

# AFSLUTNINGS - SKEMA

Dette skema udfyldes af projektansvarlige ved afslutning af EUDP-projekter. Informationerne i punkt 1 – 5 er beregnet til offentliggørelse og vil blive lagt ind i EUDPs projektportal på [www.energiteknologi.dk](http://www.energiteknologi.dk).

Titel: Dansk deltagelse i IEA Annex 58  
Titel: Fortsat dansk deltagelse i IEA Annex 58

Journalnr.: 64011-0305

Journalnr.: 64012-0250

Tilsagnshaver: Teknologisk Institut

Projektleder: Søren Østergaard Jensen

**1. Dansk resumé af projektets resultater.** Sammenfat projektets resultater. *Hvilke teknologiske resultater er opnået? Hvorfor er de vigtige? Angiv nøgletal.*

Danmark deltog i IEA EBC Annex 58 via to EUDP projekter:

- Dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr: 64011-0305. 1/2-2012-30/10-2013
- Fortsat dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr. 64012-0250. 1/7-2013-30/6-2015

Nærværende slutrapport dækker begge EUDP-projekter.

Den danske deltagelse i IEA EBC Annex 58 er nærmere beskrevet i bilag A. Danmark deltog i alle Annex'ets 5 subtask

**2. Energipolitiske mål.** *Hvilke konsekvenser forventes projektet at få for CO<sub>2</sub>-udledning, forsyningssikkerhed og uafhængighed af fossil energi? Kvantificér ud fra nøgletal pr. enhed og forventet salg.*

Det forventes at de udviklede metoder i IEA EBC Annex 58 vil være med til at kunne realisere specielt potentialet indenfor energireovering. De udviklede karakteriseringsmetoder for bygnings energiforbrug vil også være værdifulde i en kommende udrulning af Smart Grid.

**3. Formidling.** *Hvilke formidlingsaktiviteter har I gennemført? Angiv link eller henvis til offentliggjorte artikler og publikationer.*

Formidlingen foregår via Annex'ets hjemmeside <http://www.kuleuven.be/bwf/projects/annex58/index.htm> samt DYNASTY.info.

Der er i Annex 58 udgivet følgende bøger/rapporter:

- Inventory of full scale test facilities for evaluation of building energy performances
- Overview of methods to analyse dynamic data
- Logic and use of the Decision Tree for optimising full scale dynamic testing
- Thermal performance characterization based on full scale testing: physical guidelines
- Thermal performance characterization using time series: statistical guidelines
- Empirical validation of common building energy simulation models based on in situ dynamic data
- Towards characterization of buildings based on in situ testing and smart meter

Danmark har ydet bidrag til samtlige af ovenstående deliverables fra Annex 58, - se også Bilag A

Danmark har desuden været dybt involveret i afholdelsen af fem summer schools om Dynamic calculation methods for building energy performance assessment.

- 18-22. juni 2012 hos DTU Compute i Lyngby, Danmark. 30 (heraf 21 PhD studerende) deltog i kurset
- 9-13. september 2013 hos CIEMAT, Almeria, Spanien. 34 deltog i kurset
- 1-5. september 2014 hos KU Leuven, Belgien. 25 personer deltog i kurset
- 22-26. september 2015 hos DTU Compute, Lyngby, Danmark. 30 deltog i kurset
- 19-22. juni 2016 hos Civil Engineering School, University of Granada, Spain
- sommerskolen forventes at være en tilbagevendende begivenhed hvert år fremover

Desuden er resultatet af IEA EBC Annex 58 blevet beskrevet i HVAC Magasinet nr. 3, marts 2016, årgang 52.

**4. Engelsk resumé:** *Sammenfat projektets resultater og læg vægt på de dele af projektet, som har særlig international interesse.*

A better characterization and prediction of the real building performances is essential to realize the world wide intended energy reduction in building communities and systems. Quantifying the real performances of buildings, verifying our calculation models and integrating new advanced energy solutions for nearly zero energy or positive energy buildings can only be effectively realized by in situ testing and dynamic data analysis. Previous research projects showed that successful on site measurements and corresponding data analysis require advanced skills in different fields including:

- the setting up of a good test environment (test cells or real buildings, accuracy of sensors and correct installation, data acquisition software)
- a good experimental set-up (e.g. test lay-out, imposed boundary conditions for testing)
- a good data analysis based on advanced statistical methods in order to come to reliable accuracy intervals
- appropriate methods for scaling and replication of the measured performances.

Though, aiming to quantify the real performance of building components and buildings, many current on-site activities nowadays are not achieving the required quality in one or more of the above mentioned areas, with as result that the outcome and results are from a scientific point of view inconclusive. In the light of the importance of real building performance characterization, the current research proposal has two main objectives:

- Develop common quality procedures for dynamic full scale testing to come to a better performance analysis
- Develop models to characterize and predict the effective energy performances of building components and whole buildings.

The ultimate goal of the Annex is hence to develop the necessary knowledge, tools and networks to achieve reliable in situ dynamic testing and data analysis methods that can be used to characterize the actual energy performance of building components and whole buildings. To reach this goal, an international collaboration is needed on different issues: development of quality procedures for full scale testing, development of quality procedures for dynamic data analysis, guidelines for building performance characterization and predictions, gathering well documented high quality dynamic data for validation purposes, applications of dynamic whole building test data. At the same time it seems interesting to create an operational network of excellence on full scale testing that can provide advice on the whole process and specific on the dynamic data analysis handling.

**5. Finansiering.** Projektets finansiering fordelt på EUDP, egen- og andenfinansiering. Angiv faktiske beløb i 1.000 kr.

Dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr: 64011-0305. 1/2-2012-30/10-2013

Virksomhed/Institution	EUDP-tilskud	Projektdeltager	Anden finansiering	Totale udgifter
1 Teknologisk Instiut	547,463	298,665	0	846,128
2 Technical University of Denmark	374,542	66,544	0	441,086
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>I alt</b>	<b>922,005</b>	<b>365,209</b>	<b>0</b>	<b>1,287,214</b>

Tabellen aktiveres med dobbelt venstre klik. Lukkes med klik uden for tabellen.

Fortsat dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr. 64012-0250. 1/7-2013-31/3-2016.

Virksomhed/Institution	EUDP-tilskud	Projektdeltager	Anden finansiering	Totale udgifter
1 Teknologisk Instiut	768.622	624.980	0	1.393.602
2 Technical University of Denmark	575.648	102.281	0	677.929
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>I alt</b>	<b>1.344.270</b>	<b>727.261</b>	<b>0</b>	<b>2.071.531</b>

**6. Kommercielle resultater og perspektiver.** Forventes den udviklede teknologimarkedsført? Hvornår? I hvilke lande? Har I opnået, eller forventer I at opnå, andre kommercielle resultater på baggrund af projektet? Hvilke?

Projektet er et IEA projekt og dermed fokus på videns indsamling. Det forventes dog, at de undersøgte/udviklede metoder kan kommercialiseres på et senere tidspunkt.

**7. Næste skridt.** Hvad er næste skridt teknologisk? Og kommercielt? Forventer I at søge yderligere offentlig finansiering?

Der arbejdes i øjeblikket på at videreføre arbejdet fra Annex 58 i et nyt IEA EBC Annex mere rettet mod rigtige bygninger i brug og mes større fokus på energisystemerne i bygningerne.

## 8. Projektets betydning for indtjening og beskæftigelse

Da projektet er deltagelse i et IEA projekt, er det ikke muligt at kvantificere projektets betydning for indtjening og beskæftigelse. Men det formodes, at projektet vil lede til fremtidige projekter og opgaver for de to deltagende institutioner.

Projektdeltager (Skriv navn)	Antal ekstra medarbejdere i dag	Forventet antal ekstra medarbejdere indenfor 1-2 år	Forventet antal eks- tra medarbejdere om 3 - 5 år
Projektdeltager (skriv navn)	Omsætning i mio. kr i år	Forventet omsætning i løbet af 1 - 2 år	Forventet omsætning om 3 - 5 år

## Bilag A

### IEA EBC Annex 58

## Reliable Building Energy Performance Characterisation Based on Full Scale Dynamic Measurements

Danmark har deltaget i IEA EBC Annex 58 via to EUDP projekter:

- Dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr: 64011-0305. 1/2-2012-30/10-2013
- Fortsat dansk deltagelse i IEA Annex 58, journalnr. 64012-0250. 1/7-2013-31/9-2015

Der har været afholdt otte møder i IEA EBC Annex 58:

- Leuven: 26-27/9-2011
- Bilbao: 2-4/4-2012
- Leeds: 24-26/9-2012
- Holzkirchen: 8-10/4-2013
- Hong Kong: 14-16/10-2013
- Gent: 14-16/4-2014
- Berkeley: 17-19/9-2014
- Prag: 13-15/4-2015

Teknologisk Institut of DTU Compute har været repræsenteret ved alle møderne

I det følgende vil der kort blive listet op, hvordan det danske team har bidraget til de fem subtask i IEA EBC Annex 58.

### **Subtask 1: State of the art on full scale testing and dynamic data analysis**

I dette Subtask er der udarbejdet en bog og en rapport.

Den første bog med titlen ”Inventory of full scale test facilities for evaluation of building energy performances” indeholder beskrivelse af eksisterende full scale test faciliteter: Danmark har bidraget med beskrivelser af to danske testfaciliteter:

- EnergyFlexHouse, Teknologisk Institut og
- The Cube, Aalborg Universitet

En rapport med titlen ”Overview of methods to analyse dynamic data” omhandler state-of the art metoder til data analyse til at karakteriserer hele bygninger og deres komponenter. Danmark har her udarbejdet et kapitel med titlen:

- State of the art modelling dynamic data from buildings with grey-box models

## **Subtask 2: Optimising full scale dynamic testing**

Hovedformålet med Subtask 2 var udviklingen af et "Decision tree", som kan guide brugeren til at anvende den rigtige testmetode i det aktuelle tilfælde. Der er til forståelse af Decision tree'et skrevet rapporten "Logic and use of the Decision Tree for optimising full scale dynamic testing".

Det danske team var aktiv i forbindelse med udviklingen af dette Decision tree og havde specielt fokus på bygningsinstallationer.

I forbindelse med Subtask 2 har det danske team skrevet rapporten:

- Guideline on documentation of the performance of built low energy buildings

## **Subtask 3: Dynamic data analysis and performance**

Formålet med Subtask 3 var at udvikle metoder til karakterisering af bygninger og bygningskomponenter baseret på dynamiske målinger. DTU Compute var leder af dette subtask sammen med CIEMAT, Spanien,

Det danske team (DTU Compute) har bidraget med indlæg om dynamiske metoder for at opnå en fælles forståelse i IEA EBC Annex 58 samt deltaget i en Common exercise. Common exercise gik ud på, at en testboks blev sendt rundt og opstilles hos forskellige af de deltagende partnere. Boksen blev udsat for det aktuelle vejrlig, og der blev målt detaljeret på boksen under forskellige forhold: free floating, constant temperature and co-heating. Desuden har der været arbejdet med måledataene fra Twin houses – se Subtask 4.

### **Danske indlæg for at øge den fælles forståelse**

- Modelling the heat dynamic of buildings using data, april 2012
- CTSM-R, September 2012
- Dynamic data analysis and performance characterization
- Characterization of heat dynamics of a low-energy house with floor heating (præsentation og paper), april 2013
- Parameter identification of Grey-box models of heat dynamics of buildings (præsentation og paper), oktober 2013

### **Common exercise – DTU Compute**

- Common exercise – modeling the wall, april 2012
- ARX models for thermal characterization of the test box, april 2013
- ARX models for thermal performance characterization based on constant indoor temperature experiments (paper), juli 2013
- ARX, ARMAX and grey-box models for thermal performance characterization of the test box (præsentation og paper), oktober 2013
- CE6: Models for the IDEE house, april 2014
- Grey Box modeling of a tertiary building for heating system optimization, april 2014

- ARX models for the Twin House, September 2018

**Task Force** for at align'e og speed'e op analyserne i **Subtask**, 3 - 12-14 januar 2015 with 11 participant

- Instruction document for ST3 Analysis, december 2014
- Guidelines for ST3 Analysis, marts 2015
- Opdatering af User's Guide and Reference Manual for CTSM-R (Continuous Time Stochastic Modeling in R, april 215

Der er i Subtask 3 skrevet to rapporter: "Thermal performance characterization based on full scale testing: physical guidelines" og "Thermal performance characterization using time series: statistical guidelines".

## **Subtask 4: Application of the developed framework**

I dette Subtask har der været arbejdet med to underpunkter:

### **ST4.1: Verification of common BES-models based on in situ dynamic data:**

Her har det danske team bidraget til udviklingen af testbetingelserne for målinger i de to Twin houses hos Fraunhofer i Holzkirchen. Målingerne er blevet brugt til valideringsøvelser med bygningssimuleringsprogrammer. Dette er beskrevet i rapporten "Empirical validation of common building energy simulation models based on in situ dynamic data".

### **Danske indlæg vedr. undersøgelse af målingerne for Twin houses**

- Comparison and studies on Measured Data and Simulation Results, april 2014
- Analysis on the 2<sup>nd</sup> Validation Test Measured Data and Calibration of Simulation Model, september 2014

Desuden er beskrivelsen af sensorsættet i EnergyFlexLab blevet gennemset og udvidet, således at EnergyFlexLab på et senere tidspunkt kan anvendes til at opnå høj kvalitative datasæt til validering af bygningssimuleringsprogrammer.

### **ST4.2 Towards a characterisation of buildings based on in situ testing and smart meter readings og**

### **ST4.3 Application of dynamic building characterization for optimizing smart grids:**

I Subtask 4.2-3 er der skrevet rapporten "Towards characterization of buildings based on in situ testing and smart meter".

Det danske team har her holdt følgende indlæg:

- Using dynamic models and comfort intervals for balancing the fluctuating wind and solar power production, marts 2012
- Demand Side Management and Grey Box Models for Smart Grid, April 2014
- What can we learn from data? September 2014

- Results from measurements on many Danish single-family houses with heat pumps, April 2015

### **Subtask 5: Setting up a network of excellence**

Det danske team (DTU Compute) har her været dybt involveret i at forberede og afholde fire Summer Schools: Dynamic calculation methods for building energy performance assessment.

- 18-22. juni 2012 hos DTU Compute i Lyngby, Danmark. 30 (heraf 21 PhD studerende) deltog i kurset
- 9-13. september 2013 hos CIEMAT, Almeria, Spanien. 34 deltog i kurset
- 1-5. september 2014 hos KU Leuven, Belgien. 25 personer deltog i kurset
- 22-26. juni 2015 hos DTU Compute, Lyngby, Danmark. 30 personer deltog i kurset
- 19-22. juni 2016 hos Civil Engineering School, University of Granada, Spain
- sommerskolen forventes at være en tilbagevendende begivenhed hvert år fremover

### **Seminarer**

Real building energy performance assessment. 16. april 2014, Gent. Dansk indlæg:

- A view on the future characterization based on smart metering data.