

A modern, multi-story brick building with a dark roof. The building features large windows and balconies with black metal railings. A prominent feature is a large, dark, rectangular structure on the roof, which is a solar panel array. The building is surrounded by greenery, including trees and plants on the balconies. The sky is clear and blue.

Bygnings- integrerede solcelletage

til eksisterende bygninger

Introduktion

Solar City Denmark har gennemført et flerårigt projekt med fokus på solceller i bymiljøer og bygningsintegration i eksisterende boligejendomme. Projektet har haft særligt fokus på det ældre byggeri, hvor integration af solceller stiller høje krav til både arkitektonisk kvalitet, tekniske løsninger og hensynet til bygningsarven.

Hensigten har været at styrke viden, kompetencer og samarbejde mellem bygningsejere, private udlejere, rådgivere, arkitekter, solcelleleverandører og øvrige aktører. Dette gennem informationsindsatser, temamøder og ekskursioner, hvor der er formidlet erfaringer om arkitektoniske, tekniske, lovgivningsmæssige og økonomiske forhold. Der er afholdt 12 arrangementer med tilsammen 770 deltagere, hvilket også bidrog til høj grad af networking blandt aktørerne.

I projektet er præsenteret og udviklet materiale, som skal understøtte en kvalificeret anvendelse af bygningsintegrerede solceller i byerne. Publikationen formidler materiale og viden fra projektets temamøder og ekskursioner.

Projektet er støttet af Grundejernes Investeringsfond
© 2026 Solar City Denmark

Find publikation og mere information på www.solarcity.dk

Arkitektonisk indpasning

Det er oplagt at inddrage solceller, når taget udskiftes i forbindelse med energirenovering - men også en særlig udfordring at få solcellers hightech udtryk og tegltages materialekarakter til at spille arkitektonisk sammen.

Byernes murede boligbebyggelser fra 1930'erne og 1940'erne har nået en alder, hvor energirenovering og modernisering er påkrævet. De kendetegnes af murværk i høj kvalitet, fine bygningsdetaljer og ikke mindst røde tegltage.

De udgør en væsentlig del af byernes 'arvesølv' og det kræver bevidst arkitektonisk stillingtagen at energi- og fremtidssikre bygningerne, uden at kompromittere de arkitektoniske kvaliteter.

Det er oplagt at integrere solcelleanlæg i store tagflader, fordi de dels kan erstatte anden tagbeklædning, og dels medvirke til at reducere energiforbrug og CO₂-udslip i og fra ældre boligbebyggelser.

Udfordringer

Men der knytter sig en række udfordringer til opgavens løsning og hidtidige eksempler på bygningsintegrerede solcelleanlæg er ikke alle faldet lige heldigt ud. Sammenstødet mellem tegltagens farvemæssige mangfoldighed og tidligere solcellers blå eller sorte, blanke overflader har ofte skabt æstetiske konflikter

Andre udfordringer er at skabe tætte og veldefinerede overgange mellem tagmateriale og panel, og om at reducere blænding og refleksioner fra solcellepanelerne, hvilket har betydning, når solceller skal beklæde varierende skrå tagflader i den tætte by.

Udvikling indenfor BIPV

I dag leveres solceller i et bredt udvalg af farver, formater og størrelser, og med matte overflader, som markant reducerer refleksion og blænding.

Det er muligt at få solceller i farver og formater specifikt til det enkelte byggeprojekt, hvilket muliggør en langt mere harmonisk integration i røde tegltage og bykvarterer.

Udvikling af bygningsintegrerede løsninger (BIPV), har med andre ord, forvandlet solceller fra teknisk udstyr til aktive arkitektoniske designelementer, der forener æstetik, holdbarhed og effektivitet.

Det er muligt at finde fleksible skalérbare løsninger og heltagsløsninger, som dels kan integreres i hele tagflader, dels egner sig til at blive anvendt på forskellige tagtyper og i forskellige bykvarterer, uafhængigt af tagets alder, eksisterende tagbeklædning og den bymæssige kontekst, bygningen indgår i.

Det handler med andre ord om at finde æstetisk velfunderede og bæredygtige løsninger, i forhold til udformning og effekt, og som samtidig er prismæssigt konkurrencedygtige, så det giver mening at udbrede løsningen til renoverings- og demonstrationsprojekter, i såvel København som i andre danske byer.

Case

rødt tegltag

På Fuglebakkevej 88-90 på Frederiksberg er to tidligere erhvervsbygninger samt en ny tilbygning transformeret til boliger. Ejendommen er beliggende i et område præget af klassiske rødstenskarréer og er arkitektonisk tilpasset kvarteret med murstensfacader og rødt tegltag.

Tagintegration

Mod gårdsiden er taget udført med tagintegrerede solceller. Solcellerne er farvemæssigt tilpasset teglens rødbrune nuancer, hvilket sikrer et samlet og harmonisk tagudtryk. Det understøttes yderligere af, at solceller og tegl ligger i samme plan.

Løsningen er samtidig økonomisk fordelagtig, da solcellerne monteres i samme arbejdsgang som taglægningen.

De smalle moduler er tilpasset teglets proportioner og har en dimension på 1,6 x 0,4 m. Da de monteres med overlap, er den synlige bredde ca. 0,28–0,3 m. Det sikrer, at de passer til teglets længde, og at de vertikale linjer mellem tegl og moduler bevares, så tagets arkitektoniske udtryk fastholdes.

Om produktet

CFR-moduler er bygningsintegrerede solcelleløsninger, der kan indbygges direkte i tage og facader og derved erstatte traditionelle byggematerialer.

De leveres med særlige monteringsystemer til både tag- og facadeintegration og fremstilles i forskellige farver og størrelser, så de kan tilpasses bygningens

arkitektur og omgivelser. Løsningen er velegnet til både bevaringsværdige bygninger og nybyggeri, hvor der ønskes designfrihed, og kan produceres som skræddersyede løsninger.

Modulerne kan leveres i størrelser op til 1,8 x 2,8 m, og størrelsen er kun begrænset af laminatorens kapacitet. De produceres på fabrik i Danmark med fokus på at minimere CO₂-udledningen i produktionen.

Ydelse

Som farvede moduler har de typisk en lidt lavere virkningsgrad end mørke standardpaneler, fordi en del af sollyset reflekteres eller absorberes i farvelaget. For stærkt koncentrerede til mørke og grå farver vil farvede moduler kunne producere ca. 80–95 % af den energi, som et sort modul uden farve kan levere.

CRF-modulerne har en effektiv ydelse på ca. 186 Wp/m².

Anvendelsen af struktureret glas på panelerne øger desuden energiudbyttet. Det strukturerede glas giver en større aktiv overflade og spreder lyset, hvilket reducerer genskin og refleksioner.

Transformation

EFFEKT arkitekter

→ www.effekt.dk/fuglebakkevej

CFR-solcellemoduler

Dansk Solenergi

→ www.danishsolarenergy.com

Datura Rustik Engoberet tegl tagsten

Egernsund Wienerberger

→ www.egernsund.com

Wienerberger tegltag med solceller

Foto: EFFEKT - Yulia Kozlava

Materialeprøver: solceller og tegl

Foto: Solar City



Case tagløsning

Solartag T-Roof er velegnet til både nybyggeri og renovering, herunder bevaringsværdige og historiske ejendomme, hvor æstetik er afgørende. Den matte overflade har en dokumenteret reflektans på 4% hvilket gør løsningen velegnet i tætte bymiljøer.

Tagintegration

Solartag er en fuldt integreret tagløsning, hvor solcellerne er indbyggede i matsorte tagplader. Tagløsningen er opbygget modulært og kombinerer aktive og passive tagplader, der giver mulighed for tilpasning af energiydelsen efter behov.

Tilskærings- og rygningsplader fuldender tagfladen, så den fremstår som en visuel helhed uden synlige paneler eller tekniske tilføjelser.

Om produktet

Med en vægt på 14,2 kg/m² er det en let og ventileret tagløsning, der kan monteres på eksisterende lægter og standard undertagsopbygning ved alle taghældninger.

De skrueløse montagebeslag fastgøres direkte til taglægterne. Det sikrer hurtig og enkel installation, og fleksibilitet i drift, da enkeltplader midt i tagfladen kan udskiftes uden indgreb i den øvrige konstruktion. Energiproduktionen kan følges via smartmetre og mobilapp.

Ydelse

Tagløsningen er udviklet til nordiske forhold og er modstandsdygtig over for vind, vejr og temperatursvingninger. Den lange levetid understøttes af produkt- og effektgarantier:

- Klimaskærm: 40 års garanti
- Ydelse: 25 år / min. 80 %
- Effekt: 160 Wp/m²
- Reflektans: 4%
- Fremstillet i EU
- Certificeringer: TÜV Rheinland, Bureau Veritas EPD, DBI og Teknologisk Institut.

Solartag T-ROOF

Solartag → <https://solartag.eu>

Glostrup Stationspark: 7.500 m² tagflade producerer 589.000 kWh/år svarende til bygningernes årlige elforbrug. Foto: Solartag



Case

skifersolceller

Solpaneler med skiferudtryk gør det muligt at kombinere energiproduktion med et tagudtryk, der visuelt svarer til traditionel naturskifer på den bevaringsværdige ejendom på Christianshavn.

Om solcellerne

Solcellerne på har en mat, skifergrå overflade med en frosted finish, som spreder lyset diffust. Dermed undgås generende genskin uden at påvirke panelernes energiydelse.

Løsningen er udviklet til fredede bygninger, bevaringsværdige ejendomme og nybyggeri, hvor æstetik og arkitektonisk helhed er afgørende.

Panelerne er fremstillet af et UV-stabilt kompositmateriale, der ikke gulner over tid. Hvert panel erstatter en gruppe traditionelle skifersten og indgår i en samlet, ensartet tagflade med et udtryk, der ligger tæt op ad naturskifer.

Tagintegrering

Monteringen følger de samme principper som ved traditionelle skifertage. Panelerne monteres på almindelige taglægter, lægges i forbandt og fastgøres med søm. Under tagfladen serieforbindes panelerne, så tagbeklædningen samtidig fungerer som en fuldt integreret energiproducerende konstruktion.

Vægten er markant lavere end ved traditionel skiferbeklædning, omkring en sjettedel af vægten af en tilsvarende skiferplade, hvilket kan reducere belastningen på den bærende konstruktion.

Løsningen er godkendt af flere danske kommuners bevaringsudvalg til energirenovering.

Skifersolcellerne leveres med 30 års effektgaranti og 20 års produktgaranti.

Produkt specifikationer

- Vægt: 2,5 kg/m²
- Effekt: 220 W/m²
- 95 % genanvendeligt (materialevægt)
- Materialer og paneler: EU
- Solceller: Taiwan/Tyrkiet

Skifersolceller

→ <https://eusolpaneler.dk/>

Foto: Thomas Mattsson



CASE

naturskifer

Solceller og naturskifer i én samlet tagløsning sikrer en visuel integration, hvor forskellen mellem traditionelle skiferplader og de energiproducerende elementer er minimal.

Tagintegration

Solcellepladerne integreres direkte i tagfladen, og er udviklet til at matche naturskiferens naturlige farve og struktur. Resultatet er et tag, der fremstår ensartet, samtidig med det producerer strøm.

Produktet egner sig til både nybyggeri og renovering og kan etableres som mindre partier eller som et fuldt dækkende tag. Det fås aktuelt til naturskifer, og en variant til eternitskifer er under udvikling.

Montering

Solcellepladerne fungerer både som klimaskærm og solcelleanlæg. De installeres efter samme principper som almindelige naturskiferplader med undertag, lægter og klemlister.

Der kræves ingen ændringer i tagets konstruktion, og montagen udføres med kendte taglægningsmetoder, hvilket gør installationen enkel og effektiv.

Løsningen er vedligeholdelsesfri, og overfladen består af hærdet glas, hvor alger og snavs har vanskeligt ved at sætte sig fast og skylles af ved regn. Konstruktionen er udviklet til at modstå det nordiske klima med vind, regn og frost.

Forventet levetid

Et traditionelt naturskifertag har en levetid på 80+ år. Som klimaskærm matcher denne løsning samme lange levetid, hvilket sikrer en fremtidssikret tagkonstruktion. Glassets modstandsdygtighed over for UV-stråling danner grundlag for følgende garantier:

- Klimaskærm: 40 års garanti (forventet 80+ år).
- 25 års fabriksgaranti på solcellerne, herefter leverer de fortsat mindst 80% af den oprindelige effekt (Wp).

Produkt specifikationer

- Monokrystallinske solceller
- Opbygning: glas/farve/celler/bagfolie
- Minimum taghældning: > 20°
- Vægt: 25 kg/m²
- Solceller og glas er fremstillet i EU

Sunslate solcellemoduler

CMSolar → <https://cmsolar.eu/>

Foto: CMSolar



CASE

fladt tag

Ejendommen på Enhjørningens Bastion har fået etableret solceller på mansardtaget. Ved at vælge lette paneler kan hele den flade tagflade udnyttes til energiproduktion uden væsentlig belastning af den eksisterende konstruktion.

Om solcellerne

De kompositbaserede solpaneler er udviklet til bygningsintegrerede løsninger, hvor tagdækning og energiproduktion kombineres i én konstruktion.

Panelerne monteres direkte på tagets lægtekonstruktion uden brug af stativsystemer, ballast eller gennembrydning af tagmembranen. Den selv bærende konstruktion kan tilpasses tagets geometri og arkitektur.

Ved tagrenovering eller tagudskiftning kan solpanelerne udgøre den færdige tagoverflade. Herved kan hele tagfladen disponeres til energiproduktion uden behov for separate montagesystemer.

Hvis et panel beskadiges, kan det udskiftes enkeltvis uden indgreb i den øvrige tagflade.

Med en vægt på ca. 3,2 kg/m² er belastningen væsentligt lavere end ved traditionelle glasbaserede solpaneler, og mange konventionelle tagmaterialer. Der vil derfor i mange tilfælde ikke være behov for forstærkning af den eksisterende tagkonstruktion.

Produktets klimaaftryk er dokumenteret gennem en miljøvaredeklaration (EPD). Den CO₂-udledning, der er forbundet med produktionen, er beregnet til at være tilbagebetalt efter 13 måneders drift.

Produkt specifikationer

- 30 års effektgaranti
- 20 års produktgaranti
- Vægt: 3,2 kg/m²
- Effekt: 220 W/m²
- 95 % genanvendeligt (materialevægt)
- Materialer og panelproduktion: EU
- Solceller Taiwan/Tyrkiet

Tagløsning til tagpap

Produktet fås også i en udgave, der kan limes direkte på tagpap, og har en vægt på 2,5 kg/m²

Solpaneler

→ <https://eusolpaneler.dk/>

Foto: Thomas Mattsson



Case

aluminiumstag

Solcellerne er integreret mellem lamellerne i det mørkt eloxerede aluminiumstag og fremstår som diskrete striber, der følger og understøtter bygningens buede tagform.

Center for Sundhed i København indeholder undervisningslokaler, samtalerum, møderum og café. Bygningen er tegnet med fokus på både funktionalitet, arkitektonisk kvalitet og bæredygtighed.

Tagintegration

Som en integreret del af bygningens arkitektur er der etableret et bygningsintegreret solcelleanlæg på taget. Solcellerne er indarbejdet mellem tagets lameller af mørkt eloxeret aluminium, hvor de fremstår som diskrete fliser i tagfladen.

Anodiseret aluminium er et let og vedligeholdelsesvenligt tagmateriale, som reducerer belastningen på bygningens konstruktion.

Den integrerede løsning skaber et sammenhængende arkitektonisk udtryk, hvor tag og solceller udgør én samlet konstruktion.

Ydelse

Anlægget omfatter 164 m² integrerede solceller med en samlet effekt på 26 kWp.

Solcellepanelerne er placeret, og orienteret, så de understøtter bygningens form og optimerer solcellernes strømproduktion.

Anlægget producerer cirka 23.500 kWh elektricitet om året, som bidrager til bygningens daglige drift.

Solartaget er fremstillet i EU og har Bureau Veritas EPD.

Solceller

Solartag → <https://solartag.eu>

Arkitekt

Dorte Mandrup → <https://dortemandrup.dk/work/centre-health-denmark>



Foto: Solartag

CASE

integreret i gavl

Som led i energireoveringen af funkisejendom fra 1930'erne blev etableret et bygningsintegreret solcelleanlæg på ejendommens gavl.

Facadeintegrering

Gavlen er beklædt med travertin, og solcellefelterne er disponeret i en rytme, der refererer til bygningens vinduessætning. Solpanelerne er monteret i et skinsystem, som muliggør service og udskiftning uden indgreb i marmorfacaden.

Naturstenen har en væsentligt længere levetid end solcellemodulerne, der kræver løbende vedligehold og på sigt udskiftning.

Selv om vertikale solcellepaneler typisk producerer lidt mindre årligt end optimalt vinklede tagpaneler, kan de yde relativt mere om vinteren ved lav sol og er samtidig lette at vedligeholde.

Ved at integrere solceller i gavlen kan der produceres energi uden at optage ekstra plads. Tagarealer er ikke altid tilstrækkelige, eller kan være optaget af tag-

haver og tekniske installationer. Syd- og vestvendte gavle kan derfor supplere elproduktionen.

Drift og forbrug

Erhvervsejendommen rummer butik og kontorer, og solcellestrømmen anvendes direkte af ejendommens brugere og dækker cirka 10 % af det samlede elforbrug. Alle lejekontrakter indeholder klausul om elleverance fra udlejer, hvilket muliggør intern fordeling af strømmen.

Ejendommen er ejerlejlighedsopdelt, men samtlige enheder ejes af samme ejer, hvilket forenkler den juridiske og driftsmæssige håndtering. Elmålere med fjernaflæsning sikrer præcis registrering, og elforbruget indgår i det samlede regnskab sammen med varme og vand.

Foto © Dorte Krogh



Udlejers forbedringsberegning

A. Håndværkerudgifter:	Forbedring i procent	Samlet udgift	Forbedring andel
Opsætning af 100 m ² solceller på gavl	100 %	800.000	800.000
Installation af batteri	100 %	50.000	50.000
Installation af ny føringsledning og bimålere	50 %	200.000	100.000
Håndværkerudgifter i alt	90,48 %	1.050.000	950.000
Byggeplads inkl. affald, strøm- og vandforbrug		75.000	
Leje af container – Affaldshåndtering		50.000	
Arkitekt- og ingeniørprojekt og -tilsyn	10 %	117.500	
Energiberegninger		25.000	
Total Entreprise og teknikere		1.317.500	
Moms af arbejder	25 %	329.375	
Totalentreprise og teknikere inkl. moms		1.646.875	
Entrepriseforsikring	1 %	16.469	
Etableringsgebyr – Byggelån	3 %	49.900	
Byggelånsrente	3,0 %	49.900	
		1.763.144	
Administration og bygherrerådgivning	5 %	88.157	
Moms af administration	25 %	22.039	
		1.873.341	
Omkostning til Realkreditfinansiering		75.000	
Byggeomkostninger – total		1.948.341	
Heraf forbedringsandel	90,48 %	1.762.785	
Årlig lejeforhøjelse til implementering d.d.	8,40 %	148.074	

Kilde: ArupHvidt.dk

Forbedringsberening

Regnskabet omfatter udlejerens samlede omkostninger ved etablering af et solcelleanlæg på ejendommen.

Det viser håndværkerudgifter samt tekniske, administrative og finansieringsrelaterede omkostninger.

Derudover angives den forbedringsandel, som danner grundlag for beregning af den årlige lejeforhøjelse.

Efter lejelovens §128 kan udlejer som udgangspunkt forhøje lejen ved forbedringer, der øger det lejedes værdi. Forhøjelsen skal dække en rimelig forrentning, afskrivning og sædvanlige driftsomkostninger.

Udgiften beregnes typisk som en annuitet baseret på renten ved arbejdets afslutning og en levetid på højst 20 år. For boliger kan forhøjelsen forhåndsgodkendes af huslejenævnet, hvilket ikke gælder for erhverv.

Strategiske og økonomiske fordele

Etablering af et solcelleanlæg kan give både strategiske og økonomiske fordele for bygningsejere, uanset om der er tale om erhvervs- eller boligejendomme.

Hvorfor er det interessant for bygningsejere?

Indirekte fordele

- Forbedring af energirammen ved nybyggeri
- Forbedring af ejendommens energimærke
- Styrker markedsføring og tiltrækning af lejere
- Understøtter rapporteringskrav til investorer/finansielle partnere
- Understøtter krav til klima- og bæredygtighedsdokumentation

Direkte fordele

Erhverv - mulighed for at konvertere energiforbrug til lejeindtægt efter aftale med lejeren.

Boliger - finansiel investering med fast, lovbestemt og inflationsreguleret afkast. Inflationsregulering afhænger af lejekontrakten.

Finansiering og rammevilkår

Leasing L168A af 15.5.2025

Leasingordningen giver et attraktivt grundlag for investering i solceller på erhvervsjendomme uden at belaste finansieringen. Ordningen omfatter tag- og facadeanlæg på erhvervsjendomme, men ikke fællesarealer eller parkeringspladser.

En mulig udvidelse til almene boligforeninger og andre boligejendomme afventer erfaringer fra erhvervsordningen.

Nedsættelse af elafgift 2026–2027

Elafgiften sænkes midlertidigt fra 91 øre til 1 øre pr. kWh inkl. moms. Da afgift og moms udgør knap halvdelen af elprisen, kan det reducere den økonomiske gevinst ved solenergi på boliger med op til 50%. For boligudlejning og andelsboliger påvirkes afkastet ikke direkte pga. reglerne om forbedringsforhøjelse. Effekten for erhverv forventes begrænset, da de allerede i vidt omfang er moms- og afgiftsfritaget.

Betydning for lejere

Solcelleanlæg kan levere el direkte til lejerne uden ekstra pristillæg, og dermed reducere el-udgifterne. Ordningen kræver, at anlæg og forbrug er knyttet til samme forbrugssted, og afhænger af de regler, ministeren fastsætter om fritagelse for pristillæg.

Tekniske muligheder i bygninger

El kan deles internt mellem flere brugere i samme bygning, og fælles måling er mulig uanset boform og ejerforhold. Det gælder også for sammenhængende bygninger med flere matrikelnumre, når der er ét samlet forbrugssted. Solcellestrøm anvendt direkte i ejendommen kan være afgiftsfri.

Begrænsninger:

- El kan ikke deles mellem adskilte bygninger uden at blive betragtet som distribution.
- Beboere kan ikke pålægges at modtage solcellestrøm.
- Afgiftsfordele forudsætter, at anlæg og forbrug er knyttet til samme ejendom/forbrugssted.

Planer for gennemførelse af solcelleprojekt

Plan for boligejendom

- Rådgivning om økonomisk mest fordelagtige anvendelse til - eksempelvis:
 - Fælles forbrug og videresalg
 - Erhvervslejere/ opladning af elbiler
 - Fælles fordeling via bi-målersystem
 - En kombination af ovenstående
- Dialog med bank/realkredit om finansiering
- Dialog med Grundejernes Investeringsfond for bindingspligtige ejendomme
- Integrering af el-regnskab med øvrige forbrugsregnskaber
- Beregning af projektets værdipåvirkning af ejendomsværdien
- Indhentelse af forhåndsgodkendelse for lejeforhøjelsen i Huslejenævnet
- Udarbejdelse af el-forsyningsklausuler til lejekontrakter

Plan for erhvervsudlejning

- Beslutningsgrundlag udarbejdet på basis af aktuelt el-forbrug
- Oplæg til aftalegrundlag (ESCO eller almindelig lejeforhøjelse)
- Dialog med udlejer om systemopsætning og belysning af fordele
- Dialog med udlejer og bank/realkredit om finansieringsstruktur
- Leasingaftale for solcelleanlægget hos lejer (forudsat kreditgodkendelse)
- Data til brug for integration af solcellestrøm i ESG Rapportering
- Oprettelse af salgsaftale for overskudsstrøm
- Etablering af lade standere med solcellestrøm for kunder og medarbejdere

Kilde: ArupHvidt.dk

Solceller og batterianlæg

Hvilke faktorer gør solceller og batterianlæg rentable?

Grundig forundersøgelse og korrekt dimensionering er essentiel for et rentabelt solcelleanlæg og batteri.

Højt egetforbrug

- Korrekt dimensionering, forhold mellem forbrug og produktion
- Måleromlægning -> Abonnementsbesparelser og mulighed for større anlæg
- Batteri med smartstyring

Lave etableringsomkostninger

- Implementering ved renovering eller nybyg
- Bygningsintegrerede solceller -> besparelse i materialer
- Tagflader skal være egnede med større arealer uden obstruktioner og skygger
- Statik og brand, skal kunne implementeres uden forstærkninger eller ekstra tiltag
- El- infrastruktur -> er el-infrastrukturen nemt egnet til måleromlægning

Simpel tilbagebetalingstid

Gennemsnit for etageboligejendomme i København. Kilde www.nordloev.dk

	Solcelleanlæg til fællesforbrug	Solcelleanlæg og måleromlægning	Solcelle- og batterianlæg og måleromlægning
Elafgift 0,72 kr/kWh	17 år	12 år	9 år
Elafgift 0,008 kr/kWh	25 år	15 år	11 år
Besparelse afhænger af	egetforbrug	egetforbrug + målerabonnemeter	egetforbrug + målerabonnemeter + arbitrage

Miljøvenlig lagring af solcellestrøm

Flowbatteri

Flowbatterier er vandbaserede batterier, hvor energien lagres i en væske i stedet for i faste materialer. Det gør kapaciteten let at skalere ved blot at øge mængden af elektrolyt.

De er velegnede til lagring af solenergi, fordi de kan oplades og aflades mange gange uden væsentligt kapacitetstab. De håndterer solcellers svingende elproduktion og kan lagre energi over længere tid.

Flowbatterier har høj driftssikkerhed, lang levetid og lav brandrisiko. Det gør dem attraktive til bygningsintegration – eksempelvis i kældre – samt til stationære energilagre.

De kan typisk have en levetid på over 20 år, og elektrolytten nedbrydes ikke på samme måde som i mange andre batterityper.

Miljømæssigt kan flowbatterier næsten fuldt genbruges, og elektrolytten kan tappes og genanvendes direkte i nye systemer. Mange systemer er opbygget af materialer, der er designet til adskillelse og genanvendelse, og batteritypen understøtter dermed en mere cirkulær ressourceanvendelse.

Visblue

→ <https://www.visblue.dk/>

Solceller og EPD, LCA, CO₂

EPD – Miljøvaredeklaration

En EPD (Environmental Product Declaration) er en verificeret og standardiseret dokumentation af et produkts miljøpåvirkning gennem hele livscyklussen. EPD'er er ikke et miljømærke, men et faktabaseret datagrundlag, der udarbejdes på baggrund af en livscyklusvurdering (LCA).

For solceller og bygningsintegrerede solcellemoduler dokumenterer EPD'en bl.a. materialeforbrug, energiforbrug, affald, miljøfarlige stoffer, og CO₂-udledning fra produktion til bortskaffelse.

LCA – Livscyklusvurdering

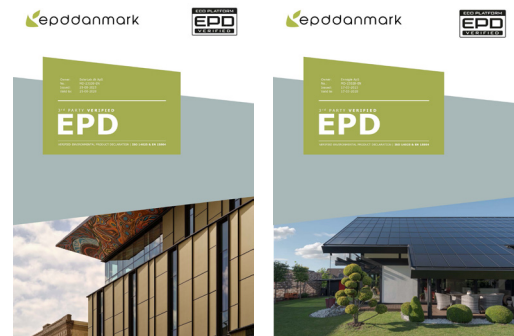
LCA (Life Cycle Assessment) er en metode til at beregne en bygnings eller et produkts samlede miljøpåvirkning fra vugge til grav.

I byggeriet bruges LCA til at dokumentere CO₂-udledning (eller dele heraf) pr. etagemeter/år og til at påvise overholdelse af lovkrav i BR18. For solceller indgår:

- CO₂-udledning fra materialer og fremstilling
- Elproduktion og drift over levetiden
- Nedtagning, genbrug og bortskaffelse

BR18 og CO₂-grænseværdier

LCA er obligatorisk ved nybyggeri. Med skærpeisen af BR18 pr. 1. juli 2025 gælder differentierede CO₂-grænseværdier (kg CO₂-ækv./m²/år). Herudover gælder en særskilt grænseværdi for byggeprocessen. Byggeriets samlede LCA skal overholde grænseværdierne for at opnå ibrugtagningstilladelse.



Eksempler på EPD'er for BIPV findes på www.epddanmark.dk

Solarlab: BIPV facadebeklædning
Ennogie: BIPV tagelement

Solceller og LCA beregninger

Solceller og bygningsintegrerede solceller har særlige udfordringer i LCA-beregninger knyttet til produktion, materialer og levetid - hvordan kan det forbedres?

Solceller/LCA

Selvom solceller producerer vedvarende energi i driftsfasen, kan de belaste bygningens LCA-resultat:

- Højt energiforbrug i fremstillingen, især silicium solceller
- Materialetunge komponenter: glas, aluminium og metaller
- Transport fra produktionslande
- CO₂-udledning fra produktionen medregnes fuldt ud i bygningens materialepost. Hvis elproduktionen samtidig er relativt lav i forhold til det indlejrede CO₂-aftryk, kan solceller forværre bygningens samlede CO₂-resultat i LCA'en.
- LCA-beregningerne forudsætter fuld udskiftning af anlægget efter 25 år med samme klimabelastning som ved den oprindelige installation. Samtidig antages et gradvist grønnere elnet, hvilket reducerer den beregnede CO₂-fortrængning, uden der tilsvarende tages højde for, at solceller forventes at blive mere effektive og mindre klimabelastende at producere. Konsekvensen er, at anlæggets klimaeffekt reduceres betydeligt, fordi fremtidig CO₂-fortrængning bliver begrænset.

Bygningsintegrerede solceller/LCA

BIPV fungerer både som byggemateriale og energi-producerende element i facade- eller tagbeklædning i LCA-sammenhæng:

- Højere produktionspåvirkning som følge af specialglas, farvning og tilpasning
- Hele CO₂-aftrykket medregnes som byggemateriale, mens elproduktionen kun giver en indirekte gevinst

Det betyder, at BIPV ofte har et højt initialt CO₂-aftryk, og at den klimamæssige fordel først opnås over en længere levetid.

Hvordan kan LCA forbedres

- Anvend EPD og LCA som aktive værktøjer, og integrer solceller tidligt i designfasen
- Vælg solcelleprodukter med dokumenterede EPD'er, høj effektivitet og lang levetid, og optimerer placeringen.

Priorité dansk- og europæiskproducerede solcelleprodukter for at reducere miljø- og klimabelastning:

- EU's bæredygtighedskrav kan bidrage til et lavere CO₂-aftryk fra produktionen, og kortere transportafstande reducerer den samlede transportbelastning, idet solcellerne produceres tættere på slutmarkedet.
- Produktionen er samtidig underlagt miljø- og arbejdsmiljøkrav, herunder begrænsninger på kulbaseret energi samt regler mod børne- og tvangsarbejde. Se også: <https://www.solarstewardshipinitiative.org/>



Solar City Denmark samler aktører på tværs af byggeri, forskning og myndigheder for at fremme anvendelsen og den arkitektoniske integrering af solenergi i byer og byggeri.

Vi formidler ny viden, udvikler netværk og bidrager til faglig udvikling gennem projekter, arrangementer og publikationer.

Vil du være en del af netværket?

Læs mere om medlemskab og aktiviteter på www.solarcity.dk