



Photo © Gerry Kapow

Solcellefacader

Facadebeklædning til nybyggeri og renovering

Anders Smith, design director, fortæller i filmen:

'I SolarLab udvikler og producerer vi nytænkende facadeløsninger, som kan leveres til byggerier i hele verden.

De erstatter traditionelle og miljøbelastende materialer, og gør det muligt at integrere de bæredygtige facader i såvel renovering som nybyggeri.

Facaderne produceres med vedvarende energi i Danmark og er designet til at kunne indgå i en cirkulær økonomi.

I facadens levetid betaler solcellefacaderne, som det eneste byggemateriale, mange gange for sig selv, både økonomisk og miljømæssigt.

De energiproducerende solcellefacader udgør en vedligeholdelsesfri regnskærm, der forener høj effektivitet og holdbarhed med unik designfrihed i forhold til såvel farve som udtryk'.

EUDP 



solar city denmark

KUBEN
MANAGEMENT

SolarLab

Publikationen præsenterer resultater fra projektet:
EnClose - facadebeklædning til nybyg og renovering
der er støttet af Det Energiteknologiske Udviklings- og
Demonstrationsprogram (EUDP).

Alle solcellefacader er udviklet og gennemført af
SolarLab, og i den tilhørende film fortæller arkitekt An-
ders Smith om projekterne.

Publikation og film

Findes på: www.solarlab.dk og www.solarcity.dk

Begge dele er blevet til i et samarbejde mellem:

SolarLab / www.solarlab.dk

Anders Smith, design director, arkitekt maa

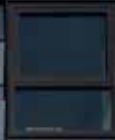
Solar City Denmark / www.solarcity.dk

Karin Kappel, arkitekt maa

Kuben Management /

Jakob Klint, chefrådgiver

Publikation © Solar City Denmark 2021



31

EnClose

- facadebeklædning til nybyg og renovering

Solcellefacaden på Copenhagen International School var det første store byggeri, hvor der blev arbejdet med panelstørrelser, nanocoatede farver, montage geometri med individuelt paneler vinklede paneler samt resiliente elektriske systemer, der sikrer modstandsdygtighed over for skygger og fremtidige fejl, samtidigt med at energiproduktionen kan udnytte hele byggeriets mange facader.

Det store spørgsmål var efterfølgende om de udviklede teknologier, løsninger og processer var generelt anvendelige både på nybyg og renoverings projekter, og det blev startskuddet til EnClose-projektet.

EnClose

Projektets formål var at afdække og afprøve monteringsløsninger til bygningsintegrerede solceller til facader.

Det stod dog hurtigt klart, at arkitektonisk mangfoldighed ikke ville kunne tilgodeses med en standardløsning. Det ville kræve individuelle løsninger at kunne opfylde såvel bygherrens som arkitektens særlige ønsker, og samtidig sikre at energiproduktionen kunne indpasses harmonisk i det enkelte byggeris geometri.

Der blev derfor udviklet og implementeret forskellige løsninger i renoveringsprojekter og nybyggeri: hvad er bedste løsning, og hvordan gøres det bedst muligt indenfor de arkitektoniske begrænsninger ved den enkelte bygning.

Med konkrete, fysiske afprøvninger i byggerier kunne man samtidig risikoafdække implemen-

teringen af dette nye facademateriale for såvel bygherrer og entreprenører som rådgivere.

En af udfordringerne var også at etablere konstellation med arkitekterne, så det blev på arkitekternes vilkår og ikke fremstår som en teknisk nødløsning. Det var derfor vigtigt at finde måder, proces og løsninger, der gør det nemt for arkitekterne at realisere den arkitektoniske ide.

Solcellefacadeløsninger

Alle løsninger er lette, ventilerede facader, der består af 4 mm hærdet glas. Der er anvendt strukturelle farver på glasset, som er pådampet et tyndt metallag, der tillader 90-95% af lyset at passere gennem glasset og reflekterer resten tilbage.

Den nanocoatede belægning betyder, at der opstår forskellige farver betinget af betragtningsvinkel og lysindfald, og facaden er dermed i konstant forandring, afhængigt af lyset. Ved at vinkle solcellerne kan farvespillet forstærkes. Den satinerede overflade giver stofflighed og en ikke-blændende facadebeklædning.

I projektet blev udviklet et fladt monteret letvægtssystem, der sidder direkte på isoleringen, en facadeløsning hvor arkitekterne var med til at udvikle en unik løsning til deres byggeri, og en monteringsløsning til lav bygningshøjde.

Publikation

Publikationen er opdelt i renovering og nybyggeri. Alle eksempler er bygningsintegrerede solceller (BiPV) monteret enten plan, vinklet eller kurbet, hvilket fremgår ud for hvert byggeri.



re n o v e r i n g



Facaderenovering
2020 - opført 2013

Adresse
Grøndalsvej 1B, Viby J

Arkitekt
SHL Architects

Bygherre
Aarhus Kommune

Aktive/passive
950 m² / 1400 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Estimeret produktion facade
93.000 Wh/år

Inverter kapacitet facade
136 Wp

Foto
SolarLab
Martin Gravgaard

Det Grønne Hus Aarhus

Aarhus Kommunes kontorbyggeri er demovært i udviklingsprojektet EnClose, og den nye facade er en demonstration af resultaterne, der går ud på at udvikle og demonstrere et konkurrencedygtigt facadebeklædningsystem med indbyggede solceller, som kan anvendes både til nybyggeri, og som ny yderklædning udenpå efterisolerede facader.

Den nye løsning erstatter facaden af genbrugs-glas fra 2013, der ikke holdt, og det var et ønske fra bygherren at udskifte den til en aktiv solcelle-facade.

Der er lagt vægt på, at den nye facadeløsning ikke alene bidrager med gratis og bæredygtig elektricitet til bygningens drift og kompenserer for dens egen miljøinvestering, men også at den har en lang og vedligeholdelsesfri levetid.

I samarbejde med byggeriets arkitekter er der udviklet en unik facadeløsning med synlige be-slag, som er designet, så den arkitektoniske arv er båret over i det nye facademateriale.

Den bygningsintegrerede løsning omfatter både aktive og passive paneler, der er identiske og dermed danner en ensartet facadebeklædning.



RH Bornholms Hospital

Facaderenovering
2018

Adresse
Ullasvej 8, Rønne

Arkitekt
Bjerg Arkitektur

Bygherre
Region Hovedstaden

Aktive/passive solpaneler
1.322 m² / 93 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Foto
Nikolaj Beyer
SolarLab

Ved energirenovering af hospitalet blev bygningen efterisoleret og fik nye facader med farvet solcellebeklædning på tre facader, sorte paneler på tekniktårne og kvadratiske, individuelt vinklede paneler på gavlen.

De lange facadearealer med solcellepaneler i brystningerne er udført som beklædning, der med sin lave byggehøjde og flade montage gør det muligt at fastholde en ensartet facadeprofilering.

Som del af Enclose-projektet blev der udviklet et fladt monteret letvægtssystem, der sidder direkte på isoleringen. Facadebeklædningen er således monteret på isoleringen og på grund af dens lave vægt, er der ikke behov for yderligere bærende beslag.

En af udfordringerne ved facaderenoveringer på en eksisterende bygning er, at der ligger en indbygget kompleksitet i, at husene kan have skavanker. Hospitalsbygningen havde således en række skævheder, som var opstået over årene, og fordi glasset er meget præcist, var det nødvendigt at udvikle 28 forskellige panelformater. Projektet har dokumenteret, at det er muligt at bygningsintegrere solceller, selv om husene er lidt skæve.



Facaderenovering

2019. Opført 1965

Adresse

Bådehavnsvej 44, København

Arkitekt

Alex Poulsen Arkitekter

Bygherre

Sjatox Ejendom

Aktive/passive solpaneler155 m² / 75 m²**Effektivitet**160 Wp/m²

Trifolium

Det tidligere mejeri i Sydhavnen er omdannet til kontorhotel og er i den forbindelse blevet energi- og facaderenoveret, med solcellebeklædning i facadens brystninger til erstatning for de farvede felter.

De nye farvede felter består af strukturelt farvet glas med solceller på bagsiden, som er skræddersyet til de eksisterende facadefelters varierende dimensioner og oprindelige farve. Det var et krav fra bygherren, at den skulle bibeholdes i den nye energiproducerende facade.

Facaden består af 32 afsnit. I de to nederste felter er installeret aktive paneler, mens den øverste række lige under murkronen består af paneler uden solceller.

Der er udviklet et nyt montagesystem hvor facadebeklædningen er monteret direkte på isoleeringen. Grundet byggehøjde og beklædningens lave vægt, har facaderenovering ikke krævet yderligere bærende tiltag.



Glostrup Hospital

Facaderenovering: mockup
2021. Opført 1958

Adresse
Valdemar Hansens Vej 13, Glostrup

Bygherre
Region Hovedstaden

Mockup solpaneler
46,2 m²

Prototypeinstallationen på hospitalets facade tilstræber at give den 60 år gamle bygning en nutidig facademodernisering som betaler sig miljømæssigt, og uden at det præmierede byggeri, der er tænkt som et isbjerg, mister sin egenart. Det er forsøgt opnået ved at bruge paneler, der følger husets eksisterende modularitet og gennem beklædningens materialitet, hvor nanocoating gør det muligt at opnå en lys gråblå tone, hvis farve varierer i forhold til lysindfald og betragtningsvinkel.

Der anvendes kun en enkelt panelstørrelse, der er optimeret til det maksimale antal aktive solceller.



Facaderenovering: gavl
2021 Opført 1980

Adresse
Trige Parkvej, Trige

Bygherre
Boligforeningen Ringgaarden

Aktive solpaneler
109 m²

Effektivitet
190 Wp/m²

Trigeparken

Boligbebyggelsen har gennemgået en omfattende renovering, som har givet den nedslidte afd. 20 et nyt og moderne udtryk samt et energimæssigt løft.

Gavlbeklædningen består af store solcellepaneler i fuld etagehøjde, som er udført med usynlige ophæng. Facaden fremstår ensartet og elegant på grund af de skjulte montageløsninger og de etage høje paneler i krystalblank finish, hvori høj-effektive solceller er usynligt integreret.

Der anvendes kun en enkelt panelstørrelse, der ydermere er optimeret til det maksimale antal aktive solceller.

AAB Kolding udviklingsarbejde

Den almene boligbebyggelse AAB afd. 71 gennemgår en omfattende renovering, hvor facader og tag dækkes af integrerede solceller. I den forbindelse gennemfører Enclose-projektet et udviklingsarbejde, med forsøg og afprøvning.

Produktion af el forventes at blive væsentlig større end forbrug, og på længere sigt kan solcelleanlægget kombineres med batterilagring.

Projektet forventes færdigt i 2022 og støttes af Landsbyggefonden Innovationsmidler.



n y b y g g e r i





Student Experience International

Den 3.000 m² store solcellefacade består af relativt brede paneler, der er individuelt vinklede med varierende højder. Alle paneloverflader er identiske, men på grund af den strukturelle farve, der ydes af PVD-belægningen, er det visuelle udtryk skiftende. Effektiv standardisering af beklædningen i relativ få panelformater, og et fleksibelt montagesystem, sikrer en holdbar og servicevenlig facadebeklædning.

Det elektriske design af facaden er udformet for at sikre en høj modstandsdygtighed over for skygger fra omgivelserne og eventuelle skader, igennem monitorering på panelniveau.

Bygningen indeholder 596 værelser, restaurant og parkeringshus. Beregninger viser en estimeret årlig energiproduktion på 172.747 kWh.

Nybyggeri
2020

Adresse
Amsterdam, Holland

Arkitekt
VUPB architects

Aktive/passive
1770 m² / 1148 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Foto
Egbert de Boer





Nybyggeri
2021

Adresse
Haugesund, Norge

Arkitekt
Asplan Viak

Bygherre
Breidablikkgården Eendom

Aktive/passive solpaneler
315 m² / 86 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Foto
Christoffer Steinsvåg

Breidablikk gården

Kontorbygningens solcellefacade fremstår gylden og med karakteristiske relieffer af lys og skygge, som uanset vejret og lyset skaber et signifikant bidrag til bybilledet. Facadeløsningens skulpturelle kompleksitet er resultat af et tæt samarbejde med arkitekten.

Det er tilstræbt at udnytte solenergien på øst- og vestfacaderne ved at vinkle panelerne mod syd, og samtidig bruge vinklingen som en partiel sol- og vindafskærmning ved vinduerne. Facaden zig-zagger 30 cm ud og ind for hvert vindue, og er skåret skråt af i top og bund.

Den lette, ventilerede facadebeklædning er specielt designet til at producere energi og modstå regn og sne. Skjulte beslag og usynlige elektriske komponenter er integreret i den energiproducerende facadebeklædning.

Bygningen vil producere mere energi, end den forbruger.





Ruseløkka Skole

Nybyggeri
2020

Adresse
Oslo, Norge

Arkitekt
GASA og Arkitektkontoret

Bygherre
Undervisningsbygg Oslo KF

Aktive/passive solpaneler
296 m² / 28 m²

Effektivitet facade
160 Wp/m²

Foto
SolarLab

Den integrerede facadeløsning består af identiske paneler monterede på klink i brystningerne, og som smalle paneler i vinduesbånd.

De bronzefarvede solcellepanelers satinerede overflade og lodrette vinkling bidrager til teglfacaden med stoflighed og visuel dybde.

Ruseløkka skole er et FutureBuilt pilotprojekt med krav til næsten nulenergi. For at nå energimålet er installeret 320 m² bygningsintegrerede solceller i facaden, og 370 m² solceller på grønt tag.

Det anslås samlet at kunne producere ca. 75.000 kWh årligt.



ZEB Flexible Lab

Nybyggeri
2020

Adresse
Trondheim, Norge

Arkitekt
LINK arkitektur

Bygherre
NTNU og SINTEF

Aktive
360 m²

Effektivitet
55,3 Wp/m²

Foto
M.Herzog / Visualis

Laboratorie- og undervisningsbygningen er en sort krystal med facader af bygningsintegrerede solceller, der gør det muligt at producere mere energi, end bygningen forbruger.

Facadernes polerede overflade og dybe sorte farve med usynlige solceller understøtter den arkitektoniske vision om et krystallinsk og optimeret bygningsvolumen.

Den ventilerede facades paneler er skræddersyet, så den følger byggeriets skulpturelle form og er baseret på skinnesystemet, udviklet i Enclose-projektet. Der er desuden integreret solceller i transparente facadepaneler, som dermed delvist åbner op for dagslyset til bygningen indre og fortæller beboerne om husets elektricitetsproducerende yderbeklædning.

Byggeriet skal leve op til ZEB-COM-byg som betyder, at CO₂-udslippet i bygningens samlede livscyklus kompenseres af energiproduktion. Over en 60 års periode vil produktionen fra solceller således kompensere udslippet fra opførelse, materialer og drift af byggeriet.



Power House Telemark

Nybyggeri
2020

Adresse
Porsgrunn, Norge

Arkitekt
Snøhetta

Bygherre
R8

Facadeintegreret
372 m²

Effektivitet
65 Wp facade

Foto
Per-Kåre Sandbakk NRK

Bygningens skulpturelle volumen er matematisk optimeret for at sikre en maksimal udnyttelse af solenergi på tag og facade. Solcellefacadens glatte antirefleksbehandling optimerer produktionen ved at udelade brugen af farver.

De høj-effektive solceller, samt elektriske forbindelser og montagesystemer er usynlige, så facaden fremstår ensartet, og er baseret på skinnesystemet, udviklet i Enclose-projektet.

Bygningen sætter en ny standard for opførelsen af bæredygtige bygninger ved at reducere sit årlige nettoenergiforbrug med 70%, sammenlignet med lignende nyopførte kontorbyggerier og ved at producere mere energi, end det vil forbruge i hele sin levetid.

Den sydøstlige facade og taget vil tilsammen generere 256.000 kWh om året, ca. tyve gange det årlige energiforbrug for en gennemsnitlig husstand, og overskydende energi vil blive solgt tilbage til elnettet.



Red River College Innovation Center

Nybyggeri
2020

Adresse
Winnipeg, Canada

Arkitekter
Diamond Schmitt Architects
Number TEN Architectural Group

Bygherre
Red River College

Aktive solpaneler facade
750 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Foto
Gerry Kapow

Facadeløsningen er sammensat af store solcellepaneler, der smyger sig om bygningens runde hjørne, med en lodret vinkling af panelerne, der understøtter bevægelsen.

De skræddersyede paneler er op til 1400 x 2400 mm og sammensat i felter op til 4000 mm høje. Skjulte, vinklede ophængningssystemer tillader værktøjsfri montage, brandsikring og optimal ventilation.

Facadepanelernes hærdede glas er satineret og nanocoatet for at opnå den ønskede materialitet, og skifter farve afhængigt af synsvinkel og vejrforhold. De etagehøje bygningsintegrerede felter er designet og produceret i nært samarbejde med byggeriet arkitekter.

Innovationscentret er målrettet nulenergi, og vil netto udlede lidt eller ingen CO₂-emission.



Copenhagen International School

Nybyggeri
2016

Adresse
Nordhavn, København

Arkitekt
CF Møller Architects

Bygherre
Ejendomsfonden CIS

Areal aktive/passive
6.000 m² / 36 m²

Effektivitet
160 Wp/m²

Foto
Lars Duncker

Solcellefacaden på Copenhagen International School var det første store byggeri, hvor der blev arbejdet med panelstørrelser, nanocoatede farver og montagegeometri. Det har resulteret i individuelt formede og vinklede paneler og i resiliente elektriske systemer, der er modstandsdygtige over for skygger og fremtidige fejl.

Den 6.000 m² store facade er beklædt med 12.000 identiske og individuelt vinklede paneler, som er designet, produceret og installeret af SolarLab. Det er baseret på SolarLab Sequins-system, der tillader individuel vinkling af mange paneler. Panelerne dækker alle husets facader og et intelligent elektrisk system sikrer, at der altid opnås optimal produktion og at systemet er både fejltolerant og vedligeholdelsesfrit.

De satinerede og nanocoatede panelers blå-grønne farve harmonerer med husets placering ved havnen og er i konstant forandring med dagslyset, årstiden og beskuerens synsvinkel.



SOLAR CITY
DENMARK

KUBEN
MANAGEMENT

SolarLab