget komplekst. Der er derfor et industrielt behov for opbygningen af et større forskningsmiljø, der kan rådgive virksomheder om valg af kendte molekyler eller design af nye specifikke systemer. Fyrtårnsmiljøet vil kunne danne bro mellem kemikere til syntese af specifikke molekyler, fysikere til teoretisk forståelse af samspil mellem molekylær arkitektur og nanoskala struktur, samt kemikere og fysikere til studier af mekaniske, kemiske og strukturelle egenskaber. Blandt potentielle danske firmaer med interesse kan nævnes Coloplast (medicinske plastre), Lego (plastlegetøj), Novo Nordisk (insulinapparat), Grundfos (pumpehuse), Hempel (overfladebehandling), Færck Plastik (bio-polymerer).

### ***Magnetisme og korrelerede elektronsystemer***

Mange funktionelle materialers egenskaber er knyttet til elektronernes opførsel i materialet. Derfor er der inden for den moderne materialefysik et stigende fokus på forskningen inden for magnetisme og korrelerede elektronsystemer. I Danmark forskningen blandt andet været orienteret mod superledende materialer, der kan lede elektrisk strøm helt uden modstand. Der har ligeledes været fokus på 'multiferroiske' og 'ferromagnetiske' materialer, der er en type af nye avancerede materialer, der forventes at få stor betydning for udviklingen af nye datalagrings medier samt kraftigere og billigere magneter. Det sidste er essentielt for fremstillingen af generatorer til blandt andet vindmøller.

Neutronspredning er en helt central metode til at studere denne type materialer, fordi neutronerne er særligt følsomme over for elektroners magnetiske momenter. På ESS bliver denne effekt forøget, da man ved mange instrumenter vil anvende 'polariserede' neutroner, der giver særlig præcis information om de magnetiske momenter, ligesom mange af eksperimenterne vil blive foretaget ved lave temperaturer, høje magnetiske felter, høje tryk, og/eller imens materialerne bliver fremstillet. En håndfuld af ESS-instrumenterne bliver specielt interessante for disse typer af studier. Det betyder, at ESS vil blive det absolutte centrum for dette forskningsområde, da hovedparten af de nyskabende eksperimenter på området vil blive gennemført her.

Dansk forskning har en international position inden for korrelerede elektronsystemer, oprindeligt opbygget omkring RISØ forskningsreaktoren. Miljøet har kontinuerligt været involveret i udviklingen og drift af neutroninstrumenter, og det forventes, at det får ansvaret for opbygning og drift af instrumentet BIFROST på ESS. Dermed vil dansk forskning få en central viden og adgang til de vigtigste eksperimentelle teknikker på området.

Et fyrtårnsmiljø vil kunne udnytte denne globale styrkeposition til at opnå betydelige forskningsgennembrud, for eksempel i forbindelse med nye superledende materialer og nye, billigere ferromagneter. En meget vigtig del af fyrtårnsmiljøet vil være fremstillingen af nye materialer. En sådan kompetence inden for magnetiske materialer og stærkt korrelerede systemer findes kun i begrænset udstrækning i Danmark i dag. Men muligheden for at kunne kombinere unikke analysetekniker med kompetencerne til at fremstille nye funktionelle materialer vil gøre det muligt at tiltrække førende forskere til miljøet. Endvidere vil det være naturligt, hvis et sådant fyrtårnsmiljø understøtter neutronbrugere på tilstedende områder, for eksempel kemi og geologi, som i stor udstrækning vil have behov for hjælp til at uddanne nye neutronbrugere, og som desuden har behov for bistand til at fremstille de materialeprøver, der skal anvendes på ESS.

Industrielle interesser inden for udvikling af korrelerede elektronsystemer er internationalt koncentreret på få og meget store koncerner, hvoraf kun NKT i Danmark tidligere har vist interesse. Der er kun få konkrete eksempler på direkte samspil mellem virksomheder og danske forskningsmiljøer på dette område. Men i takt med at ESS vil flytte det globale eksperimentelle kompetencecentrum fra USA og Japan til Lund/København vil det være en oplagt vision for et kommende fyrtårnsmiljø at kunne tiltrække en eller flere udviklingsafdelinger fra en af de store materialevirksomheder til Danmark.

### ***Krystallografiske studier af hårde materials atomare struktur***

Udvikling af avancerede funktionelle materialer kræver ikke alene en beskrivelse af materialernes hierarkiske strukturer på længdeskalaer fra centimeter til nanometer, men også indsigt i den grundlæggende atomare struktur på sub-nanometer længdeskala. Det er identiteten af de enkelte atomer og deres indbyrdes rumlige placering og kemiske bindinger, der skaber materialernes egenskaber og dermed deres unikke funktioner. Det er for eksempel tilfældet for energimaterialer såsom termoelektriske materialer til genindvinding af spildvarme, materialer til lagring af vedvarende energi, batterier, solceller, nye katalysatorer med videre Røntgen- og neutron krystallografiske teknikker er helt afgørende, fordi de giver unik information om materialernes atomare opbygning. Det gælder ikke mindst i forhold til ESS og MAX IV, som i ekstrem detalje og i realtid, kan bestemme atomernes

position, bevægelse og magnetisme. De nye eksperimentelle teknikker på de to faciliteter vil åbne helt nye muligheder for eksempelvis at undersøge funktionelle materialer under realistiske driftsbetingelser eller at følge kemiske reaktioner, mens de sker.

Krystallografiske undersøgelser på atomart niveau af hårde materialer har en lang tradition i dansk forskning, og der findes en række internationalt førende forskergrupper. De stærke danske forskningsmiljøer har deltaget i opbygningen af instrumenter på flere synkrotron- og neutronfaciliteter og står også bag de kommende Danmax og Heimdal beamlines, som i de kommende år etableres på henholdsvis MAX IV og ESS. Begge instrumenter bliver verdensførende til materialekrystallografiske studier på atomar skala med unikke nye muligheder for at studere 'real materials in real time under real conditions'.

Denne danske særstilling giver et enestående udgangspunkt til at opbygge et fyrtårnsmiljø inden for krystallografiske studier af hårde materialers atomare struktur. Dette vil naturligt være bygget op omkring instrumenterne på Danmax og Heimdal og en medvirken i udviklingen af nye krystallografiske dataanalysemetoder. Det er dog afgørende, at fyrtårnet også har adgang til en bred vifte af andre instrumentfaciliteter til at forberede og understøtte brugen af ESS og MAX IV. Det drejer sig blandt andet om NMR-spektroskopi, elektronmikroskopi, scanning probe mikroskopi og computer-simulering. Med denne brede faglige forankring vil fyrtårnsmiljøet have glimrende muligheder for at sprede anvendelsen af de nye faciliteter i Lund bredt ud på danske universiteter og virksomheder og derved mangedoble gevinsten ved investeringen.

Det er desuden vigtigt, at fyrtårnsmiljøet råder over stærke kompetencer inden for fremstilling af materialer (kemisk syntese), idet maksimal faglig gennemslagskraft bedst opnås ved studier af de mest avancerede materialer. Det er symbiosen mellem kemisk syntese, brede strukturelle studier og avanceret modellering, der skaber gennembrudene både akademisk og kommercielt.

Idet den atomare struktur af hårde materialer ofte er en hjørnesten i industriel forskning vil et fyrtårnsmiljø naturligt også have en industriportal tilknyttet. Som brugere kan nævnes produktionsvirksomheder inden for katalyse (Haldor Topsøe, Dinex), pumper (Grundfos), vinduer (Velux), cement (Aalborg Portland, FLS), termostater (Danfoss), vindmøller (Vestas, Siemens, LM), magneter (Sintex), pesticider (Cheminova), maskiner (Frichs), plastic (LEGO, Coloplast), høreapparater (Widex, Oticon, GN), ledningsmaterialer (NKT) og mange flere.

#### **4.4.3 Dansk teoricenter for materialer og biologiske systemer**

Når ESS er fuldt operationel i 2025 vil faciliteten råde over helt unikke værktøjer til at analysere og karakterisere materialer og materialeprocesser og vil derfor tiltrække de bedste forskningsgrupper fra hele verden. Men for at ESS kan fortsætte med at være førende, vil det være nødvendigt hele tiden at videreudvikle neutronsprengningsteknologien. En væsentlig del af denne udvikling vil være fokusret på forbedringer af analyseværktøjer og analysemetoder, baseret på nye teoretiske modeller og metoder. Derfor ønsker ESS-organisationen, som det er tilfældet på mange af de øvrige internationale forskningsfaciliteter, at etablere en teorigruppe, der kan videreudvikle de grundlæggende teoretiske metoder og modeller bag neutronsprengningsteknologien. Målet er at udvikle de metoder og analyseteknikker, der anvendes på ESS, således at neutronsprengning kan anvendes inden for nye forskningsområder eller være med til at besvare nye typer af forsknings spørgsmål.

Mere konkret bliver det teoricentrets primære opgave at øge vores forståelse af hårde og bløde materialer og biologiske systemer, naturligvis med fokus på emner hvor ESS i særlig grad vil gøre en forskel. En forståelse som næste generations nøgleteknologier vil bygge på. Samme funktionalitet blev udviklet i forbindelse med dannelsen af CERN's teorigruppe ved Niels Bohr Institutet i midten af halvtredserne. Og her viser erfaringerne, at en stærk teorigruppe i samarbejde med de eksperimentelle forskningsmiljøer havde afgørende betydning for at udvikle CERN til verdens absolutte centrum for højenergi og partikelfysik.

ESS har i den forbindelse etableret et samarbejde med Københavns Universitet om at etablere et sådant teoricenter i tilknytning til såvel ESS DMSC som de eksisterende forskningsmiljøer på universitet. De foreløbige planer indikerer, at teoricenteret vil få et omfang på 10-15 forskere, samt at ESS-organisationen vil stå for en betydelig del af teoricentres finansiering. Teoricentrets organisering og funktionalitet adskiller sig således fra de øvrige fyrtårnsmiljøer, der er skitseret i det ovenstående kapitel. Dels fordi centret vil fungere som en integreret del af ESS-organisationen. Dels fordi centrets aktiviteter kun i begrænset omfang vil være rette mod danske erhvervsvirksomheder. Men teoricentret skaber en unik mulighed i forhold til den fremtidige brobygning med ESS-organisationen, lige som det vil sikre, at dansk forskning får en central placering i udviklingen af de fremtidige analysemetoder på ESS. En kompetence, som vil kunne få stor betydning for den faglige udvikling på de øvrige fyrtårnsmiljøer. Det er derfor en central udfordring for teoricentret at der etableres stærke samarbejdsrelationer til de øvrige forskningsmiljøer i Danmark, herunder ikke mindst de fremtidige fyrtårnsmiljøer.

# 5. Den fremtidige indsats: Hvordan når vi i mål?

I det forrige kapitel blev der opstillet en række konkrete mål, der beskriver, hvad der skal ske i de kommende 10-15 år for at vi får fuld valuta af det danske ESS-medværtskab. Det står imidlertid klart, at realiseringen af de opstillede mål ikke sker af sig selv. Det kræver en klar og dedikeret indsats fra alle involverede parter, hvis de opstillede mål og visioner skal nås. For at få et klarere billede af hvordan denne indsats skal udformes, beskrives i følgende hvilke aktiviteter og indsatser, der skal til for at få opfyldt de forskellige målbilleder. I første afsnit er der fokus på de aktiviteter og initiativer, der allerede er sat i gang, eller som er under planlægning. I de efterfølgende tre afsnit beskrives en række konkrete forslag til initiativer, som det vil være nødvendigt at gennemføre, for at indfri den opstillede vision og mål.

## 5.1 Igangsatte initiativer

Forberedelserne til ESS og de øvrige forskningsfaciliteter i og omkring Danmark har været undervejs i en årrække. Som det fremgår af nedenstående tabel er der allerede igangsat flere meget omfattende aktiviteter og initiativer, som skal forberede etableringen af ESS (og MAX IV). Herudover er en række initiativer under udvikling, og som hvis de bliver gennemført, vil understøtte indfrielsen af målbillederne i et ganske betydeligt omfang.

**Tabel 4.1:**  
Planlagte/igangsatte initiativers betydning for målbilleder

| Mål   | Igangsatte initiativer (eller planlagte)  | Status - tilbageværende udfordringer  |
|---|---|---|
| 1. Kapacitetsopbygning: Opbygning af brugermiljø                    | - Interreg-projekt<br>- Nordisk neutronprogram<br>- Diverse universitetsindsatser | Igangsatte initiativer dækker omkring halvdelen af kapacitetsbehovet          |
| 2. Fyrtårnsmiljøer  |   | Manglende finansiering/ planer for etablering af fyrtårnsmiljøer              |
| 3. Brobygning mellem ESS og danske videnmiljøer                     | Aftale med ESS om danske forskeres involvering i opbygningen af ESS               | Få konkrete samarbejder mellem ESS og DK-universiteter                        |
| 4. Effektiv adgang til ESS for erhvervslivet                        |   | Ingen konkrete initiativer  |
| 5. Erhvervsrelevant videnopbygning                                  |   | Ingen konkrete initiativer<br>Begrænset samspil ml. forskning og erhverv      |
| 6. Industriportaler   | Samfundspartnerskab for avancerede materialer                                     | Afklaring af finansiering, manglende samspil med GTS                          |
| 7. Højteknologiske leverandørvirksomheder til forskningsfaciliteter | Opslag omkring fortsat støtte til big science-indsats                             | Få konkrete ordrer til ESS<br>Behov for forretningsplan for fremtidig indsats |
| 8. Arbejdsmarkedet for højtuddannet arbejdskraft                    | Interreg-projekt  | Stadig få ESS-ansatte bosat i Danmark.  |
| 9. Tiltrækning af talent og vidensvirksomheder                      | Interreg-projekt  | Mangler forretningsplan for fremtidig indsats                                 |
| 10. Strategisk Øresundssamarbejde                                   |   | Ingen konkrete initiativer  |

De igangsatte og planlagte indsatser vil få stor betydning for indfrielsen af flere af de opstillede mål og målsætninger. Det gælder ikke mindst målsætningen om en styrket kapacitetsopbygning, hvor der er igangsat to initiativer, Interreg-projekt og Fællesnordisk program for neutronforskning, der understøtter uddannelsen af nye neutronbrugere – blandt andet gennem støtte til ph.d'ere og postdocs. Samtidig har universiteterne igangsat en række mindre initiativer, der på forskellige områder vil styrke kompetenceopbygningen på neutron- og materialeområdet (blandt andet gennem ansættelse af forskere, som har særligt fokus på neutron- og materialeforskning). Herudover er der afsat midler til at fortsætte den hidtidige indsats omkring 'højteknologiske leverandørvirksomheder' (altså de aktiviteter, der i dag varetages af det såkaldte Big Science Sekretariat). På begge områder vil de igangsatte indsatser skabe forudsætninger for i hvert fald delvist at kunne indfri de opstillede målbilleder (se ovenstående tabel). Det samme gør sig delvist gældende, når det handler om de mål, der er opstillet for 'brobygning mellem ESS og danske videncenter' og 'problemløsermiljøer'. Her er der planlagt en række initiativer, som udgør ét vigtigt første skridt på vejen til at få opfyldt de to målsætninger.

Det er vigtigt at pointere, at selvom der er igangsat flere vigtige initiativer, så er der stadig lang vej, før vi kan indfri visionen og de opstillede mål. Det kræver det en klar og dedikeret indsats fra alle involverede parter, hvis vi skal have fuld valuta af vores investeringer i ESS og Max IV. Opfyldelsen af strategiens mål kræver, at universiteter, GTS'er og det forsknings- og innovationsfinansierende system af fonde og råd aktivt understøtter den fremtidige ESS-indsats. Desuden kan private fonde og erhvervsliv bidrage.

For at få et klarere billede af, hvordan denne indsats skal udformes, beskrives i det følgende hvilke aktiviteter og indsatser, der skal til for at opfylde de forskellige mål.

## 5.2 Verdensførende forskningsmiljøer

Et centralt element i visionen om at opbygge en række af verdensførende forskningsmiljøer inden for life science og det materialeteknologiske område handler det om sikre en tilstrækkelig *kapacitetsopbygning* på neutronområdet. Der er således behov for 150-200 nye neutronbrugere over de kommende 10 år. Da det i mange tilfælde tager tre år at uddanne en neutronbruger, (ph.d.-studerende) vil det være vigtigt at påbegynde kapacitetsopbygningen hurtigst muligt. Samtidig er det også afgørende, at kapacitetsopbygningen sker gradvist, så der ikke kommer til at ske en overophedning af forskningsområdet.

Der er allerede taget en række initiativer (og flere initiativer er i støbeskeen), som vil bidrage til den nødvendige udvidelse af neutronbrugermiljøet. Det er således vurderingen, at de igangsatte indsatser vil bidrage til uddannelsen af omkring 55-75 nye neutronbrugere – svarende til omkring 1/3 af den ønskede kapacitetsopbygning. Hertil kommer, at antallet af neutronbrugere helt naturligt vil øges i takt med, at danske forskere opdager de muligheder, som ESS skaber. Samlet betyder det, at omkring halvdelen af det samlede kapacitetsopbygningsbehov sandsynligvis vil blive dækket gennem en naturlig tilstrømning til neutronbrugermiljøet eller på grund af de igangsatte indsatser. Så selv om der er taget flere vigtige initiativer, er der stadig behov for en betydelig indsats, før vi er i mål. God adgang til i dag eksisterende neutronfaciliteter vil være af afgørende betydning for en fremgangsrig og effektiv kapacitetsopbygning i Danmark.

Opbygningen af 3-5 internationalt anerkendte fyrtårnsmiljøer spiller i den sammenhæng en helt afgørende rolle. Fyrtårnene er nødvendige, hvis vi skal opbygge verdensførende forskningsmiljø inden for life science og materialeforskningen, og de vil også spille en helt central rolle i den fremtidige kapacitetsopbygning. De er således en afgørende forudsætning for at kunne nå i mål med ambitionen om, at det danske neutronbrugermiljø skal øges med 2,5 gang inden 2015. Endelig spiller fyrtårnsmiljøerne også en helt central rolle for opbygningen af et effektivt samspil med erhvervslivet. Til trods for fyrtårnsmiljøernes afgørende rolle for den fremtidige ESS-indsats, er der hverken taget konkrete initiativer – end sige afsat midler – til for at få etableret miljøerne. Det er derfor helt afgørende, at

der i den kommende årrække findes den nødvendige finansiering til opbygning og drift af disse miljøer – hvad enten det sker gennem særskilte forskningssatsninger, prioritering af universiteternes egne forskningsmidler eller gennem bidrag fra private fonde.

Endelig udgør samspil og brobygning med ESS-faciliteten en vigtig forudsætning for, at danske forskningsmiljøer kan trække på den viden og kompetence, som opbygges i ESS-organisationen. Det gælder ikke mindst i forhold til ESS DMSC, hvor danske forskningsmiljøer vil have særligt gode muligheder for at opbygge tætte samarbejdsrelationer. På nuværende tidspunkt er der imidlertid kun etableret få formaliserede samarbejder mellem ESS og de danske forskningsmiljøer. Det er derfor afgørende, at der i den kommende periode etableres tættere og mere forpligtende dialog mellem ESS og de danske universiteter.

Nedenstående figur giver et overblik over allerede igangsatte indsatser, forslag til nye indsatser og konkrete milepæle for udviklingen frem til 2025.

Danske universiteter har i 2025 opbygget nogle af verdens førende forskningsmiljøer inden for analyse, modellering og design af hårde, bløde og/eller biologiske materialer

| Mål   | Indsatser   | Milepæl 2025  |
|---|---|---|
| Der er tre gange flere neutronbrugere i Danmark i 2025 end i dag, heraf er:   | <i>Igangsatte indsatser</i>   | 180 nye neutronbrugere, heraf:  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halvdelen af neutronforskere, som hyppigt anvender neutronspreddning.</li> <li>• Kapacitetsopbygning har omfattet forskere i alle stillingskategorier</li> <li>• Halvdelen af væksten har fundet sted på forskningsområder, som ikke har haft tradition at anvende neutronspreddning.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nyt Interreg-projekt (2016-18)</li> <li>- Fællesnordisk program for neutronforskning (2015-19)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 45 faste stillinger</li> <li>- 45 på ikke-traditionelle neutronforskningsområder</li> </ul>  |
| Der er etableret 3-5fyrtårnsmiljøer inden for life science og det materialevidenskabelige område  | <i>Behov for nye indsatser</i>  | 3-5 nye fyrtårnsmiljøer udpeget og under opbygning  |
| Der er opbygget et tæt og forpligtende samspil mellem ESS og danske universiteter – blandt andet i forhold til ESS DMSC   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planer for ESS-indsats på de enkelte universiteter</li> <li>2. Styrket uddannelsesindsats (Nordisk neutronprogram II)</li> <li>3. Partnerskab om fyrtårnsmiljøer</li> <li>4. MoU mellem ESS og universiteter</li> <li>5. Aftale med ILL om 'instrument scientists'</li> <li>6. Fastholdelse af DansScatt's koordinerende rolle</li> </ol> | <ul style="list-style-type: none"> <li>30 ESS-ansatte og 20 ESS ph.d.'er er tilknyttet DK-universitet, aftale om dansk instrumentinvolvement.</li> <li>Studerende på det teknisk-naturvidenskabelige område har mulighed fået grundlæggende viden om neutronspreddning</li> <li>Der er etableret samarbejde med andre relevante universiteter i Danmark og udlandet.</li> </ul> |

### Nye indsatser

I det følgende beskrives en række konkrete indsatser, som er nødvendige, for at dansk forskning kan få fuldt udbytte af det danske ESS-medværtskab, herunder at der etableres en række førende forskningsmiljøer inden for analyse, modellering og design af hårde, bløde og/eller biologiske materialer.

#### 5.2.1 Planer for ESS-indsats på de enkelte universiteter og GTS-institutterne

Opbygningen af det danske neutronlandskab er helt afhængigt af universiteternes aktive medvirken og prioritering af den fremtidige indsats. Flere universiteter har allerede igangsat en række spændende initiativer for at indfri opstillede mål. Det er vurderingen, at der også fremover vil være behov for et langsigtet ESS-fokus på ledelsesniveau og en tæt koordinering mellem universiteterne. Det foreslås derfor, at hvert af de involverede universiteter/GTS'er udarbejder en individuel ESS-plan, som indeholder mål og pejlemærker for organisationens fremtidige ESS-indsats. For at sikre en tilstrækkelig grad af commitment vil de væsentligste pejlemærker og aktivitetsmål blive indarbejdet i universiteternes udviklingskontrakter.

ESS-planerne skal blandt andet adressere omfatte følgende fokusområder:

- Universitetets uddannelsesaktiviteter på såvel forsker- som kandidat/bachelorniveau (hvordan den nødvendige kapacitetsopbygning sikres)
- Aktiviteter for spredning af neutronmiljøet til nye forskningsområder
- Planer for opbygningen af fyrtårnsmiljøer
- Involvering i instrumentudvikling/drift af instrumenter
- Mål og planer for brobygningsaktiviteter mellem ESS og universitetet
- Det fremtidige samarbejde med erhvervsliv omkring neutrontechnologien.

GTS-institutternes planarbejde vil naturligt have en bredere karakter og have fokus på aktiviteter relateret til hele det materialeteknologiske område, herunder særligt aktiviteter knyttet til storskalafaciliteterne som ESS, MAX IV og XFEL.

*Ansvarlig:* Det enkelte universitet/GTS er ansvarlig for udarbejdelse af en ESS-plan. Planerne indarbejdes i samarbejde med Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) i udviklingskontrakter.

*Tid:* ESS-planer udarbejdes i løbet af 2016, således at planerne efterfølgende kan indarbejdes i udviklingskontrakterne gældende for 2018-2020.

### **5.2.2 Styrket uddannelsesindsats på neutronområdet**

For at sikre den nødvendige kapacitetsopbygning er der behov for, at der igangsættes en omfattende uddannelsesindsats på såvel ph.d.- som på kandidat/bachelorniveau. Der etableres i regi af Fællesnordisk Neutronforskningsprogram en forskerskole med fokus på neutronspreddning. Forskerskolen fungerer frem til 2025, og skal i denne periode målrette sine aktiviteter inden for forskellige forskningsområder.

Forskerskolen suppleres af en række stipendieprogrammer, som støtter uddannelsen af nye neutronforskere. Der er i den sammenhæng igangsat to vigtige initiativer: Interreg-projektet: Cross Border Science and Society og Fællesnordisk program for neutronforskning, som begge vil støtte uddannelsen af unge forskere gennem forskellige stipendier. For at sikre at der også efter 2020 er muligheder for at uddanne nye neutronforskere, foreslås det, at det nordiske neutronprogram fortsættes efter 2020. Det vil sige et Fællesnordisk Neutronforskningsprogram II, der i perioden 2020-2025 kan fortsætte med at understøtte uddannelsen af neutronforskere i Norden.

Der ikke alene behov for flere forskeruddannede personer. Det er også behov for, at studerende på bachelor- og kandidatniveau får opbygget grundlæggende kendskab og kompetencer til neutronspreddning. Det foreslås derfor, at samtlige studerende på bachelor/master-niveau på det naturvidenskabelige/tekniske område, tilbydes kurser inden for neutron-/synkrotronspreddning. Det foreslås i den sammenhæng, at der gennemføres en kortlægning af den igangværende uddannelsesindsats, og at universiteterne på den baggrund tager stilling til behovet for at udbyde nye kurser og uddannelsesindsatser.

*Ansvarlig:* Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) er ansvarlig for forlængelse af Fællesnordisk program for neutronforskning frem til 2025. DanScatt er ansvarlig for at gennemføre undersøgelse af uddannelsesinitiativer på bachelor/master-niveau. Universiteterne vil efterfølgende være ansvarlige for at sikre den nødvendige adgang til uddannelses-tilbud.

*Tid:* Forslag til forlængelse af det nordiske neutronprogram besluttet i løbet af 2017. DanScatt afslutter undersøgelse medio 2016, så nye uddannelses-tilbud kan være klar til studiestart 2017.



### 5.2.3 Partnerskabsaftale om fyrtårnsmiljøer

Et helt centralt element i strategien handler om etableringen af 3-5 internt anerkendte fyrtårnsmiljøer. Fyrtårnsmiljøerne vil ikke opstå af sig selv – blandt andet fordi de udgør en markant investering. Det er derfor helt afgørende, at der i den kommende årrække findes den nødvendige finansiering til opbygning og drift af disse miljøer. Det foreslås i den forbindelse, at der etableres et *partnerskab* mellem universiteter og Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) og erhvervslivet omkring opbygningen af de fremtidige fyrtårnsmiljøer. Konkret betyder det, at universiteterne forpligter sig til at etablere 3-5 fyrtårnsmiljøer i relation til ESS. Da etableringen af fyrtårnsmiljøerne udgør en meget omfattende strategisk satsning, der ikke alene har betydning for det enkelte universitet, men for det samlede udbytte af det danske ESS-medværtskab, forudsættes det, at der fra central statslig side (eller fra bidrag fra private fonde, erhvervsliv med videre) sker en medfinansiering på mindst halvdelen af de samlede udgifter. Som led i partnerskabet vil den statslige finansieringsandel blive drøftet i forbindelse med de politiske forhandlinger af de kommende finanslove.

Det foreslås i den sammenhæng, at universiteter og UFM – i dialog med erhvervsliv og EVM - sammen udarbejder en *handlingsplan* for implementeringen af fyrtårnsmiljøerne. Handlingsplanen skal være klar i foråret 2016 i forbindelse med, at universiteternes/GTS'ernes ESS-planer også ligger klar. Handlingsplanen vil dels kvalificere ESS-strategiens beskrivelse af mulige fyrtårnsmiljøer, dels beskrive udmøntningsprocessen for fyrtårnsmiljøerne.

*Ansvarlig:* UFM er i samarbejde med universiteterne ansvarlig for at udarbejde handlingsplan. UFM er ligeledes ansvarlig for, at spørgsmålet rejses ved fremtidige finanslovsforhandlinger.

*Tid:* Handlingsplanen er klar i løbet af foråret 2016.

### 5.2.4 MoU mellem ESS og danske universiteter

Dagens ad hoc-prægede samarbejde mellem ESS og dansk forskning betyder, at der i øjeblikket kun er få formaliserede samarbejder mellem ESS og de danske forskningsmiljøer. Der er imidlertid flere eksempler på, at udenlandske laboratorier og universiteter er begyndt at opbygge tætte samarbejdsrelationer med ESS. Det betyder, at danske universiteter i stigende grad befinder sig i en konkurrencesituation med andre europæiske universiteter/laboratorier, og det bliver vanskeligere at fastholde den eksisterende danske særstatus på ESS. Det er derfor afgørende, at der i den kommende periode etableres tættere og mere forpligtende dialog mellem ESS og på de danske universiteter

Det foreslås derfor, at der i regi af den fremtidige ESS-rådgivningsgruppe (se afsnit 5.5) udarbejdes et fælles memorandum of understanding (MoU) mellem ESS og de danske universiteter, som opstiller de overordnede mål planer for det fremtidige samarbejde.

Mulige temaer i et MoU kunne være:

- Mål og rammer for, hvordan ESS-ansatte kan blive tilknyttet danske universiteter
- Uddannelse af ph.d.-studerende
- Sikring af tæt samarbejde med ESS DMSC
- Uddannelse af et antal 'instrument scientist'
- Aftale om dansk instrument-involvering, herunder konkrete mål for danske forskeres instrumentinvolvering i såvel konstruktions- som driftsfasen.

Det skal understreges, at sådant MoU ikke hindre de enkelte universiteter i at indgå separate aftale med ESS, hvilket blandt andet er nødvendigt i forbindelse med indgåelse af instrumentaftaler.

*Ansvarlig:* Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) og universiteter er fællesskab ansvarlige for udarbejdelse af MoU.

*Tid:* MoU udarbejdes i løbet af 1. halvår 2016.

### 5.2.5 Uddannelse af instrument scientists på ILL

ESS vil de første 5-10 år ikke have mulighed for at uddanne tilstrækkeligt mange af sine egne instrument scientists og vil derfor have behov for at kunne tiltrække forskere med disse kvalifikationer. I det omfang, det er muligt at uddanne danske forskere til disse funktioner, vil de være en meget attraktiv arbejdskraft for ESS samtidig med, at det også vil styrke brobygningen mellem ESS og den danske forskningsverden.

Danmarks medlemskab af neutronfaciliteten ILL i Grenoble giver mulighed for at få uddannet et antal instrument scientist på ILL-faciliteten. Det foreslås derfor, at der indgås en uddannelsesaftale med ILL om sådanne uddannelsesforløb. Finansieringen af de danske forskere skal ske gennem det fællesnordiske program for neutronforskning. Det betyder, at programmet kan støtte ansættelsen af ph.d.-studerende på et dansk universitet, der som led i sin forskeruddannelse er udstationeret på ILL, hvor vedkommende arbejder som instrument scientist.

*Ansvarlig:* DanScatt er sammen med UFM ansvarlige for, at der udarbejdes aftale med ILL

*Tid:* Samarbejdsaftale udarbejdes i løbet af 1. halvår 2016

### 5.2.6 Fastholdelse af DanScatts koordinerende rolle

På det forskningsfaglige niveau spiller DanScatt en afgørende rolle for at sikre koordinering, arbejdsdeling og samarbejde på stråleområdet (det vil sige synkrotron-, neutron- og elektronlaserområdet). Der er behov for at sikre langsigtede og stabile finansielle rammevilkår for DanScatt. Det foreslås derfor, at det etableres en stabil og langsigtet finansieringsløsning for DanScatt i forbindelse med indgåelse af de kommende års kontrakter mellem DanScatt og Styrelsen for Forskning og Innovation (FI).

*Ansvarlig:* UFM

*Tid:* Kontrakt med DanScatt skal fornyes i løbet af januar 2016

### 5.3 Brobygning til det danske samfund

Hvis vi skal opbygge et af verdens førende innovationssystemer inden for life science og det materialeteknologiske område, er der behov for at styrke brobygningen mellem ESS, MAX IV og det danske samfund. Det gælder ikke mindst i forhold til dansk erhvervsliv, som kun i begrænset omfang har tradition for samarbejde med såvel neutronfaciliteter som de eksisterende neutronbrugermiljøer. Resultatet er, at mange neutronforskingsmiljøer kun i begrænset omfang beskæftiger sig med forskning, som har direkte betydning for virksomhedernes innovation og udvikling. På samme måde har mange virksomheder kun en begrænset viden om de muligheder, som moderne analyse og karakteriseringstekniker skaber for virksomhederne.

Derfor er det vigtigt, at den kommende kapacitetsopbygning også kommer til at afspejle erhvervslivets behov for viden og kompetencer. Det gælder ikke mindst i forhold til fyrtårnsmiljøerne, som bør etableres i tæt samarbejde med dansk erhvervsliv, og på områder som er relevante for danske virksomheder (se afsnit 4.2). På samme måde er det helt afgørende, at kapacitetsopbygningen også kommer til at omfatte forskere, der er ansat i danske virksomheder.

Nedenstående figur giver et overblik af allerede igangsatte indsatser, forslag til nye indsatser og konkrete milepæl for en midtvejs vurdering i 2020.

**I 2025 er der opbygget et af verdens førende bio- og materiale teknologiske innovationssystemer i Danmark, der styrker innovation og vækst i dansk erhvervsliv**

| Mål   | Indsatser   | Milepæl 2025   |
|---|---|--|
| Virksomheder har effektiv adgang til ESS  | <i>Igangsatte indsatser</i>   | Adgangsregler for forsker og virksomheder på plads                       |
| Danske og svenske universiteter driver sammen med regionale aktører et Industrial user office (IUO) på ESS            | Støtte til at fortsætte big science-indsats                         | Der er etableret minimum én industriportal/ materiale-problemknusermiljø |
| Fyrtårnsmiljøer fungerer i positivt samspil med erhvervslivet, og på områder som er relevante for erhvervslivet.      | <i>Behov for nye indsatser</i>                                      | IOU-funktion aftalt og under opbygning                                   |
| Flere industriportaler hjælper danske virksomheder med at løse konkrete problemer på bio- og materialeområdet         | 1. Fleksibel adgang til ESS for virksomheder                        | Der gennemføres hvert år 10 samarbejdsprojekter på neutronområdet        |
| Det teknologiske servicesystem er en aktiv par i industriportal   | 2. Opbygning af industriportaler                                    | 10 % af neutronbrugerne er ansat i private virksomheder                  |
| En klynge af videnintensive virksomheder har specialiseret sig i leverancer af udstyr til faciliteter i og omkring DK | 3. Fokusering af erhvervs PhD-indsatsen ift. neutron-/stråleområdet | GTS-institutterne er en aktiv del af industriportalerne                  |
|   | 4. Forretningsplan for dansk leverandørindsats                      | Order fra forskningsfaciliteter på 750 MDKK til DK-virksomheder          |

### Nye indsatser

I det følgende beskrives en række indsatser, som vil styrke samspillet mellem ESS, dansk forskning og erhvervsliv, og som vil sikre, at Danmark udvikler sig til et af verdens førende innovationssystemer inden for life science og det materiale teknologiske område.

#### 5.3.1 Fleksibel adgang til ESS for virksomheder

Det store flertal af virksomheder vil primært anvende ESS i samarbejde med et universitet, men det er stadig afgørende, at danske og udenlandske virksomheder sikres adgangsmulighed til ESS på rimelige vilkår og med den nødvendige service fra ESS-organisationen, imens de har adgang til faciliteten. Det betyder for det første, at de vurderingskriterier, der anvendes i forhold til tildeling af eksperimentel tid også bør inddrage de innovationsmæssige aspekter ved et forslag. For det andet er det helt afgørende, at ESS opleves som en facilitet, der er åben for erhvervslivet, og som kan håndtere virksomhedernes særlige behov.

Der er imidlertid tradition for europæiske forskningsfaciliteter i stort omfang er orienteret mod den offentlige forskningsverden og deres ønsker/behov. Det betyder eksempelvis at tildelingen af eksperimentel tid ofte sker på baggrund af projekternes videnskabelige excellence. På samme måde er faciliteterne kun sjældent gearret til at kunne hjælpe virksomhederne med at gennemføre deres eksperimenter – eksempelvis omkring fremstilling af egnede forsøgssamples. Det gør det vanskeligt for virksomhederne, at få adgang til faciliteterne.

Det er afgørende, at ESS i højere grad end andre europæiske forskningsfaciliteter er åben over for erhvervslivets anvendelse af faciliteten. Strategigruppen foreslår derfor for det første, at der vedtages adgangsregler, der kan sikre, at virksomheder får effektiv adgang til ESS. Det betyder blandt andet, at der innovationshøjden også skal indgå i vurderingen af ansøgninger om eksperimentel tid ved ESS.

For det *andet* foreslår strategigruppen at der etableres et fælles dansk-svensk-ESS Industrial User Office (IUO) på ESS, der primært har til opgave at hjælpe europæiske virksomheder med at ansøge om eksperimentel tid eller yder hjælp til at finde samarbejdspartnere i forbindelse med deres forsøg på ESS. IUO vil komme i kontakt med et bredt udsnit af Europas videnvirksomheder, der søger hjælp til at få undersøgt et materialerelateret problem. Dermed får kontoret en unik mulighed for at skabe kontakt mellem disse virksomheder og danske og svenske forskningsmiljøer. Kontoret kan dermed være med til at udbygge Danmarks position som centrum for materialeudvikling, og på sigt gøre Danmark til et attraktivt sted at lokalisere videntunge virksomheder.

For det *tredje* foreslår vi, at Danmark (i samarbejde med Sverige) arbejder for, at der ud over de første 16 instrumenter etableres minimum to instrumenter, der er særligt målrettet erhvervslivets behov for at analysere materialer. Erhvervslivet skal have særligt fleksible muligheder for at søge om eksperimentel tid på disse instrumenter. Instrumenterne kan eksempelvis søges finansieret gennem forskellige EU-midler, der har fokus på udviklingen af den europæiske konkurrenceevne, eller andre EU-kilder.

*Ansvarlig:* UFM er ansvarlig for, at der udarbejdes en 'Access Policy', der giver virksomheder mulighed for at få adgang til ESS. Fra dansk side er Region Hovedstaden ansvarlig for at udvikle forslag om IUO i samarbejde Region Skåne og ESS-organisationen.

*Tid:* UFM begynder at forberede beslutning om adgangsregler i løbet 2016. Fælles forslag til forretningsplan for IUO (herunder også finansiering) udvikles ved udgangen af 2016.

### 5.3.2 Opbygning af industriportaler

Innovationsfonden har i 2015 igangsat et arbejde for at etablere et samfundspartnerskab på materialeområdet, der blandt andet tager sigte på at opbygge et antal industriportaler. Portalerne skal etablere samarbejder mellem virksomheder og videninstitutioner, således at virksomhederne kan få hurtig og direkte hjælp til løsning af konkrete materialerelaterede problemstillinger. Industriportalene forventes samtidigt at øge danske virksomheders viden om mulighederne ved storskala faciliteter som ESS/MAX IV/XFEL. Projektet har et forløb på 3-5 år og en samlet økonomisk ramme på 50 millioner kroner.

I forbindelse med etableringen af industriportalen bør der udarbejdes en plan for, hvordan GTS'erne kan deltage mere aktivt og forpligtigende i dette arbejde. En mulighed er, at GTS'erne i en startfase via industriportalene kan medvirke til kontaktskabelse, problemidentifikation og dialog med danske erhvervsaktiviteter. På et senere tidspunkt, hvor der gradvist er opbygget mere viden om røntgen- og neutronspredning i GTS systemet, kan det tænkes, at dele af portalens aktiviteter kan overdrages til et GTS-institut og virke sammen med instituttets udviklede laboratorieinfrastruktur og almindelige industrisupport.

Det er selvfølgelig en forudsætning for denne indsats, at der tilvejebringes den nødvendige finansiering. Og bortset fra de igangværende planer om at etablere et antal industriportaler med støtte fra Innovationsfonden er der ikke midler, der kan sikre opbygningen af et tættere samspil mellem erhvervsliv og videninstitutioner på neutronområdet. Og i det omfang det eksisterende "industriportal-forslag" ikke opnår støtte fra Innovationsfonden vil der ikke være finansiering til at etablere et antal industriportaler. På den baggrund udgør finansieringen af samspilsaktiviteterne naturligvis en helt afgørende barriere, for om det lykkes at realisere målsætningen om at etablere flere industriportaler i tilknytning til ESS og MAX IV.

*Ansvarlig:* Universiteter er sammen med Innovationsfonden ansvarlig for etableringen af flere industriportaler.

*Tid:* Industriportaler igangsættes medio 2016.

Fokusering af ErhvervsPhD-indsats mod neutron-/stråleområdet

Det er en central udfordring at få øget danske virksomheders viden og kompetencer på neutron- og synkrotronområdet. En af de mest effektive måder at styrke virksomheders forskningsmæssigt er gennem ErhvervsPhD-ordningen, hvor virksomheder sammen med universiteter og med støtte fra Innovationsfonden uddanner forskere på områder, som er særligt interessante for virksomhederne. Det foreslås derfor, at de kommende industriportaler sammen med Innovationsfonden skal gennemføre en målrettet informationsindsats om mulighederne for at styrke virksomhedernes kompetencer på neutronområdet gennem den eksisterende ErhvervsPhD.-ordning. Endvidere er det målsætningen, at indsatsen skal give virksomhederne ideer og råd om mulighederne for at igangsætte konkrete erhvervsPhD-projekter – altså en slags match-making indsats. Initiativet gennemføres i udgangspunktet inden for de eksisterende finansielle rammer af ErhvervsPhD-ordningen.

*Ansvarlig:* Den kommende danske industriportal er i samarbejde med Innovationsfonden ansvarlig for at gennemføre initiativet.

*Tid:* Den fokuserede erhvervsPhD-indsats igangsættes medio 2016, og løber frem til 2020.

#### **5.3.4 Forretningsplan for dansk leverandørindsats**

Der findes i dag en lille, men kompetent gruppe af virksomheder, der leverer udstyr til de store europæiske forskningsfaciliteter, og som med stor sandsynlighed vil kunne opbygge en betydelig ordreportefølge hos både ESS og MAX IV. Det er imidlertid vanskeligt at forestille sig, at disse virksomheder alene kan opfylde målsætningen om, at danske viden- og virksomheder frem til 2030 har genereret omsætning for cirka 2 milliarder kroner på disse faciliteter. Det betyder, at der er behov for at øge antallet af potentielle leverandørvirksomheder.

Gennem den seneste årrække har Big Science Sekretariat haft til opgave at hjælpe danske virksomheder med at få ordrer på store internationale forskningsfaciliteter, herunder ikke mindst ESS. Bevillingerne til dette arbejde udløber ved udgangen af 2015. Styrelsen for Forskning og Innovation har imidlertid, med forbehold for bevillingerne på det kommende års finanslove, besluttet at fortsætte støtten til dette arbejde med 3 millioner kroner om året i perioden 2016-2018. Derudover er der afsat knap 0,42 millioner kroner om året i regi af Interreg-projektet ESS & MAX IV: Cross Border Science and Society til dette arbejde. Hvorvidt finansieringen er tilstrækkelig til ambitionerne i denne strategi er endnu uafklaret. Derudover er den væsentligste tilbageværende udfordring derfor at få afklaret, hvordan kredsen af leverandørvirksomheder kan øges og opkvalificeres og herunder, om der er behov for at fokusere indsatsen mod særligt perspektivrige områder.

For at sikre etableringen af en dansk klynge af videnintensive virksomheder, der som en del af deres forretning har specialiseret sig i leverancer af udstyr/services til forskningsfaciliteter, skal der tages følgende initiativer for at sikre et styrket samspil mellem forskning og erhverv:

Vinderen af det igangværende udbud skal udarbejde en langsigtet strategi/forretningsplan for opbygningen af en dansk leverandørindustri til ESS/MAX IV. Planen skal sikre flere ordrer til danske virksomheder, blandt andet ved at kredsen af leverandørvirksomheder øges. Strategien kan blandt andet indeholde indsatser i forhold til a) promovning af danske virksomheder hos ESS, b) Informationsarbejde om leverandørmuligheder på ESS og MAX IV, c) Udvikling af kurser og andre uddannelsesforløb, der gør, at danske virksomheder kan imødekomme specifikke produktionskrav på ESS og MAX IV og d) information og promovning af nye teknologimuligheder og potentialer for danske virksomheder, der udvikles omkring ESS og MAX IV. Det kan endvidere besluttes, om indsatsen også skal omfatte tiltrækning af udenlandske big science-virksomheder til Danmark.

*Ansvarlig:* UFM er, sammen med vinderen af det kommende big-science udbud, ansvarlig for at udarbejde forretningsplan (koordineres med det nyligt igangsatte interreg-projekt, som også har aktiviteter på området).

*Tid:* En detaljeret forretningsplan for området udarbejdes i 2016.

#### 5.4 Forankring af ESS og MAX IV i Danmark

Et af de centrale omdrejningspunkter for strategien er at sikre, at ESS og MAX IV forankres i Danmark. Målet er at øge Danmarks attraktivitet – for såvel virksomheder som for tilrejsende forskere og anden specialiseret arbejdskraft. Det vil styrke dansk forskning og forbedre den danske samfundsøkonomi. Der er imidlertid stadig lang vej, før vi er i mål med denne vision. For det første fordi det stadig kun i meget begrænset omfang er lykkedes at tiltrække ansatte ved ESS (og MAX IV) til Danmark. For det andet har Danmark endnu ikke opbygget et klart brand som et af verdens førende centre på materialeområdet. Det gør det vanskeligt at tiltrække virksomheder til landet.

Det er samtidig karakteristisk, at der endnu ikke er etableret en klar plan og strategi for, hvordan vi når i mål med disse målsætninger. Det foreslås derfor, at der igangsættes en række indsatser, som på sigt skal sikre, at ESS og MAX IV forankres i Danmark. I nedenstående figur gives et overblik af allerede igangsatte indsatser, forslag til nye indsatser og konkrete milepæle for udviklingen i 2025.

Danmark og Øresundsregionen har udviklet sig til en dynamisk region, der tiltrækker førende talenter og videnvirksomheder på det bio- og materiale-teknologiske område, og som er kendetegnet ved et smidigt samspil mellem regionale aktører og servicefunktioner samt en stor og uhindret mobilitet af viden og mennesker.

| Mål   | Indsatser   | Milepæl 2025  |
|---|---|---|
| Arbejdsmarked for højtuddannet arbejdskraft:<br>Forskere og teknikere ved ESS kan bosætte sig og arbejde hvor de selv ønsker. | <i>Igangsatte indsatser</i><br>Interreg-projekt<br>Behov for nye indsatser  | 15 % af de ansatte ved både og ESS MAX IV er bosat i Danmark  |
| Tiltrækning af talent og videnvirksomheder:<br>Strategisk Øresundssamarbejde  | 1. Ændrede opholdsregler for ikke EU/EØS-borgere<br>2. Etablering af samarbejde mellem ESS HR og International House Copenhagen<br>3. Styrket indsats for at tiltrække virksomheder til Danmark<br>4. Samarbejdsaftale mellem danske og svenske universiteter | Danmark er kendt som et af verdens centre for forskning og innovation inden for life science og det materialeteknologiske område<br>3-4 materialetunge virksomheder har i etableret F&U-kontor i Danmark<br>Der er samlet tiltrukket 4-8 topforskere til Danmark<br>Der rekrutteres årligt 10-15 forsknings-talenter til danske universiteter og virksomheder.<br>Samarbejdsaftale mellem regionens universiteter om ESS/MAX IV samt samarbejdsaftale med udenlandske universiteter |

#### Nye indsatser

I det følgende foreslås en række indsatser, som skal sikre, at ESS og MAX IV integreres i Danmark.

##### 5.4.1 Opholdsregler for ESS-ansatte fra 3. lande

Hvis etableringen af ESS skal styrke opbygningen af arbejdsmarkedet for højtuddannet arbejdskraft, er det afgørende, at ESS-ansatte kan bosætte sig i Danmark uden alt for meget administrativt bøvvl. Imidlertid har borgere uden for EU og EØS (såkaldte 3. lands borgere) vanskeligt ved at få opholdstilladelse i Danmark og arbejde i Sverige. Det betyder, at forskere og eksperter fra eksempelvis USA ikke får mulighed for at bosætte sig i Danmark og arbejde på ESS.

Det foreslås derfor, at de gældende opholdsregler ændres, således at forskere, teknikere og højtuddannede eksperter, der er ansat på ESS-faciliteten også får mulighed for at bosætte sig i Danmark.

*Ansvar:* UFM er sammen med Beskæftigelsesministeriet ansvarlig for indsatsen.

*Tid:* Det forventes, at spørgsmålet er løst i den nuværende folketingsamling.

#### **5.4.2 HR-samarbejde med ESS**

Ud over de rent lovgivningsmæssige udfordringer for, at ESS-ansatte kan bosætte sig i Danmark, er der mange ESS-ansatte, som kun har begrænset viden om mulighederne for at bosætte sig i Danmark, herunder eksempelvis samlet oplysning af de nuværende regler om social sikring, skat, arbejdsmarkedsbidrag, forskellige forsikringer forbundet med et arbejde i et ansættelsesforhold, boligtilbud, dagtilbud, kultur- og fritidsliv med mere. Foruden de lovmæssige udfordringer for 3. landsborgere, vil der også være udfordringer for den gruppe af ansatte, der vil udføre arbejde i både Danmark og i Sverige; blandt andet fordi den ansatte vil blive omfattet af begge landes regler om social sikring, skat, arbejdsmarkedsbidrag med videre.

Det foreslås derfor, at der etableres et samarbejde med HR-ESS med det formål at sikre, at ESS-ansatte får den nødvendige information og rådgivning om mulighederne ved at bosætte sig i Danmark. Samarbejdet indebærer, at International House Copenhagen kan bistå ESS' HR-afdeling med sine 'relocation'-aktiviteter. Som led i samarbejdet vil også kunne tilbydes hjælp til ægtefæller, herunder gratis individuel karrierecoaching med henblik på at finde job i Danmark samt adgang til diverse medfølgende ægtefælle-arrangementer. I tillæg vil der i det nye Inter-reg-projekt ske en kortlægning af aktuelle mobilitetsbarrierer mellem Danmark og Sverige i tilknytning til ESS og MAX IV med fokus på mulige løsningsforslag på de identificerede barrierer.

HR-samarbejdet med ESS skal desuden bidrage til at udnytte ESS som pipeline til rekruttere arbejdskraft til danske universiteter og virksomheder. Ansatte på ESS skal gøres opmærksom på karrieremuligheder i Danmark efter endt ansættelse på ESS. Det gælder især for ph.d.'er og postdocs, hvis ansættelse er midlertidig, men også for besøgende på ESS.

*Ansvar:* Region Hovedstaden er ansvarlig for at samle den relevante partnerkreds om et tæt samarbejde med ESS-HR.

*Tid:* Partnerkreds forventet sammensat – og indsats igangsat inden sommeren 2016.

#### **5.4.3 Styrket indsats for at tiltrække virksomheder til Danmark**

ESS vil ikke alene have betydning for de virksomheder, som allerede findes i Danmark. Kombinationen af verdensledende materialeforskningsfaciliteter samt opbygning af spidskompetencer inden for life science og det materiale teknologiske område gør Danmark til en attraktiv lokalitet for udenlandske videnvirksomheder.

På nuværende tidspunkt har Danmark ikke opbygget et omdømme som centrum for udvikling og anvendelse af hårde, bløde og/eller biologiske materialer. Det betyder naturligvis, at udenlandske videnvirksomheder ikke uden videre vil begynde at lokalisere sig i Danmark, når ESS og MAX IV er fuldt etablerede. Der er med andre ord behov for, at potentielle videnvirksomheder får opbygget et tydeligt billede af de fordele og muligheder, som opstår i forlængelse af etableringen af ESS og de øvrige forskningsfaciliteter i Danmarks nærhed. Det er en stor udfordring at få etableret et sådan billede i vores omverden, og derfor er en omfattende og langsigtet indsats nødvendig.

I den sammenhæng er det en yderligere udfordring at få afklaret eller fastlagt, hvordan det rent praktisk/teknisk kan lade sig gøre at få solgt ideen om Danmark som bio- og materiale teknologisk hotspot. De hidtidige erfaringer peger på, at det er yderst vanskeligt at få kommunikeret til omverdenen, hvorfor etableringen af ESS gør Danmark til en dyna-



misk videnregion, der er et attraktivt sted at lokalisere sin virksomhed. Det skyldes blandt andet, at virksomhederne ikke efterspørger ESS og MAX IV som sådan. Virksomhederne efterspørger avancerede materialeløsninger, som kan give dem et forspring i forhold til deres konkurrenter. Det er derfor afgørende, at branding af ESS kædes sammen med en branding, som også omfatter tilgrænsende styrkepositioner inden for life science og materialeområdet. Afgørende for tiltrækningen af udenlandske videnvirksomheder er derfor at få udviklet en bredere fortælling om de danske styrkepositioner på det bio- og materiale teknologiske området og at få fastlagt en klar strategi for, hvilke typer virksomheder der skal tiltrækkes til Danmark. En vigtig kilde til at opbygge et miljø i Danmark er partnerskaber med andre universiteter i Danmark – fx ift. de danske styrkepositioner - og i udlandet, for derigennem at tiltrække arbejdskraft, erhvervskunder og virksomheder til Danmark.

Copenhagen Capacity og Invest in Denmark udarbejder i løbet af 2016 en forretningsplan for det fremtidige arbejde med at tiltrække virksomheder til Danmark på baggrund af kapacitetsopbygningen på både dansk og svensk side relateret til opførelsen ESS. Forretningsplanen skal kortlægge, hvilke konkrete forretnings- og samarbejds muligheder der eksisterer i dag, et foreløbigt bud på hvilke forretningsmuligheder som vil blive relevant at inddrage på sigt, samt selve investeringspotentialer som følge af kapacitetsopbygningen på universiteterne (f.eks. fyrtårnsmiljøerne). Selve arbejdet med at "oversætte" forskningsstyrkepositioner til forretningsmuligheder kræver assistance fra relevante aktører fra universiteterne. Disse aktører skal endvidere assistere mht. at definere målgruppen af udenlandske virksomheder der skal fokuseres på i investeringsfremme indsatsen. En vigtig del af forretningsplanen vil endvidere blive at kortlægge hvordan arbejdsgangen for interesserede virksomheder skal være, når de kommer til Danmark for at se hvad vi har at byde på. Dette skal udtænkes sammen med industriportalerne og projektgruppen bag det nye 'Industrial User Office', som naturlige medansvarlige sparringspartnere.

*Ansvar:* Copenhagen Capacity og Invest in Denmark er ansvarlig for at udarbejde forretningsplanen.

*Tid:* Forretningsplan for de fremtidige aktiviteter er klar i løbet af 2016.

#### **5.4.4 Samarbejdsaftale mellem danske og svenske universiteter**

Hvis Danmark skal udvikle sig til et internationalt center på materialeområdet, er det afgørende, at man er i stand til at udnytte de samlede videnskabelige ressourcer i regionen. Der findes i regionen internationalt anerkendte universiteter med en række forskellige styrkepositioner og profiler i relation til det bio- og materialeområdet. Dog er der i dag kun i begrænset omfang og primært på enkelt-forskerniveau samarbejde på tværs af Øresund. Det foreslås derfor, at der udvikles en samarbejdsaftale på strategisk ledelsesniveau om samarbejde og arbejdsdeling mellem universiteterne i relation til ESS og MAX IV.

- En sådan aftale kan eksempelvis indeholde:
- Samarbejde om specialiserede kurser på bachelor- og kandidatniveau
- Samarbejde om forskerskoler, kurser og vejledning for ph.d.'er.
- Samarbejde inden for rammerne af nordiske og europæiske forskningsprogrammer
- Dannelse af internationale forskernetværk
- Tiltrækning af internationale talenter til regionen.

#### **5.5 Organisering og proces for det fremtidige arbejde**

ESS-strategien beskriver, hvad der skal til, hvis vi om 10-15 år, når ESS er i fuld drift, skal have sikret, at vi får fuld valuta for det danske ESS-medværtskab. Flere af de indsatser, vi foreslår gennemført, vil derfor blive udviklet og implementeret over en længere årrække og vil kræve involvering og indsatser fra en lang række aktører i det danske forsknings- og innovationssystem.

En helt afgørende succesfaktor i det fortsatte arbejde er, at der kan ske en fortsat effektiv koordinering mellem de involverede parter. Det foreslås derfor, at der med afsæt



i den nuværende strategigruppe dannes en rådgivningsgruppe til UFM med den opgave at overvåge implementeringen af de forskellige initiativer (se bilag 1 for information om deltagerne i strategigruppen). Rådgivningsgruppen mødes en til to gange årligt frem til 2025, for at følge den danske ESS-indsats.

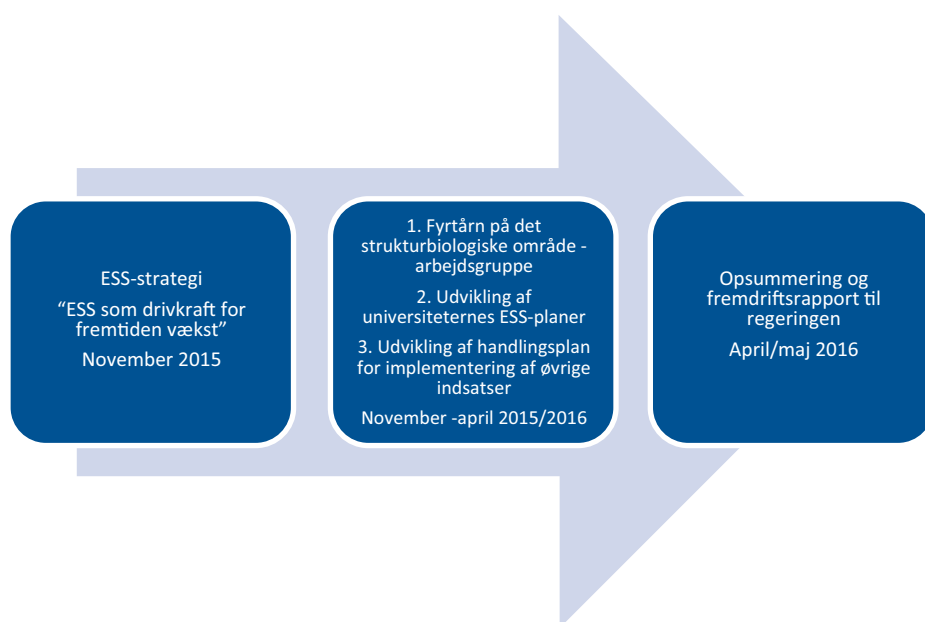
Hovedopgaverne for gruppen kunne blandt andet omhandle:

- At sikre en effektiv implementering af de enkelte indsatser
- At sikre koordinering af indsatsen og gensidig informationsudveksling på området
- At tage initiativ til at igangsætte eventuelt supplerende initiativer
- At udarbejde en kort årlig rapport til uddannelsesministeren om fremdriften i ESS-indsatsen og eventuelt forslå justeringer i indsatsen
- At udarbejde en mere omfattende midtvejsrapport i 2020, der gør status over den hidtidige indsats, og kommer med anbefalinger til større justeringer af indsatsen.

#### **Videre udviklingsproces**

For at sikre effektiv fremdrift foreslår vi, at det indledende implementeringsarbejde følger tre overordnede spor. For det første har strategiarbejdet vist, at der er en stærk interesse fra centrale aktører på life science-området, herunder ikke mindst de største danske farmaceutiske virksomheder, i at få konkretiseret, hvordan et fyrtårn inden for det strukturebiologiske område kan opbygges. Det foreslås derfor, at der nedsættes en tværgående arbejdsgruppe med repræsentanter for erhvervsliv, universiteter, Uddannelsesministeriet samt Erhvervs- og Vækstministeriet, som skal videreudvikle de foreløbige ideer, som er skitseret i denne strategi således, at der i løbet af foråret 2016 kan præsenteres et fuldt forslag til et strukturebiologisk fyrtårnsmiljø, herunder forslag til tematisk indretning, organisering og rammer for finansiering. For det andet foreslås vi at igangsætte arbejdet med at udvikle og færdiggøre universiteternes ESS-planer. Universiteterne har en helt afgørende rolle i det videre forløb, og universiteternes konkrete handlingsplaner vil være et centralt redskab til at få realiseret ESS-strategiens mål. For det tredje foreslår vi at en række forslag i strategien videreudvikles, så de står fuldt klar til at blive implementeret. De ansvarlige aktører har også ansvaret for at sikre den nødvendige koordinering med øvrige involverede interessenter.

Disse tre udviklingsprocesser danner grundlag for en fremdriftsrapport til regeringen i april/maj 2016.



## 6. Bilag 1. Deltager i ESS-strategi- og arbejdsgrupper

| Navn                                  | Titel                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Bo Smith (UFM, formand)               | Chefforhandler                        |
| Anders Holm (EVM)                     | Kontorchef                            |
| Anne Skovbro (Københavns Kommune)     | Direktør                              |
| Thomas Bjørnholm (KU)                 | Prorektor for forskning og innovation |
| Henrik Wegener (DTU)                  | Prorektor                             |
| Niels Christian Nielsen (AU)          | Dekan                                 |
| Lars Fogh Iversen (Novo)              | Corporate Vice President              |
| Charlotte Rønhof (DI)                 | Underdirektør                         |
| Mikkel Agerbæk (Teknologisk Institut) | Direktør                              |
| Kristian Johnsen (Region Hovedstaden) | Vicedirektør                          |
| Peter Høngaard (Innovationsfonden)    | Direktør                              |
| Henrik Jørgen Andersen (Arla Food)    | Forskningschef                        |
| Jesper Nerlov (Haldor Topsøe)         | Projektdirektør                       |

### Arbejdsgruppe 1: Forankring af ESS og MAX IV i Øresundsregionen

| Navn   | Titel                                       |
|--|---|
| Jesper Allerup, Region Hovedstaden (formand)                             | Enhedschef                                  |
| Marianna Lubanski og Peter Munkholm Nielsen, Copenhagen Capacity         | Director - Investment Promotion & Clusters  |
| Arne Jensen, BigScience.dk   | Konsulent, DTU                              |
| Mette Engelbrecht Jensen, DI   | Chefkonsulent                               |
| Michael Ryan Andersen og Joo Ran Norreen, International House Copenhagen | Project Manager                             |
| Vivian Tos Lindgaard, KU   | Chef for International Staff Mobility på KU |
| Tine Hartman Nielsen, Invest in Denmark                                  | Team leader, Life Science                   |

## Arbejdsgruppe 2: Den fremtidige udnyttelse af ESS

| Navn                                     | Titel              |
|--|--------------------|
| Richard Larsen, DI (formand)             | Chefkonsulent      |
| Jane Hvolbæk Nielsen, DTU                | Instituddirektør   |
| Robert Feidelhansl, KU                   | Instituttleder     |
| Bo Brummerstedt Iversen, AU              | Professor          |
| Sune Dalgaard Ebbesen, Innovationsfonden | Scientific officer |
| Jakob Øster, Region Hovedstaden          | Specialkonsulent   |
| Morten Scharff FI                        | Chefkonsulent      |
| Poul Nissen, AU                          | Professor          |

