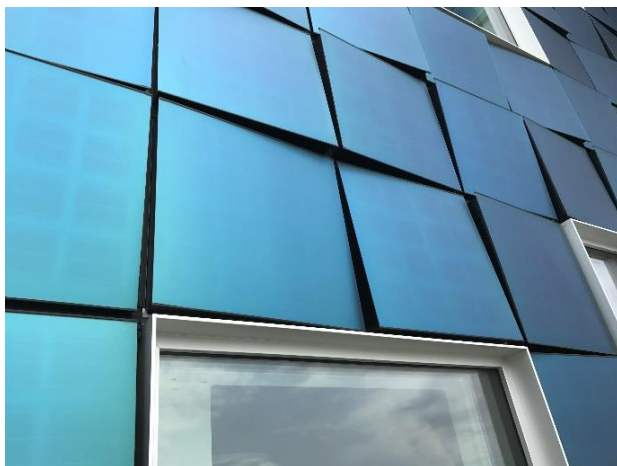
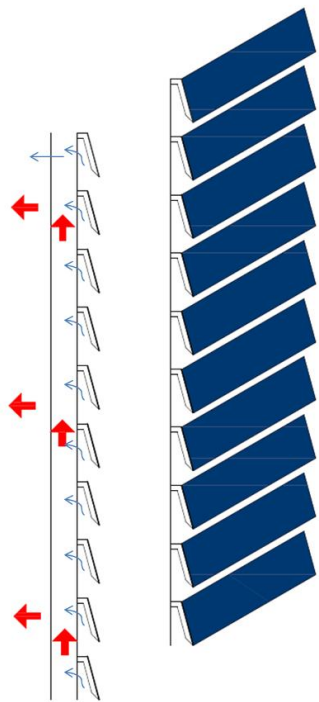

J. nr. 64014-0189

Særpulje for bygningsintegrerede solceller (BIPV).

Prisbilligt montagesystem til vinklede solcelleelementer til facader og gavle



Peder Vejsig Pedersen

Cenergia – en del af Kuben Management

Dec. 2019

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. PROJEKTET	3
1.1 PROJEKT DETALJER	3
1.2 MÅLSÆTNINGEN MED PROJEKTET INKL. REDEGØRELSE FOR BIPV-UDVIKLING	4
1.3 STATUS OG PERSPEKTIVER FOR BIPV VED AFSLUTNING AF PROJEKTET	17
1.3.1 STATUS OG UDBREDELSE AF RESULTATER	17
1.3.2 KAN BYGNINGSINDPASSEDE SOLCELLER VÆRE KONKURRENCEDYGTIGE?	17
1.4 EXECUTIVE SUMMARY	19
1.5 PROJEKTRESULTATER OG UDBREDELSE AF PROJEKTRESULTATER	20
1.6 UDNYTTELSE AF PROJEKTRESULTATER	31
1.7 PROJEKT KONKLUSIONER OG PERSPEKTIVER	36
1.8 BILAG	37

1. Projektet

1.1 Projekt detaljer

Projekt titel	Prisbilligt montagesystem til vinklede solcelleelementer til facader og gavle
Projekt nr.	EUDP - J. nr. 64014-0189
Program	EUDP - Solenergi
Projektansvarlig	Kuben Management Ellebjergvej 52, 2. 2450 København SV
Projekt partnere	Cenergia, Solarplan, SAPA, Dansk Solenergi, FBBB, Solar City Denmark
CVR	28693036
Dato	Oktober 2019

Prisbilligt montagesystem til vinklede solcelleelementer til facader og gavle

Cenergia har i alt været involveret i 5 forskellige EUDP- projekter med tilknytning til ”Særpuljen for BIPV”, som kunne ansøges mellem 2013 og 2015. På nuværende tidspunkt er tre projekter fra 2013 afsluttede overfor EUDP. Det ene var projektet ”Det Ny Tag” med bl.a. Komproment som partner og det andet var ”Solenergitag som komplet klimaskærm”, hvor hovedpartneren var Boligselskabet 3B i samarbejde med Solarplan. Det sidste projekt fra 2013 om ”Smart Grid School” er også færdiggjort overfor EUDP, og havde Københavns Kommune som partner. Hovedresultatet var her samarbejde med Copenhagen International School, hvor der blev gennemført en ”AktivHus” mærkning, som i 2018 førte til tildelingen af den internationale, ”Active House Award 2018”. Men også arbejde med solceller til røde tage og den såkaldte ”Living in Light Box” indgik ligesom en støtte til planerne om at realisere 1MWp solceller i København NV.

Også EUDP projektet ”Ny BIPV Teknologi”(j.nr. 64015-0094) fra 2015 er afsluttet og slutrapporteret, her med hovedfokus på et tæt samarbejde med Dansk Solenergi og deres nye teknologi med farvede solceller, hvor 2 forskellige løsninger er bygget op på BIPV Demosite på Teknologisk Institut, som blev indviet i foråret 2018.

Nærværende EUDP BIPV-projekt startede i 2014, men er blevet forsinket og udsat flere gange fordi en konkret byfornyelsessag i Valby med BIPV-løsninger er blevet stærkt forsinket. På trods af dette er det alligevel lykkedes at færdiggøre projektet på en god måde, som udover en konkret opbygning af vinklede solceller til facader og gavle på BIPV Demositen også har sikret en ekstra opfølgning med nye løsninger, her fra tre nye BIPV leverandører. Samtidigt indgår der også i nærværende slutrapport en oversigt over BIPV udviklingen generelt og nogle visioner for fremtiden, noget som også er anvendt som basis for, som noget helt nyt,

at sætte gang i et undervisningsforløb vedr. BIPV på DTU-BYG.
Materiale herfra er medtaget i form af links

Når det kommer til arbejdet med ideer til vinklede solceller, så har der i Cenergia regi været aktiviteter i en lang årrække, i de fleste tilfælde i relation til en række større EU støttede projekter. Første eksempel er fra den første arkitektkonkurrence om BIPV i Danmark, der blev gennemført i samarbejde med boligselskabet FSB i 1997, på basis af EU Joule projektet, PV-Vent. Her blev der af Suensons Tegnstue monteret en sådan løsning som mockup på boligbebyggelsen Lundebjerggård i Skovlunde. Og i en senere arkitektkonkurrence med boligselskabet Fruehøjgård i Herning fra 2002 pegede vinderprojektet fra Årstiderne Arkitekter også på løsninger med vinklede solceller, selvom det endte med en anden løsning i den konkrete byggesag, der blev arbejdet med.

Og nogenlunde samtidigt blev der af Københavns Energi brugt en løsning med vinklede solceller til deres nye hovedsæde i Ørestaden, der var projekteret af arkitektfirmaet Smith, Hammer & Lassen. Dette skete samtidigt med tilknytning til Cenergias EU-Resurgence projekt, hvor der var aktiviteter i 5 Europæiske lande.

I nærværende projekt har firmaet Solarplan lavet oplæg om vinklede solceller til Arkitektfirmaet Domus, der har lavet arkitektarbejde vedr. byfornyelsesprojektet til Gl. Jernbanevej 4-6 i Valby.

Samtidigt er der udført en konkret opbygning af en mockup på BIPV Demositen ved firmaet SolarLab, der også var leverandør af vinklede kromatiske solceller til Copenhagen International School.

1.2 Målsætningen med projektet inkl. Redegørelse for BIPV-udvikling

v. Cenergia og Kuben Management fra 1990-2019

Baggrund

Solceller kan i forskelligt omfang kombineres med facadeløsninger og i visse tilfælde være en bedre løsning for etablering af solceller i en bygnings klimaskærm end taget. I mange tilfælde vil en "både og" – løsning dog være aktuel. Der er derfor et stort behov for at udvikle fleksible, montagevenlige og enkle systemer, der nemt kan tilpasses facadeløsninger af forskellig art og dermed integrere solceller i diverse facadedesigns.

Problemstilling

Der er en række væsentlige problemstillinger i forbindelse med integrering af solceller i facadeløsninger:

- Integreringsevnen for solcellemontagen i det samlede facadebillede hhv. øvrige facadematerialer til en samlet arkitektonisk helhed;
- Integreringsevnen for solcellemontagen i forhold til og samspil med andre facade-montage-systemer;

- Optimering af elproduktionen fra solcellerne, som ved en lodret placering producerer en del mindre end en vinklet montage;
- Samspillet hhv. integration med en evt. samtidig montage af solceller i en bygnings tagflade;
- Teknisk integrering som del af et samlet energimæssigt koncept for fremtidens aktive tage og facader.

Projektet

Det har været hensigten med EUDP projektet at udvikle et montagesystem, der kan håndtere ovennævnte forhold, og således først og fremmest være et supplement til andre facademontagesystemer hhv. facade-konstruktioner, men med den særlige evne at kunne fastholde og installere solceller i det samlede facadebillede, i en samlet integreret helhed. Endvidere skal montage af solcellepaneler kunne ske med en vis vinkling i forhold til den umiddelbare lodrette facade. Elproduktionen falder i væsentligt omfang når hældningen ændres mod lodret, og blot en mindre vinkling vil kunne give et bedre resultat. Vinkling kan optræde som skråtstillede facader hhv. vinklede solceller på lodret facade.

Facadeintegreringen vil kunne omfatte egentlige lukkede facader og gavle af forskellig karakter, indgå som del af glasfacader, være del af altangange, som dækkende altanbrytninger, karnapper o. lign., bygnings-fremspring i forskellige fremtoninger og andre opbygninger. I visse tilfælde vil facade- og tagløsninger optræde som et samlet forløb.

Det foreslåede EUDP-projekt er gennemført i forlængelse af det tidligere EUDP – BIPV-projekt ”Prisbilligt solcelletag som komplet klimaskærm” med det formål at udvikle et prisbilligt og fleksibelt montagesystem til vinklede solcelleelementer til facader og gavle.

Når der her tales om vinklede solcelleelementer, er det specielt for at give mulighed for mere helhedsorienterede anvendelser som samtidig kan optimere det samlede solenergiudbytte, men i princippet vil det udviklede montagesystem også kunne anvendes til helt vertikale solcelleelementer.

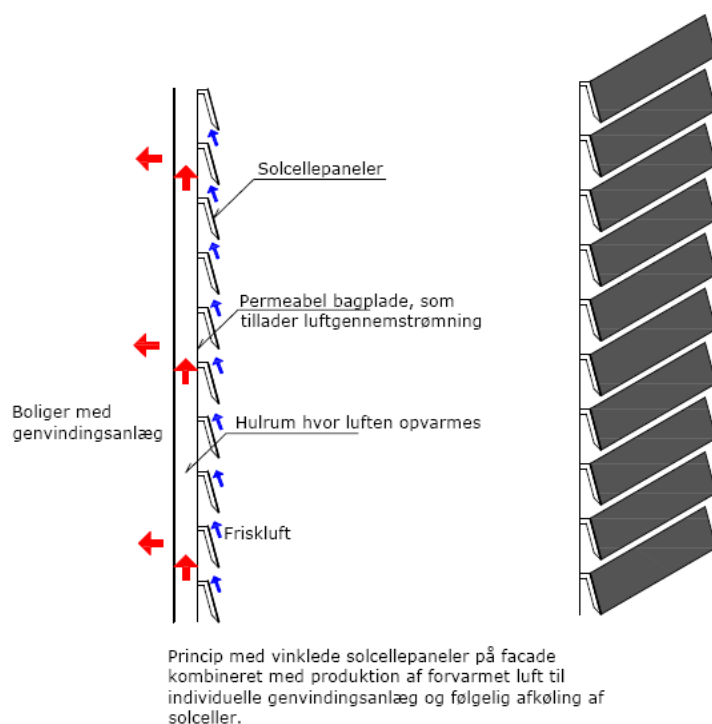
Projektgruppen bag projektet har fra starten været opmærksom på, at der allerede findes montagesystemer på markedet, som kan anvendes til montage af solceller på facader og gavle, herunder til vinklede solcellepaneler, men der er her primært tale om udenlandske systemer, som ikke ligger i den billige ende og med en begrænset fleksibilitet for anvendelsen.

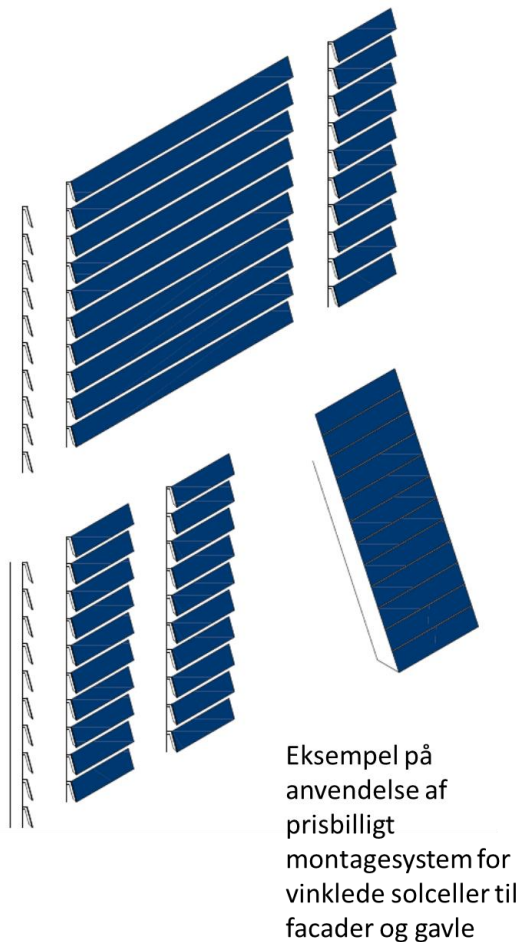
Ideen har været at arbejde med et bredt anvendeligt systemkoncept, som kan sikres store udbredelsesmuligheder, samtidigt med at der bygges videre på den teknologiske løsning, der blev arbejdet med til ”Prisbillige Solcelletage”.

Som en yderligere kvalitet i projektet blev det foreslået at gennemføre en fuldskala afprøvning i forbindelse med energirenovering af ejendommen Gl. Jernbanevej 4 – 6 i Valby, som gennemføres som byfornyelsessag og forsøgsprojekt efter ”Living in Light” konceptet, som også omfatter et samarbejde med firmaet Dovista (der står bag Velfac og Rationel Vinduer) og arkitektfirmaet Domus.

Hermed ville der være mulighed for afprøvning i forbindelse med flere typer af facade og gavlløsninger.

Det er ideen at se teknologien som en del af en helhedsløsning til bygningsfacader, gavle og brystninger og med et samtidigt forsøg på at gøre de forholdsvis smalle rammeløse solcellelementer til standardelementer. Hermed opnås også en solcelleløsning, som nemt kan tilpasses i størrelsen, så den også er velegnet til gennemgribende renoveringsprojekter, hvor man søger at opnå et højt energiramme niveau, hvilket er særligt relevant i en situation, hvor mange aktører arbejder med en målsætning om en lavenergiklasse 2020 standard.





EUDP-projektet støtter indsatsen med hensyn til at overgå til vedvarende energiforsyning i dette tilfælde ved at udvikle et prisbilligt montagesystem for vinklede solcelleelementer som en del af en helhedsløsning til bygningsfacader, gavle og brystninger, og med et samtidigt forsøg på at gøre de nødvendige forholdsvist smalle rammeløse solcelleelementer til standardelementer.

Projektet støtter dermed både EU's krav til at alt nyt byggeri efter år 2020 skal være "næsten" 0-energi byggeri, samtidigt med at eksisterende byggeri skal bringes i samme retning. Det støtter desuden "Strategi for Reduktion af Energiforbrug i Bygninger" og ideerne i Netværk for Energirenoværings Initiativ katalog. Ifølge SBI var behovet for energirenovering af bygninger i størrelsesordenen 38-198 mia. kr., hvis EU's energibesparelsesmål for 2020 med en 20 % energireduktion skulle nås. Alene med en størrelse på renovering af etageboligblokke om året på ca. 3000 lejligheder, er der tale om et årligt marked på 1,5 – 2,0 mia. kr. De teknologiske løsninger i projektet er dog ikke kun velegnede i den sammenhæng, men er generelt anvendelige, både når det drejer sig om renovering og til nybyggeri. Til sammenligning er størrelsen af det samlede byggemarked i Danmark 200 mia. kr. pr. år, hvoraf renovering udgør 33 mia. kr.

Prisbillige solcelleløsninger af god arkitektonisk kvalitet efterspørges bredt både til almene, offentlige og kommercielle bygninger, også set i lyset af de mange knap så vellykkede solcelleprojekter, der blev udført i "boom" året 2012, og den efterfølgende begrænsning af markedet primært på basis af nye rigide regler på området.

I den forbindelse er det oplagt også at se på facadeløsninger og her søge at udvikle fleksible, montagevenlige og enkelte systemer til et konkurrencedygtigt prisniveau, hvilket betyder, at det er nødvendigt at indpasse muligheder for vinkling af solcellerne i de facadesystemer, der skal udvikles. Dels for at opnå en højere solcelleydelse og dels af hensyn til det arkitektoniske udtryk.

Tidligere eksempler på facade integrerede solceller



Eksempel på solceller i byfornyelsen til brystninger i Hedebygadekarreen



Hedebygadekarreen, solceller i Tøndergade støttet af EU European Green Cities



Eksempel på solafskærmningsløsning med solceller fra firmaet Alu-PV. Her anvendt til Studenterhus i Herning på en flot måde.



Studenterhus i Herning



København Energi's hovedsæde med solceller til solafskærmning, dog med ret stor skyggeeffekt fra betonsøjler da solceller blev besluttet sent. Arkitekt Smith, Hammer & Lassen



Københavns Energis hovedsæde med vinklede solceller fra Gaia Solar



Solceller til organisationen Vedvarende Energi på Nørrebro i København



Vinderprojektet i forbindelse med arkitektkonkurrence for Dalgasparken bebyggelsen i Herning v. Aarstidernes Arkitekter . Disse placerede solceller på de lodrette trappetårne, som vinklede solcelle elementer mod syd. En arkitektonisk god løsning. Af uvisse grunde blev solceller i stedet placeret på den første opførte øst/vest orienterede bygning på den sydvendte del af trappetårnene.



Solcellerne blev indpasset på en ganske flot måde i Dalgasparken byggeriet i Herning, men samtidigt på en måde, der ikke var optimal med hensyn til den årlige el-produktion, dels fordi solcellerne ikke var vinklede og dels fordi at bygningen skygger for solcellerne ca. halvdelen af dagen.



Bygningsindpasset solcelle løsning på trappetårn til Lille Værløse skole

I forbindelse med nærværende slutrapport, der udføres i relation til EUDP særpuljen for BIPV, giver det mening at medtage en oversigt over hvordan BIPV området er blevet udviklet i perioden fra 1990 og til 2019 i regi af specialistfirmaet Cenergia v. civilingeniør Peder Vejsig Pedersen og fra 1999 i et tæt samarbejde med seniorrådgiver Jakob Klint fra Byfornyelse København, som nu er en del af Kuben Management.

Her kan peges på 3 forskellige faser i udviklingen. Den første fase kører frem til 2004, hvor det lykkedes at få etableret Solar City foreningen (Solar City Copenhagen) med sekretariat hos Københavns Kommune. Den næste fase går så frem til 2011, hvor brug af solceller mest havde været en sjældenhed, men hvor markedet pludselig eksploderede voldsomt. Og den 3. fase er så fra 2011 og frem til nu, hvor udbredelse af solceller og BIPV mest har været karakteriseret af en række barrierer, som effektivt stoppede udviklingen, men hvor der på grund af klima-agendaen nu åbnes op for en lidt mindre stedmoderlig behandling.

Udviklingsforløb for BIPV fra 1990 i 3 faser

Fra 1990 til 2004, første fase af BIPV-udvikling

- Samtidig udvikling af bygningsindpassede solvarmesystemer og bygningsindpassede solceller (BIPV)
- Første EU støttede demoprojekt ved Cenergia fra 1990 (20 kWp solceller i Valby)
- Danmarks første arkitektkonkurrence om BIPV til Lundebjerggård i Skovlunde (PV-VENT projektet). Første Enhedsliste program for BIPV fra 1998.
- Præsentation af Valby solcelleplan i år 2000 i et samarbejde mellem Cenergia, Byfornyelse København – nu Kuben Management, Københavns Kommune, Københavns Energi og Gaia Solar, med målsætning på 30 MWp solceller i Valby i 2025 (15% af elbehovet). Koordinering v. Peder Vejsig Pedersen, Cenergia, og Jakob Klint, Byfornyelse København.
- Fra år 2002 støtte til Valby Solcelleplan og solceller på Sjælland og i København via EU-Resurgence projektet og SOL-1000 programmet, bl.a. i samarbejde med Energi-Midt
- I 2003 præsenteres det CO₂ neutrale forsøgshus med BIPV tag, som udstilles på Toftegårds Plads i Valby.
- I år 2004 etablering af Solar City Copenhagen med sekretariat hos Københavns Kommune og præsentation og udgivelse af bogen "Solceller & Arkitektur" v. Arkitektens Forlag (støttet af EFP projekt af samme navn)



Forsøg med vinklede solceller på Lundebjerggård i Skovlunde

Fra 2004 – 2011, anden fase af BIPV-udvikling

- Fortsat realisering af en lang række solcelle projekter i Valby og København bl.a. med ekstra støtte fra VE-pulje i København
- Fra 2007 EU støtte på 48 mio kr til EU-Concerto projektet "Green Solar Cities" med solenergi demonstration i Valby, København samt Salzburg.
- Udvikling af den CO₂ neutrale tagbolig "Soltag" med bl.a. VELUX og Martin Rubow som arkitekt. Soltag boligen udstilles fra 2005 til 2006 i Ørestaden i København og udløser den Danske Energispare pris i 2005. Projektet skaber grundlag for en række udviklingstiltag hos VELUX bl.a. med sydeuropæisk "Soltag" hus "Bolig for livet" i Aarhus og en række Modelhome 2020 byggerier i flere lande
- Efterfølgende sættes gang i udvikling og lancering af den internationale "Active House" Alliance (www.activehouse.info), der lanceres i 2009.
- Prototype af "Soltag" tagbolig (EnergiBo) udvikles med MT Højgård
- I 2009 udvikles den CO₂ neutrale klima renovering af forsøgshus i Hyldebjergvej i Albertslund med EUDP-støtte af den samme gruppe (Cenergia, Kuben Management, Rubow Arkitekter og VELUX), inkl. den præfabrikerede "Solprisme", som senere indbygges i 60 nybyggede huse i Aarhus (med solceller, solfanger, varmepumpe og ventilation med varmegenvinding i en enhed)
- I 2010 indgås nye regler for nettoafregning af solstrøm via Dansk Solcelleforening
- ForskVE projektet "Photo Skive" med plan om solceller til alle kommunale bygninger sættes i gang i 2008
- Valby solcellegavl præsenteres som solcelle kunstværk i 2008
- Frem til udgangen af 2011 eksploderer solcellemarkedet med omsætning på 8 mia kr på 8 mdr.

Fra 2012 – 2019, tredje fase af BIPV-udvikling

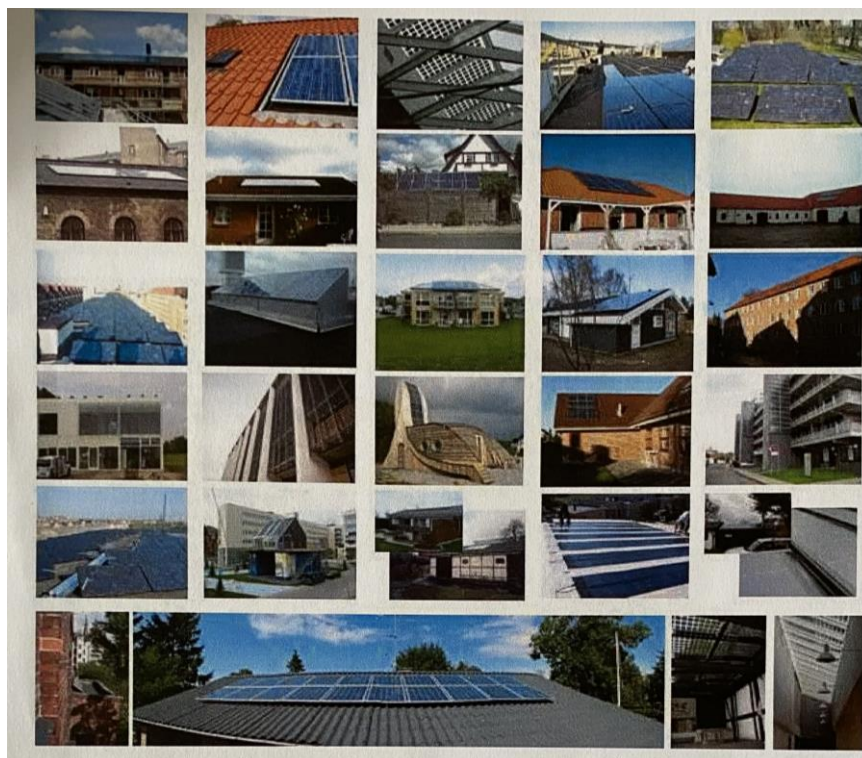
- Pga. overhøjet solcellemarked stoppes udbygningen af solceller kraftigt op i løbet af 2012 og 2013 med mange konkurser til følge. Fordelen var dog, at der blev fokus på ikke kun at lave grimme solcelleanlæg
- EU-projektet Green Solar Cities afsluttes med etablering af en række BIPV projekter i Valby og med Nordens største solcelleprojekt til Damhusåens rensningsanlæg i Valby
- Green Solar Cities bogudgivelse i 2015 fra Routledge
- Fra 2011 lykkes det at opnå støtte fra ForskVE programmet til 5 BIPV udbredelsesprojekter, heraf er 4 sammen med Gate21. Resultatet er bl.a. den første del af etableringen af en BIPV-Demosite på Teknologisk Institut samt et partnerskab med Copenhagen International School og AktivHus mærkning af denne inkl. den nyskabende BIPV-facade.

Dette fører i 2018 til tildeling af den internationale Active House Award.

- Og fra 2013 igangsættes et særligt BIPV-demonstrations program med støtte fra EUDP som led i aftale med Enhedslisten.

Dette sikrer flere gode BIPV-løsninger og fortsat arbejde med BIPV Demositen.

- Der arbejdes løbende i Cenergia regi med at udvikle forslag til byorienteret udnyttelse af BIPV-løsninger som led i "Smart Energy" strategi frem mod CO₂ neutral byudvikling. Dette gælder for Køge Nord, Avedøre og Vinge ved Frederikssund



Eksempler på EU Resurgence støttede solcelle projekter i Danmark (2002-2008), herunder Ungdomshus, Hammerthor og Dalgasparten boligbebyggelser v. boligselskabet Fruehøjgaard i Herning, Arkitektskolen i København, Engstrandskolen og Tjørnehøjskolen i Hvidovre og Brøndby, projekter i Valby inkl. ny skole her, Danmarks første passivhus etagebyggeri Rønnebækhave II i Næstved, Zoo på Frederiksberg, Københavns Energis hovedsæde, Københavns Solcellelaug og den CO₂ neutrale tagbolig "Soltag".



Nyeste røde solcelle løsning fra Dansk Solenergi , her indpasset i tegltag



surPLUShome Germany Decathlon internationale vinder fra 2009 er et godt eksempel på helhedsløsning med bygningsindpassede solceller, som 0-energi byggeri (Sunpower solceller og Nilan varmepumpe)

1.3 Status og perspektiver for BIPV ved afslutning af projektet

1.3.1 Status og udbredelser af resultater

Der er som en meget positiv ting sket en løbende opfølgning på arbejdet med BIPV Demositen på Teknologisk Institut, således at de opsatte løsninger fra sommeren 2018, som inkluderede en facade løsning med vinklede solceller fra SolarLab, i løbet af 2019 er blevet suppleret med nye løsninger fra SolarTag, SolarPolaris og VELUX. Hermed blev dialogen med bygherre og rådgivere i byfornyelsen i Valby og Kbh. NV styrket, således at flere løsninger kan anvendes i praksis her. I den forbindelse kan også nævnes at arbejdet med et nyt produkt for solcelle drevet ventilation i et samarbejde med EcoVent og Dansk Solenergi nu er meget tæt på at nå i mål, hvorefter det også er ideen at få dette præsenteret på Demositen. Der har også som led i projektet været en afsluttende opfølgning for BIPV montage til bebyggelsen Landsdommergården i Kbh. NV. På den mindre positive side må det desværre samtidigt konstateres at byfornyelsen i Valby alligevel ikke kunne nå at blive færdig før projekt afslutningen 1. oktober 2019.

Det forventes at byggeperioden i Valby vil være et år, så en realisering af demonstrationsdelen med solceller først vil finde sted i løbet af 2020. Men da den nødvendige del udvikling af teknologier er gennemført meget tilfredsstillende og det opstillede budget og timeforbrug fuldt ud er anvendt, så betyder arbejdet med BIPV Demositen på Teknologisk Institut at de opsatte mål er indfriet og at der er sket en vigtig optimering af teknologien i sam-arbejde med bygherren og de valgte rådgivere. Samtidigt har Solar City Denmark lovet at lave en engelsk version af BIPV Demosite brochuren og en revision af Living in Light brochure materialet når byfornyelsen er færdig, ligesom der også er bragt en række artikler i FBBB's temablad, der udkom i januar 2020, samt databasen, www.bæredygtigebygninger.dk, og hjemmesiden www.activehouseBIPV.com, hvor man kommer godt rundt om BIPV problemstillingen med udgangspunkt i BIPV-Demositen.

FBBB, Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger, har lavet omtale af projektet i deres temablade. Der er også aftalt at bringe en artikel med projekresultater efter realiseringen af byggeriet i Valby.

Solar City Denmark vil lave en afsluttende publikation om resultaterne ifm. renovering af ejendommen Gl. Jernbanevej 4-6 i Valby, samt en engelsk udgave af BIPV Demosite brochuren.

På hjemmesiderne www.livinginlightbuidlings.com, www.activeroofsandfacades.com og www.activehousebipv.com er det muligt at finde en række relevante informationer i relation til EUDP projektet. Og nye resultater er hurtigt præsenteret her. Ligesom i FBBB databasen.

1.3.2 Kan bygningsindpassede solceller være konkurrencedygtige?

Når man har været aktiv indenfor solcelleudvikling i en 30-årig periode, så virker den prisudvikling, der har været meget imponerende. Faktisk virkede det ikke sandsynligt i 1990'erne at solcelleanlæg i 2020 skulle udvikle sig til at være den globalt set billigste

energikilde. Så drivkraften for at arbejde med området byggede mere på at solenergi er den klart største energikilde, der er til rådighed, hvorfor det giver mening at arbejde med den praktiske anvendelse, også selvom det havde lange udsigter.

Når der ses på prisniveauet, så lå prisen pr. kWp (ca. 8 m² solceller) på 50.000 til 100.000 kr. Det var derfor en god pris vi opnåede med Københavns Solcellelaug i 2004, hvor vi fik etableret 40 kWp solceller til 33.000 kr. pr. kWp. Og lige så imponerende var det da Københavns smukkeste solcelleanlæg kunne etableres af SolarPlan i 2011 på Søpassagen i København på en bevaringsværdig bygning til 31.000 kr. pr. kWp.

Dette var det samme år, hvor solcelle markedet i Danmark for første gang boomed til priser på 15.000 til 20.000 kr. pr. kWp som et typisk prisniveau, hvilket godt kunne ses mange steder med knap så kønne opsætninger.

Samtidigt kan det fremhæves, at det ikoniske og flotteste facadesolcelleanlæg i Danmark med 720 kWp farvede og vinklede solceller til Copenhagen International School i 2017, blev udført til omkring 23.000 kr. pr. kWp for den fulde installation.

I starten af 2013 lykkedes det at etablere et solcelleanlæg til Damhusåens Rensningsanlæg på 770 kWp solceller, som Norden største på det tidspunkt til 13.000 kr. pr. kWp.

Efterfølgende blev der etableret væsentligt større marksolcelleanlæg rundt omkring i Danmark med priser helt ned til 8.000 kr. pr. kWp. Dette svarer til en m² pris på 1.000 kr., og er en faktor på 10 billigere end prisniveauet i 1990'erne.

I Energinet.dk's seneste rapport om hvordan man kan leve op til den vedtagne 70% besparelse på CO₂ udledningen i 2030 nævnes solceller kun ganske kort, bl.a. med en vurderet produktionspris helt nede på 18 øre/kWh mod prisen for tagmonterede solceller, der vurderes at koste det samme som havvindkraft, nemlig 28 øre/kWh.

Investeringer i solceller vurderes dog her at være knap så interessante som havvind teknologien, bl.a. fordi kravet til lagring vurderes til at være større.

Muligheden for at anvende bygningsindpassede solceller indgår dog ikke i analysen-

Med de seneste teknologier indenfor BIPV med farvede solceller kan man i princippet lave elproducerende facader og tage med alle de typer af arkitektoniske udtryk, som man kan ønske sig. Og når solcellepanelerne kan erstatte almindeligt anvendte bygningsoverflader, så bliver prisen for solcelleproduktionen reduceret. Dette kan i nogle tilfælde betyde, at man kan nærme sig til at kunne konkurrere med den installerede marksolcelle pris på 1.000 kr. pr. m².

Så der er faktisk et stort behov for at sætte en efterspørgsel i gang for at få disse muligheder anvendt i praksis.

Noget der kunne overvejes i den forbindelse var muligheden for at give tilskud.

Her kunne en 30% støtteordning til systemgodkendte anlæg måske være en mulighed. Alternativt kunne man ligesom klimapartnerskaber også etablere vedvarende energi partnerskaber, som et middel til at støtte anvendelsen af BIPV teknologien i praksis. Med et årligt byggemarked i Danmark på 200 mia. kr., hvoraf renovering vurderes at udgøre 33 mia. kr., kan et fast brug af BIPV løsninger i fremtidens cirkulære byggeri sikre et meget betydeligt marked, som igen kan hjælpe med at få etableret en helt ny type industri.

1.4 Executive summary

Prisbilligt montagesystem til vinklede solcelleelementer til facader og gavle

Cenergia har i alt været involveret i 5 forskellige EUDP- projekter med tilknytning til "Særpuljen for BIPV", som kunne ansøges mellem 2013 og 2015. På nuværende tidspunkt er tre projekter fra 2013 afsluttede overfor EUDP. Det ene var projektet "Det Ny Tag" med bl.a. Komproment som partner og det andet var "Solenergitag som komplet klimaskærm", hvor hovedpartnern var Boligselskabet 3B i samarbejde med Solarplan. Det sidste projekt fra 2013 om "Smart Grid School" er også færdiggjort overfor EUDP, og havde Københavns Kommune som partner. Hovedresultatet var her samarbejde med Copenhagen International School, hvor der blev gennemført en "AktivHus" mærkning, som i 2018 førte til tildelingen af den internationale, "Active House Award 2018". Men også arbejde med solceller til røde tage og den såkaldte "Living in Light Box" indgik ligesom en støtte til planerne om at realisere 1MWp solceller i København NV.

Også EUDP projektet "Ny BIPV Teknologi"(j.nr. 64015-0094) fra 2015 er afsluttet og slutrapporteret, her med hovedfokus på et tæt samarbejde med Dansk Solenergi og deres nye teknologi med farvede solceller, hvor 2 forskellige løsninger er bygget op på BIPV Demosite på Teknologisk Institut, som blev indviet i foråret 2018.

Nærværende EUDP BIPV-projekt startede i 2014, men er blevet forsinket og udsat flere gange fordi en konkret byfornyelsessag i Valby med BIPV-løsninger er blevet stærkt forsinket. På trods af dette er det alligevel lykkedes at færdiggøre projektet på en god måde, som udover en konkret opbygning af vinklede solceller til facader og gavle på BIPV Demositen også har sikret en ekstra opfølgning med nye løsninger, her fra tre nye BIPV leverandører. Samtidigt indgår der også i nærværende slutrapport en oversigt over BIPV udviklingen generelt og nogle visioner for fremtiden, noget som også er anvendt som basis for, som noget helt nyt, at sætte gang i et undervisningsforløb vedr. BIPV på DTU-BYG.

Materiale herfra er medtaget i form af links

Når det kommer til arbejdet med ideer til vinklede solceller, så har der i Cenergia regi været aktiviteter i en lang årrække, i de fleste tilfælde i relation til en række større EU støttede projekter. Første eksempel er fra den første arkitektkonkurrence om BIPV i Danmark, der blev gennemført i samarbejde med boligselskabet FSB i 1997, på basis af EU Joule projektet,

PV-Vent. Her blev der af Suensons Tegnestue monteret en sådan løsning som mockup på boligbebyggelsen Lundeberggård i Skovlunde. Og i en senere arkitektkonkurrence med boligskabet Fruehøjgård i Herning fra 2002 pegede vinderprojektet fra Årstiderne Arkitekter også på løsninger med vinklede solceller, selvom det endte med en anden løsning i den konkrete byggesag, der blev arbejdet med.

Og nogenlunde samtidigt blev der af Københavns Energi brugt en løsning med vinklede solceller til deres nye hovedsæde i Ørestaden, der var projekteret af arkitektfirmaet Smith, Hammer & Lassen. Dette skete samtidigt med tilknytning til Cenergias EU-Resurgence projekt, hvor der var aktiviteter i 5 Europæiske lande.

I nærværende projekt har firmaet Solarplan lavet oplæg om vinklede solceller til Arkitektfirmaet Domus, der har lavet arkitektarbejde vedr. byfornyelsesprojektet til Gl. Jernbanevej 4-6 i Valby.

Samtidigt er der udført en konkret opbygning af en mockup på BIPV Demositen ved firmaet SolarLab, der også var leverandør af vinklede kromatiske solceller til Copenhagen International School.

Som det fremgår af nærværende rapport, så er der efterhånden udviklet et stærkt grundlag for anvendelse af bygningsindpassede solceller (BIPV) i byggeriet. Og situationen er, at man faktisk kan anskaffe både tag- og facadeelementer til byggeri med ethvert ønsket arkitektonisk udtryk, samtidigt med at det er elproducerende. Dette betyder, at BIPV-løsninger bør være en naturlig del af alt fremtidigt byggeri i Danmark, hvis man virkelig ønsker at satse på en 100% vedvarende energiforsyning indenfor en overskuelig fremtid.

Dette kan gøres ret enkelt ved at lade et krav om lokal solcelle produktion være et krav i forbindelse med definitionen af "bæredygtigt byggeri", som skal indgå i fremtidige bygningsreglementer. Herved kan der skabes baggrund for at udvikle endnu et industrieventyr indenfor vedvarende energi i Danmark.

1.5 Projektresultater og udbredelse af projektresultater

EUDP-projektet "Prisbilligt Montagesystem til vinklede solceller til facader og gavle" har haft et langt forløb fra oktober 2014 og helt frem til oktober 2019. I denne 5-årige periode er projektet udført i samspil med en række andre EUDP BIPV-projekter, der har været en del af den specielle særpulje for bygningsindpassede solceller (BIPV) under EUDP programmet og for Cenergia, Kuben Management og Solarplan har der været et godt samspil med flere delprojekter under det nu afsluttede ForskVE program, som støttede udbredelsen af "mindre" VE teknologier, som solceller af uransagelige grunde blev rubriceret under.

Det heldige ved dette har så været, at det herved har været muligt at gennemføre en målrettet indsats for at modne BIPV området, hvilket har haft en betydelig effekt på trods af de relativt få midler, der har været afsat.

Et hovedresultat i projektet

SolarLab

Kategori
Udvendig solafskærmning

Solcelletype
Integreret i persiener

Leverandør
www.solarlab.dk

Udvendige persiener med integrerede solceller

Persiener med integrerede solceller kan produceres i forskellige størrelser, former og farver, ligesom vinkel og indbyrdes afstand mellem persiener kan tilpasses et konkret projekt.

De er udstyret med satineret glas som betyder, at solcellerne bag glasset er omtrent usynlige. Persienerne kan monteres på facader eller foran vinduespartier som solafskærmning.

Højeffektive solceller og persiennernes skrå vinkel i forhold til solen resulterer i høje ydelser i kWh.



Præsentation af montagesystem for vinklede solceller udviklet af SolarLab, som blev præsenteret på BIPV Demosite i Tåstrup. (uddrag fra Solar City Denmark brochure.)

Prisbilligt Montagesystem til vinklede solceller på facader og gavle – arbejde med demonstrationsprojekt i Valby

Baggrunden for projektet:

Byfornyelse Gl. Jernbanevej i Valby – Living in Light.

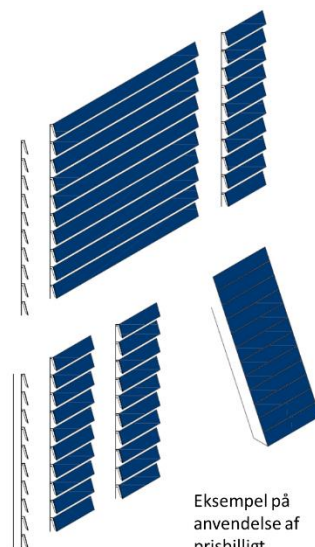
Her gennemføres en lavenergiklasse 2015 renovering for en ældre

boligejendom fra 1899 på basis af "ActiveHouse" specifikationerne.

Samarbejdspartnere i byfornyelsesprojektet:

Kuben Management, Cenergia, SolarPlan, Dovista,

Rådg. Ing. Ishøj & Madsen, Domus Arkitekter, VELUX, Vel-fac, FBBB og Solar City Denmark



Eksempel på anvendelse af prisbilligt montagesystem for vinklede solceller til facader og gavle

Montagesystem til vinklede solcelle elementer i facader og gavle



Rendering udført af Domus Arkitekter, der viser glaspåbygningen mod vest samt ny tagetage.

Montagesystem til vinklede solcelle elementer i facader og gavle



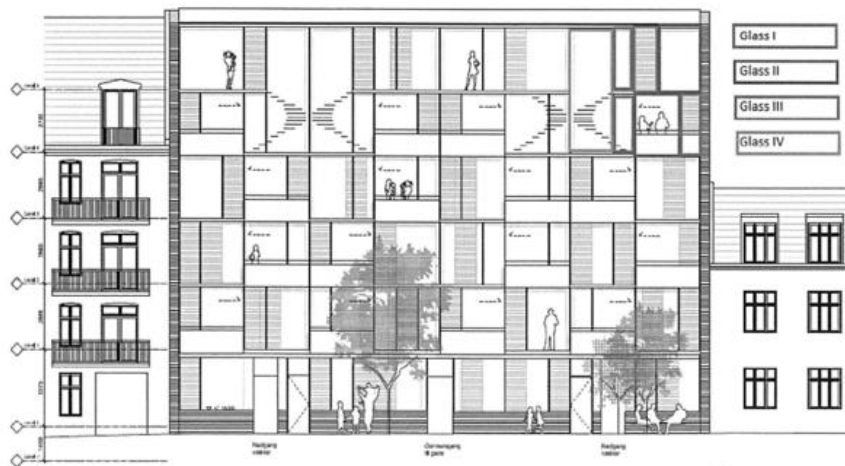
Forslag til indpasning af vinklede solcellelementer v. SolarPlan og Domus Arkitekter

Living in Light, EUDP and BIPV ForskVE project, Gl. Jernbanevej, Valby



Tegning af bygning mod gaden, hvor nye taglejligheder med VELUX vinduer og solceller ses

Living in Light, EUDP and BIPV ForskVE project, Gl. Jernbanevej, Valby



Revideret tegning af vestfacade med vinklede solskodder, der var tænkt udført som solcellemoduler.

(total economy calculation)

Living in Light/Valby

Analyse af energital

	Faktiske tal	Energiramme 2010				Energiramme 2015		
	[kWh]	[-]	[kWh]	[kWh/m ²]	[-]	[kWh]	[kWh/m ²]	
Fjernvarmeforbrug	63.279	1,0	63.279	56	0,8	50.623	45	
Elforbrug	4.302	2,5	10.754	10	2,5	10.754	10	
Elproduktion	-25.400	2,5	-63.500	-56	2,5	-63.500	-56	
Elproduktion aftages i BE10	-4.302	2,5	-10.754	-10	2,5	-10.754	-10	
Resultat ekskl. husholdingsel			10.533	9		-2.123	-2	
Resultat ekskl. husholdingsel BE10			63.279	56		50.623	45	
Husholdningsel	36.800	2,5	92.000	81	2,5	92.000	81	
Resultat inkl. husholdingsel			102.533	91		89.877	79	

Energiramme 2020			CO ₂	
[-]	[kWh]	[kWh/m ²]	[Kg/MWh]	Kg
0,6	37.967	34	133	8.416.080
1,8	7.743	7	500	2.150.800
1,8	-45.720	-40	500	-12.700.000
1,8	-7.743	-7	501	-2.155.102
	-10	0		-2.133.120
	37.967	34		
1,8	66.240	59	500	18.400.000
	66.230	59		16.266.880

Energiramme 2010 81 kWh/m² pr. år v

Energiramme 2015 47 kWh/m² pr. år v

Energiramme 2020 20 kWh/m² pr. år x

CO₂ og energi beregning v. Cenergia.

Det er ideen at se teknologien som en del af en helhedsløsning til bygningsfacader, gavle og brystninger og med et samtidigt forsøg på at gøre de forholdsvis små rammeløse solcellelementer til standardelementer. Hermed opnås også en solcelleløsning, som nemt kan tilpasses i størrelsen, så den også er velegnet til gennemgribende renoveringsprojekter, hvor man søger at opnå et højt energiramme niveau, hvilket er særligt relevant i en situation, hvor mange aktører arbejder med en målsætning om en lavenergiklasse 2020 standard.

Af øvrige vigtige resultater i denne forbindelse kan dels nævnes samarbejdet med aktørerne vedrørende Copenhagen International School, som det har været muligt at få etableret en international fokus på via ActiveHouse mærkning og efterfølgende udpegning af dette projekt som modtager af den internationale ActiveHouse Award i 2018, samt indsats for en fortsat udviklingsindsats i EUDP projektet "Enclose" med solcellefirmaet SolarLab som hovedaktør, samt efterfølgende indsats for at sikre en ActiveHouse mærkning ved renoveringen af et andet ikonisk byggeri med samme teknologi, nemlig Grøndalsvej i Aarhus som kommunalt administrationsbygning med Smith, Hammer & Lassen som arkitekt.

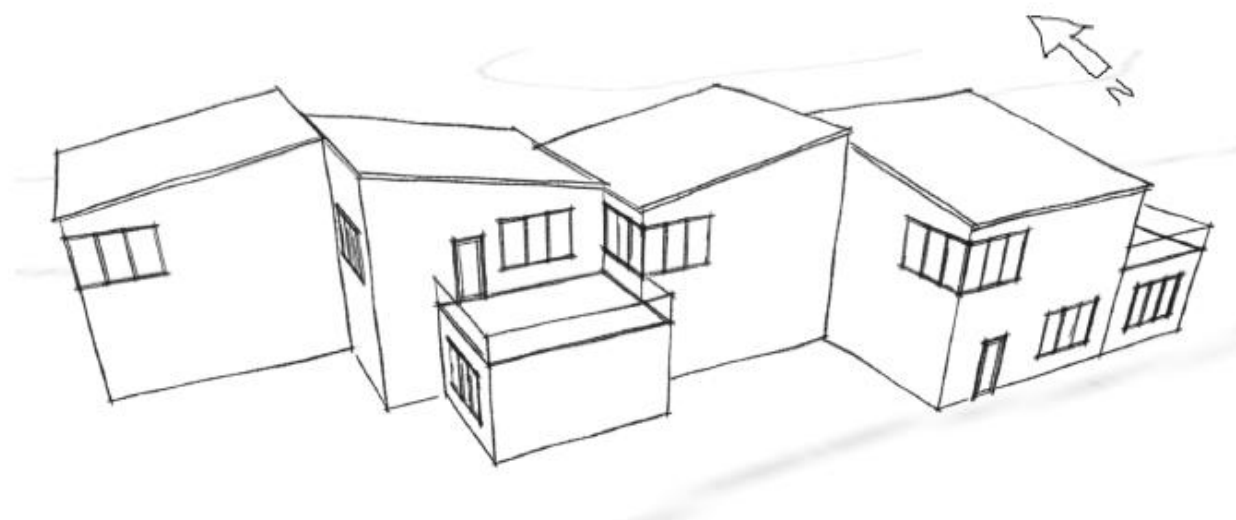
Et andet vigtigt resultat, som nærværende projekt også har støttet op om, har været etableringen af BIPV Demositen på Teknologisk Institut i Tåstrup v. Cenergia og Solarplan. Desuden har der været en løbende indsats vedr. det planlagte boligrenoveringsprojekt på Gl. Jernbanenvej i Valby, som har været hovedgrunden til at EUDP projektet har trukket så meget ud. Dette byggeri forventes nu færdig i løbet af 2020 og vil her indeholde en række forskellige solcelleløsninger, som der er arbejdet meget med.

I det følgende er opstillet en liste over de hovedelementer, som der er arbejdet med i EUDP projektet:

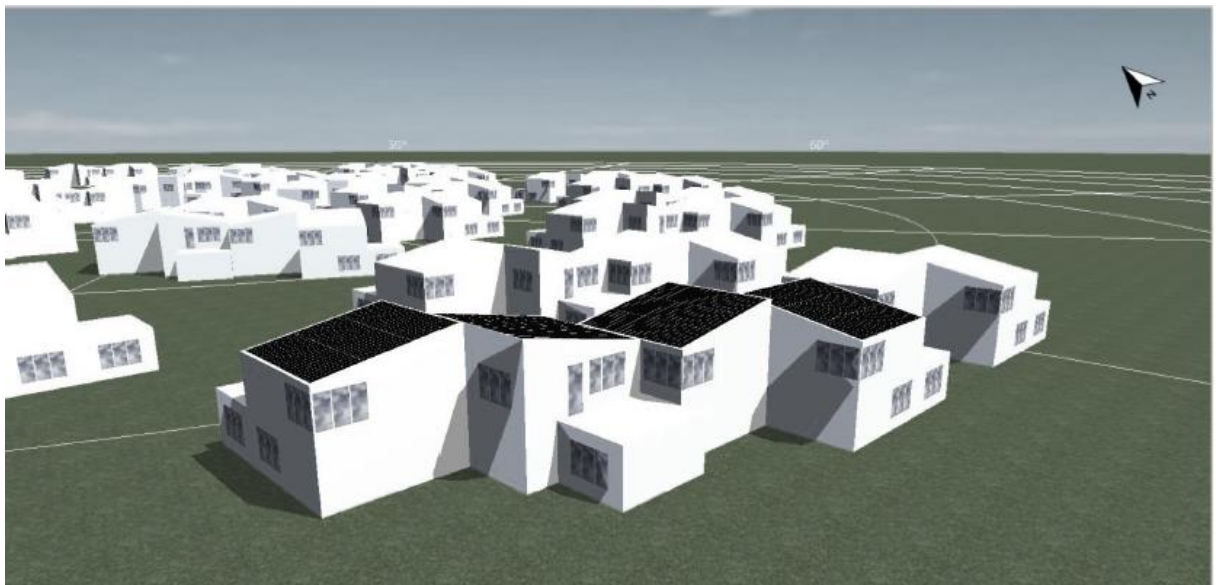
Særpulje for bygningsindpassede solceller (BIPV). Hovedelementer for EUDP projektet

”Prisbilligt Montagesystem til vinklede solcelle elementer til facader og gavle”

- Analyser af BIPV økonomi når solceller erstatter facadematerialer
- Arbejde med Aktiv Hus standarden (www.activehouse.info) i forhold til BIPV
- Videreudvikling af BIPV Demosite på Teknologisk Institut, samt brochure med Solar City Denmark
- Prototype udvikling af montagesystem til vinklede solceller udført af SolarLab, der også var leverandør af vinklede solceller til Copenhagen International School
- Udvikling af solcelledrevet ventilation som prototype løsning i samarbejde med Dansk Solenergi, SolarPlan og Ecovent
- Udvikling af BIPV undervisning på DTU-BYG med specielt fokus på fossilfri byudvikling og performance dokumentation
- Deltagelse i ActiveHouse symposium 2019 og i tilknyttet ActiveHouse Award jury (som vinder af AH Award 2018)
- Dialog med Green Island / Vinge Nord byudvikling om brug af solenergi løsninger herunder BIPV (ActiveHouse Plus)
- Artikler om BIPV til FBBB temablade
- Samarbejde med aktører bag renovering af Gl. Jernbanevej 4-6 i Valby vedr. BIPV løsninger



Bebyggelsesforslag fra studerende på DTU-Byg. Her med 4 boligenheder med plads til 5 familier og med BIPV løsninger med flere orienteringer, der giver en mere ligelig solcelleydelse over dagen.



De fire units simuleret i PV*SOL

Solar City Denmark har arbejdet med at lave et BIPV Arkitektur katalog, som er vist på følgende link: <https://www.dropbox.com/s/jt3h9o2ji8e0zsv/BIPV%20demo-site%20v2%20SCD.pdf?dl=0> . Det er aftalt at der også laves en engelsk udgave af denne. Samtidigt er der lavet artikler til temablade ved FBBB som omtaler de vigtigste projektræsultater. Se:

<https://www.dropbox.com/s/xtbu5cgtqo6g34k/2019%20%281%29%20FBBB%20temablad%20Arkitektur%20og%20Energiforsyning%20%281%29.pdf?dl=0>

I det følgende er medtaget kopi af den mest interessante studenter rapport fra DTU BIPV undervisningen hvor der gennemgås et forslag med 5 sammenbyggede boliger, der på årsbasis kan opnå en høj grad af selvforsyning ved at udnytte flere forskellige solcelle orienteringer:

https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064015-0094%20Ny%20BIPV%20tek/11108_Assignment2_group4.pdf?role=personal

0-ENERGIBYGGERI MED AKTIVE TAGE OG FACADER

Den internationale AktivHus standards mærkningsordning med fokus på energi, komfort og bæredygtighed, kan med fordel udnyttes til at kommunikere, hvor godt man lykkes med at få indpasset vedvarende energiløsninger i byggeriet. Og kan som nævnt i det såkaldte "Nordic Built Charter" bruges til at dokumentere, at man som udfører byggeri, der er CO₂-neutralt i dets samlede levetid. (www.activehouse.info og www.aktivhusdanmark.dk)

Som led i en "Smart Building"-strategi kan dette f.eks. gøres ved at bruge såkaldte "prosumer levels", f.eks. med værdierne 1-4 ligesom i AktivHus-standarden, hvor 1 er bedst, og kan svare til en hel CO₂-neutral bygning.

En yderligere fordel ved denne tilgang er, at AktivHus-standarden samtidigt kan

bruges som dialogværktøj for f.eks. kommuner, der ønsker at fremme en samlet bæredygtig strategi i konkrete byggerier og byudviklingsprojekter.

Og ved hjælp af den nye databaseplatform, www.bæredygtigebygninger.dk, fra Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger FB3B, vil det være muligt at gennemføre en løbende dokumentation af konkrete byggerier inkl. brugbare modeller for "performance dokumentation".

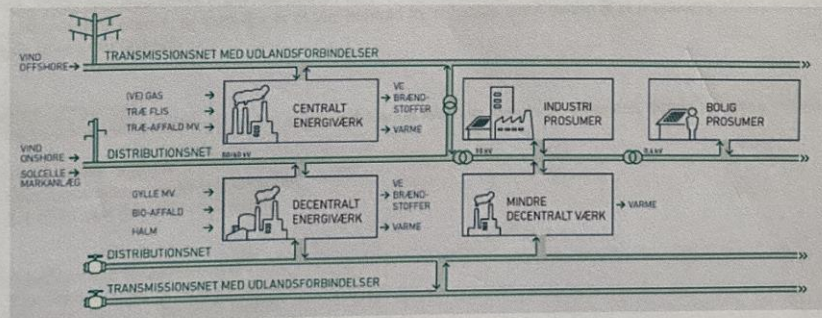
Et af de BIPV-projekter, som er lavet en samarbejdsaftale med i EUDP-projektet, Low Cost Active House BIPV, og hvor der skal gennemføres en AktivHus-mærkning, er den internationale skole i Københavns Nordhavn.



En determineret bygherre insisterede på, at den nye Copenhagen International School i Københavns Nordhavn blev udført i en fremtidsikret standard med en ny type el-producerende overflade for alle facader, der samtidigt kunne udføres i en høj arkitektonisk kvalitet af C. F. Møller arkitekter som ansvarligt arkitektfirma, og Solarlab som leverandør. Resultatet er et kvantespring for anvendelsen af bygningsindpassede solceller, BIPV, og realiseringen af det største anlæg af denne type i Europa.

SYSTEMPERSPEKTIVER 2035

"NVE ENERGIVÆRKER OG PROSUMERS KAN SPILLE EN STOR ROLLE I FREMTIDENS ENERGISYSTEM"



"I analysen Systemperspektiv 2035 ser Energinet på udfordringer og muligheder i Danmarks fortsatte rejse mod et grønt energisystem. Analysen inddrager både den europæiske energiudvikling og storskala-løsninger, og hvad der kan komme til at ske på en typisk dansk villavej med små solceller og husstandsbatte-rier. Systemperspektiv 2035 giver bl.a. bud på, hvordan den stigende mængde vind og solenergi kan bruges til varme, transport og højværdi VE-produkter, der kan eksporteres og blive en gevinst for Danmark."

Kilder: energinet.dk, Nyheder 2.3.2018

Analysen viser, at med de forventede prisfald på batterier og solceller, så kan en kraftig udbygning med solceller og batterier i slutforbruget blive både samfunds- og privatøkonomisk hensigtsmæssigt frem mod 2035.

En fremtidig standardløsning for en villa-husstand kunne f.eks. blive et solcelletag på 10-15 kWp (hele tagfladen) og et tilhørende batteri i størrelsesordenen omkring 10-30 kWh. I løbet af 2018 etableres en BIPV demoseite på Teknologisk Institut i Tåstrup koordineret af Solarplan i samarbejde med Cenergia, der nu er en del af Kuben Management.

Præsentation af CIS byggeri som Smart Energy løsning

Udvikling af PV Clean Vent prototype

I EUDP projektet "Prisbilligt montagesystem til vinklede solceller til facader og gavle", har der med henblik på anvendelse i demonstrationsbyggeriet på Gl. Jernbanevej i Valby, været et samarbejde med firmaerne Dansk Solenergi (som partner) og Ecovent Int. (som underle-

verandør) for at videreudvikle allerede opnåede lovende resultater med solcelledrevet ventilation. Her kan henvises til udviklingsrapporten "Solceller til CO2 neutral ventilation" fra 2006 udarbejdet af Cenergia (<https://www.dropbox.com/s/zwzagg5lpf3fmj6/Rapport-Solceller-til-CO2-neutral-ventilation.pdf?dl=0>)

Her var det konklusionen at prisniveauet var for højt for solceller på det tidspunkt. Dette er her i 2019 ikke mere noget problem, selvom der stadigvæk er behov for at få demonstreret teknologien i større skala. Og til Gl. Jernbanevej byfornyelsen med store glasfacader mod vest, var vurderingen, at en solcelledrevet ventilationsløsning vil være af stor værdi, som en simpel måde til at begrænse overtemperaturer i solrige perioder. Og i samarbejde med Domus Arkitekter og SolarPlan blev der derfor indtegnet forslag til vinklede solafskærmningselementer, som havde påmonterede solceller.

Nu er det sådan, at der samtidigt med dette projekt også er gennemført et MUDP projekt (J.nr. MST-141-01044) ved navn "Cirkulært ressourcekredsløb for bygningsintegreret ventilationsenhed med varmegenvinding", som blev slutrapporteret i marts 2018, med Ecovent Int., Cenergia og Kuben Management som hovedaktører. Her skitseres bl.a. en ventilationsløsning til byfornyelsen på Gl. Jernbanevej sammen med en prototypeløsning for en automatisk filterenhed, som kun skal udskiftes med 10 års mellemrum og med indbygget mulighed for også at fungere som et effektivt partikelfilter.

Denne løsning er efterfølgende videreudviklet, som den såkaldte "Airfilter4ever" enhed bl.a. i relation til et nyt projekt under Miljøstyrelsen (størrelse: 500mm x 425mm x 200mm).

Og ideen om at kombinere dette filter med en solcelledrevet ventilatorfunktion er efterfølgende fremført i forbindelse med ovennævnte EUDP projekt, "Prisbilligt montagesystem for vinklede solceller til facader og gavle".

Samtidigt er der lavet flere nye prøve opstillinger med solcelle drevne ventilatorer.

AIRFILTER4EVER
AIRFILTER CONCEPT

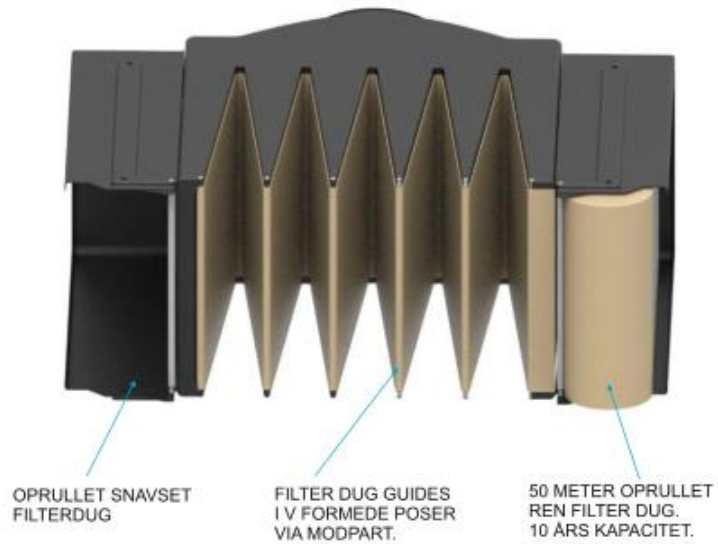
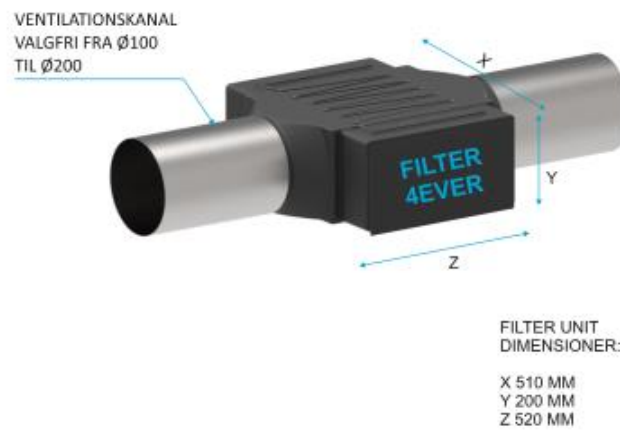


Illustration af den automatiske filter funktion

AIRFILTER4EVER
AIRFILTER CONCEPT



Her ses hvordan filterenheden kan indbygges i en luftkanal.

Brug af ActiveHouse standarden som driver for bæredygtigt CO2 neutralt byggeri

I Mercur Banks kundemagasin "Pengevirke" fra 2017 er der bidraget med en artikel om "Nye standarder for byggeri", som giver et svar på hvordan man kan få en fælles standard for energirigtigt byggeri, der både sigter højt for nybyggeri og som også kan bruges til renovering af eksisterende byggeri. Her henvises både til byfornyelsesprojektet på Gl. Jernbanevej og til Copenhagen International School (CIS), som blev udført med solceller på alle facader på en arkitektonisk god måde, således at halvdelen af det årlige elforbrug dækkes med solstrøm.

Forslaget går ud på at anvende den internationale "ActiveHouse" standard, som har en kombineret fokus på energi, indeklima og bæredygtighed og som giver en ekstra god score, hvis man anvender lokal produceret vedvarende energi.

Efterfølgende er det lykkedes Cenergia og Peder Vejsig Pedersen at gennemføre en AktivHus mærkning af CIS byggeriet, hvilket i november 2018 førte til, at man blev tildelt den internationale ActiveHouse Award for 2018. Dette medførte stor international interesse og i Danmark har både CIS byggeriet og den etablerede BIPV Demosite på Teknologisk Institut ført til en anerkendelse i byggebranchen om at det kan være helt OK at anvende solceller også i facader, hvilket er vigtigt for at kunne opnå egentligt CO2 neutralt byggeri.

Perspektiver for disse ting er mere detaljeret beskrevet i FBBB's temablade om "Energiforsyning og Arkitektur" fra januar 2020.

Og i september 2019 deltog Peder Vejsig Pedersen i det årlige ActiveHouse Symposium, som blev afholdt i Toronto i Canada.

Dette var dels som udpeget medlem af juryen for ActiveHouse Awards 2019 (som vinder året før) og samtidigt med henblik på at etablere et samarbejde med et førende canadisk arkitektfirma med henblik på etablering af fossilfrie byområder ved hjælp af BIPV løsninger og brug af den internationale ActiveHouse standard





Det syvende Active House symposium blev afholdt i Toronto, Canada i september 2019. Her ses juryen for uddelingen af Active House Awards 2019. Peder Vejsig Pedersen ses længst til venstre

1.6 Udnyttelse af projektresultater

Projektresultaterne i nærværende projekt og i de øvrige EUDP BIPV særpulje projekter og gennemførte solcelleprojekter under det nu nedlukkede ForskVE (PSO) program, må siges at være opnået på trods af at der fortsat ikke er nogen officiel politik for at satse på bygningsindpassede solceller, hverken fra officiel side eller fra de forskellige støtteprogrammer, der findes på energiområdet.

Som det dokumenteres i nærværende rapport, så har der været en løbende indsats for at fremme brugen af solceller og BIPV løsninger helt fra 1990'erne, da de første EU støttede demonstrationsprojekter blev realiseret samtidigt med SOL 30, SOL 300 og SOL 1000 programmet, sidstnævnte med støtte fra PSO systemet. Det var også tidspunktet, hvor man på basis af tysk lederskab fik sat gang i en efterspørgsel efter solcelleanlæg på et globalt grundlag, som en fortsættelse af det tyske 1000 tages program, nu ud fra feed-in tarif ordninger, som også blev anvendt til at fremme brugen af vindenergi.

I Danmark skete udviklingen alene på et lidt tilfældigt grundlag, hvor især en række EU støttede demonstrationsprojekter kunne holde en vis efterspørgsel kørende også efter 2001, hvor alle ambitioner for brug af vedvarende energi blev lagt på is i mere end 5 år. Her spillede interessen fra kommunerne en vigtig rolle, og der blev her udviklet en målrettet plan for

vidtgående brug af solceller i Valby i København i et tæt samarbejde med kommunen og Københavns Energi, med en målsætning om 30 MWp solceller (300.000 m²) i 2025, svarende til en 15% dækning med solstrøm. Og i 2004 blev Solar City Copenhagen samarbejdet etableret.

Den korte historie er så, at da verdensmarkedspriserne faldt kraftigt på solcelleområdet, så at Danmark med verdens højeste elpriser oplevede en ukontrolleret udbygning af solcelleanlæg fra 2011, så blev der sat kraftigt ind for at sætte en stopper for udbygningen, stort set med alle midler. Herunder en fuldstændig tåbelig ulovliggørelse af at bruge solceller til kommunale bygninger, på basis af nogle meget uheldige regler som desværre er gældende endnu.

De mange tiltag for at stoppe solcelleudbygningen også på BIPV området med bygningsindpassede solceller havde dog kun en begrænset effekt, primært fordi verdensmarkedspriserne for solceller fortsatte med betydelige fald og fordi energireglerne for byggeri stadigvæk efterspurgte brug af solceller. Noget der var svært at gøre op med da EU's bygningsdirektiv efterspurgte en udvikling i retning af "næsten 0-energi byggeri".

Og når der så sker nogle kvantespring for anvendelsen af solceller til bygninger, som løsningen til Copenhagen International School må siges at have været, simpelthen fordi en stærk bestyrelse ønskede at skabe noget unikt, ja så kan almindelige danskere begynde at se, at der måske kan være nogle perspektiver i BIPV teknologien, og der opnås via dette projekt og andre udviklingsprojekter en ændring af den tidligere meget negative holdning til solceller fra dele af arkitekstanden. Og som noget helt afgørende begynder man som noget nyt, at interessere sig for hvordan solceller kan begynde at erstatte almindeligt kendte bygningsmaterialer.

Med EU's nye politik for "Clean Energy for all Europeans" og herunder den nye udvikling af "energifællesskaber", er det vurderingen, at det ikke giver mening med en fortsat politik for at undgå anvendelse af bygningsindpassede solceller i byggeriet, og herved bør en reel mulighed for at kunne erstatte almindelige bygningsoverflader med BIPV materialer være inden for rækkevidde.

I den forbindelse viser den i 2018 etablerede BIPV-Demosite på Teknologisk Institut i Tåstrup, at der på trods af alle barriererne eksisterer en lang række leverandører med mange forskellige bud på BIPV løsninger, og der vises også de første eksempler på farvede solceller, som efterhånden kan fås i stort set alle nuancer, så der nu er opstået et helt nyt grundlag for at etablere elproducerende byggeri.

Sidst i nærværende afsnit er medtaget artikel på engelsk om BIPV Demosite på Teknologisk Institut, som civilingeniør Peder Vejsig Pedersen fra Cenergia og arkitekt maa. Klaus Boyer Rasmussen fra SolarPlan har været initiativtagere til, og som kun har kunnet lade sig gøre ved at samtænke en række ForskVE og EUDP projekter, herunder nærværende projekt hvor specielt montagesystem for vinklede solceller v. SolarLab har været et hovedresultat.

Samtidigt vises også udbredelses materiale vedr. vinklede solceller på Copenhagen International School, som virkelig har været en nyskabelse, hvis vigtigste resultat har været at vise, at solceller på facader sagtens kan være attraktivt også arkitektonisk.

Af andre resultater med BIPV fra realiserede byggerier, der er værd at fremhæve og lære af, er det nærliggende at komme ind på Vibeengskolen i Haslev, som blev til på basis af et konkurrenceprojekt med Arkitema og Cenergia som hovedbidragsgivere. Projektideen er vist på nedenstående tegning og viser hvordan solceller kan bruges i en helhedsløsning.

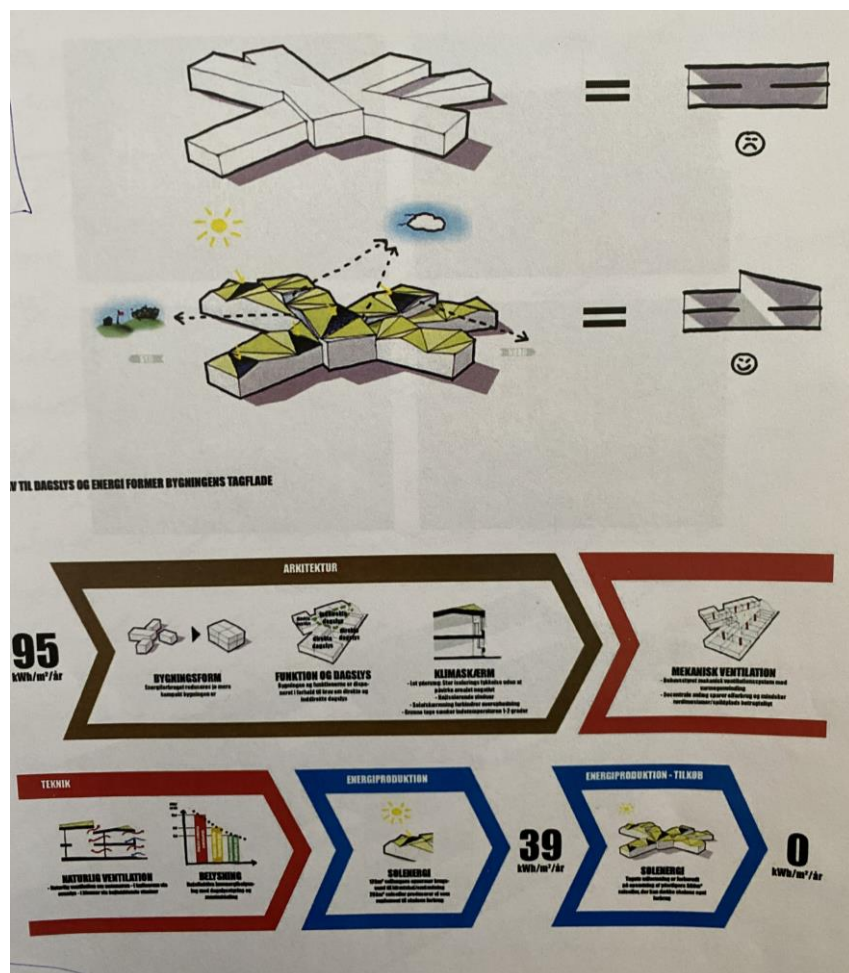


Illustration fra skolekonkurrence som viser hvorledes solceller kan bruges til at opnå en 0-energi løsning i byggeriet. Her for Vibeengskolen i Haslev

Uheldigvis blev udførslen af solcelleindpasningen ikke særligt overbevisende, nok også fordi det allerede skete omkring 2013. Men hvad der var meget værre var, at de øvrige smarte løsninger som tagvinduer, der skulle klare den naturlige ventilation, ikke kom til at virke, ligesom den mekaniske ventilation heller ikke var overbevisende. Resultatet har desværre været stor utilfredshed fra brugerne og at tingene blev "skudt til hjørne" i en langvarig voldgiftssag.

Dette understreger det akutte behov for at følge kravene i EU's bygningsdirektiv omkring "performance documentation", som alle medlemslande i princippet skal have indført i 2020. Som inspiration til at komme videre med det er information fra Sverige om hvordan de har grebet det an medtaget som links i bilag.

Her er også medtaget erfaringer fra SolarPlan mht. en række udførte BIPV projekter. Dette ligger stadigvæk noget højere end større markplacerede solcelleanlæg. Med de nye resultater, hvor BIPV løsninger direkte kan erstatte andre bygningsmaterialer i tage og facader, vil der kunne være en betydelig effekt, som godt kan betyde at solceller på bygninger bliver de mest konkurrencedygtige.

Endelig er det også vigtigt at være opmærksom på hvordan solceller og BIPV løsninger kan indgå i LCA analyser, f.eks. ved DGNB eller anden type bæredygtigheds certificering af byggeri. Her er det vigtigt at bruge de mest up-to-date resultater.

Som inspiration vises i bilag links til information med energi tilbagebetalingstider for forskellige typer solceller vist i en nyudgivet rapport fra JRC Ispra. Her ses værdier mellem 0,7 og 1,7 år som den tid et solcelleanlæg skal producere solstrøm for at den medgående CO2 belastning ved fremstillingen er tjent hjem.

I det danske klima kan ca. 2 år være en realistisk vurdering for en sydvendt vinklet orientering. Desuden er vist figurer fra Fraunhofer ISE i Freiburg som illustrerer dette.

Parameter	Value	Status	Reference
<i>Germany / EU28 / Worldwide</i>			
PV market*	3.6 / 8 / 100 GW	2018	BNA / SPE / IHS
Cumulative installation	46 / 119 / 488 GW	End of 2018	BP / BP / IRENA
PV power generation	46 / 127 / 585 TWh	2018	ISE / BP / BP
PV electricity share	8.7% (net) / gross: 3.9% / 2.2%	2018	ISE / BP / BP
<i>Worldwide</i>			
c-Si share of production	95%	2017	IHS
Record solar cell efficiency: III-V MJ (conc.) / mono-Si / CIGS / multi-Si / CdTe	47.1 / 26.7 / 23.4 / 22.3 / 21.0%	Dez. 2018	Green et al.
<i>Germany</i>			
Price PV rooftop system	~ 1300 €/kWp	End of 2018	BSW
LCOE PV power plant	3.7 to 6.8 ct€ / kWh	End of 2018	ISE
PV-Tender Price	4.33 ct€ / kWh	Feb. 2018	BNA

4 * Not yet confirmed

© Fraunhofer ISE
FHS-SK-ISE-PUBLIC

Fraunhofer ISE

Fraunhofer ISE hovedtal for solcellemarkedet

© Fraunhofer ISE
FHS-SK-ISE-PUBLIC

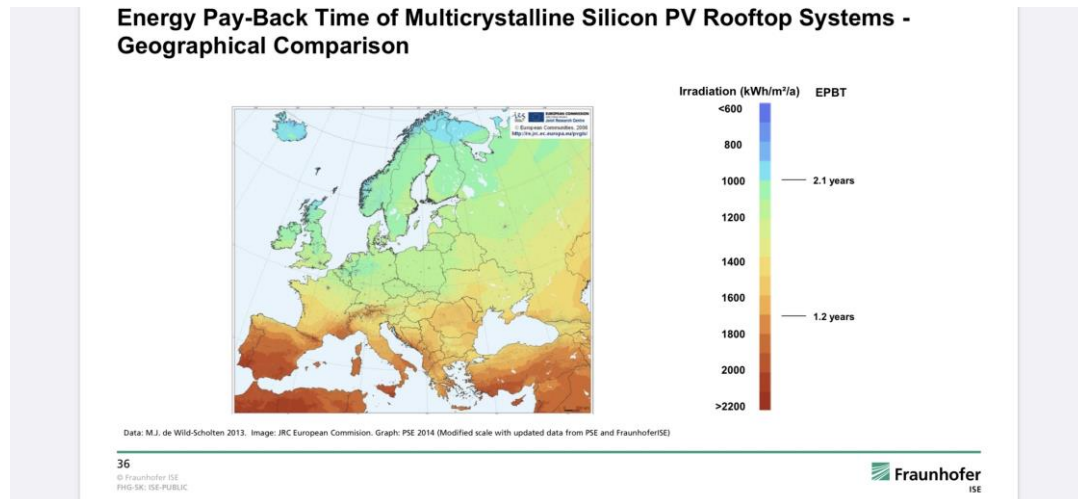
Fraunhofer ISE

Executive Summary

Energy Payback Time

- Material usage for silicon cells has been reduced significantly during the last 13 years from around 16 g/Wp to about 4 g/Wp due to increased efficiencies, thinner wafers and wires as well as larger ingots.
- The Energy Payback Time of PV systems is dependent on the geographical location: PV systems in Northern Europe need around 2.5 years to balance the input energy, while PV systems in the South equal their energy input after 1.5 years and less, depending on the technology installed.
- A PV system located in Sicily with multi-Si modules has an Energy Payback Time of around one year. Assuming 20 years lifespan, this kind of system can produce twenty times the energy needed to produce it.
- The Energy Payback Time for CPV-Systems in Southern Europe is less than 1 year.

Fraunhofer ISE angiver energitilbagebetalingstiden i Nordeuropa for solceller til 2,5 år. Altså den tid et sydvendt solcellepanel skal fungere før det har betalt fremstillingsenergiforbruget hjem igen.



Energi tilbagebetalingstid for solceller afhængigt af klimaforhold ifølge Frauenhofer ISE. Dette tal er reduceret tydeligt over de seneste år.

PROFILE

PROFILE

A focus on Building Integrated Photovoltaics technologies in Denmark

Peder Vejsig Pedersen from European Green Cities focuses on Building Integrated Photovoltaics technologies in Denmark

This article presents results in connection with BTD work supported by the Danish EUDP programme and Nordic Innovation funding. Since 2014, there has been ongoing cooperation taking place with the companies Cenergia and Solarplan and Danish manufacturers and suppliers of Building Integrated Photovoltaics (BIPV) technologies to develop new electricity-producing active roofs and facades, where BIPV can be a real alternative to normal roof and facade materials. Here, completely new and innovative coloured BIPV solutions have made it possible to present roof and facade designs which can be accepted by architects, builders and the general public.

Since 2018, it has been possible to realise a new BIPV Demosite at the Technological institute in Tårnup west of Copenhagen, where you can see more than 20 different BIPV solutions in practice. This is an initiative coordinated by architect maa. Klaus Boyer Rasmussen from Solarplan. At the same time, there has been cooperation with Solar City Denmark and European Green Cities/FBBB, on dissemination work in the form of brochures and thematic magazines. You can find more information about this here: www.activehouseBIPV.com.

When it comes to new and innovative BIPV solutions, it is especially relevant to highlight the Danish Solar Energy company, with its HEMA-CFR BIPV modules that are produced in 11 different colours and come with a 25-year yield warranty. The coloured BIPV modules have an efficiency which is 85-95% of normal non-coloured PV modules. At the BIPV Demosite, you can see a BIPV roof solution in the same colour as red tile roofs and a facade design with two light grey BIPV modules placed between two Rockpanel-arrazzi facade panels www.danskisoleri.dk.

Another unique technology comes from the Danish company SolarLab, which delivered 12,000 chromatic blueish BIPV modules for the Copenhagen International School. The BIPV Demosite demonstrates tilted BIPV modules for facades or gables www.solarlab.dk.

It should also be mentioned here that the Danish company Solartag www.solartag.dk can deliver BIPV modules that exactly matches roof or facade modules from the Norwegian company STENI www.steni.com.

The company VELLUX www.vellux.com also has an interesting BIPV solution presented at the BIPV Demosite. It is the VELLUX Modular Skylight roofing system, that can be purchased with integrated monocrystalline PV modules.

European Green Cities

Peder Vejsig Pedersen
Senior Advisor, MSc
European Green Cities
Tel: +45 3045 1235
ped@egc.eu
www.egc.eu
www.solarplan.dk
www.vellux.com

BIPV Demosite artikel via Adjacent Digital i England

1.7 Projekt konklusioner og perspektiver

Som det fremgår af nærværende rapport, så er der efterhånden udviklet et stærkt grundlag for anvendelse af bygningsindpassede solceller (BIPV) i byggeriet. Og situationen er, at man faktisk kan anskaffe både tag- og facadeelementer til byggeri med ethvert ønsket arkitektonisk udtryk, samtidigt med at det er elproducerende. Dette betyder, at BIPV-løsninger bør være en naturlig del af alt fremtidigt byggeri i Danmark, hvis man virkelig ønsker at satse på en 100% vedvarende energiforsyning indenfor en overskuelig fremtid.

Dette kan gøres ret enkelt ved at lade et krav om lokal solcelle produktion være et krav i forbindelse med definitionen af "bæredygtigt byggeri", som skal indgå i fremtidige bygningsreglementer. Herved kan der skabes baggrund for at udvikle endnu et industrieventyr indenfor vedvarende energi i Danmark.

EUDP projektet "Prisbilligt Montagesystem til vinklede solcellelementer til facader og gavle" fra 2014 er et af 4 Cenergia initierede EUDP BIPV særpulje projekter, som er udført i tæt samarbejde med Kuben Management som erfaren bygherre rådgiver.

De øvrige EUDP BIPV særpulje projekter var: "Det Ny Tag", "Prisbilligt solcelletag som komplet klimaskærm" og "Smart Grid School Renovation" fra 2013 samt "Ny BIPV Teknologi" fra 2015.

Disse projekter har med stor fordel kunnet kombineres med en række ForskVE støttede BIPV udbredelsesprojekter også med Peder Vejsig Pedersen fra Cenergia som initiativtager og her med Gate21 som administrativ koordinator. Disse var: "PV-boost" (fra 2012), "BIPV Quality Cities" (fra 2013), "PV Active Roofs and Facades" (fra 2014) og "Low Cost ActiveHouse BIPV" (fra 2015). Og med Kuben Management, SolarPlan, Solar City Denmark og Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger (FBBB) som faste partnere, har det været muligt at skabe en meget brugbar kontinuitet i BIPV udviklings, demonstrations og udbredelsesarbejdet i årene 2012 – 2019.

Som det fremgår af nærværende rapport, så har der også været et specielt fokus på at arbejde med helhedsløsninger. Her har fortsat deltagelse i det internationale Active House Alliance samarbejde været af afgørende betydning siden etableringen af dette i 2009.

Og muligheden for at lave en ActiveHouse mærkning af Copenhagen International School (CIS) var her en vigtig opgave, som i 2018 førte til at skolen blev tildelt den internationale ActiveHouse Award.

Nærværende projekt har haft en hovedfokus på byfornyelsesprojektet ved navn "Living in Light", som er under etablering på Gl. Jernbanevej i Valby. Det er håbet, at de udviklede BIPV løsninger, der er arbejdet med også her kan hjælpe med at gøre det til et unikt demonstrationsprojekt, når det står klar med udgangen af 2020. Links til arbejdet med at lave en prøve-model "Living in Light Box" for dette er også vist i bilag.

1.8 Bilag

I det følgende er til inspiration vist kopi af BPS vejledning for "Solceller til tag og facade" som den blev præsenteret i 1999. På et tidspunkt hvor solceller gerne skulle kunne meget mere end blot levere el for at få økonomien til at blive bedre.

Desuden er vedlagt en række centrale artikler i relation til BIPV udviklingen.

Her er dels en artikel fra Vedvarende Energis medlemsblad "Råstof", artikler med relation til gennemførte BIPV projekter, herunder både Søpassagen og CIS byggeriet. Endelig er der en e-bog i relation til det Cenergia initierede EU-Concerto projekt "Green Solar Cities" og der er også en række links bl.a. til DTU-BYG undervisningen om BIPV i form af 2 PowerPoint præsentationer:

Artikler om BIPV:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Artikler%20til%20bilag.pdf?role=personal>

Living in Light Box brochure:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Cenergia%20ebook%20July%2017v4.pdf?role=personal>

Active House Alliance symposium 2017 indlæg:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Bilag%202%20ActiveHouse%20symposium%202017.pdf?role=personal>

Målerapport Dansk Solenergi farvede solceller:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/M%3%A5lerapport%20Nov2018.pdf?role=personal>

Målerapport 2 Dansk Solenergi:

https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Ma_lerapport%20final%20TI%20r%3%B8de%20solceller%20DS.pdf?role=personal

CIS artikel ved European Green Cities:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/OAG22%20European%20Green%20Cities%20PRO%20CIS.pdf?role=personal>

Artikel om BIPV på engelsk:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Pursuing%20sustainable%20artikel%20PVP.pdf?role=personal>

Råstof artikel om BIPV:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Raastof%20artikel%20Fremtidens%20energiproduce rende%20t%20og%20f%20skal%20udvikles%20nu.pdf?role=personal>

EU Concerto e-bog :

https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/EU_Concerto_ebook_4.pdf?role=personal

Udkast til IEA rapport om LCA analyser for solceller:

[https://www.dropbox.com/preview/2020%20Peder%20div%20skriv/Draft_Report_Task5_rev_to%20publish%20\(003\).png?role=personal](https://www.dropbox.com/preview/2020%20Peder%20div%20skriv/Draft_Report_Task5_rev_to%20publish%20(003).png?role=personal)

Ukast til IEA rapport om LCA vurdering: Environmental and economic assessment of base cases

https://www.dropbox.com/s/4faizepdg32qhlb/Draft_Report_Task5_rev_to%20publish.pdf?dl=0

DTU BYG BIPV powerpoint 2019 1:

[https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Smart%20Energy%20Active%20House%20with%20BIPV%201%20\(1\).pdf?role=personal](https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Smart%20Energy%20Active%20House%20with%20BIPV%201%20(1).pdf?role=personal)

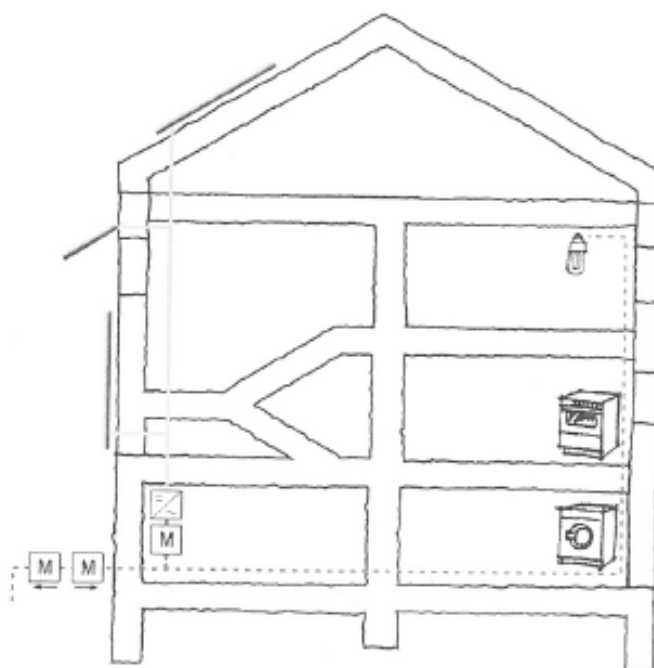
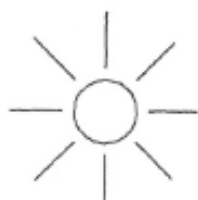
DTU BYG BIPV powerpoint 2019 2:

<https://www.dropbox.com/preview/EUDP%2064014-0189%20Prisbilligt%20Montagesystem/Smart%20Energy%20Active%20House%20with%20BIPV%202.pdf?role=personal>

BPS

solceller på tag og facade

- vejledninger og datablade



publikation
februar 1999 **127**

1. Tagflader



1.1 Moduler nedfældet i tag eller tagbeklædning

Moduler er nedfældet i en lukket konstruktion med undertag og inddækket i forhold til tagbelægningen iøvrigt. Tagpap, tegl, eternit, metal.

*Eksempel: ECOFYS sloping roof element. Stiv plastplade som mon-
underlag til nedbygning i tag. Gaia Solar. Tlf. 3677 7976.*

*Eksempel: Sunslates skifertermosten med solceller.
Dansk Eternit: Tlf. 9937 2222.*



1.2 Moduler påbygget tagflade

Moduler påbygget nye tagkonstruktioner.
Hældende tagflader. Tagpap, tegl, eternit, metal.

Eksempel: Termorudemoduler. Pilkington Floatglas. Tlf. 3542 6600



1.3 Fritstående moduler fastholdt i tag

Moduler er monteret ovenpå eksisterende tagbelægning og fastholdt ved beslag gennem denne. Fladt tag.
Typisk tagpap.

*Eksempel: BP Solar skinnesystem.
Racell Energy Denmark. Tlf. 3379 9645.*

*Eksempel: System Muntøyler tagbeslag til eksisterende tage.
KKF Energi. Tlf. 3253 7111.*

Eksempel: Termorudemoduler. Pilkington Floatglas. Tlf. 3542 6600



1.4 Fritstående moduler fastholdt ved ballast

Moduler er fritstående placeret på fladt tag fastholdt ved ballast. Typisk tagpap.

*Eksempel: ECOFYS Console. Kasse med ballaststen hvor modulet
skrues direkte på. Gaia Solar. Tlf. 3677 7976.*

*Eksempel: Betonklodser og skinner til Siemens moduler.
Dansk Solenergi. Tlf. 3646 7767.*



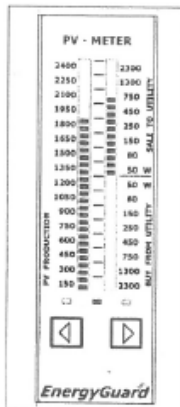
1.5 Solceller i rytterlys

Moduler indbygget i rytterlys herholdsvis foldetage eller lignende skrå flader.

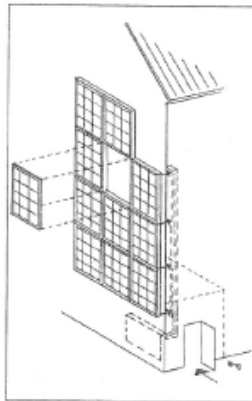
*Eksempel: ASE: Tilpasset amorfe moduler.
AEG Industri. Tlf. 4368 5000.*

*Eksempel: REGEN Solardach III. Universalsystem til rammelese
moduler. Gaia Solar. Tlf. 3677 7976.*

Eksempel: Termorudemoduler. Pilkington Floatglas. Tlf. 3542 6600



Figur 18
Eksempel på "Solcellemeter"



Figur 19
Tilgængelighed og vedligehold.
Demontage i højderne skal være nem og overskuelig.
Adgangen til teknikrum med målere og vekselrettere m.v. skal være uhindret og uforstyrret af uønskede

Anlæggets produktion vil ofte blive registreret af en indbygget måler i vekselretteren, men kan også gøres eksternt.

For en brugervenlig visning af produktion, køb og salg findes der for eksempel et særligt "solcellemeter" udviklet af elforsyningsselskabet VØH.

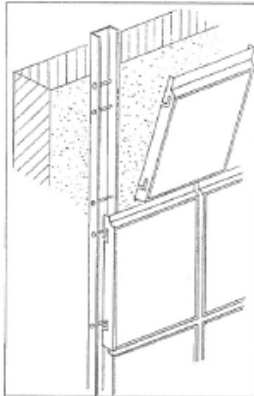
Konstruktionens tilgængelighed

Uanset i hvilken sammenhæng solcelleanlægget etableres vil der være et behov for eftersyn og vedligeholdelse.

Ved udformning af rammesystemer, som modulerne placeres i, vil det i alle tilfælde være hensigtsmæssigt, at rammesystemet giver mulighed for at demontere et modul ad gangen. En almindelig konstruktion består i at modulerne indsættes i profilsystemerne med nødvendige fugebånd og derefter fastholdes med klemmer. Klemmerne kan være en punktvis fastholdelse. Som afslutning monteres dækkapper eller dækprofiler.

Det vil ved større anlæg placeret på ikke umiddelbart tilgængelige steder, facader, gavle, tage, hvor der skal lift til for at nå modulerne, gøre det nemmere, at klemmer/dækprofiler alene kan demonteres for det enkelte modul.

Jo mere moduler opbygningen er, jo lettere kan opsætning og nedtagning foregå, idet man for eksempel undgår midlertidige fastgørelser.



Figur 14
Ophængningsprincip for solcellemoduler

Rammeudformning / montage

Kravet til rammeudformning er først og fremmest at der ikke må være skyggende udragende rammeprofiler eller dækprofiler. Dækprofiler skal være meget flade.

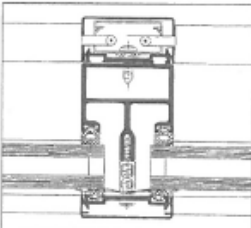
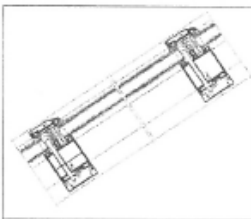
Den allerbedste løsning er en montage af solcellemodulerne udenpå konstruktionen, som kendt fra Structural Sealant Glazing. Vedrørende den nærmere udformning af rammesystemer henvises til profilleverandører samt Glasindustriens Samarbejdsorganisations folder "Monteringsvejledning" GS, tlf. 3332 2911.

Profilproducenter som Schüco og Hueck har udviklet standardløsninger med henblik på at tilgodese indbygning af solceller i egentlige facadekonstruktioner.

Der findes også færdigudviklede produkter baseret på enkle ophængningsprincipper af moduler på en in-situ opført bærende konstruktion.

Ved montagen af solceller i profilrammesystemer gælder, at tætningsprofiler skal være bestandige overfor relativt store varmpåvirkninger. Det er endvidere vigtigt, at der ved valg af profiler tænkes på føringsveje for elkabler.

Endelig skal hele serviceringsproceduren overvejes. Se herom nedenfor.



Figur 15
Eksempel på planlagt føringsvej i profil i henholdsvis tag og facade

Føringsveje / synlighed

Etablering af føringsveje i rammeprofiler er udviklet inden for nogle få af de kendte produkttyper, som nævnt.

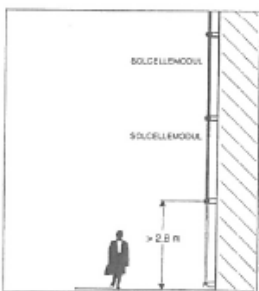
Skjulte føringsveje vil være ønskelige, hvor konstruktionen er synlig fra begge sider:

- solceller indbygget i glastag
- solceller indbygget i glasfacade.

I sådanne tilfælde bør føringsveje for elkabler samt muligheder for senere adgang til samledåser m.v. planlægges nøje i konstruktionen. Der er både funktionelle og visuelle hensyn at varetage. Det er vigtigt at der her sker en koordinering i henhold til elinstallationen, f.eks. hvad angår kabeltværsnit.

Der stilles sædvanligvis ingen visuelle krav til føringsveje i de tilfælde, hvor solceller placeres i konstruktioner som træder istedet for eller har samme karakter som efterisoleringsfacader/beklædningsfacader. Det samme gælder ved tagløsninger der indgår i lukkede konstruktioner.

Der vil imidlertid altid være behov for serviceadgang og tilsyn med installationer, hvorfor denne del skal være overvejet uanset om kablerne "falder" lidt tilfældigt.



Figur 20 og 21
Månedste afstand til terræn ved offentlige
arealer bør være 2,8 m

Generelt

De viste eksempler omfatter placeringer i og på facader samt på tage. Eksemplerne er ikke altomfattende, men illustrerer en række muligheder, som indeholder en stor del af de konstruktive og øvrige byggetekniske problemstillinger, som integrering af solceller i byggeri medfører.

Som supplement til de mere detaljerede eksempler omfatter disse også en række muligheder fra forskellige leverandører og mere eller mindre komplette integrationsløsninger.

Ved siden af selve solcelleproduktionen og fremstillingen af standardmoduler er dette marked for forskellige færdigprodukter i meget hastig udvikling.

Sikkerhedskrav

Solcellemoduler monteret i skrå tagflader med fri underside, som i glastage, skal udføres med lamineret glas for at undgå nedfald af glas.

Monteres modulerne i glastage som termoruder, skal det indste glas være lamineret glas, jfr. DS/INF 106 (supplement til 410). [8]

Øvrige krav til sikkerhedsglas i bygninger kan findes i "DS/119, Retningslinier for valg og anvendelse af sikkerhedsglas"

Ved anlæg ud mod offentlige rum tilrådes af sikkerhedsmæssige årsager en frihøjde på mindst 2,8 m.

Solceller anbragt på konstruktioner, der overskrider byggelinien skal godkendes i hvert enkelt tilfælde.

Fugtforhold

Der skal ved integrering af konstruktioner med solcellemoduler især hvor dette finder sted på eksisterende bygningsdele, tag hensyn til det eventuelt ændrede klima i den eksisterende konstruktion som følge af det nytillførte. Af hensyn til både modulerne og den bagvedliggende konstruktions levetid skal eventuelt kondens kunne bortventileres fra bagsiden jfr. alm. facadeglas montage.

Monteres solcellemodulerne i almindelige glasfacadeprofiler der i profilsystemerne indbygget såvel dræning som ventiler af glasfals. Man skal være opmærksom på at der er forskel på om profilerne er konstrueret til tag- eller facadekonstruktioner

Fremtidens energiproducerende tage og facader skal udvikles nu

Solceller er endnu ikke en fast integreret del af arkitektonisk gode tage og facader. I Sverige er målinger grundlaget for byggevedtægten. I Danmark er beregninger nok.

I Danmark havde vi med udgangen af år 2013 knap 2% dækning af vores samlede elforbrug med strøm fra solceller. Dette er ikke nær så meget som i Tyskland og Italien, der havde en 6 – 8% dækning med solstrøm, men samtidigt meget mere end USA og Kina, der kun havde en hhv. 0,3% og 0,5% dækning. Udviklingen af det globale solcellemarked er faktisk sket primært efter år 2000, hvor man i Tyskland, efter en større demonstrationsindsats, igangsatte en succesfuld og styret støtteordning for solstrøm, der har sikret vækstrater på verdensplan på 30-50% om året – en udvikling, der stadig er gældende.

Situationen indtil i dag har været, at solcelleanlæg kun sjældent etableres, når bygninger opføres, men primært har været noget man efterfølgende har tilført eksisterende bygninger og med det primære mål at lave en god forretning. Man er endnu ikke nået til, at solceller indtænkes som integrerede arkitektonisk gode overfladeløsninger til bygninger, hvor de udgør en naturlig del af tage og facader.

Tyskland fører an

Selvom solenergi i mange lande anses for at være en af de allervigtigste energikilder til at sikre fremtidens vedvarende energiforsyning, så har interessen for denne energikilde ikke været særlig stor fra centralmagts side i Danmark, også selvom et land som Tyskland, der har et klima, der minder meget om det danske, allerede har fået etableret en meget omfattende udbygning på dette område, samtidigt med at det på globalt plan, ifølge officielle tyske energianalyser, vil udgøre den vigtigste energikilde i år 2100. (Fig1) Men i Danmark er den officielle poli-

tik, at man næsten udelukkende skal satse på vindenergien, selvfølgelig også fordi vi allerede har nogle stærke kompetencer på dette område.

Kommunerne

I den forbindelse er det vigtigt at understrege, at det under alle omstændigheder er vigtigt at lade de danske kommuner spille en rolle, når det drejer sig om fremtidens energiløsninger og betydelige besparelser på energiområdet. Det kan her fremhæves, at det ikke kun er i København, at der er ambitiøse klimaplaner, men også i kommuner som Sønderborg, Skive, Samsø, Egedal og Aarhus, som alle har vedtaget klimaplaner rettet mod CO₂-neutralitet.

Her er en ny lovændring, der fjerner kommunernes muligheder for at stille krav om lavenergibyggeri i lokalplaner, desværre en udvikling i den gale retning. Begrundelsen for denne lovændring er, at vi i Danmark er nået så langt med at stramme lavenergistandarderne i bygningsreglementet, at der ikke er behov for, at man strammer yderligere op via plankrav i kommunerne. Også fordi de vigtigste virkemidler for at nå den nye lavenergiklasse 2020 i høj grad vil omfatte brug af vedvarende energi, som man mener, at det i højere grad er regering og folketing, der skal styre anvendelsen af.

Men politikerne skal have ros for, at man under alle omstændigheder, på basis af EU's Bygningsdirektiv, er nået langt med hensyn til at stramme kravene til lavenergibyggeri fra år 2006 og frem til i dag. Også selvom der stadigvæk er tydelige mangler i forbindelse med denne udvikling. En af de vigtigste mangler er, at man endnu ikke er gået i gang med at implementere kravet om "Performance Dokumentation" i EU's Bygningsdirektiv, noget som alle lande i princippet skal have på plads inden år 2020, men indtil i dag kun er implementeret i Sverige.

Papir eller realiteter

Resultatet er, at de på papiret vidtgående lavenergibyggerier i mange tilfælde bruger meget mere energi, end beregningerne siger, da det ikke

kontrolleres eller dokumenteres. Så bygherrerne ved i princippet ikke om de får det, de har betalt for.

Endelig siger EU's Bygningsdirektiv også, at man skal fremme brug af lokale vedvarende energikilder. Her har man på fornemmelsen, at ønsket om at begrænse udbredelsen af lavenergiklasse 2020 inden år 2020, er endnu et forsøg på at begrænse brugen af solceller, fordi man desværre sov i timen på dette område, da man lavede det store energiforlig i år 2012. Således at næsten hele den vedtagne max. pulje for solceller frem til år 2020 er tæt på at være brugt op.

juridisk problem med et gammelt krav om selskabsdannelse ved etablering af kommunale elforsyningsanlæg. Noget som man mener, at det er i orden at fastholde også for solceller, selvom det giver nogle store begrænsninger i kommunernes muligheder for brug af solcelleanlæg på eksisterende bygninger.

Dette er særdeles uheldigt, fordi det begrænser det vigtige arbejde med udviklingen af de fornævnte energiproducerende bygningsoverflader af høj arkitektonisk kvalitet, noget som danske virksomheder har stor interesse for.

Den globale energisammensætning frem til 2100

Fremskrivning foretaget af den tyske regerings "Advisory Board."

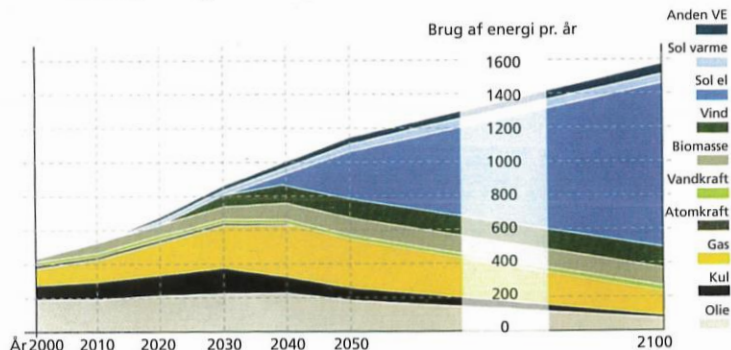


Fig. 1: Som det fremgår af figuren her fra den tyske regerings Forskningsråd, vil elektricitet fra solenergi globalt set være af betydelig størrelse i år 2050, mens den vil være dominerende i år 2100. Kilde: Solarwirtschaft.de

Resultatet er, at man helst ikke ønsker for meget aktivitet inden for et af verdens absolut mest interessante teknologiområder, hvor vi netop i Danmark med vores fremsynede energirammekrav, har gode muligheder for at støtte et helt nyt industriområde inden for energiproducerende tage og facader, noget som også passer godt sammen med planer for Smart Grid udrulning, hvor de nye solcelleregler med timeafregning netop har nogle interessante perspektiver.

Ønsket om ikke at overskride den noget tilfældigt valgte ramme for solceller på 800 MWp i år 2020 giver sig i nogle tilfælde udslag i eksempler på en noget kedelig magtfuldkommenhed. Fx når man på trods af tidligere løfter ikke ønsker at løse et

Et godt udgangspunkt for at fremme en god udvikling og samtidigt få løst nogle af de fornævnte problemer kunne være, at man søgte at fremme en frivillig standard for driftsmæssigt 0-energibyggeri i kombination med krav om "Performance Dokumentation", som bygherren skulle være ansvarlig for at levere inden for de 2 første driftsår. Dette bør have særlig relevans her i Danmark, hvor man er anerkendt for at have lanceret verdens første 0-energihus tilbage i 1973.

Peder Vejsig Pedersen er formand for Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger, FBBB samt partner i Cenergia. Nylig bogudgivelse: Green Solar Cities, Routledge-januar 2015. Se også: greensolarcities.com



Forslag til implementerings model for energiforsyning med bygningsindpassede solceller til CO₂ neutrale byområder.

I Danmark havde vi med udgangen af år 2014 en knap 2 % dækning af vores samlede elforbrug med strøm fra solceller. Dette er en del, men dog ikke nær så meget som i Tyskland og Italien, der havde en 7 – 8 % dækning med solstrøm, men samtidigt meget mere end USA og Kina, der kun havde en hhv. 0,6 % og 0,7 % dækning. På verdensplan var den samlede solenergi dækning af energiforbruget i 2014 på 1,2 %, hvilket måske ikke lyder så højt, men det var en fordobling i forhold til 2013, primært pga. en voldsom vækst i Kina og Indien og en fortsat betydelig billiggørelse af teknologien.

Udviklingen af det globale solcelle marked er faktisk sket primært efter år 2000, hvor man i Tyskland, efter en større demonstrationsindsats, igangsatte en succesfuld og styret støtteordning for solstrøm, der har sikret vækstrater på verdensplan på 30-50% om året – en udvikling, der stadig er gældende.

Situationen indtil i dag har været, at solcelleanlæg kun sjældent etableres når bygninger opføres, men primært har været noget man efterfølgende har tilført eksisterende bygninger og med det primære mål, at lave en god forretning ud af det. Så man er endnu ikke nået dertil, at solceller indtænkes som integrerede arkitektonisk gode overfladeløsninger til bygninger, hvor de udgør en naturlig del af tage og facader.

Undertegnede har været involveret i bogen "Green Solar Cities", fra det engelske forlag Earthscan by Routledge (feb.2015), for at fremme en formidling af viden om udvikling af fremtidens bæredygtige byer på basis af erfaringer fra et 7-årigt udviklingsforløb i København og Salzburg, som led i et EU-Concerto støttet projekt af samme navn. For den danske del af projektet var udgangspunktet den solcelleplan for Valby, som allerede blev præsenteret i år 2000 i samarbejde med Københavns Kommune og Københavns Energi. Her var det tanken at sikre en 15 % dækning af det årlige strømforbrug med solstrøm i år 2025 og benytte tiden indtil da, til at udvikle nogle kernekompetencer vedr. indpasning af solenergiløsninger, som ikke skæmmede byen.

Der er efterfølgende gennemført et meget omfattende udviklingsarbejde med hovedfokus på udvikling og demonstration af bygningsindpassede solcelleløsninger. Noget som efter år 2004 fik yderligere opbakning ved dannelsen af den bymæssigt baserede forening Solar City Copenhagen (nu Solar City Denmark), som dels kunne samarbejde med andre byer med lignende ambitioner og desuden kunne støtte vigtigt formidlingsarbejde på området.

Og efter at Københavns Kommune i 2009 lancerede sin klimaplan med målsætning om at blive CO₂ neutral i år 2025, blev der i samarbejde med kommunen gennemført et vigtigt udviklingsarbejde med demonstration af bygningsindpassede solceller, der som noget nyt blev tilladt at kunne ses fra gadeplanet, hvis man fulgte nogle retningslinier, der var bestemt af kommunen.

Selvom solenergi i mange lande anses for at være en af de allervigtigste energikilder til at sikre fremtidens vedvarende energiforsyning, så har interessen for denne energikilde ikke været særlig stor fra centralmagts side i Danmark, også selvom et land som Tyskland, der har et klima, der minder meget om

det danske, allerede har fået etableret en meget omfattende udbygning på dette område, samtidigt med at det på globalt plan, ifølge officielle tyske energianalyser, vil udgøre den vigtigste energikilde i år 2100. (Fig1)

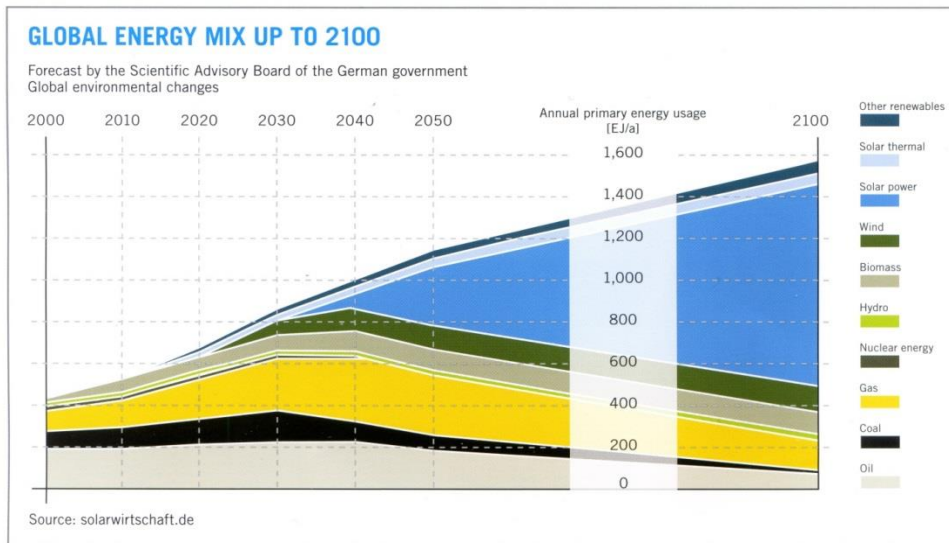


Fig. 1

Som det fremgår af ovenstående fig. 1 fra den tyske regerings Forskningsråd, vil elektricitet fra solenergi globalt set være af betydelig størrelse i år 2050, mens den vil være dominerende i år 2100.

Analysen fra det tyske Fraunhofer Institute viser samtidigt, at solcellestrøm allerede i dag i de fleste tilfælde er mere økonomiske end el fra havvindmøller og af Fig. 2 nedenfor fremgår det, at vindenergi og solstrøm på nuværende tidspunkt supplerer hinanden på en rigtig god måde i Tyskland, når man ser hen over et år som 2013, som forventet med overvægt af solstrøm om sommeren og overvægt af vindenergi om vinteren.

I det følgende vises et kort eksempel på at totaløkonomien for bygningsindpassede solcelle løsninger er ved at være ganske fornuftigt:

Eksempel

Erfaringen fra praksis er at større solcelleanlæg af god kvalitet i bedste fald kan etableres for et prisniveau omkring 10.000 kr./kWp eller 10 kr./Wp.

Samtidigt er den typiske ydelse for 1 m² solcellepanel omkring 156 Wp, som ifølge ovenstående kan anskaffes for 156 x 10 kr. = 1.560 kr.

Kan der skaffes en god finansiering af denne udgift f.eks. svarende til et kommune kreditlån, så vil kapitaludgiften være 5 %, som så betyder at den årlige udgift i forbindelse med den nævnte investering på 1.560 kr. løber op i 78 kr.

Kan der spares et alternativt bygningsmateriale f.eks. i form af naturskifer svarende til 450 kr. /m², så vil merudgiften for 1 m² solcellepanel kunne begrænses yderligere til 1.110 kr., som så begrænser den årlige udgift til 1.110 x 0,05 = 56 kr.



Til sammenligning vil 1 m² solcellepanel svarende til 156 Wp kunne sikre en solstrøms produktion på 0,9 kWh/Wp svarende til 156 x 0,9 kWh = 140 kWh om året. Afregnes denne solstrøm alene med basis tariffen for salg til elnettet på 0,6 kr. /kWh, har dette en værdi på 140 x 0,6 kr. = 84 kr., således at der er overskud, og reguleres denne afregning ned til 0,4 kr./kWh efter 10 år bliver værdien 56 kr., som præcis svarer til situationen, når man fratrækker værdien af sparede alternative bygningsoverflader.

Når det drejer sig om at støtte etableringen af et marked for "Aktive Tage og Facader", kan en langsigtet stærk vision være en satsning på at udvikle lokale solenergi forsyningsselskaber. Disse kunne baseres på 30 – 50 år lange drift aftaler med bygningsejerne, hvor man opnår retten til at placere solcelleanlæg f.eks. som erstatning for "normale" tagkonstruktioner og med klare krav til æstetikken fra kommunernes side. Når dette kan baseres på f.eks. nye el-producerende tagbelægnings løsninger med lang levetid, vil det samtidigt være en stor fordel for bygningsejeren, som herved kan sikres en langvarig vedligeholdelsesaftale for sit tag.

Kan sådanne løsninger organiseres lidt på samme måde, som vi kender det fra fjernvarmeanlæg, bør der kunne realiseres meget konkurrencedygtige løsninger allerede med dagens teknologi, og der skabes herved et helt nyt forretningsområde, som kan have stor interesse ikke kun i Danmark men også på globalt plan.

Forslag til en frivillig standard for driftsmæssigt CO₂ neutralt byggeri.

Som det fremgår af bilag 1 vedr. nye eksempler for bygningsindpassede solceller eller BIPV, så er situationen at der i dag kan peges på flere interessante tiltag, der allerede er i gang. Eksempler er f.eks. tag og facade systemer, hvor langtidsholdbare solcellepaneler matches med tilsvarende holdbare pladeløsninger som led i en arkitektonisk helhed, samt et nyt tagmontagesystem til standard solcellemoduler, som uafhængigt af fabrikat, giver mulighed for at de kan udgøre den eneste tagoverflade og samtidigt være helt regntæt. Ved den videre implementering af sådanne løsninger i praksis er der stærkt brug for et fortsat engagement fra danske kommuner og boligforeninger for at sikre en praktisk anvendelse, så løsningerne kan modnes og billiggøres i tilstrækkelig grad.

Et godt udgangspunkt for at fremme denne udvikling og samtidigt få løst nogle af de førnævnte problemer, er at anvende den internationale Active House standard (www.activehouse.info), og her udnytte det nyligt etablerede Aktiv Hus Danmark samarbejde og de internationale Active House specifikationer. Se (www.aktivhusdanmark.dk).

Active House specifikationerne omfatter ni parametre inden for energiforbrug, indeklima og miljøpåvirkning. Og ordningen kan anvendes inden for både renoveringer og i nybyggeri. AktivHus standarden kræver, at alle parametre er evalueret og godkendt, inden en bygning kan betegnes som et AktivHus.

AktivHus Danmark henvender sig til alle led i byggeriets værdikæde lige fra bygherrer over rådgivere til udførende virksomheder og materialeproducenter, som alle kan være medlem og få adgang til konceptet og efteruddannelsen bag.

Samtidigt er det sådan, at når man i dag taler om byggeri der er energieffektivt og bæredygtigt, så tages der primært udgangspunkt i varmemeforbruget, som også udgør den største del af den såkaldte energiramme,



hvori der dog også indgår el til drift formål som ventilation og pumper, men, når det drejer sig om boliger, ikke til belysning og det man kalder husholdnings-el. Dette er uheldigt da CO₂ belastningen normalt er større ved denne del af elforbruget, der ikke er med i energirammen, samtidigt med at det ikke er lykkedes at sætte effektivt ind overfor at regulere husholdningselforbruget i nedadgående retning.

En løsning på dette dilemma kunne være at arbejde med et officielt begreb for det, man kan kalde CO₂ neutralt byggeri, hvor lokalt produceret el fra solceller typisk kan supplere en indsats for at mindske elforbruget mest muligt, og her udnytte de muligheder, der er i dag for at overvåge både det samlede elforbrug og hvad, der produceres af solstrøm. Her kunne en frivillig standard for driftsmæssigt CO₂ neutralt byggeri kombineres med krav om "Performance Dokumentation", som her bør inkludere alt elforbrug, og i første omgang for boliger kan defineres ud fra et vedtaget standard forbrug for husholdnings-el.

Hvis det skal give mening at anvende solceller i denne sammenhæng, er det vigtigt først at sondre mellem de 4 typer af solcelleløsninger, der findes i dag:

1. Solceller baseret på standard solcelle montage - dette er typisk for solcelle integreringsprojekter, hvor billige standard solcellemoduler opsættes med begrænset arkitektonisk kvalitet / udfordring på skrå og flade tage.
2. 1. generations bygningsindpassede solceller (BIPV) – hvor standard solcellemoduler søges indpasset på en arkitektonisk god måde.
3. 2. generations BIPV løsninger – typisk en noget dyrere løsning, hvor der anvendes tilpassede solcelle moduler som en del af klimaskærmen, så der opnås en god arkitektonisk helhed.
4. 3. generations BIPV løsninger – hvor der anvendes nye solcelleløsninger, som kan erstatte stort set alle slags almindelige bygningsmaterialer, uden at der kan ses en tydelig forskel, og hvor merprisen i forhold til normale bygningsoverflader er begrænset.

Ønsket om at opnå CO₂ neutralt byggeri, kan bedst kombineres med de BIPV orienterede principper for solcelleindpasning. Og her er det sådan, at der kan opnås driftsmæssigt CO₂ neutralt byggeri til almene boliger med kun 1,5 – 2 kWp solceller pr. husstand, svarende til 10 – 14 m² solceller, som der så skal findes plads til på tage eller facader på en arkitektonisk acceptabel måde.

Økonomisk vil der være tale om en ganske god investering, hvis der kan sikres montageløsninger, der er fornuftige mht. omkostninger. Med en årlig solcelleproduktion i størrelsesordenen 1.500 kWh, vil meget af solstrømmen kunne bruges med det samme og kan ikke sammenlignes med de tidligere meget udbredte enfamiliehus solcelleanlæg med 6 kWp solceller og en årlig solcelleproduktion på mere end 5.000 kWh pr. bolig.

Når der ses på offentligt byggeri i kommuner, er det i princippet vanskeligere at opnå egentligt CO₂ neutralt byggeri fordi stort set hele elforbruget indgår i energirammen.



Men på basis af solcellelovgivningen i Danmark vil det stadigvæk være en god strategi at kombinere elbesparelser med f.eks. op til 50 % solcelledækning af det reducerede elforbrug, og herved fastholde en acceptabel brugerøkonomi samt en fornuftig Aktiv Hus score indenfor primært energiforbrug.

En snuptags løsning mht. at realisere denne vision i praksis kunne netop være førnævnte ide med lokale solenergi forsyningselskaber. Disse vil kunne sikre en udvikling ikke alene med CO₂ neutralt byggeri ved hjælp af bygningsindpassede solceller, men etablering af hele CO₂ neutrale byområder, hvor man i et tæt samarbejde sørger for at nybyggerier og større tagudskiftnings projekter kan udføres med de mest velbeliggende og æstetisk gode el-producerende tagløsninger til stor fordel for både den nødvendige omstilling til vedvarende energi og for bygningsejerne

Alternativet kan man også benytte sig af finansierings modeller svarende til den, som firmaet "Sustain Solutions" fornyligt har fremlagt i et samarbejde med solcelle firmaet Gaia Solar samt PKA. Her benyttes en "energi obligation" model, hvor hele finansieringen kommer udefra, og hvor en mindre del af besparelsen alligevel tilfalder bygnings- og solcellesystemejeren fra dag 1.

Det foreslås på basis af ovennævnte forhold vedr. totaløkonomien for BIPV løsninger og ønsket om udbredelse af CO₂ neutralt byggeri at få etableret et tværgående samarbejde om udvikling af en egentlig implementeringsmodel for energiforsyning med bygningsindpassede solceller til CO₂ neutrale byområder og her sætse på praktisk dokumentation og udbredelse i større skala.

Peder Vejsig Pedersen

Formand for Foreningen bæredygtige Byer og Bygninger, FBBS

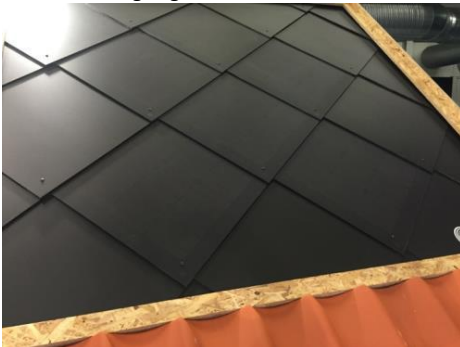
Formand for AktivHus Danmark foreningen

Partner i Cenergia

Eksempler på nye typer af bygningsindpassede solceller hvor solcellerne erstatter eller supplerer almindelige tagmaterialer.



Første udgave af solcelle løsning fra Gaia Solar i kombination med Steni tagplader med op til 60 års levetid kan både anvendes til tage og facader.



Og ny udgave hvor det er svært at se, hvad der er solceller



Solceller i røde tegltage – vinder forslag fra Henning Larsen Arkitekter og Gaia Solar i indbudt arkitekt konkurrence, december 2015.



Climate Cover fra Komproment

Løsning med en ny tagtype, som indeholder system for indpasning af solceller i kombination med andre materialer. Indeholder også en specialudviklet taghætte for ventilation, der ikke giver skygger.



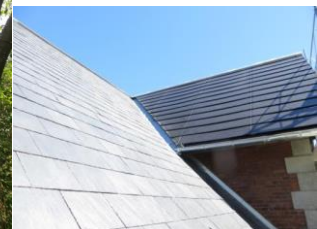
BIPV solcelle løsning for andelsboligforeningen Søpassagen.



Andelsboligforeningen Søpassagens byfornyelse, med udskiftning af skifertag med solcellepaneler. De færreste lægger mærke til, at det er et solcelle tag. Arkitekt maa. Klaus Boyer Rasmussen fra Solarplan var ansvarlig for denne løsning i et tæt samarbejde med byfornyelsesafdelingen i Københavns Kommune



En familie hus i Hellerup. Nye vinduer og nyt skifertag med solceller mod vest.



CENERGIA



CENERGIA



Herlev Hovedgade 195 st., 2730 Herlev. Tlf.: + 45 44 66 00 99

Contact: Director M.sc. Peder Vejsig Pedersen, Herlev, Denmark, tel.: +45 2046 6755, E-mail: pvp@cenergia.dk



Tubberupvænge, DK
Solar low energy housing



Valby School in Copenhagen with BIPV
(Building Integrated Photo Voltaic)



Solar low energy building and CHP in the UK: Milton Keynes, Swansea, Newcastle and Hull



Development of zero energy test house in Denmark in 2003



First passive house building in Denmark in Næstved



Development of the CO2 neutral roof top Apartment in 2005 in cooperation with VELUX



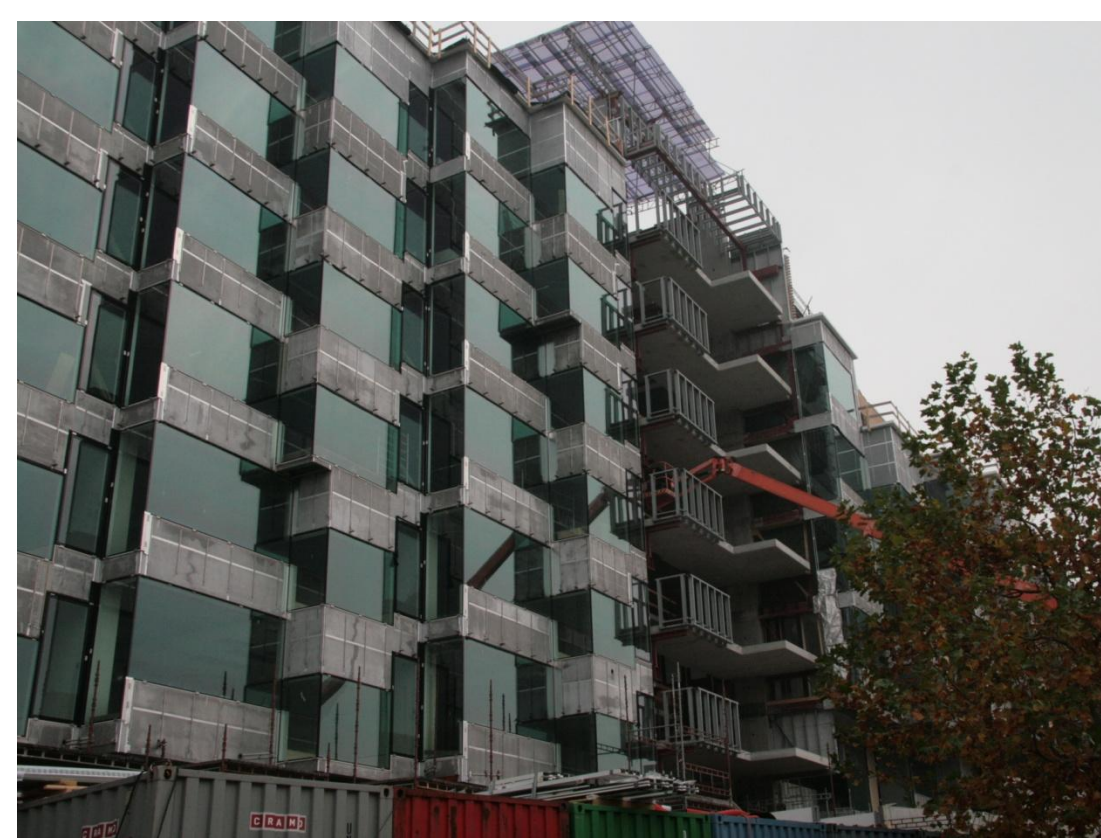
Development of low energy buildings in Stenløse, DK, as part of EU Concerto Project Class1.



The Solar Prism is placed on the flat roof and includes all installation elements. Can be purchased from VELUX and Danfoss.



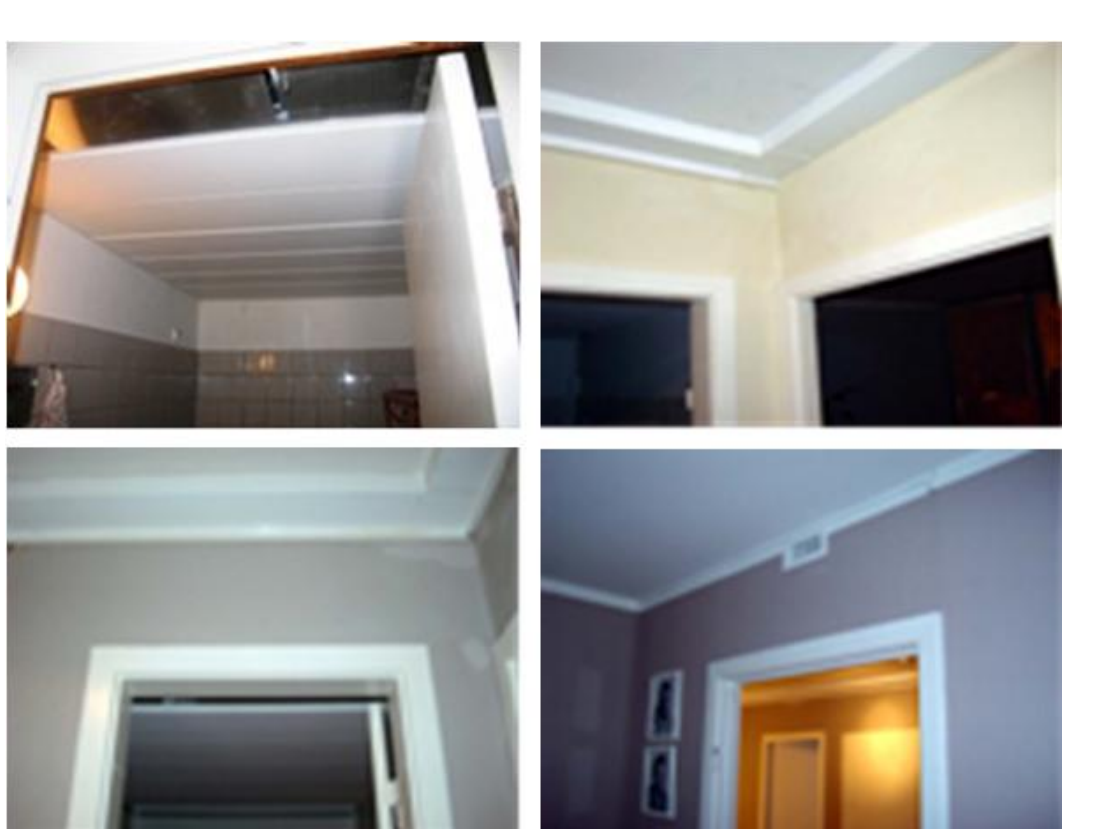
Valby in Copenhagen , also connected to EU Concerto project Green Solar Cities. Since year 2000 as part of the Valby PV plan aiming at 15% BIPV for electricity use in year 2025.



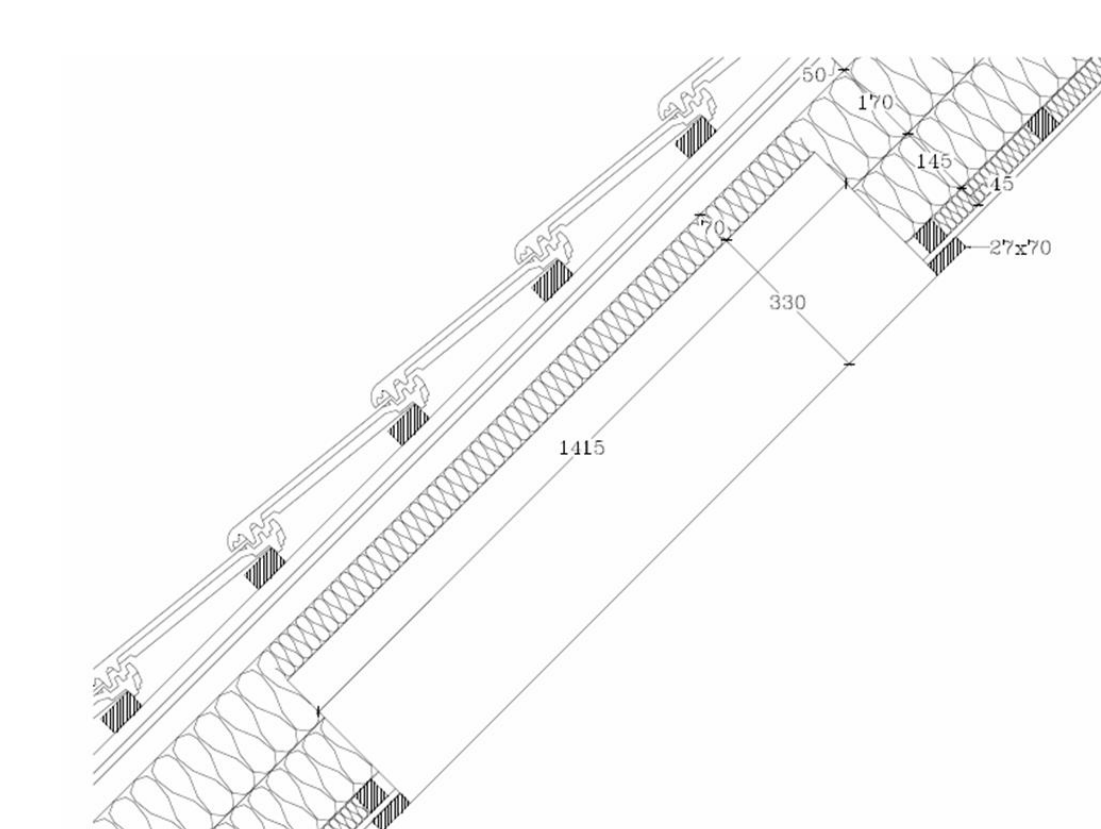
Ørestad School in Copenhagen in low energy class 2015



PV-ventilation. Compact Heat Recovery Ventilation for housing renovation where electricity use is matched by BIPV



EU supported housing renovation scheme With building integrated duct work for heat recovery ventilation



Example of wall or roof integrated heat recovery ventilation used in Valby, Copenhagen

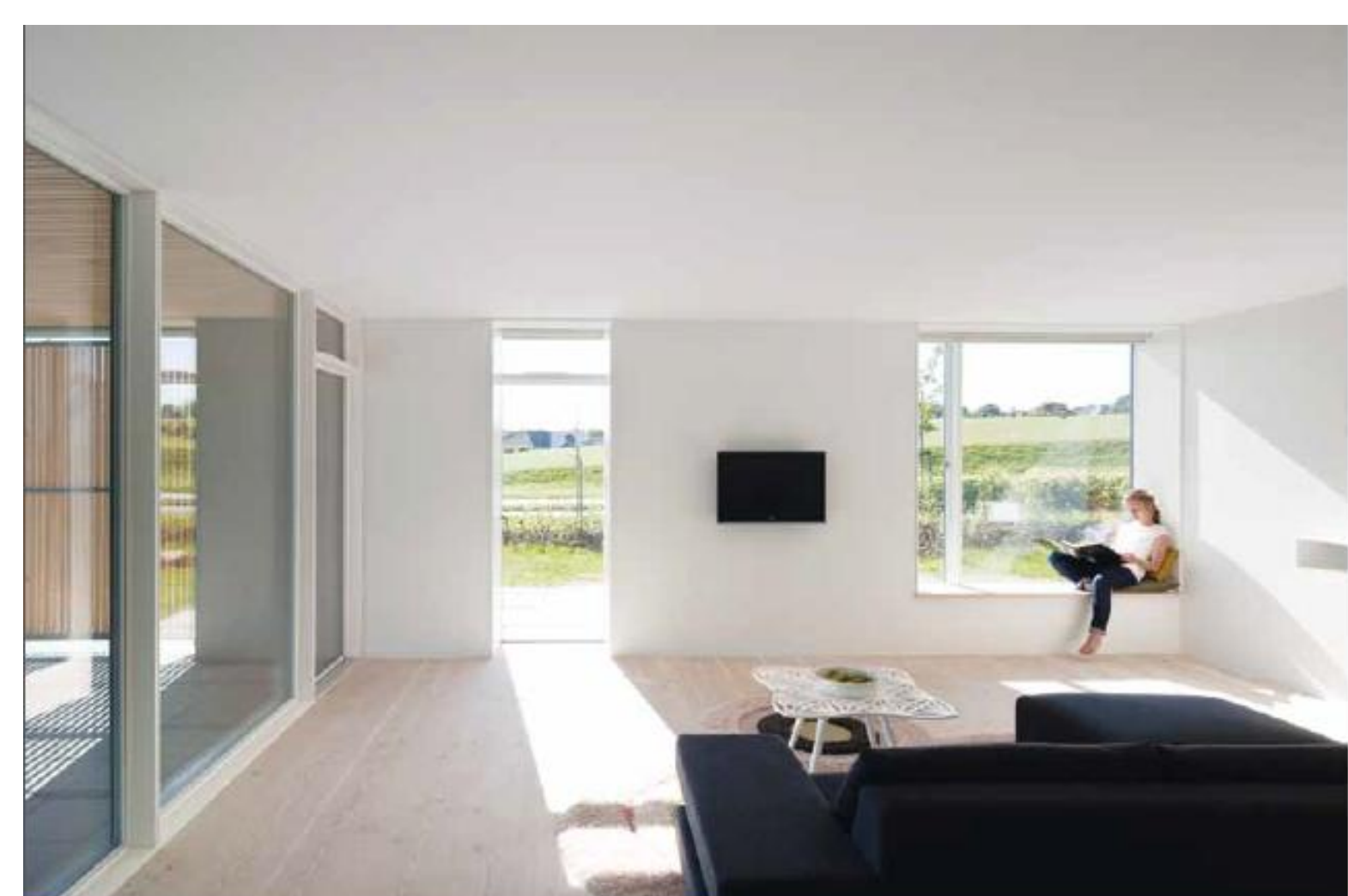
Intelligent Solar Low Energy Solutions for cities

Cenergia was established in 1982 as an energy specialist company based on experiences from RTD work on low energy building and solar energy at the Technical University of Denmark.

Since then a large number of low energy new build and retrofit schemes have been realized, in many cases as either EU or Danish funded demonstration projects.

Since the new building rules was implemented in Denmark in 2006, based on demands from the EU, Cenergia has participated in a large number of building projects where new optimized constructions and installations have been introduced often in combination with use of solar energy.

And with the improved demands in the EU building directive from 2010 aiming at a nearly zero energy standard for new build already from 2018 in public buildings and in 2020 for all buildings together with a demands towards the EU member states to create a similar standard for existing buildings, it is now a challenge to create a whole new basis of energy efficient building design in Europe.



ACTIVE HOUSE - Specification
Buildings that give more than they take

1st. Edition

At Hyldebjergvej the first zero energy housing renovation in Denmark introducing prefabricated construction elements and Solar Prism installation element.



An innovative PV installation at the shared ownership housing Cooperation "Søpassagen" in Copenhagen.



In cooperation with VELUX and other partners involvement in the new Active House standard supporting the EU 2020 demands for nearly zero energy building.

www.activehouse.info)

Demo-site for BIPV og Aktive Tage og Facader på Teknologisk Institut

Udstillingsplatform for bygnings indpassede solceller

Solceller spiller en stadig større og mere synlig rolle i den grønne energiomstilling og som delmål for den fremtidige elforsyning. Den omfattende udvikling har medført behov for at synliggøre mulighederne på en måde, der giver optimale betingelser for at se på og komme tæt på BIPV (Building Integrated PV) løsninger, inden man selv skal beslutte sig for solceller i sit eget projekt.



Eksempel med vinklede solceller til facader og gavle fra SolarLab



BIPV Demosite på Teknologisk Institut i Tåstrup. Her tagsystemer med bygnings indpassede solceller.

På Teknologisk Institut i Høje Tåstrup blev der koordineret af Kuben Management og Solarplan og med støtte fra EUDP og ForskVE i foråret 2018 etableres en udstillingsplatform for bygnings indpassede solceller, BIPV til brug for firmaer, som gerne vil fremvise deres solcelle produkter, ikke blot som enkeltelementer, men som sammenhængende installationer i op til 15 m² i tagform og mellem 4 m² og 5 m², som facadeløsning, afhængig af den konkrete udformning.

Meningen med denne udstillingsplatform var at fremme solcellernes synlighed for boligforeninger, private boliger, virksomheder, kommuner og andre som måtte være interesserede i at investere i solceller ikke mindst i forbindelse med bygningsrenovering, men i høj grad også ved nybyggeri, herunder at vise hvad markedet byder på af løsningsmuligheder.

Dette giver, for den potentielle kunde, mulighed for i "hands on" form at komme tæt på et etableret anlæg, blive bekendt med hvordan det fungerer i en sammenhæng samt vurdere den visuelle fremtoning.

De udstillede anlæg bliver her fremvist på et neutralt område og fremtræder hermed ligeværdige. Forevisning for interesserede forestås af Teknologisk Institut i samarbejde med firmaet Solarplan.

De udstillede anlæg skal ikke blot vise solcellepaneler i forskellige størrelser og fremtoninger, men i høj grad også

hvordan solcellerne integreres i tagflader hhv. facader, altså sammenhængen i forhold til montage-system, afslutninger, inddækninger, supplerings-elementer samt evt. tilstødende tag-/facade-materialer.

Information om BIPV-Demosite på Teknologisk Institut findes også på hjemmesiden, www.activehouseBIPV.com

Eksempel på ny teknologi fra Dansk Solenergi med farvede solceller. Her facade montage udført af Solarplan med lysegrå solceller i midten og mørkegrå Rockpanel paneler omkring.



KUBEN
MANAGEMENT

SOLARPLAN
BYGNINGSINTEGRERET
SOLENERGI

EUDP
Energeteknologisk udvikling og demonstration

Kontakt: Chefkonsulent Peder Vejsig Pedersen · Kuben Management · Ellebjergvej 52 · 2450 Kbh SV.
Telefon: 20 46 67 55 · pepe@kubenman.dk · www.kubenman.dk

Writing for **Portal**, the director of Cenergia Energy Consultants, **Peder Vejsig Pedersen**, details an energy renovation public private partnership project in the Danish capital

Pursuing sustainable renovation

The Nordic Built 'Active Roofs and Facades in Sustainable Renovation' project is supported by the organisation Nordic Innovation, allowing strong development of leading Nordic competences in the area of building renovation. This is achieved by creating a transnational public private partnership model to support the development towards nearly zero energy building solutions and associated performance documentation, which is required in the EU building directive.

Co-operation with the building industry on developing models and the demonstration of Active House-based sustainable renovation will create a strong Nordic alliance. The project has been running since 2014 and will end in 2017 and involves companies that are represented in the Nordic countries as well as firms from the international Active House Alliance.

The development uses the best transnational competences and networks, creating greater possibilities to export technology. Together



'Søpassagen' BIPV in Copenhagen developed by Solarplan

with a strong focus on 'performance documentation', practical demonstrations include the winning entry in the 'Nordic Built Challenge' architectural competition, a school renovation in the capital of Denmark, Copenhagen, and a housing renovation in the city of Malmö in Sweden.

The *Green Solar Cities* book, published by Routledge

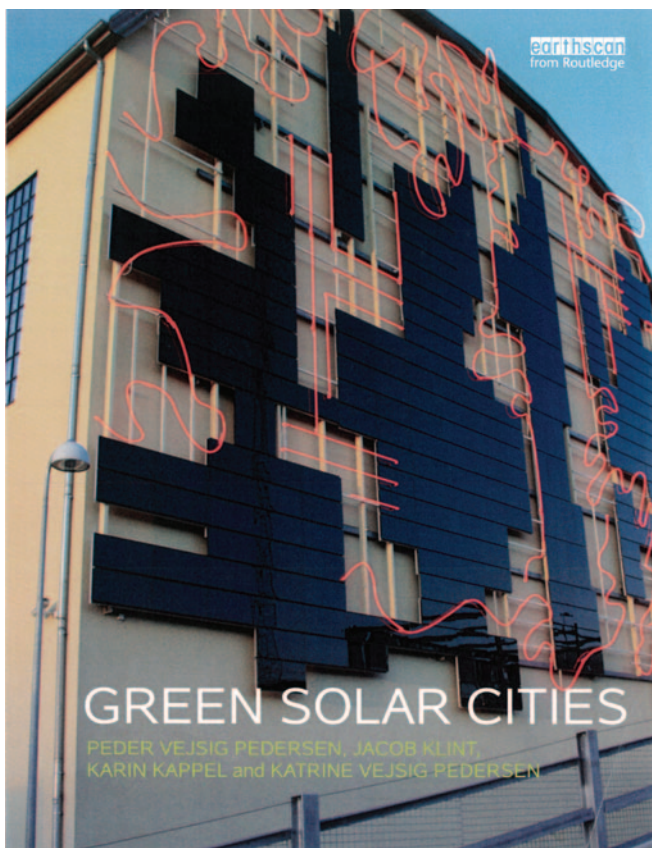
An important challenge is to introduce holistic, oriented demands in the so-called 'Nordic Built Charter'. Furthermore, experiences can be found in the *Green Solar Cities* book, published by Routledge/ Earthscan and launched in January 2015.

The main results of photovoltaic implementation in Copenhagen, Denmark, are illustrated in a video below.

HORIZON 2020

Peder Vejsig Pedersen
Cenergia Energy Consultants

BROWSE
www.cenergia.dk
<http://activehouse.info/>
<http://www.cenergia.dk/images/Nyheder/2014NordicBuilt/150108nordicbuilt.pdf>
www.routledge.com/books/details/9780415731195/



SOLCELLER ER FREMTIDENS STORE VINDER

På trods af en lovgivning fyldt med barrierer er udviklingen af solceller inde i en rivende udvikling. Den nye generation af solceller (BIPV) kan fuldt ud integreres i byggeriet og erstatte andre materialer.

Cenergia, Solarplan og Solar City Denmark er nogle af de aktører på markedet, som samarbejder om at finde fremtidens bæredygtige og arkitektonisk smukke løsninger. Virksomhederne er ikke i tvivl; solceller er en af fremtidens store vindere. Hvis vi skal nå klimamålene og beholde førertrøjen på inden for den grønne udvikling, skal vi have de bygningsintegrerede solceller med. Alene i København er der potentiale til 22.000 nye tagboliger, hvor der er mulighed for at indarbejde lokal elproduktion.

Den nye generation af solceller, de såkaldte Building-integrated photovoltaics (BIPV), er skabt til at erstatte dele af bygningsmaterialer. Det betyder, at man ikke som før, fæstner solcellerne ovenpå for eksempel et eksisterende tag, men nu erstatter solcellerne en del af tagmaterialet. Nyttækningen har betydet, at BIPV segmentet inden for solceller er et af de hurtigst voksende i branchen.

- Vi lærte meget af solcelleboomet i 2012; blandt andet at vi ikke skal plastre alting til, men i dag har solcellerne udviklet sig meget, og æstetik og funktionalitet følges ad, fortæller Peder Vejsig Pedersen, der er direktør og civilingeniør hos Cenergia, som er rådgivende ingeniører med speciale inden for energi- og miljørigtigt byggeri. Cenergia byggede for eksempel det første danske passivhus for ti år siden, og hos virksomheden er de ikke i tvivl om potentialet i solcellerne. Peder Vejsig Pedersen indrømmer, at han selv efter 35 år i solcellebranchen er forbavset over, hvor hurtigt teknologien har udviklet sig de senere år, og hvilke muligheder det lukker op for.

- Ved at solcellerne kan erstatte en del af taget og ikke længere skal monteres ovenpå, betyder det jo en reduktion i tagmaterialet. Og det kan dreje sig om betydelige summer, hvis man for eksempel lægger et tag i naturskiffer. Solcellerne bliver på den måde ikke et fordyrende element i byggeriet, siger Peder Vejsig Pedersen.

Solcellerne kan ikke kun integreres i tagkonstruktionen, men også i bygningernes facader. I dag er solcellerne så æstetisk udformede, at man faktisk skal kigge godt efter for at få øje på dem. Solcellerne kan for eksempel være dækket af hærdet og ætset glas, som giver en god spredning af solenergien i glasset, og samtidig fremstår overfladen mat.

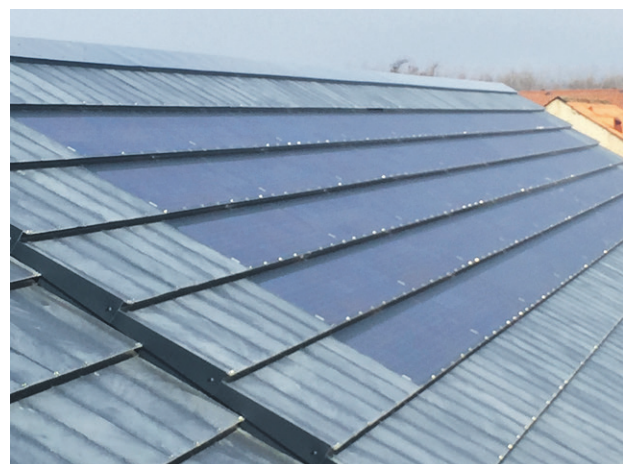
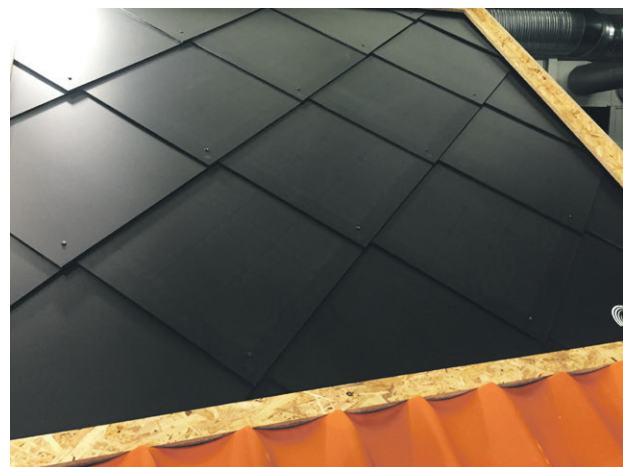
Nutidens skrappe energikrav til huse bliver strammet med en reduktion af energiforbruget på yderligere 25 procent i 2020, så også her træder solcellerne i karakter og leverer løsninger til nybyggeriet. Uanset om solcellerne vælges ud fra en miljøbevidst dagsorden eller for at opfylde energikravet, vil solcellerne i fremtiden blive en del af byens æstetik.

- Vi håber, at bygherrer og arkitekter vil få øjnene op for mulighederne i solcellerne, og hvordan de kan bidrage til den cirkulære og bæredygtige økonomi, hvor vi bygger huse af materialer, der har en miljøvenlig profil og skåner jordens ressourcer. Heldigvis er de mest ambitiøse bygherrer allerede nu optaget af energikravene for 2020, fortæller Peder Vejsig Pedersen, der håber, at aktørerne på markedet i fremtiden kan etablere et testcenter for solcellerne, hvor funktionalitet og æstetisk udvikles yderligere.

Solceller kan bruges på de fleste typer tage og facader og giver herved optimale muligheder for at realisere egenligt CO₂-neutralt byggeri, som også kan bidrage til fremtidens AktivHus byggeri.

Du kan læse meget mere om gode solcelleanvendelser i databasen fra Foreningen Bæredygtige Byer og Bygninger www.bæredygtigebygninger.dk samt på www.cenergia.dk

CENERGIA 



Demo-site for BIPV og Aktive Tage og Facader på Teknologisk Institut

Udstillingsplatform for bygnings indpassede solceller

Solceller spiller en stadig større og mere synlig rolle i den grønne energiomstilling og som delmål for den fremtidige elforsyning. Den omfattende udvikling har medført behov for at synliggøre mulighederne på en måde, der giver optimale betingelser for at se på og komme tæt på BIPV (Building Integrated PV) løsninger, inden man selv skal beslutte sig for solceller i sit eget projekt.



Eksempel med vinklede solceller til facader og gavle fra SolarLab



BIPV Demosite på Teknologisk Institut i Tåstrup. Her tagsystemer med bygnings indpassede solceller.

På Teknologisk Institut i Høje Tåstrup blev der koordineret af Kuben Management og Solarplan og med støtte fra EUDP og ForskVE i foråret 2018 etableres en udstillingsplatform for bygnings indpassede solceller, BIPV til brug for firmaer, som gerne vil fremvise deres solcelle produkter, ikke blot som enkeltelementer, men som sammenhængende installationer i op til 15 m² i tagform og mellem 4 m² og 5 m², som facadeløsning, afhængig af den konkrete udformning.

Meningen med denne udstillingsplatform var at fremme solcellernes synlighed for boligforeninger, private boliger, virksomheder, kommuner og andre som måtte være interesserede i at investere i solceller ikke mindst i forbindelse med bygningsrenovering, men i høj grad også ved nybyggeri, herunder at vise hvad markedet byder på af løsningsmuligheder.

Dette giver, for den potentielle kunde, mulighed for i "hands on" form at komme tæt på et etableret anlæg, blive bekendt med hvordan det fungerer i en sammenhæng samt vurdere den visuelle fremtoning.

De udstillede anlæg bliver her fremvist på et neutralt område og fremtræder hermed ligeværdige. Forevisning for interesserede forestås af Teknologisk Institut i samarbejde med firmaet Solarplan.

De udstillede anlæg skal ikke blot vise solcellepaneler i forskellige størrelser og fremtoninger, men i høj grad også

hvordan solcellerne integreres i tagflader hhv. facader, altså sammenhængen i forhold til montage-system, afslutninger, inddækninger, supplerings-elementer samt evt. tilstødende tag-/facade-materialer.

Information om BIPV-Demosite på Teknologisk Institut findes også på hjemmesiden, www.activehouseBIPV.com

Eksempel på ny teknologi fra Dansk Solenergi med farvede solceller. Her facade montage udført af Solarplan med lysegrå solceller i midten og mørkegrå Rockpanel paneler omkring.



KUBEN
MANAGEMENT

SOLARPLAN
BYGNINGSINTEGRERET
SOLENERGI

EUDP
Energeteknologisk udvikling og demonstration

Kontakt: Chefkonsulent Peder Vejsig Pedersen · Kuben Management · Ellebjergvej 52 · 2450 Kbh SV.
Telefon: 20 46 67 55 · pepe@kubenman.dk · www.kubenman.dk



Energy solutions for smart cities and communities



Securing our energy future

European Commissioner for Energy, Gunther H. Oettinger discusses the new Energy Strategy and how it will help to tackle Europe's energy challenges...

Energy is the lifeblood of our society. Our way of life is inconceivable without reliable and affordable supplies of energy: electricity, heat and fuel. Never before has the world needed so much energy: we use almost twice as much as in 1980. If this trend continues, it will be difficult to avoid a major energy crisis, with electricity cuts, petrol or gas shortages.

We cannot afford to wait

The energy challenges are among the greatest tests which Europe has to face: We have to act to prevent global warming. At the same time, we need affordable energy prices as our economic competitiveness depends very much on competitive energy prices and a reliable energy supply. Growing EU dependence on imports from third countries is also a matter of great concern, in particular for oil (85 %) and gas (65 %). All these challenges must be addressed and require strong action.

A new strategy for the next decade

National policies are not sufficient anymore to allow a strong economic recovery and maintain our welfare. Any decision taken by one Member State has an impact on the others. Fragmented markets undermine the security of supply and limit the benefits of a fair competition while our investments for the future will only be profitable and efficient within a continental market. We must promote a common energy policy serving our joint policy objectives: competitiveness, sustainability and security of supply.

An example of the need to think internationally is gas supply. Many Member States are reliant on gas imported from Russia. We all agreed that diversifying our gas supply will benefit citizens and businesses across the EU and we are looking to bring new, additional gas from the Caspian region to the EU. In the past few years, the EU Commission has held continuous talks with governments and companies alike to convince them to deliver gas from this region to Europe. And in June, this European effort will finally bear fruits. In Azerbaijan, the final decision will be taken on how much gas will be delivered to Europe and which pipeline project will be chosen for the first ever direct supply of Azeri gas to the EU.

In very general terms, I see 5 pillars for action to the benefit of all Member States and citizens.



Focus on energy savings

First, there is a vast amount of untapped potential to save energy, which would save money for individuals and businesses alike. Faced with commitments to reduce drastically our emissions and achieve the objective to increase energy efficiency by 20% by 2020, action on energy demand has the most potential with immediate impact for saving energy, reducing waste and maintaining our competitiveness. To this end, the EU has adopted a new energy efficiency directive which obliges Member States to implement binding measures such as an obligation scheme for energy companies to cut down energy consumption at customer level and an obligation for Member States to renovate annually 3% of the central government's building. It also encourages energy audits for SMEs and an obligation for large companies to assess their energy saving possibilities.

A strongly integrated European Energy Single Market

We should no longer tolerate barriers which impede energy flow within the EU. National borders can threaten the benefits of the Single Market, the competitiveness of our industry and the supply of basic needs to all our citizens. Fair competition, quality of service and free access must be guaranteed. The full and proper application of EU legislation is a must. But the existence of the adequate infrastructure is a condition *sine qua non*. It is time energy is given comparable pan-European infrastructure, as other sectors of public interest such as telecommunication and transport have enjoyed for a long time: by 2015, no Member State should be isolated from the European internal market in energy supply. This means that we have to concentrate our efforts on concrete projects necessary to achieve our goals: solidarity, an inter-connected market, new power capacities, an "intelligent grid" and large scale production of renewable available to all at competitive prices. A single European Energy Market will also increase the competitiveness of renewables, allowing excess energy generated in the sunny South to power homes in Northern Europe during times of light wind or vice-versa on blustery days in the North for cloudier days in the South.

Citizens first

These efforts should always focus on the impact on citizens.



Consumers should benefit from wider choice and take advantage of new opportunities. Energy policies have to be more consumer-friendly and this will require further transparency and information: I would like all tools, like the Consumer Check List, to be improved and applied more widely. This also implies that all consumers enjoy their right to basic energy needs at all times, including in a supply crisis.

EU energy policy also aims to achieve more transparency, access to better and more information, better functioning of the retail market, development of adequate infrastructure and safety nets for vulnerable consumers. This is in addition to constant efforts for more safety and security in energy production and processing. Today, the EU represents a decisive added-value for all citizens by ensuring that the highest standards are applied in all Member States for nuclear safety and security, offshore oil and gas extraction or the development of new energy technologies. We must keep on track and continue to be vigilant.

Towards a technological shift

In energy technology, we must consolidate and extend Europe's lead. I would like to develop a European reference framework in which Member States and regions can maximise their efforts to accelerate market uptake of technologies. Europe has some of the world's best renewable energy companies and research institutions: we need to keep this leadership. Beyond the implementation of the Strategic Energy Technology Plan, we have already launched a few large scale projects with strong European added-value:

- Smart grids to link the whole electricity grid system to individual households and give better access to renewable sources of energy;
- The 'smart cities' innovation partnership to promote throughout Europe integrated energy systems at local level and facilitate energy savings.

Strengthening the EU leadership in the world

The EU should be a favoured partner in international negotiations. The present situation, where external partners can "divide and rule", is untenable. The EU has the world's largest regional energy market – 500 million people. It

accounts for one fifth of the world's energy use. We import on average around 3 million tonnes of oil equivalent every day. The EU is also the world's biggest economic trading block. We must exploit our geopolitical weight in the world and enjoy the benefits of the Single Market. Every time that the EU has spoken with one voice, for instance in the nuclear international cooperation, it led to results. The integration of energy markets with our neighbours is a must which contributes to both our, and their security. But our international relations must go further and should aim at establishing strategic partnerships with key partners. A common European policy is a strong leverage to strengthen our position in difficult negotiations, and secure our international leadership.

Time for action

This year we will discuss our energy and climate goals for 2030. We will decide whether we choose three targets as we did for 2020 – CO₂ reduction, increase of renewables, and energy efficiency – or just one or two, and whether they should be binding or not. We must decide it this year to allow Member States to prepare and to give certainty to investors in industry. As Jean Monnet said: "Where there is no vision, people perish". Our generation must take the opportunity to make this strategic vision a reality.

Gunther H Oettinger
European Commissioner for Energy

European Commission

Tel: +32 (0)2 298 20 25

www.ec.europa.eu

Green Solar Cities

EU Concerto project in Valby/Copenhagen and Salzburg

A basis for a completely new way to build in Europe has been created by the recast of the EU Energy Performance for Buildings Directive from 2010, which demands that new buildings should achieve a nearly-zero energy standard based on local renewable energy sources already from 2018 for new public buildings and from 2020 for all new buildings. At the same time as the EU members states shall create incentives to ensure a similar development for existing buildings.

In Denmark, we are well on the way towards meeting these goals due to recent improved energy saving demands in building regulations including new protected low energy classes 2015 and 2020.

This means that there is a focus on extensive retrofitting of buildings, something which has also been included in the aims of the EU-Concerto project, Green Solar Cities (2007-2013), where EU funding has been utilised as a strong support for the large scale photovoltaic (PV) implementation plan in Valby in Copenhagen. This was launched in 2000 with the aim of supplying 15 % of all electricity use in Valby by PV technology in 2025.

Green Solar Cities (www.greensolarcities.com), had Kuben Management as the administrative coordinator and Cenergia as technical coordinator. Besides the European Green Cities company has been involved as responsible for dissemination and communication work. (www.europeangreencities.com)



The Damhusåen PV plant in Valby which is the largest PV plant in the Nordic Countries. It covers 8% of the electricity at the Damhusåen waste water treatment plant, which is owned by the 'Lynette Cooperative' in Copenhagen. And is supplementing biogas based electricity production to cover almost 50% of yearly electricity use by renewables.



Realisation of large housing retrofit project in Valby at Hornemannsvænge housing estate. 14 kWp PV (100 m²) and 100 m² solar thermal is used for each of 6 renovated housing blocks. These are functioning as a solar energy combined heat and power solution working as a supplement to the normal combined and power system in Copenhagen.

At the Hornemannsvænge housing estate low energy retrofit solutions has been used together with a kind of solar energy combined heat and power, where both solar thermal and PV electricity is supplementing energy from the large combined heat and power plants in Copenhagen.



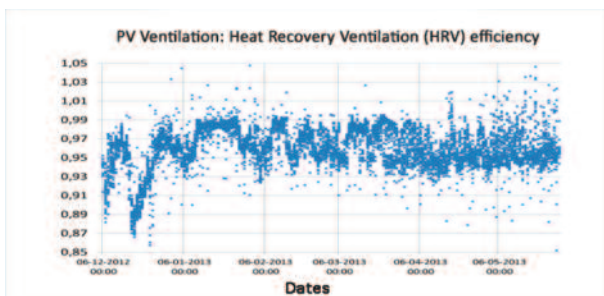
Realisation in 2012/2013 of large housing retrofit project in Valby at Hornemannsvænge housing estate.

Demonstration of PV assisted ventilation for housing renovation has also taken place in Valby and Copenhagen. Here there has been focus on documenting a low electricity use which can be matched by PV electricity .



PV-ventilation. Compact Heat Recovery Ventilation for housing renovation where electricity use is matched by PV. Test of compact HRV unit from EcoVent/Øland is showing dry heat recovery ventilation efficiency higher than 85 %.

The HRV unit is easy to mount under the loft in existing apartments, taking fresh air in from the walls and leading exhaust air to the roof.



Monitoring results showing very high heat recovery ventilation efficiency of 90-98 % for one apartment during winter/spring 2013. Electricity use for the fans at 115 m³/h is as low as 18 W.

It is now also aimed to introduce elements from the so-called 'Active House' concept (see: www.activehouse.info), in relation to the Green Solar Cities project monitoring and evaluation in Valby, which will be finalised by the summer 2014.

In the Active House Specifications there is defined a number of specifications within areas like, Energy, Indoor climate and Environment. And in the Energy area there is a focus on the areas: yearly Energy Balance, Energy Design, Energy Supply and Energy Monitoring and Verification, Follow up.

In the area of Energy Balance this is based on a calculation of all energy uses in a building incl. electricity using appliances and effect of the used energy supply system.

In the Active House Specifications there is a demand for energy monitoring, verification and follow up. This is new compared to the situation in Denmark today where there is a lot of focus on good calculation procedures, but, like in most other countries, no link to what the actual energy use will be in practice in realised building projects.

A good possibility here could be to introduce the same demands for 'verification' of all new building projects within a two year period, which already have been introduced in Sweden.



According to the EU-Commission Building Directive, all new buildings need to be nearly zero energy by year 2020, and EU member states need to show how a similar quality can be obtained for existing buildings as well. The Active House Specification is showing how this can be done. (www.activehouse.info)



PV-art gable promoting the Valby/Copenhagen PV plan aiming at 15 % PV electricity in Valby in year 2025.



A very well-functioning example of window integrated heat recovery ventilation (HRV) was established at the P. Knudsens Gade housing area, administered by the housing association AKB, in Sydhavnen in Denmark situated in the Concerto area of the Green Solar Cities EU-Concerto project in Denmark.

The window integrated HRV module was placed besides a normal radiator, which is used for heat accounting. The HRV module is functioning with a radiator function as well and can provide either just room temperature or higher temperatures, so you can avoid a normal radiator.



The new windows for the test apartment was supplied by the Danish EVD company with built in fresh air intake and used air exhaust integrated in the bottom of the window equal to $\varnothing 140$ mm.

Cenergia – Realising solar low-energy building since 1982

Cenergia (www.cenergia.dk) was already started in 1982 as an energy specialist company based on experiences from RTD work on low energy building and solar energy at the Technical University of Denmark. Since then, a large number of solar low energy new build and retrofit building schemes have been realised, in many cases as either EU or Danish funded demonstration projects.



ACTIVE HOUSE - Specification

Buildings that give more than they take

1st Edition

In cooperation with VELUX and other partners involvement in the new Active House standard supporting the EU 2020 demands for nearly zero energy building. (www.activehouse.info)



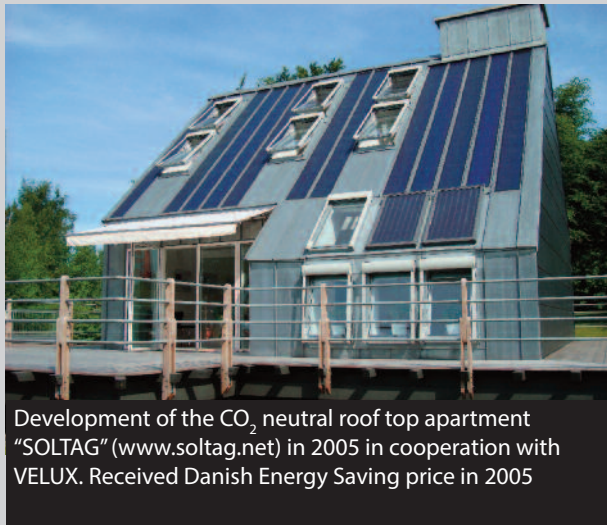
First passive house building in Denmark in Næstved with CO₂ neutral operation.



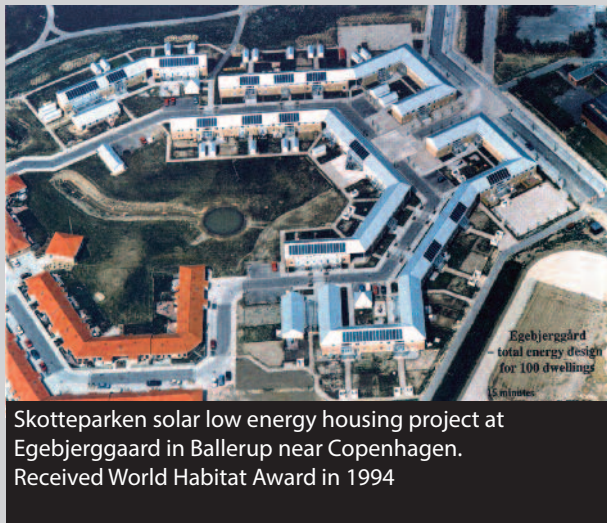
Solar chimney, Lundebjerg, Skovlunde was result of architectural competition with focus on PV and ventilation.



Tubberupvænge, DK
Solar low energy housing with seasonal storage.



Development of the CO₂ neutral roof top apartment
"SOLTAG" (www.soltag.net) in 2005 in cooperation with
VELUX. Received Danish Energy Saving price in 2005



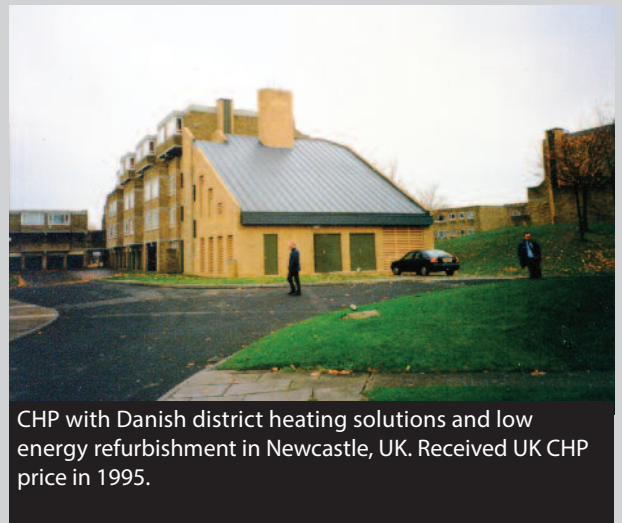
Skotteparken solar low energy housing project at
Egebjerggaard in Ballerup near Copenhagen.
Received World Habitat Award in 1994



Valby School in Copenhagen with BIPV
(Building Integrated Photo Voltaic).



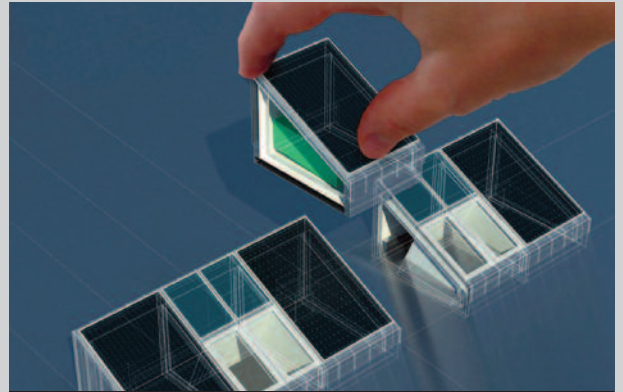
Compact integration of heat recovery ventilation



CHP with Danish district heating solutions and low
energy refurbishment in Newcastle, UK. Received UK CHP
price in 1995.



During 2012 60 low energy-housing units with prefabricated "Solar prisms" from VELUX and Danfoss was realised in Tranbjerg near Aarhus.



The Solar Prism can combine different prefabricated modules according to individual needs.



At Hylde-spjældet the first zero energy housing renovation in Denmark was realised in 2009 introducing prefabricated construction elements from Rockwool and the Solar Prism installation element.



The Solar Prism in Albertslund was placed on the flat roof and includes all installation elements. Can be purchased from VELUX and Danfoss.



Peder Vejsig Pedersen, Director of Cenergia and technical coordinator of the EU-Concerto project, Green Solar Cities
Tel: +45 20466755 Email: pvp@cenergia.dk



PV gable in Valby. Photo by Rune Sune Berg



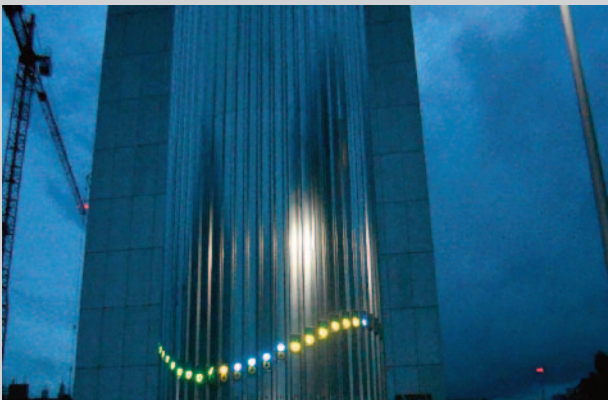
777 kWp PV at Damhusåen waste water treatment plant. Photo by Jon Rytter



Langgadehus housing area in Valby with 200m² solar thermal collectors



Hornemannsvænge housing retrofit in Valby



Large 2000m² solar thermal system in salzburg with 2000m³ buffer storage and heat pump. Photo by SIR (www.sir.at)





Energy solutions for smart cities and communities



Supporting the green transition: A unique building project in Denmark

Peder Vejsig Pedersen, Senior Advisor at European Green Cities outlines a unique building project, Copenhagen International School (CIS) as an example of supporting the green transition

Due to BIPV oriented funding in Denmark from the EUDP and ForskVE RTD programmes (see: www.activehouserooofsandfacades.com), it has been possible for Cenergia (now a part of Kuben Management to make an agreement with Copenhagen International School) to realise an Active House labelling for them, and to include an online Active House radar with assistance from the company, Leapcraft.

Copenhagen International School (CIS) is a unique building project, for

which it has been a pleasure for me and my former colleagues, Miriam Sanchez and Vickie Aagesen to work on. This cooperation also included Karin Kappel from Solar City Denmark, who have carried out amazing work in promoting best practice BIPV architecture since 2004, and Gate21, engaged as a collaborator in relation to the ForskVE realisation. For Kuben Management, I hope that winning the Active House award will support the idea of working with the Active House standard in practice because it has many benefits and it is not costly to

work with. In relation to ForskVE, it has been possible to include several Active House labelled projects in the Danish sustainable building database which can now be viewed in English at www.baeredygtigebygninger.dk.

The idea of working with performance documentation has always been a part of the Active House approach and with the demands for this in the EU Building Directive, it has become increasingly relevant, and something that will be supported by the development towards more digitalisation in buildings.



Peder Vejsig Pedersen receiving the Active House Award 2018 for the CIS building in Copenhagen, at the Active House Symposium in Lecco, Italy

“My advice for the future is to really focus on new and unique projects, which support the green transition, and to work with engaged builders, such as what we witnessed with the CIS building.”

CIS is a good example of a school building with an emphasis on a healthy indoor climate, which had a strong focus in the design process, also based on special demands from the builder, f.ex. when it comes to using decentralised ventilation systems. This is in a scenario where bad indoor climate issues are not uncommon in Danish schools. It is our hope that the qualities documented in the online Active House radar will help to ensure a continuous focus on the indoor climate.

I agree that homebuyers can use Active House documentation to help them secure quality but also due to the reasonably low costs to use it. Good

advice would be to try to cooperate with other sustainable building quality systems. In the Nordic countries, f.ex. have the Nordic Swan Label which one of the leading contractors (NCC), uses for all their housing projects.

My advice for the future is to really focus on new and unique projects, which support the green transition, and to work with engaged builders, such as what we witnessed with the CIS building. CIS is a really good example of what a determined builder can do in practice. Here, the driving force was one of the board members of the school who at the same time was a designer and secured full-scale BIPV Mock-Ups on the actual building site to identify the best possible BIPV design (in cooperation with the experienced BIPV manufacturer, Solar Lab). This actually led to the withdrawal of the architect (C.F. Møller), for a short period, due to risks they saw in con-

nection to the use of completely new technology for almost all facades. In the end, they came back and was deeply engaged in securing the qualities in practice of many of the technical and architectural solutions.

Active House labelling: www.activehouse.info



Peder Vejsig Pedersen
Senior Advisor, MSc
 European Green Cities
 Tel: +45 2046 6755
pvp@greencities.eu
www.europeangreencities.com
[www.twitter.com/Vejsig](https://twitter.com/Vejsig)