

## Final report

### 1.1 Project details

<b>Project title</b>	Smart Energy Networks		
<b>Project identification (program abbrev. and file)</b>	EUDP 64013-0149		
<b>Name of the programme which has funded the project</b>	Energiteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram		
<b>Project managing company/institution (name and address)</b>	Danmarks Tekniske Universitet Institut for Elektroteknologi Ørsteds Plads Bygning 348 2800 Kgs. Lyngby		
<b>Project partners</b>	Dansk Energi	CVR nr:	17156616
	DI-Dansk Industri	CVR nr:	16077593
	Dansk Fjernvarme	CVR nr:	55831017
	Dansk Gasteknisk Center	CVR nr:	12105045
	Teknologisk Institut	CVR nr:	56976116
	Aarhus Universitet	CVR nr:	31119103
	Syddanks Universitet	CVR nr:	29283958
	Aalborg Universitet	CVR nr:	29102384
	Alexandra Instituttet	CVR nr:	24213366
<b>CVR</b> (central business register)	30060946		
<b>Date for submission</b>	30. september 2017		

### 1.2 Kort beskrivelse af projektets målsætninger og resultater.

Formålet med projektet har været, at klarlægge gevinsterne ved et integreret energisystem, der fremmer en omkostningseffektiv grøn omstilling af energisystemet. Partnerskabet mellem energiselskabernes brancheorganisationer, industrien samt universiteter og GTS'er, der arbejder med el, varme, køling og gas, har ledt til tre publikationer, som definerer et smart energi system og kommer med anbefalinger til den fremtidige FUD indsats. Dermed bidrages til en begrebsafklaring og en tydeliggørelse af gevinsterne ved en integration af forsyningsarterne. Endvidere er der udarbejdet analyse af, hvordan Danmark kan forblive et energiteknologisk pionerland og, hvordan privat kapital tiltrækkes til energiindustrien.

Det forventes, at der i fremtiden vil være en større integration af de forskellige forsyningsarter el, varme, køling, gas og vand. Dette forudsætter en styrket FUD-indsats, samt udvikling af nye forretningsmodeller og ny regulering.

#### Short description of project objective and results

The purpose of the project has been to identify and clarify the benefits of an integrated energy system, supporting a cost effective green transition of the energy sector. SEN is a part-

nership comprised of Danish utilities, industry partners as well as universities and GTS Institutes, engaged in power supply, heating, cooling and gas.

The SEN partnership has issued three main publications, defining the smart energy system and providing recommendations for the future RD&D efforts. Thus, the partnership has contributed to an essential clarification of terms and concepts regarding a smart energy system, and it has established the benefits of an integration of energy vectors. Furthermore it has supported an investigation into how Denmark can maintain its position as a pioneer within energy technology, including securing private investments in the energy sector. All reports can be found at <http://www.smartenergynetworks.dk/>.

A greater integration of the supply and exchange of power, heating, cooling, gas and water is expected in the future. This implies a strengthened RD&D effort as well as the development of new business models and new regulation.

### **1.3 Executive summary**

Smart Energy Networks er et partnerskab, som gennem en EUDP bevilling i perioden 2014-2017 har gennemført en række analyser, ledende frem til tre hovedpublikationer, samt to større analyser, som alle kan downloades via <http://www.smartenergynetworks.dk/>. Disse indeholder en række anbefalinger til den fremtidige forsknings-, udviklings- og demonstrationsindsats (FUD) på energiområdet med det formål at fremme integration af de forskellige forsyningsarter. Publikationerne og analyserne er gennemført i regi af en række arbejdsgrupper med deltagelse fra energiforsyning og industri, brancheorganisationer, GTS-institutter, kommuner og universiteter. Disse har haft en inkluderende og konsensusføgende tilgang, og anbefalingerne går dermed på tværs af eksisterende sektorer og kan bruges til at sætte rammerne for tværgående indsatser i energiteknologisk forskning, udvikling og demonstration.

Partnerskabet undersøger i forbindelse med projektets afslutning, hvordan det kan fortsætte efter udløbet af EUDP bevillingen.

### **1.4 Projektets målsætninger**

Overordnet har det været formålet, for det offentligt-private partnerskab Smart Energy Networks, at understøtte de energipolitiske mål samt gode og bæredygtige vækstmuligheder for dansk erhvervsliv. En optimal udnyttelse af ressourcerne skal opnås via strategisk planlægning for forskning i, samt udvikling og demonstration af, fremtidens integrerede og intelligente energisystemer.

Dette formål er udmøntet i aktiviteter med følgende konkrete mål:

- At skabe et velfunderet grundlag for en strategisk prioritering af FUD-aktiviteter med relevante internationale perspektiver
- At belyse og påvirke de danske rammevilkår (herunder tilskudsordninger) for FUD-aktiviteter således, at de bedst muligt understøtter udviklingen af nye teknologier og løsninger
- At understøtte den erhvervsmæssige udnyttelse af resultater af FUD-aktiviteterne
- At bidrage til en international synliggørelse af danske Smart Energy Networks FUD-aktiviteter samt til et samspil med de internationale aktiviteter på området
- At formidle en effektiv kontakt og erfaringsudveksling om FUD-aktiviteter mellem de involverede interessenter via de eksisterende branche- og innovationsnetværk.

## 1.5 Projektresultater og formidling af disse

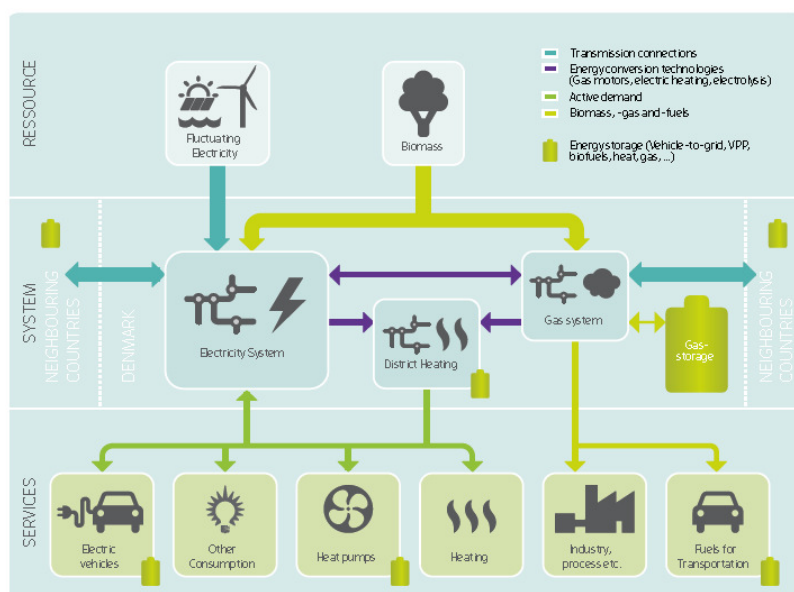
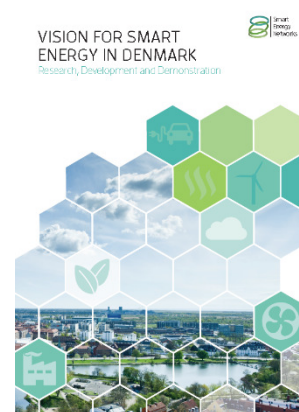
Projektets resultater grupperer sig i en række publikationer:

### Vision for Smart Energy in Denmark<sup>1</sup>

Dette arbejde forløb i 2014 og 2015, og publikationen blev lanceret ved en større workshop med høj opbakning og deltagelse fra industri, myndigheder og vidensinstitutioner. Formuleringen af visionen blev:

#### THE VISION FOR SMART ENERGY IN DENMARK – RD&D:

*The Danish Smart Energy research, development and demonstration will support a smooth transition towards a future, sustainable and cost efficient energy system, providing new world-wide business opportunities for the Danish companies by identifying, developing and demonstrating smart energy knowledge, technologies and solutions.*



Figur 1: Interaktion mellem de forskellige energi-infrastrukturer hjælper til at levere den fleksibilitet, som et fuldt bæredygtigt energisystem kræver (Kilde: Risø DTU)

Konklusioner fra arbejdet blev efterfølgende anvendt som udgangspunkt for arbejdet i andre arbejdsgrupper.

### Partnerskabets anbefalinger til Rammebetingelser for forskning, udvikling og demonstration af smart energi<sup>2</sup>

Denne publikation blev færdig i juni 2016 som produkt af en arbejdsgruppe. Publikationen kommer med 10 konkrete anbefalinger med henblik på at sikre:

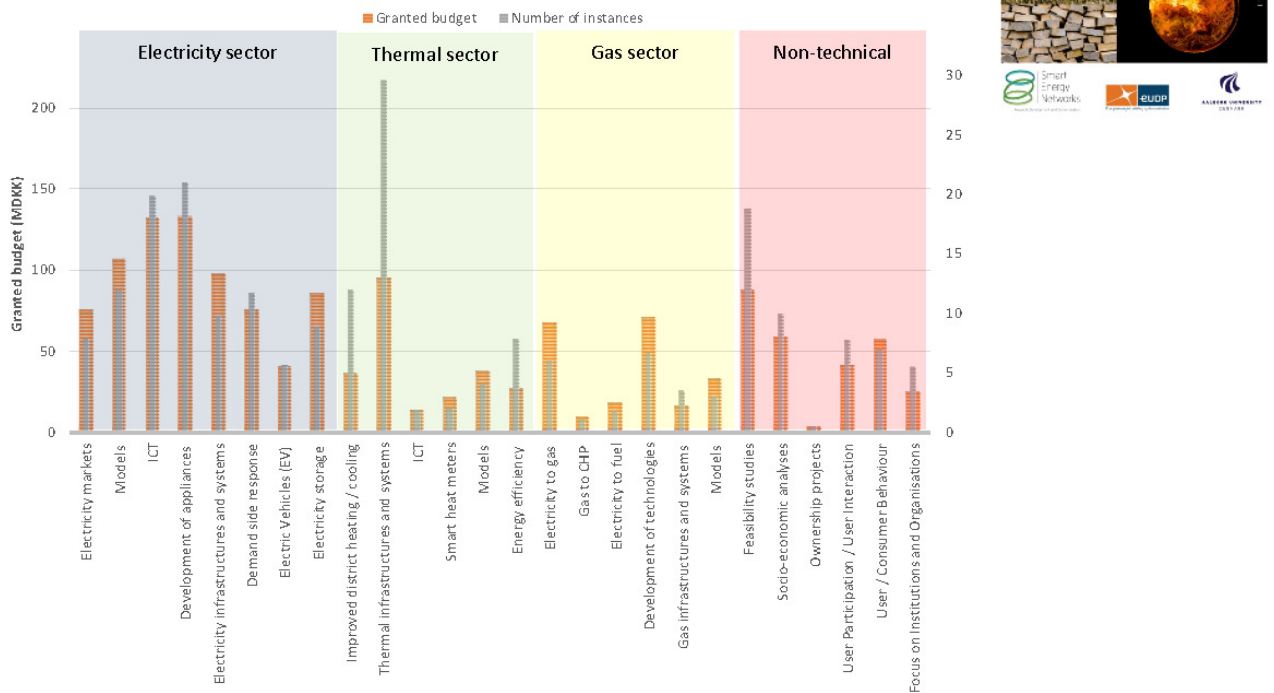
- En velfungerende innovationskæde
- Bedre muligheder for støtte til systemintegration
- Regulatoriske rammer, der understøtter den nødvendige udvikling
- Øget international deltagelse, påvirkning og tilpasning
- Prioriteret og stabil offentlig støtte til Smart Energi.

En af anbefalingerne er for eksempel: "Etabler nemme muligheder for i afgrænsede områder og perioder at gennemføre ægte demonstrationer under afvigende regulatoriske rammebetingelser."



### Review of Smart Energy Projects & Smart Energy State-of-the-Art<sup>3</sup>

Som et led i forberedelserne af de strategiske anbefalinger, gennemførte AAU en systematisk gennemgang og kategorisering af 225 danske projekter, 51 Nordiske og 83 Europæiske projekter inden for smart energi fra perioden 2005-2015. Formålet var at identificere gab med henblik på det efterfølgende arbejde med de strategiske anbefalinger.



Figur 2: Antal og budget for danske smart energi projekter indenfor forskellige kategorier.

### Strategi og anbefalinger for forskning, udvikling og demonstration af smart energi<sup>4</sup>

I november 2016 udgav partnerskabet en 12-siders kortfattet folder med et velafstemt sæt strategiske anbefalinger for den nationale strategi for FUD i smart energi. De kan ved første øjekast virke generelle, men når de udfoldes går de – som intentionen var – på tværs af eksisterende brancher og organisationer og kan derfor bruges til at sætte tværgående dagsordener.

Disse strategiske anbefalinger er desuden udkommet i en engelsk version i april 2017, og der er udarbejdet en baggrundsrapport, som i flere detaljer dokumenterer arbejdet i arbejdsgruppen.



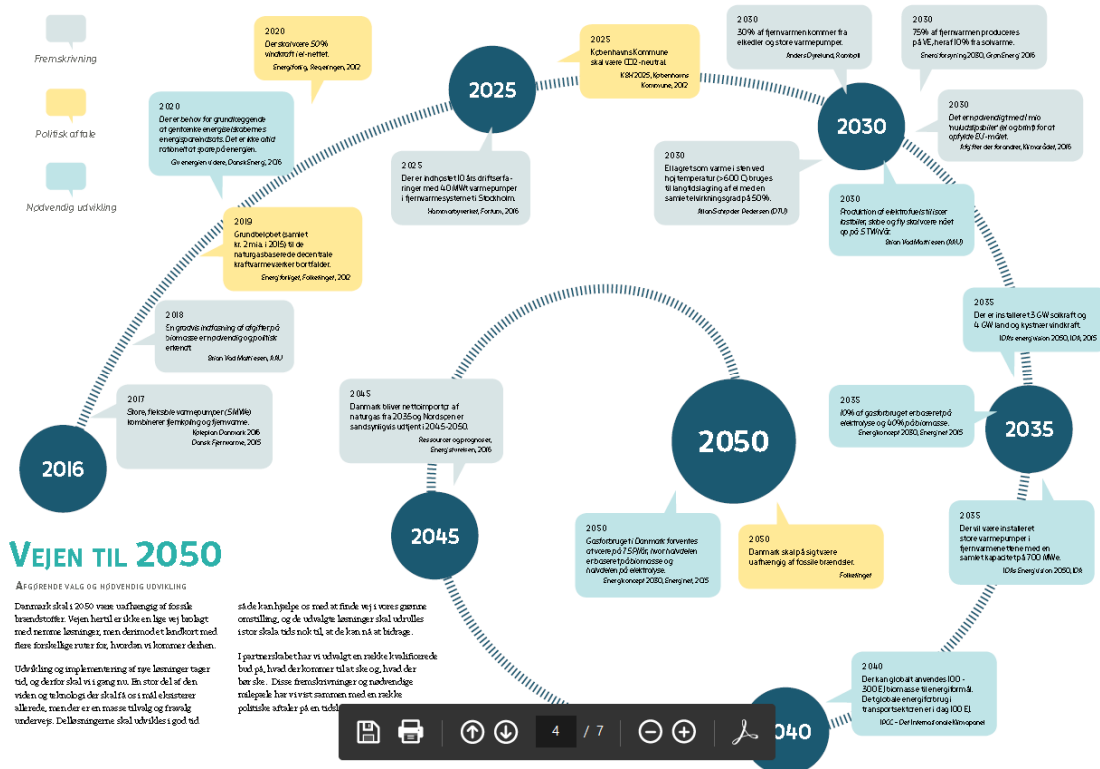
## 2. Øget integration af energisektorerne

Der er behov for nye komponenter, anlæg, dataudveksling og testfaciliteter, der understøtter øget integration af energisystemet og -sektorerne.



Figur 3: Eksempel på strategiske anbefalinger, under en af de fem hovedoverskrifter.

En tidslinje fra 2016-2050 angiver en række tidsbestemte eksempler på nødvendige milepæle og beslutninger, som udgør grundlaget for de prioriterede FUD-anbefalinger på kort sigt. Anbefalingerne er dog så brede i deres sigte, at det vil være forkert at koble hver enkelt af dem direkte til specifikke eksempler på tidslinjen.



Figur 4: En samling af fremskrivninger, politiske aftaler og nødvendig udvikling, som leder til de udviklede anbefalinger.

## Danmark som energiteknologisk pionerland<sup>5</sup>









Som en af de afsluttende aktiviteter i projektet blev denne analyse udført af konsulenthuset Monitor Deloitte, med Dansk Energi som kontakt og opdragsgiver på partnerskabets vegne. Analysen gik i dybden med de danske styrkepositioner på området.

Monitor  
Deloitte.

Danmark som energi-  
teknologisk pionerland



U.S. EPA  
Report

Nr.	Udvalgte områder	Dansk styrkeposition
1)	Intelligent energisystemdesign inkl. variabel VE og lagring (smart energy digital infrastruktur og IoT løsninger på systemniveau)	
2)	Termisk lagring	
3)	Offshore vindteknologi	
4)	Energibesparende smart home og -bygningsteknologi	
5)	Bio-energiteknologier	
6)	Kraftvarme og forbrændingsanlæg	
7)	Fjernvarmeteknologi	
8)	Brint og brændselsceller	

Figur 5: De otte områder, som rapporten har udvalgt på baggrund af vigtighed i global omstilling på lang sigt (10-20 år) og Danmarks styrkeposition.

Andre elementer er en analyse af mulighederne for at binde udviklingsprojekterne bedre sammen med venture kapital og andre investorer. Rapporten peger blandt andet på, at net-op venture fonde går uden om energi-investeringer. Rapporten konkluderes med ni anbefalinger:

- I. Langsigtet fokus
- II. Budgetlov for energiområdet for at skabe faste rammer
- III. Etablering af klar udviklingsmodel med teknologiske og kommercielle tjeklister
- IV. Kortlægning af danske energiteknologivirksomheder via udviklingsmodellen
- V. Styrkelse af det kommercielle fokus hos innovatører gennem investor-trykstests
- VI. Øget professionalisering i offentlige programmers kommercielle vurdering
- VII. Offentlige programmer skal gøre det lettere for innovatører at finde private investorer
- VIII. Lavere selskabsskat vil fremme udviklingsaktiviteter og risikovillige investeringer i energiteknologi
- IX. Skab en kobling mellem venture og industrielle investorer indenfor energisektoren.

## Formidling af resultaterne

Partnerskabets arbejde er blevet formidlet nationalt på branchedage, møder i partnerkredsens organisationer, og på konferencer. Selve lanceringen af Visionspapiret fandt sted på en workshop i maj 2015. De strategiske anbefalinger blev i efteråret 2016 distribueret direkte til Energiordførere, klimaordførere og Uddannelses- og Forskningsordførere.

Internationalt er Visionen blevet formidlet på f.eks. Smart Grid Workshop i Istanbul i 2015 samt på 1:1 møder på Sustainable Energy Conference i 2015 i Bruxelles.

AAU rapporten med analysen af de danske, nordiske og europæiske smart energi projekter, er blevet distribueret bredt gennem det akademiske miljø og til EU systemet.

De strategiske anbefalinger er blevet anvendt ved møder i Mission Innovation i Beijing i juni 2017 og vil blive formidlet f.eks. ved en konference i Dubrovnik i oktober 2017.

Formidlingsaktiviteterne kulminerede med afholdelsen af workshoppen *Pathways to a fossil free, integrated energy system – a Danish perspective*, hvor anbefalingerne blev drøftet og belyst i sammenhæng med en række andre europæiske aktiviteter.

## 1.6 Anvendelse af resultater fra projektet

Arbejdet i Partnerskabet har bidraget væsentligt til en fælles forståelse, videreudvikling og anerkendelse af værdien af begrebet smart energi, forstået som dels sammentænkningen af hele energisystemet og dels digitaliseringen af energisektoren. Denne fælles forståelse er opnået gennem involverende og konsensusorienterede processer i partnerskabet, gennem fremstillingen af kortfattede, koncentrerede dokumenter samt gennem aktiv og bred formidling af resultaterne. Den fælles forståelse rækker således langt ud over selve partnerskabskredsen, og ikke mindst ind i politiske og forretningsmæssige beslutningstagerkredse. Og selv om fokus for arbejdet i Partnerskabet er forskning, udvikling og demonstration er de forretningsmæssige perspektiver også blevet belyst.

Partnerskabets anbefalinger spores f.eks. i VLAK-regeringens regeringsgrundlag, i forskningskassernes indsatsområder, meget tydeligt i Energikommissionens anbefalinger, og senest i Lars Løkke Rasmussens internationale initiativ Partnering for Green Growth (P4G), der forpligter 91 storbyer over hele verden til at gå forrest med bæredygtige energiløsninger. Desuden er der taget skridt til at etablere alternative rammebetingelser for energiforsyningen på Bornholm.

### Fra VLAK-regeringens regeringsgrundlag 2016:

*Regeringen vil arbejde for at Danmark i år 2030 skal have mindst 50 pct. af sit energibehov dækket af vedvarende energi. Regeringens langsigtede mål for 2050 er et Danmark, der er uafhængig af fossile brændsler.*

### Fra EUDP-strategi 2017-19:

*Begrebet Smart Energy dækker bredere end Smart Grid og omhandler bedre udnyttelse af samdrift og sammenhængende energiløsninger hele vejen fra produktion til anvendelse af energi, ligesom det dækker flere energinets, energiformer og sektorer i den samlede energiinfrastruktur (el, varme, køling, gas, transport). Udviklingen inden for systemintegration er således i høj grad et spørgsmål om dynamiske incitaments-strukturer, som kan få forskellige teknologier og forskellige dele af energisystemet til at indgå i et integreret samspil på en omkostningseffektiv måde, fx som når man kombinerer solvarme eller varmepumper med gas eller biomasse i fjernvarmesystemet.*

### **Energikommissionens anbefalinger 2017:**

*Et integreret og fleksibelt energisystem skal sikre effektiv og stabil energiforsyning:*

- *Integration af det danske energisystem skal fremmes via øget elektrificering*
- *Konkrete initiativer skal sikre forberedelse af elbilens integration i energisystemet*
- *Et fleksibelt forbrug skal fremmes*
- *Den digitale udvikling skal udnyttes til at understøtte et effektivt energisystem*
- *Fjernvarmesystemet skal udnytte vedvarende energi og overskudsvarme*
- *Gassystemet har fortsat en rolle i den grønne omstilling.*

Partnerskabet forventes videreført i en egenfinansieret, slankere udgave. Derudover bliver arbejdet suppleret i andre netværker, såsom klyngen CLEAN ([www.CleanCluster.dk](http://www.CleanCluster.dk)) og branchefællesskabet Intelligent Energi ([www.iEnergy.dk](http://www.iEnergy.dk)).

### **1.7 Konklusion og perspektiv**

Smart energi dagsordenen er i løbet af projektet blevet taget op på mange niveauer i den danske planlægning af forskning, udvikling og demonstration, og projektet har bidraget væsentligt til denne dagsorden.



## 1.8 Annex 1: Eksempler på formidlingsaktiviteter

Visionen blev lanceret på en workshop med 30 deltagere den 22. maj 2015 og efterfølgende inddraget ved formidlingen af projektets senere resultater.

AAU's kortlægning af de danske og Europæiske projekter fandt meget bred anvendelse, herunder:

### Presseomtale

P1 Orientering den 5. januar 2016

Nordjyske Stiftstidende den 21. januar 2015: "Klimaresultater skal ud i erhvervslivet".

Energiwatch.dk den 23. december 2015: "Danmark er førende på forskning i klog energi"

(<http://energiwatch.dk/secure/Energinyt/Cleantech/article8325945.ece>).

### Energistyrelsen

Energistyrelsen har anvendt og henvist til rapporten på deres hjemmeside

(<http://www.ens.dk/ny-teknologi/teknologi-strategier/systemintegration>).

### Twitter

Via Tweets var der i tiden efter offentliggørelsen mere end 10.000 eksponeringer og over 400 direkte engagementer. (<https://storify.com/BrianVad/a-review-of-smart-energy-projects-smart-energy-sta>).

### Downloads

I den første måned efter udgivelsen var der 1139 downloads af rapporten og 66 downloads af databasen (statistik 26. januar 2016).

De strategiske anbefalinger er blandt andet præsenteret/distribueret ved følgende arrangementer:

- iPower afslutningsevent, 5. november 2016
- DTU Sustain, 30. november 2016
- Energilagingskonference i Aarhus, 30. november 2016
- Årsmøde i iEnergi, 16. november 2016
- DI Energis årsmøde 27. april 2017
- DTU's Energipolitiske konference, 11. maj 2017

Desuden er anbefalingerne blevet formidlet ved en række internationale konferencer og workshops. Nogle af disse er:

- Growing Smart Energy Cities, Berlin, 01-06-2017
- Mission Innovation, Beijing, 07-06-2017
- PowerTech, Manchester, 18-06-2017
- <http://www.dubrovnik2017.sdewes.org/>, Dubrovnik (planlagt), 04-10-2017

## Henvisninger

- <sup>1</sup> Vision for Smart Energy in Denmark,  
[http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/vision\\_for\\_smart\\_energy\\_in\\_denmark\\_rd&d.pdf](http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/vision_for_smart_energy_in_denmark_rd&d.pdf)
- <sup>2</sup> Partnerskabets anbefalinger til Rammebetingelser for forskning, udvikling og demonstration af smart energi,  
[http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/rammebetingelser\\_for\\_forskning\\_og\\_udvikling\\_og\\_demonstration\\_af\\_smart\\_energi.pdf](http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/rammebetingelser_for_forskning_og_udvikling_og_demonstration_af_smart_energi.pdf)
- <sup>3</sup> Review of Smart Energy Projects & Smart Energy State-of-the-Art,  
[http://vbn.aau.dk/files/224391317/A\\_Review\\_of\\_Smart\\_Energy\\_main\\_report.pdf](http://vbn.aau.dk/files/224391317/A_Review_of_Smart_Energy_main_report.pdf)
- <sup>4</sup> Strategi og anbefalinger for forskning, udvikling og demonstration af smart energi,  
[http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/strategi\\_og\\_anbefalinger\\_november\\_2016.pdf](http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/strategi_og_anbefalinger_november_2016.pdf)
- <sup>5</sup> Danmark som energiteknologisk pionerland,  
[http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/danmark\\_som\\_energiteknologisk\\_pionerland\\_rapport.pdf](http://www.smartenergynetworks.dk/uploads/3/9/5/5/39555879/danmark_som_energiteknologisk_pionerland_rapport.pdf)