

# Slutrapport

## 1.1 Projekt oplysninger

<b>Projekt titel</b>	Solenergitage til Aktiv Hus Energirenovering
<b>Projekt nummer (støtteprogram og sagsnr.)</b>	EUDP - J.Nr. 64011 - 0016
<b>Navn på programmet, der har støttet projektet</b>	EUDP, Solenergi
<b>Projekt leder firma/institution (navne og adresse)</b>	Cenergia v. Peder Vejsig Pedersen
<b>Projekt partnere</b>	VELUX/Aktive House Alliance, EasyBIPV, entreprenører, overvågningsfirma (AROS Energi), Bygherrer (almene boligselskaber), Teknologisk Institut, MOE, Kuben Management, FBBB
<b>CVR (central business register)</b>	71195414
<b>Dato for indsendelse</b>	31/10 - 2015

## 1.2 Kort beskrivelse af projekt mål og resultater

Der er tale om et alt i alt succesfuldt projekt, ikke mindst på basis af demonstrationsprojektet med solenergi kraftvarme i Valby med 600 m<sup>2</sup> solceller og 600 m<sup>2</sup> solfangere til 288 lejligheder.

Der er fra oktober 2013 gennemført et omfattende måleprogram, som både viser solenergiproduktion i form af solstrøm og solvarme, sammen med målinger af det totale fjernvarmeforbrug og elforbruget til ventilation, noget som også suppleres med en online registrering af disse ting. Resultater fra projektet er blandt andet omtalt i en artikel på engelsk, som kan findes på de europæiske [www.paneuropeannetworks.com](http://www.paneuropeannetworks.com) og [www.horizon2020projects.com](http://www.horizon2020projects.com) portaler, ligesom i bogen "Green Solar Cities", som er udgivet af forlaget Routledge.

Der er også opnået resultater indenfor solcelleassisteret ventilation i forbindelse med EUDP projektet, en indsats som der nu arbejdes på at sikre en større udbredelse af, og der er i samarbejde med solcellevirk-somheden Easy BIPV blevet etableret en bygning i Nordjylland med et større PVT / varmepumpeanlæg, som Teknologisk Institut har sikret en detaljeret dokumentation for, noget som generelt har været en mangel indenfor denne teknologi.

Både for Hornemanns Vænge projektet og andre projekter med bygningsindpassede solfangeranlæg har det været svært at opnå et tilstrækkeligt lavt investeringsniveau, som kan konkurrere med de velkendte store solfangerfelter monteret på mark til fjernvarmeanlæg. Dette betyder at det vil være en generel anbefaling at gå efter en mulighed for indpasning i infrastruktur, som f.eks. overdækning af parkeringspladser snarere end nødvendigvis at opnå en direkte integrering i tagene, eller at satse på koncepter svarende til de østrigske "VollSolar" byggerier, hvor solvarme kombineres med el-opvarmning ligesom ved udeluft varmepumpe.

## 1.3 Executive summary

## 1.4 Projekt mål

## 1.5 Projekt sammenfatning og resultater inkl. udbredelse

### 1.5.1 Introduktion og sammenfatning

#### Solenergitage til Active House Energirenovering – 2014

Der er tale om et alt i alt succesfuldt projekt, ikke mindst på basis af demonstrationsprojektet med solenergi kraftvarme i Valby med 600 m<sup>2</sup> solceller og 600 m<sup>2</sup> solfangere i samspil med en storskala renovering af Hornemanns Vænge bebyggelsen med 6 boligblokke med 288 lejligheder.

Der er her siden oktober 2013 gennemført et omfattende måleprogram, som både viser solenergiproduktion i form af solstrøm og solvarme, sammen med målinger af det totale fjernvarmeforbrug og elforbruget til ventilation, noget som også suppleres med en online registrering af disse ting. Resultater fra projektet er blandt andet omtalt i en artikel på engelsk, som kan findes på de europæiske

[www.paneuropeannetworks.com](http://www.paneuropeannetworks.com) og [www.horizon2020.com](http://www.horizon2020.com) portaler og i Green Solar Cities bogen fra forlaget Routledge.

Der er også opnået resultater indenfor solcelleassisteret ventilation i forbindelse med EUDP projektet, en indsats som der nu arbejdes på at sikre en større udbredelse af, og der er i samarbejde med solcellevirksomheden Easy BIPV blevet etableret en bygning i Nordjylland med et større PVT / varmepumpeanlæg, som Teknologisk Institut har sikret en detaljeret dokumentation for, noget som generelt har været en mangel indenfor denne teknologi. Samtidigt er der arbejdet med at forberede en test af et solenergitag prototypeanlæg på Teknologisk Institut.

Både for Hornemannsvænge projektet og andre projekter med bygningsindpassede solfangeranlæg har det været svært at opnå et tilstrækkeligt lavt investeringsniveau, som kan konkurrere med de velkendte store solfangerfelter monteret på mark til fjernvarmeanlæg. Dette betyder at det nok vil være en generel anbefaling at gå efter en mulighed for indpasning i infrastruktur, som f.eks. overdækning af parkeringspladser snarere end nødvendigvis at opnå en direkte integrering i tagene.

For en solenergi kraftvarmeløsning, udviklet til den ældre boligbebyggelse Kanslergården på Østerbro, blev der udført et detaljeret udbudsmateriale af ingeniørfirmaet MOE og opnået accept for projektet fra Københavns Kommune. Her var problemet både en meget høj pris for solvarmedelen, men også at det var svært at opnå en god økonomi, hvis ikke man alligevel skal lave en tagrenovering. Noget boligselskabet først fandt ud af på et sent tidspunkt.

Et fuldt udviklet projekt til boligselskabet Hvidovrebo i Hvidovre rendte også ind i problemer, både med tidsplanen men også på grund af en snigende usikkerhed vedrørende de nye solcelleregler, et forhold som generelt har været generende i forbindelse med realisering af nærværende EUDP projekt og som også har betydet en reduceret entusiasme for nogle af de involverede komponentleverandører som VELUX og Danfoss.

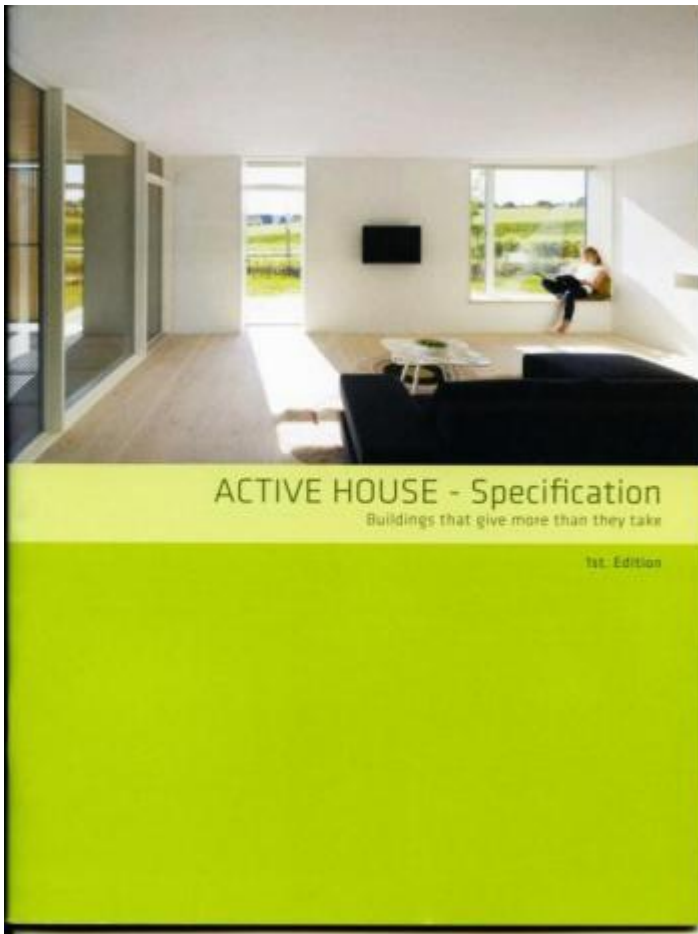
Situationen er i dag, at der især med hensyn til brug af solceller i Solenergitage er en stor interesse også på trods af diverse benspænd fra myndighederne.

Og der er samtidigt også stor interesse vedrørende det udviklede Active House koncept, som de store byggevarerleverandører bakker meget op om.

Resultatet af dette er at der på Building Green i Forum d. 29. oktober 2014 blev taget skridt til, at danne en Dansk Aktiv Hus forening med sekretariat hos Dansk Byggeri, et forhold som vil få stor betydning for efterspørgsel efter Solenergitage i fremtiden. Aktiv Hus Danmark foreningen har nu formelt eksisteret siden januar 2015.

Og med den fortsatte billiggørelse af denne type tage anses der stadigvæk at være et stort marked for solcellebaserede solenergitage. Endelig kan det fremhæves, at der via Active House samarbejdet er blevet forberedt et større EU støttet projekt med oplæg til koordinering fra AAU.

I forbindelse med EUDP projektet var der en særlig fokus på den internationale Aktiv Hus standard fra Active House Alliance.



I forbindelse med EUDP projektet var der en særlig fokus på den internationale Aktiv Hus standard fra Active House Alliance.

Ifølge EU's bygningsdirektiv skal alle nye offentlige bygninger udføres i en næsten 0-energi standard fra år 2018. Og fra år 2020 vil dette gælde alle bygninger, samtidigt med at medlemsstaterne i EU skal redegøre for hvordan en lignende udvikling også kan sikres for eksisterende bygninger. Active House Specificationerne giver et bud på hvordan dette kan gøres i praksis( [www.activehouse.info](http://www.activehouse.info) ), og her med fokus på at dokumentere både energi, komfort og bæredygtighed.

Det kan konkluderes at EUDP projektet Solenergitage til Aktiv Hus energirenovering, siden starten i midten af 2011 og frem til udgangen af 2014, har været meget igangsættende med hensyn til at sætte anvendelse af solenergi i byggeriet på dagsordenen.

Selvom det er lykkedes at få gennemført et meget interessant, større demonstrationsprojekt, der anvender solenergi kraftvarme i praksis i Københavns Kommune, må det også konkluderes, at der har vist sig mange barrierer for teknologien.

Som projektet udviklede sig, var der samtidigt tale om en meget positiv udvikling for den internationale "Active House Alliance", som VELUX koncernen sponsorerede opstarten af siden det stiftende møde i Bruxelles i 2010. Det gjaldt også på efterfølgende møder London i samspil med Ecobuild 2011 messen, som er en af de største byggemeser i Europa, og hvor Cenergia præsenterede efterhånden mange års erfaringer med solenergi løsninger i byggeriet på en stand, som den danske ambassade stod for, og efterfølgende på en række møder i Board of Advisory Committee, hvor man blev præsenteret for det første Aktiv Hus byggeri i Canada i 2013 og deltog i World Sustainable Building Conference i Barcelona i 2014, dette samtidigt med løbende initiativer for at skabe tværgående Aktiv Hus demonstrations byggerier på international plan i samarbejde med betydelige byggevarer leverandører som Rockwool, Grundfos, Saint Gobain og Hunter Douglas. Der var dog ikke nogen større opbakning til at søge at implementere de succesfulde fjernvarmeorienterede solfangermoduler i tagprojekter i praksis, bortset fra i Hvidovrebo renoveringsprojektet, hvor firmaet EBO-Consult arbejdede med en sådan løsning. Generelt må det konstateres,

at det især har været anvendelse af solvarme systemer opsat i tage og integreret i byggerier, som har været udfordret af at den samlede investering blev noget højere end forventet, især fordi der er mange ting, der skal tages højde for, når man indpasser tekniske solfangere i eksisterende bygninger. Samtidigt har hele situationen omkring reglerne for anvendelse af solceller også været en stor udfordring.

For de termiske solfangere er der dog i projekt perioden fremkommet nye bud på tekniske løsninger, som virker lovende for de fremtidige muligheder.

Her kan især fremhæves konceptet for installation af såkaldte "voll solar" anlæg i byggerier i især Østjylland, hvor det løbende samarbejde med Salzburg regionen har sikret en meget interessant dokumentation på dette område.

Kort sagt er ideen her, at lade termiske solfangere være den eneste energikilde til et velisoleret byggeri udover elektricitet. Resultatet er, at man f.eks. ved hjælp af gulvvarme og vægvarme systemer kan opnå meget høje effektiviteter for solvarmeanlægget, når der er sol.

Og anvendelsen af el som backup svarer til situationen man kender fra varmepumper, så man kan opnå en årlig "Coefficient Of Performance" eller COP, som normalt er meget bedre end for udeluftvarmepumper.

Samtidigt er den samlede investering i varmeinstallationer ikke højere end i normalt byggeri. (se eksempler i bilaget herom)

Dette koncept er også anvendt i Oslo i Norge med succes på basis af solvarmefirmaet Aventa's solfangere, som er meget velegnede til bygningsindpasning, da de kan fås i netop de længder, der ønskes ifm. en bygning. Dette giver gode muligheder både for facade- og tagindpasning.

For det gennemførte demonstrationsbyggeri i Hornemanns Vænge i Valby der er blevet udstyret med online målinger af både solcelle og solfanger produktionen er resultatet, at der i praksis kan dokumenteres en velfungerende funktion af den samlede solenergi kraftvarmeløsning, som i det store og hele svarer til forventningerne. Samtidigt er den praktiske funktion også blevet checket af Teknologisk Institut, som det fremgår af bilaget til nærværende rapport.

Samtidig med dette projekt er der også gennemført og fulgt op på andre projekter, hvor der indgår en kombineret anvendelse af solvarme og solceller.

Her kan især fremhæves realiseringen af en egentlig PVT solcelle løsning i kombination med varmepumpe ved firmaet Easy BIPV i Aalborg, et projekt som Teknologisk Institut har gennemført detaljerede målinger for med godt resultat.

Der er også gennemført et mindre projekt i forbindelse med en totalrenovering af en landbrugsejendom ved Gråsten, som var udført på basis af bedre byggeskik. Her suppleres installerede solcelle- og solfangeranlæg af et nyt træpillefyr.

Der var dog også byggerier, hvor det ikke lykkedes at gennemføre solenergi kraftvarme løsninger i praksis.

Det viste sig i denne forbindelse ret hurtigt, at et oprindeligt påtænkt projekt i Roskilde ikke kunne gennemføres på grund af store ændringer i tidsplanen for renoveringen.

Og for et energirenoveringsprojekt på Østerbro i København blev der gennemført en total projektering og udbud af en solenergi kraftvarme løsning inkl. detaljerede forhandlinger med Københavns Kommune om de arkitektoniske aspekter.

Her var der desværre efter udbuddet tale om et samlet prisniveau for renoveringen, som var meget højere end budgetteret. Især solvarmedelen blev meget bekostelig med et prisniveau over 6.000 kr./m<sup>2</sup> solfanger

pga. lange rørstræk på loft og i skakter under komplicerede forhold.

Det var dog især usikkerheden omkring de nye solcelleregler, som blev lanceret i 2012, der væltede projektet, så den lokale KAB afdeling valgte at sætte projektet på standby. Samtidigt lykkedes det heller ikke at opnå en positiv indstilling til projektet og især solvarme delen fra fjernvarme leverandøren Københavns Energi.

Ideen for Kanslergården var at projektet skulle koordineres med en planlagt ændring af fjernvarmesystemet til byggeriet, så det gamle damp-baserede system blev ændret. Dette blev også forsinket.

Der er efterfølgende i løbet af 2014 og 2015 igen opstået interesse for at gå videre med en solenergi løsning i Kanslergården, og her vil det være afgørende at kunne anvende den påtænkte "virtuelle" afregningsmodel for solcellestrøm til almene boligafdelinger.

### 1.5.2 Hornemanns Vænge i Valby

– helhedsrenovering af 6 boligblokke med solceller og solfangere

<b>Hornemanns vænge</b>	
<b>Status</b>	Færdigt i 2013
<b>Lejligheder</b>	288 lejligheder i 6 boligblokke
<b>Etageareal/bruttoareal, m<sup>2</sup></b>	16,580 (Total areal 22,230 m <sup>2</sup> )
<b>Ydre vægge</b>	0.14-0.18 W/m <sup>2</sup> K
<b>Tag</b>	0.15 W/m <sup>2</sup> K
<b>Terrændæk</b>	0.4 W/m <sup>2</sup> K
<b>Vinduer</b>	1.8 W/m <sup>2</sup> K
<b>Vinduesparti</b>	-
<b>Endeligt energiforbrug, kWh/m<sup>2</sup>/år</b>	Fjernvarme: 52

Tabel 2. 1

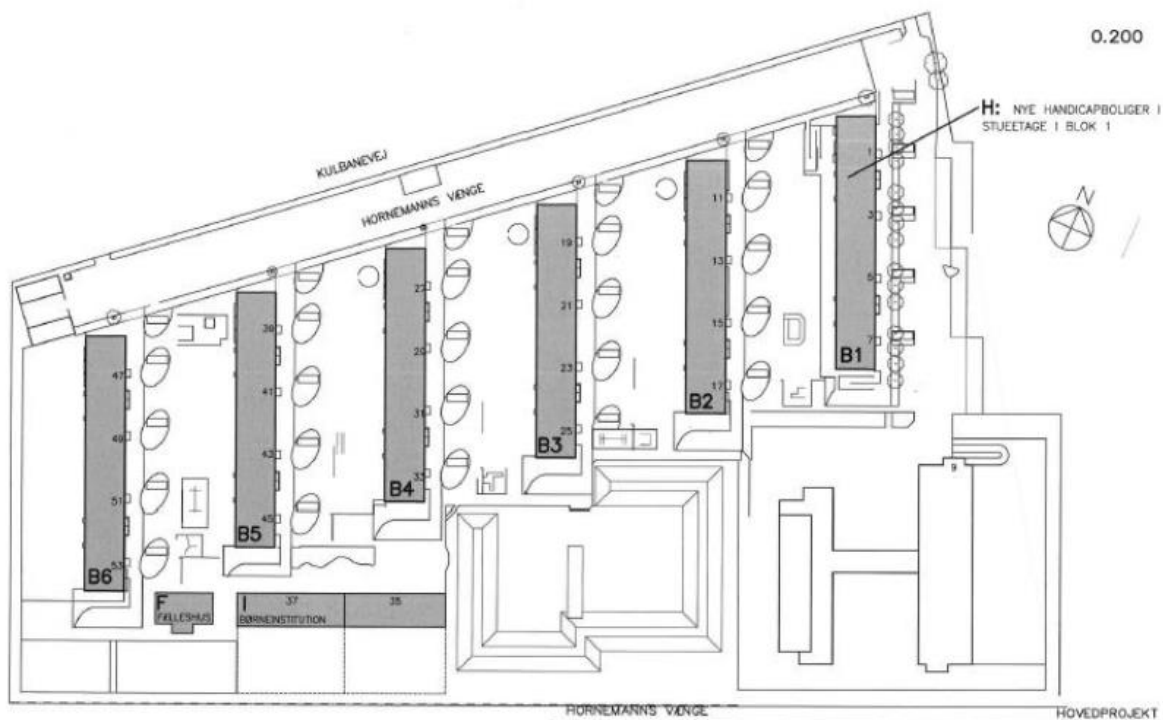


Fig. 2. 1 Placering af blokkene



*Fig. 2. 2 Hornemanns vænge i Valby er et stort betonrenoveringsprojekt med 288 lejligheder*

Renoveringen af de 288 lejligheder i de seks almene boligblokke var noget forsinket, men blev fuldført i juni 2013 – det gjorde det muligt, at fuldføre implementeringen af monitoreringen. Et pilotprojekt med installation af en del af et fælles ventilations-system med genvinding af varme, blev demonstreret i en af lejlighederne før installationen blev godkendt af lejerne. Her ses de nye skrå tage med orientering mod vest-sydvest.



*Fig. 2. 3 Fotos fra før renoveringsprocessen i Hornemanns Vænge. Som det ses traditionelle beton boligblokke med flade tage*

Der er aftalt et udvidet monitoreringsprogram med fokus på situationen "før og efter" Resultaterne vil også blive offentliggjort gennem AlmenNet, som er et netværk, der udveksler erfaringer med renove-

ringsprojekter, i almene boliger. Desuden præsenteres projektresultater også på engelsk i bogen Green Solar Cities udgivet af forlaget Routledge.



*Fig. 2. 4 Integration af ventilationskanaler fra fælles ventilationsanlæg med varmegenvinding.*

Konstruktionsarbejdet startede i august 2011. Nye tage med 30° hældende tagpap og med Easy BIPV solcellepaneler og termiske solfangere til det varme vand fra Batec Solvarme er, som samlet solenergi kraftvarme løsning, blevet etableret på alle boligblokkene, samtidigt med det almindelige renoveringsarbejde. Inspektionen af solcellepanelerne blev udført af Teknologisk Institut og var en succes, da der stort set ikke kunne konstateres egentlige fejl.



*Fig. 2. 5 Traditionel installering af solceller på tagpap tag. Solcellerne er monokrystallinske. De er orienteret mod vest-sydvest og vinklen er 30°*

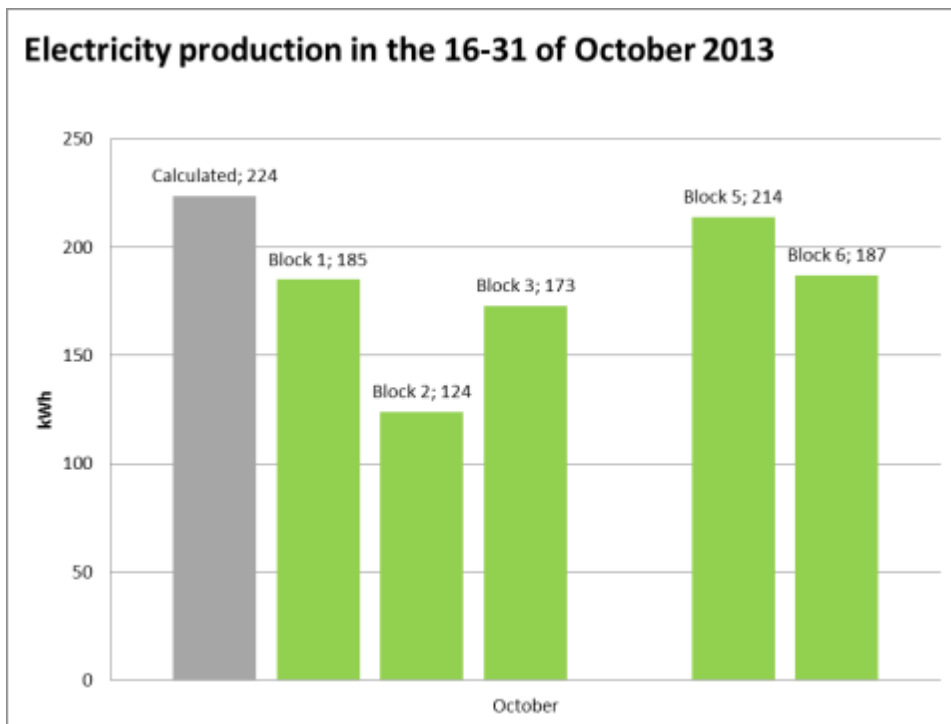


Fig. 2. 6 Måling af solcelleproduktionen, fra 16.-31 oktober 2013. Målingerne, inkl. blok 4, viste generelt et godt resultat for næsten 1 år, med 7.558 timers drift. Resultatet var 14,012 kWh/år i solstrømproduktion, svarende til 983 kWh pr. kWp, som er godt. En solcelle kvalitetsundersøgelse fra Teknologisk Institut viste samtidigt et godt resultat for solcelleinstallationen.

Monitoreringssystemet, som er forbundet med hele det overordnede energistyringssystem, var kompliceret at få i gang, så en anvendelig monitorering eksistere kun fra efteråret 2013. Det installerede innovative solenergisystem er en kombineret varme- og elforsyning med både solcellemoduler og solvarmeanlæg (600m<sup>2</sup> solvarme og 85,5 kWp solceller) er detaljeret blevet monitoreret.

File:  
IV\_00585.BMT

Date:  
2/22/2013

Measuring Time:  
2:01:29 PM



Picture parameters:  
Emissivity: 0.95  
Refl. temp. [°C]: 20.0

Fig. 2. 7 Termografering viser, at det meste varmetab er elimineret. Det ses her, at omfanget af kuldebroer er meget begrænset.





*Fig. 2. 8 Den gamle betonbebyggelse er blevet renoveret fuldstændigt med nye facader og glasinddækning af altanerne. Både solceller og solvarmeanlæg er integreret i den ny skrånende tagkonstruktion.*



*Fig. 2. 9 Integrering af ventilationskanal indendørs.*



*Fig. 2. 10 Det meste af den glasbelagte facade kan foldes sammen, for at undgå overophedning om sommeren.*



*Fig. 2. 11 Der blev udført 100 m<sup>2</sup> solceller på hver boligblok tag på Hornemanns Vænge, med en konkurrencedygtig udgift allerede i 2013. Online målinger er etableret via Evishine, både af solceller, solvarme, fjernvarmeforbrug og elforbrug til ventilation.*



*Fig. 2. 12 100 m<sup>2</sup> solvarmeanlæg pr. boligblok anvendes til det varme brugsvand. Der var tale om en relativ høj udgift på ca. 6.000 kr. pr. m<sup>2</sup>.*

I solrige perioder i sommerhalvåret er det dog muligt at stoppe fjernvarme forsyningen, og pga. solcellerne slår dette bedre igennem på den samlede kraftvarme produktion på Avedøre værket

To typer af solenergisystemer i form af solcellemoduler og solvarmeanlæg, er integreret i hver sin ende af hver boligblok med 2 X 100m<sup>2</sup>. Det fungerer herved som en solenergi kraftvarmeløsning, der passer godt til den lokale naturgasbaserede fjernvarmeforsyning. I princippet, er der ikke behov for fjernvarme, til opvarmning af det varme brugsvand i solrige perioder af sommeren og samtidigt sørger solcellerne for at elforsyning også klares her, så man opnår en 100 % vedvarende energiforsyning.

Et centralt varmegenvindingssystem til ventilationen blev valgt, selvom det er almindeligt kendt, at elforbruget derved bliver større, end i et decentralt system, og at varmegenvindingen ikke er helt så effektiv. Årsagen til valget af en central ventilationsløsning var at undgå, at skulle have adgang til lejlighederne en eller to gange om året, for at skifte filtre. I dag er det dog som noget nyt muligt at få automatiske filterbokse, så man kan undgå dette i fremtiden.

Monitoreringen, af det centrale ventilationssystems elforbrug i Hornemanns Vænge, dokumenterede et meget stort elforbrug på 1.100kWh pr. år pr. lejlighed. Det svarer til et konstant elforbrug på 125W pr. lejlighed, sammenlignet med et målt elforbrug for et godt central ventilationssystem på 55-60W i nybyggeri.

Årsagen til forskellen skyldes sandsynligvis de mere begrænsede muligheder for, at føre ventilationskanaler gennem bygningen. Det tekniske projekt ser dog ud til, at være af høj kvalitet. Det høje elforbrug skyldes til dels også de specielle brandtekniske krav til et centralt ventilationssystem, så der må indføres et ekstra tryktab for armaturer på typisk 100 Pa.

Med et installeret ventilationssystem, der koster ca. kr. 60.000,- pr. lejlighed, er der ingen økonomisk årsag til at installere et centralt ventilationssystem. Det er dog alligevel den mest benyttede løsning for nybyggeri og renoveringer. I forbindelse med projektet var det generelt svært, at overbevise ingeniørfirmaet og bygherren om, at projektere med decentrale ventilationsløsninger.



*Fig. 2. 13 Det nye loftsrums i Hornemanns Vænge er isoleret med papirgranulat, der skaber en god lufttæthed.*



*Fig. 2. 14 Det centrale varmegenvindingsystem i Hornemanns Vænge.*

**Kontrol af el arbejde og anlæggets funktion**

Udført af: Mads Junker

Dato: 4. oktober 2013

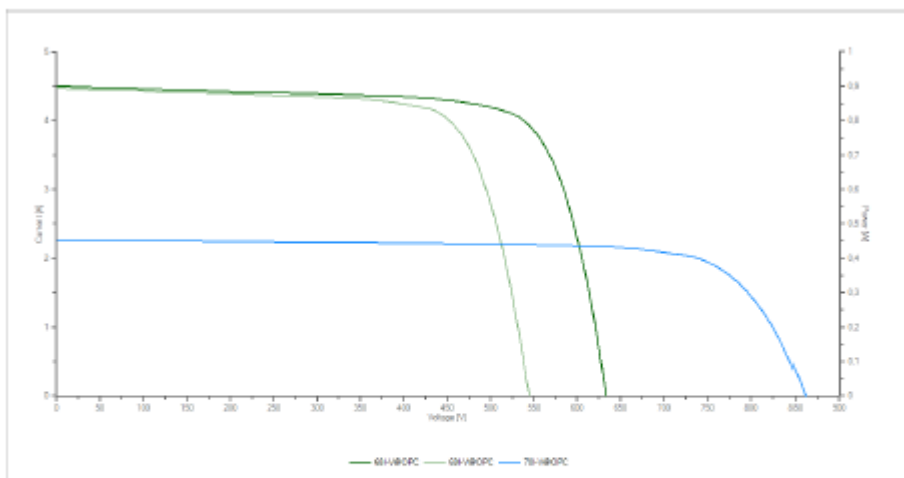
Ejer/adresse Hornemannsvænge 27 2500 Valby
Rekvirent:
<b>Anlægsbeskrivelse:</b>  Ved bygningsrenovering er der etableret 6 ens anlæg, hvoraf denne rapport er en gennemgang af anlægget i blok 4. På taget er der monteret 57 solcellepaneler af typen EasyBIPV Black Line 250W Mono. Samlet installeret solcelleeffekt på bygningen: 14.250 Wp fordelt på tre strenge. Orientering: ca. 250° fra N. Taghældning: 30°. Ingeniør på projektet: Vivian Johman fra Wissenberg. Solcelleanlæg leveret af: EasyBIPV.

<b>Hovedtavle og net tilslutning:</b>  <input checked="" type="checkbox"/> Ledningsdimension på AC side tilstrækkelig <input checked="" type="checkbox"/> Korrekt målermontage <input type="checkbox"/> Advarselsmærkat monteret i tavle (forsyning fra begge sider)  <b>Bemærkninger:</b> Der mangler mærkning af eltavlen i kælderen med ”Solcelleanlæg – forsyning fra to sider”.
---

<b>Identifikation: Inverter 1</b>
<b>Inverter type: Danfoss TLX PRO 12,5 kW</b>
<b>Elarbejde på DC siden</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Polaritet korrekt</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Systemspændingen er under det tilladte maksimum</li><li><input type="checkbox"/> Eventuelle dioder indsat korrekt</li><li><input type="checkbox"/> Evt. systemjording i overensstemmelse med modul- og vekselrettertype</li><li><input type="checkbox"/> Potentialudligning med evt. eksisterende lynbeskyttelse</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Ledningsdimension på DC side korrekt</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Kabelfastgørelse i orden</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Alt udstyr på DC siden godkendt til DC</li></ul>
<b>Bemærkninger:</b> <p>I tilbuddet er beskrevet, at inverterne er af typen Danfoss TLX Pro 15 kW. Dette er ikke tilfældet. Der er monteret Danfoss TLX PRO 12,5 kW.</p> <p>En simulering af anlægget med hver af de to inverttere viser, at dette ikke har nogen betydning. Anlægget vil producere den samme mængde energi uanset hvilken af de to der er valgt.</p>
<b>Elarbejde på AC siden</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input checked="" type="checkbox"/> Vekselretter sikret køling</li><li><input checked="" type="checkbox"/> Vekselretter net overvågning indstillet/kontrolleret</li><li><input checked="" type="checkbox"/> HPFI relæ af korrekt type forefindes</li></ul>

**Anlægsfunktion**

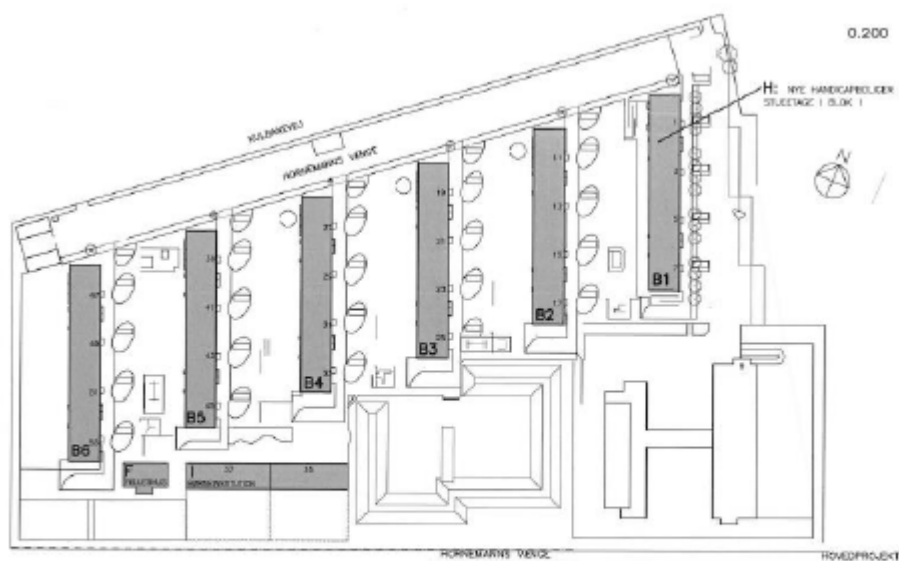
- Automatisk stop og genstart ved net udfald
- Vekselretter målefunktioner
- Eksterne målere



Figur 1 - U-I kurver for solcellestreng

Kurvernes forløb ser fornuftige ud. Målingerne er taget på en overskyet dag, med vekslende solindstråling, hvorfor det ikke har været muligt at foretage omregning til STC. Kurvernes forløb viser derfor de faktisk målte værdier.

Som det ses på U-I kurverne bærer de to grønne strenge den dobbelte strøm af den blå streng. Dette indikerer, at der formentlig er koblet delstrengene sammen parallelt for at holde systemspændingen under det tilladte maksimum. Ud fra kurvernes forløb ser det ud til, at dette er gjort korrekt.



Figur 2 - Situationsplan

Ovenfor vises situationsplan for Hornemanns vænge. Rapporten omhandler Blok 4 (B4).





Figur 3 - Solcellernes placering på tagene af de enkelte boligblokke

Der er ikke umiddelbart konstateret skyggegivere af nogen art.



Figur 4 - Inverteren er af Typen Danfoss TLX Pro 12,5 kW

Inverteren er monteret på loftrummet umiddelbart under taget. Der er tilstrækkelig luft rundt om inverteren til, at denne er sikret tilstrækkelig køling.



Figur 5 - Mærkningen af kablerne til de enkelte solcellestreng

Kablerne til de enkelte solcellestreng er mærket, så det er ligetil at tilslutte dem igen f.eks. ved en udskifning af inverteren.



Figur 6 - Kabelgennemføring i taget

Ved kabelgennemføringen gennem taget er der ikke konstateret skarpe kanter. Kabelføringen er generelt pænt udført, og kablerne er fastgjort tilstrækkeligt.



Figur 7 - Solcellepanelernes placering på taget samt kablegennemføring

Her ses kablegennemføringen i taget samt solcellepanelerne. Installationen er æstetisk pænt udført. Billedet er taget gennem et tagvindue. Der var ikke mulighed for, at få adgang til at inspicere monteringen på taget yderligere.



Figur 8 - Tilslutning af solcelleanlæg i tavle i kælderen

Ovenfor ses tilslutningen af solcelleanlægget i tavlen i kælderen. Tilslutningen ser ud til at være korrekt. Fejlstrømsrelæet er af korrekt type (B). Der er installeret en bimåler til måling af energiproduktionen fra solcelleanlægget.

Der er ikke foretaget invasiv kontrol af den faktiske tilslutning bag afskærmningen i tavlen. Der mangler mærkning med "Solcelleanlæg – forsyning fra to sider".

#### Konklusion

Anlægget er generelt fornuftigt udført.

Inverteren er ikke af samme type som beskrevet i tilbuddet, men simuleringer viser, at dette er uden betydning.

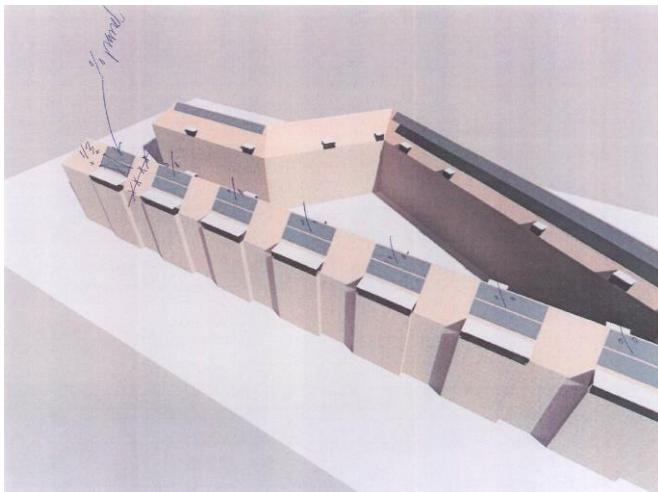
Der mangler mærkning med "Solcelleanlæg – forsyning fra to sider" i tavlen.

#### 1.5.3 Solenergi løsninger til Kanslergården – revideret oplæg august 2013

I den nyligt gennemførte revidering af solenergi projektet har det været målet at trimme projektet så det kan blive en økonomisk fordel for beboerne med en tilbagebetalingstid på omkring 10 år og realisering indenfor rådighedsbeløbet baseret på egne opsparede midler på 3 mio. kr.

De tidligere præsenterede oplæg fra august 2012 og februar 2013 var præget af forholdene under de gamle solcelleregler, mens det nu er muligt at tage udgangspunkt i de nye solcelleregler og den allerede opstillede økonomi for det samlede solenergi projekt som tidligere er præsenteret af MOE og Cenergia, men hvor det bla. udnyttes at solcellestrøm ikke blot kan anvendes til det fælles elforbrug men for det samlede elforbrug i Kanslergården.

Hvor der tidligere blev opereret med et samlet solenergitag areal på 701 m<sup>2</sup> er vi nu nede på 250 m<sup>2</sup> fordelt med 200 m<sup>2</sup> solceller og 50 m<sup>2</sup> Arcon Solvarme solfangere som stort set producerer strøm og solvarme i forholdet 1:1, så det fungerer som et eksempel på solenergivarme, der kan matche det eksisterende kraftvarmesystem på en god måde.



Responser fra Københavns Kommune er, at man har godkendt overstående tegning med en vis justering af solcellerne orienteret mod gadeplanet. I gården er man ret fritstillet.

**Resultatet af trimningen af projektet er følgende budgetforslag :**

**Kanslergården - budgetforslag med investerings tilpasning juli 2013 ift. budget fra MOE som basis for notat fra februar 2013**

1.	Demontering
2.	Nyt undertag
3.	Inddækninger
4.	Adgangslemmer
5.	Ventilation
6.	Solfangere
7.	Rørsystem og (varmtvandsb og varmecent
	<b>I alt</b>
8.	Solceller på ta
9.	El-føringsveje
10.	El-tavler
11.	Hovedkabler

12.

Demontering  
lægning

**I alt 1-12**

- Byggeplads t
- Stillads

**I alt**

10% uforudse  
gifter  
- Timebasere  
målere ex. m

**I alt**

EUDP tilskud

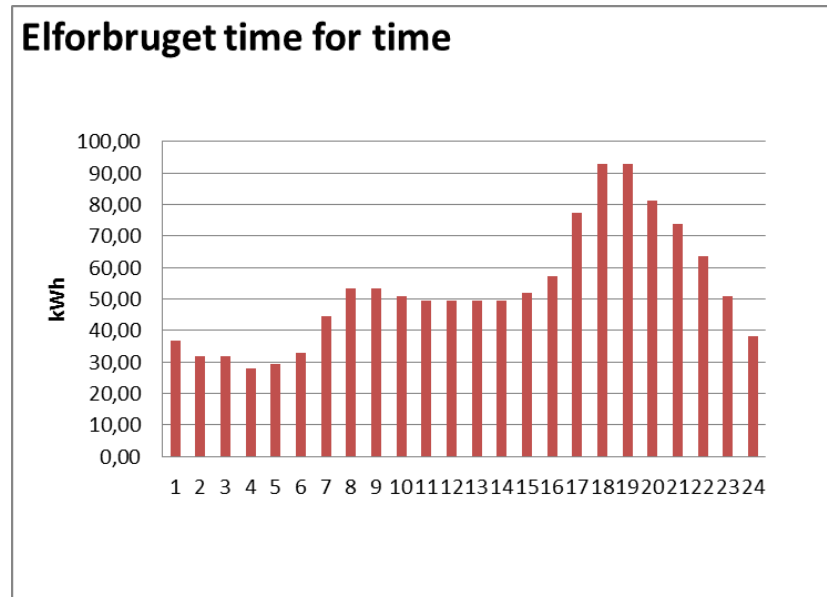
**I alt**

**I alt med mor**

## Kanslergården - Økonomi

Der installeres 200 m<sup>2</sup> solceller og 50 m<sup>2</sup> solfangere.

I den økonomiske betragtning er det private elforbrug inkluderet med det fælles elforbrug, der ligger på 70.000 kWh/år. Der er her antaget, at det gennemsnitlige elforbrug pr. lejemål er 2.500 kWh/år. Der vil være en mer udgift på anskaffelsen af timebaserede bimålere på 5.000 kr. pr. lejemål (engangsbeløb). Samtidig med dette, vil der komme en årlig besparelse på 900 kr. pr. lejemål.



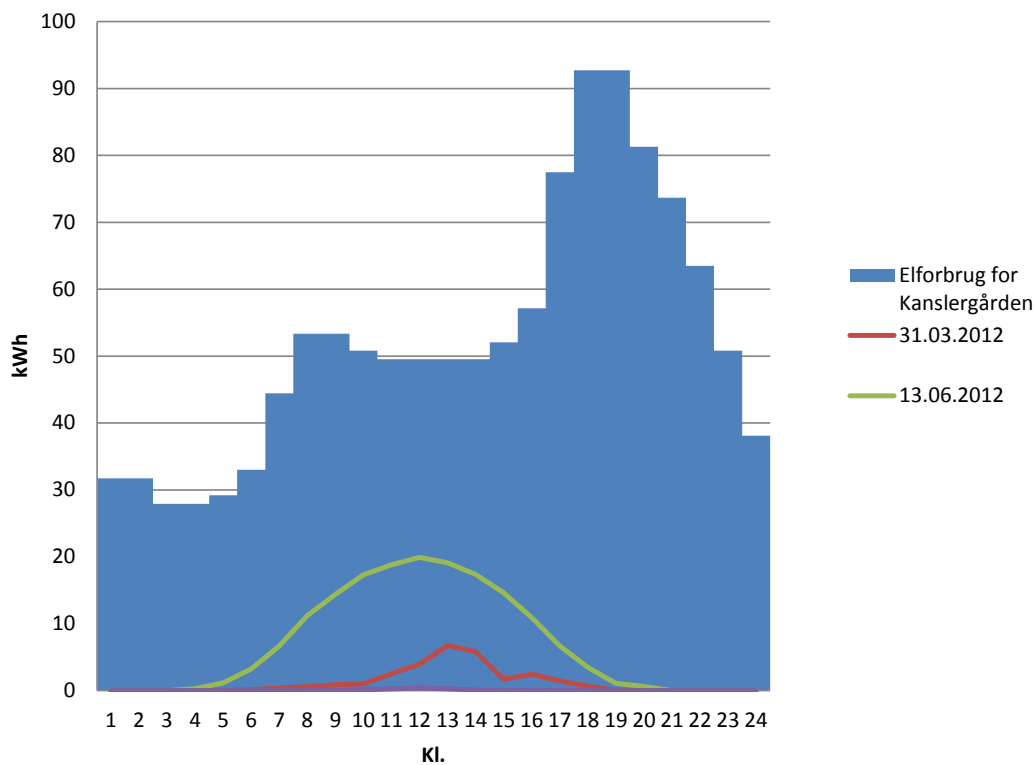
### Tallene på årsbasis

Elproduktion på årsbasis	22.678 kWh/år
Varmeproduktion på årsbasis	25.000 kWh/år

Elpris Købspris inkl. moms	2,20 kr./kWh
Elpris Salgspris	1,45 kr./kWh
Elpris Salgspris efter 10 år	0,6 kr./kWh
Solvarme besparelse inkl. moms	0,63 kr./kWh

Produktion Sparet elkøb	22.678 kWh/år	100%	49.891 kr.
Elproduktion Salg	0 kWh/år	0%	0 kr.
			<hr/> 49.891 kr.

## Kanslergården



Solstrøm produktionen over dagen sammenlignet med det samlede elforbrug

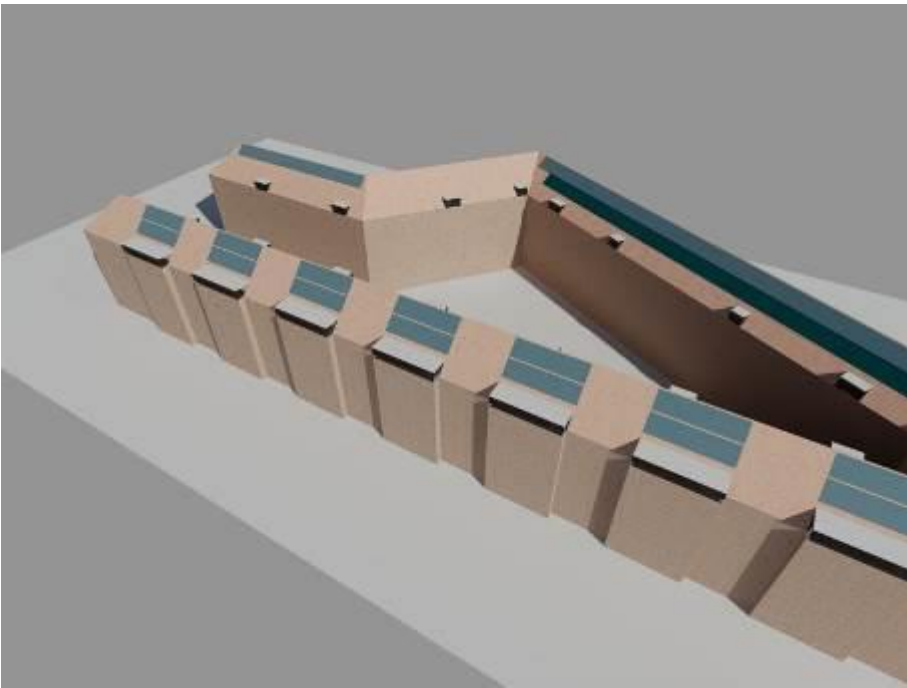
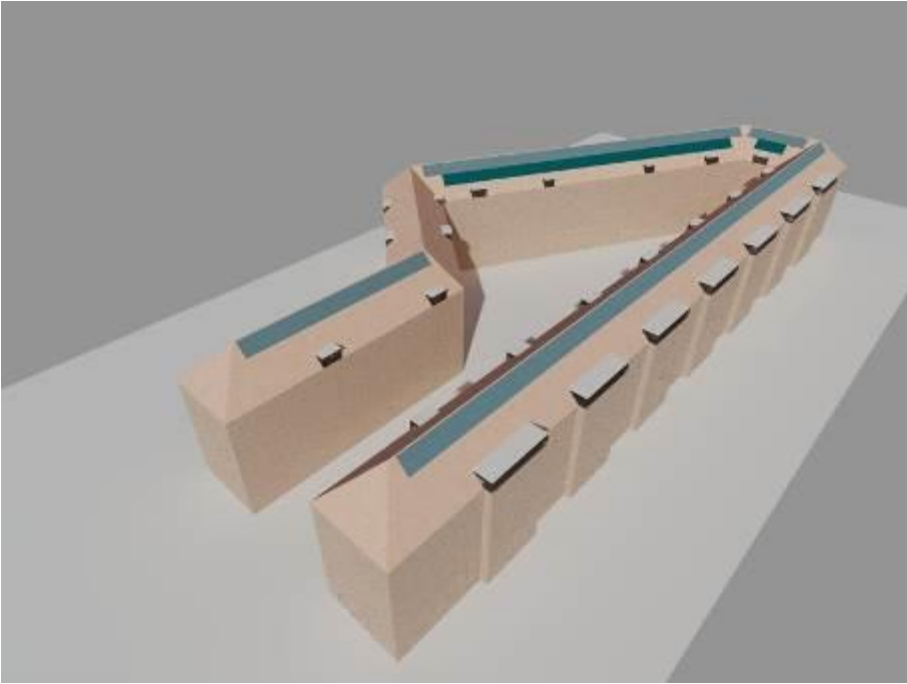
Anlægssum inkl. moms	2.431.250 kr.
Sparede målerafgifter v. fælles el indkøb (900 kr. x 161 lejemål)	144.900 kr.
Storforbruger af el, besparelse 0,15 kr./kWh inkl. moms	78.700 kr.
Elbesparelse inkl. moms	49.891 kr.
Varmebesparelse inkl. moms	15.625 kr.
<b>Årlig besparelse inkl. moms</b>	<b>289.116 kr.</b>

Dette skal sammenlignes med mulige driftsudgifter for individuelle elmålere på 60.000 kr. om året.

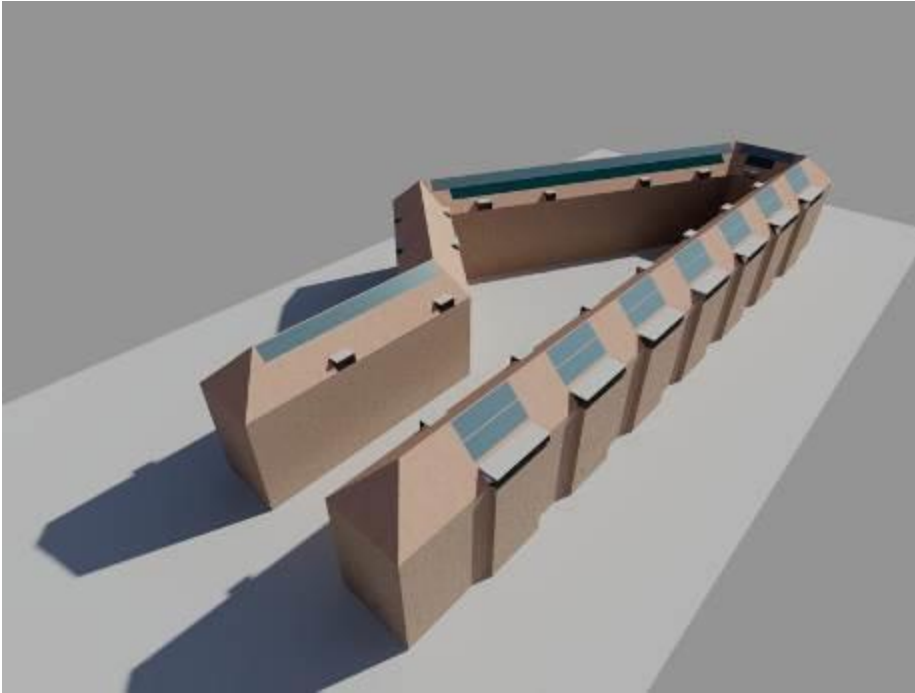
Tilbagebetalingstiden bliver så:

$$\frac{(2.431.250)/(289.116-60.000)}{= 10,6 \text{ år}}$$

Peder Vejsig Pedersen og Vickie Aagesen/ Cenergia







## Kanslergården

### Økonomien

I det følgende er der taget udgangspunkt i nogle tilpasninger af projektet, så økonomien kan blive bedre for beboerne. Da solfangerprojektet uden tvivl vil få den dårligste økonomi foreslås dette reduceret fra 166 m<sup>2</sup> til 100 m<sup>2</sup>, samtidigt med at prisen er tilpasset. Et overslag fra Arcon Solvarme, der laver de store 12,5 m<sup>2</sup> solfangermoduler, vil være fornuftigt at få fat i (med 8 af disse moduler for 100 m<sup>2</sup> ).

Endvidere foreslås at lade en større del af investeringen i varmtvandsbeholdere indgå i den almindelige vedligeholdelse, samtidigt med at de kan forberedes på en senere konvertering til almindelig fjernvarmedrift.

Solcelle udgiften er samtidigt tilpasset med de seneste prisfald til 16.000 kr./kWp for de 67 kWp.

Alt i alt bør man herved kunne komme ned på 3.927.500 kr. i håndværkerudgifter, som inklusiv omkostninger stiger til 5.183.000 kr., hvorfra kan fratrækkes 300.000 kr. fra EUDP/PSO, så vi har 4.883.000 kr.

Der er i vurderingen af økonomien belyst tre scenarier; "Den gamle ordning", "Den nye ordning" og "Den kommende ordning".

Der er i Kanslergården et fælles elforbrug på 70.000 kWh/år.

#### "Den gamle ordning"

Elproduktion på årsbasis

48.972 kWh/år

Varmeproduktion på årsbasis	50.000 kWh/år
Elpris Købspris inkl. moms	2,2 kr./kWh
Elpris Salgspris	0,6 kr./kWh
Solvarme besparelse inkl. moms	0,63 kr./kWh

Anlægssum ekskl. moms	5.183.000 kr.
EUDP tilskud	300.000 kr.
<hr/>	
Anlægssum inkl. moms	6.103.750 kr.
Elbesparelse inkl. moms	107.739 kr.
Varmebesparelse inkl. moms	31.250 kr.
<hr/>	
	138.989 kr.

Simpel tilbagebetalingstid 44 år

Som det fremgår, er økonomien her noget dårligere end påregnet i notat fra d.20. august 2012. Dette skyldes primært, at der her var regnet med, at man alligevel ville skifte taget, så udgifter til stilladser ikke var en merudgift.

#### "Den nye ordning" pr. 21/12 2012

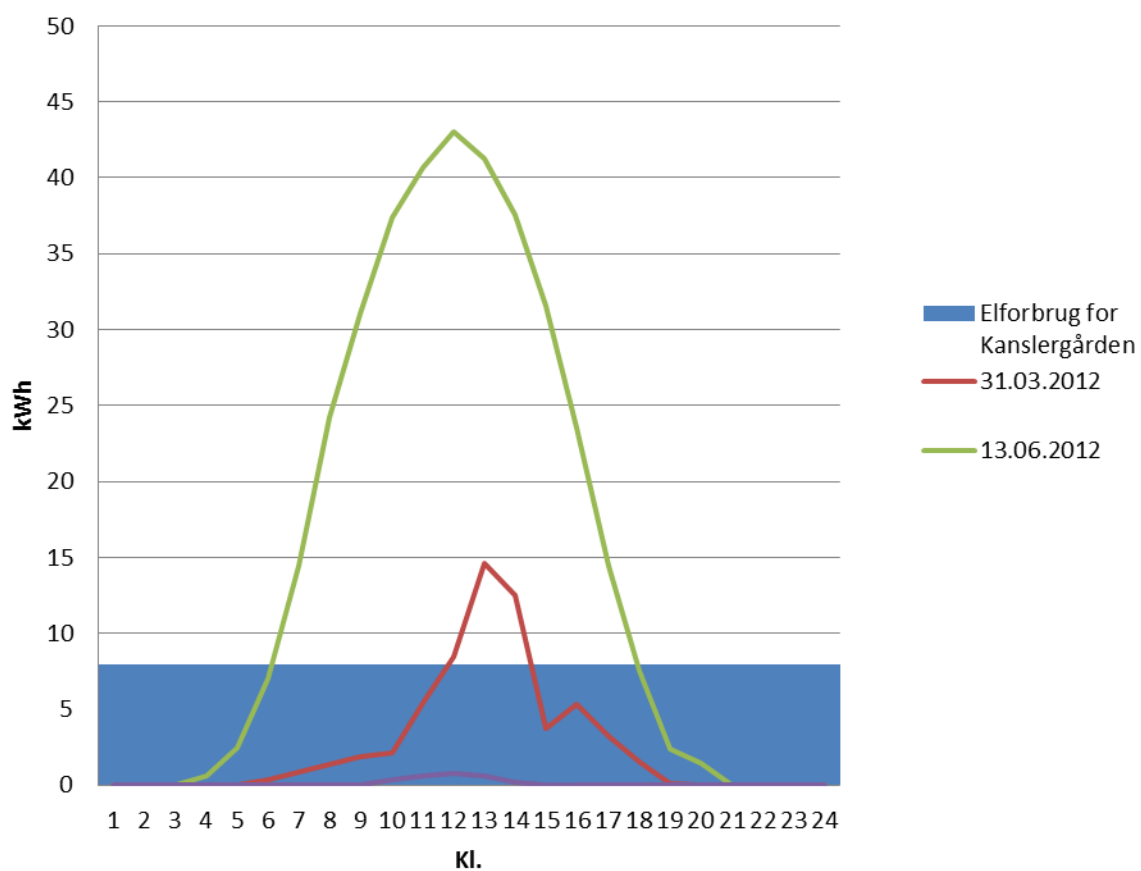
Den nye ordning er timebaseret modsat den gamle ordning, der for boliger var årsbaseret.

#### Tallene på årsbasis

Elproduktion på årsbasis	48.972 kWh/år
Varmeproduktion på årsbasis	50.000 kWh/år
Standby forbrug pr. time	0 kWh
Forbrug i brugstiden	8,0 kWh
Elpris Købspris inkl. moms	2,2 kr./kWh
Elpris Salgspris	1,3 kr./kWh
Elpris Salgspris efter 10 år	0,6 kr./kWh
Solvarme besparelse inkl. moms	0,63 kr./kWh

Elproduktion Sparet elkøb	22.944 kWh/år	47%	50.477 kr.
Elproduktion Salg	26.028 kWh/år	53%	33.837 kr.
			<hr/>
			84.314 kr.

## Kanslergården/Nye ordning



Anlægssum ekskl. moms	5.183.000 kr.
EUDP tilskud	300.000 kr.
<hr/>	
Anlægssum inkl. moms	6.103.750 kr.

Elbesparelse inkl. moms	84.314 kr.
Varmebesparelse inkl. moms	31.250 kr.
<hr/>	
	115.564 kr.

Simpel tilbagebetalingstid 53 år

"Den kommende ordning"

I den kommende ordning regnes der med, at det vil være muligt at inkludere det private elforbrug sammen med det fælles elforbrug. Der er her antaget, at det gennemsnitlige elforbrug pr. lejemål er 2.500 kWh/år. I "Den kommende ordning" vil der komme en mer udgift på anskaffelsen af timebaserede bimålere til 5.000 kr. pr. lejemål (engangsbeløb). Samtidig med dette, vil der komme en årlig besparelse på 900 kr. pr. lejemål.

**Tallene på årsbasis**

Elproduktion på årsbasis	48.972 kWh/år
Varmeproduktion på årsbasis	50.000 kWh/år

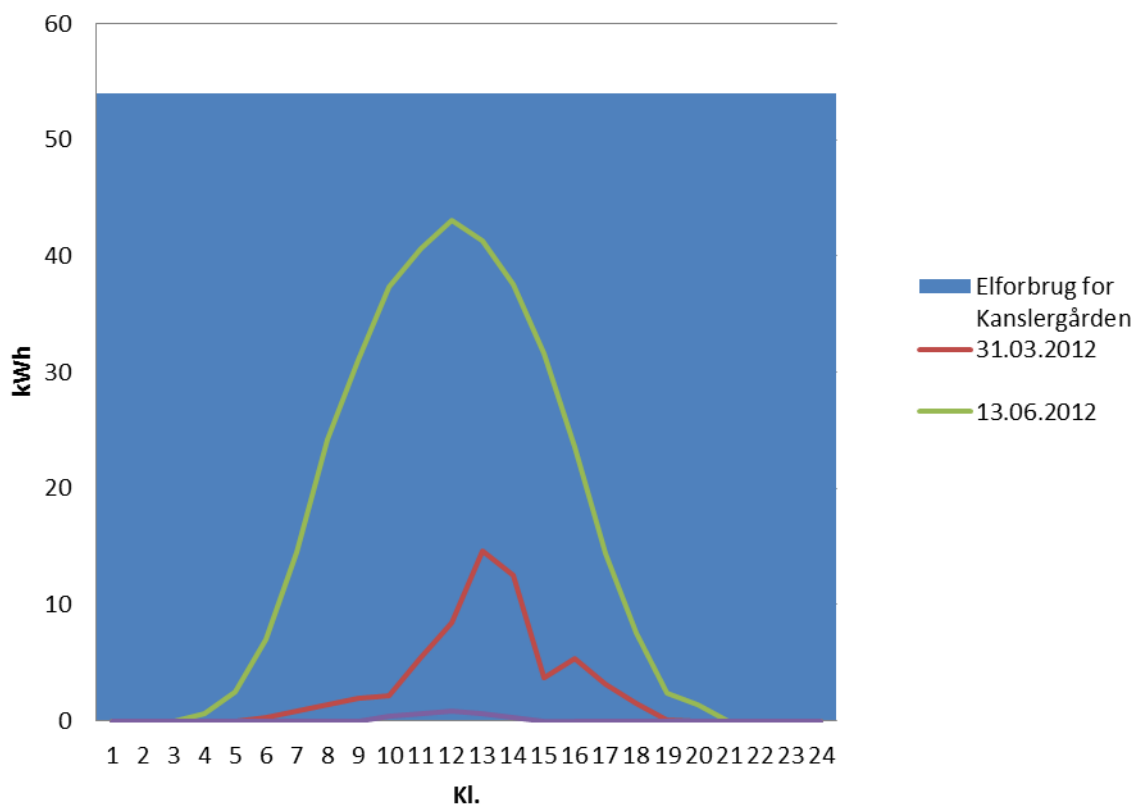
Standby forbrug pr. time	0 kWh
Forbrug i brugstiden	53,9 kWh

Elpris Købspris inkl. moms	2,20 kr./kWh
Elpris Salgspris	1,45 kr./kWh
Elpris Salgspris efter 10 år	0,6 kr./kWh
Solvarme besparelse inkl. moms	0,63 kr./kWh

Produktion Sparet elkøb	48.972 kWh/år	100%	107.739 kr.
Elproduktion Salg	0 kWh/år	0%	0 kr.
			<u>107.739 kr.</u>

Ekstra udgift til anskaffelse af timebaserede bimålere (engangsbeløb)	<u>805.000 kr.</u>
---	--------------------

## Kanslergården/Kommende ordning



Anlægssum ekskl. moms	5.183.000 kr.
Timebaseret bimålere inkl. moms	805.000 kr.
EUDP tilskud	300.000 kr.
Inkl. moms	7.110.000 kr.

Sparet målerafgifter v. fælles el indkøb (900 kr. x 161 lejemål)	144.900 kr.
Storforbruger af el, besparelse 0,15 kr./kWh inkl. moms	79.700 kr.
Elbesparelse inkl. moms	107.739 kr.
Varmebesparelse inkl. moms	31.250 kr.
	363.589 kr.

Simple tilbagebetalingstid 19,6 år

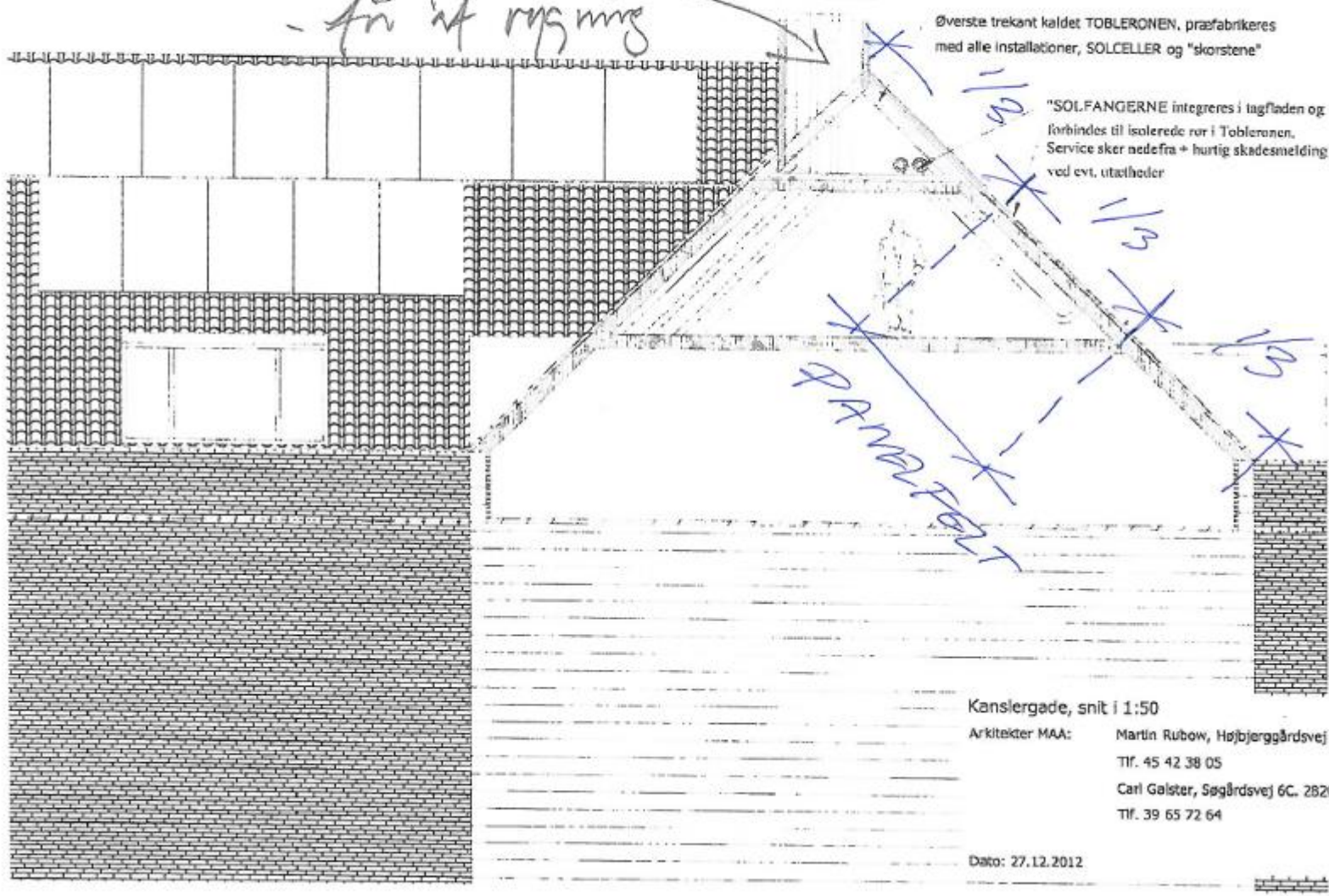


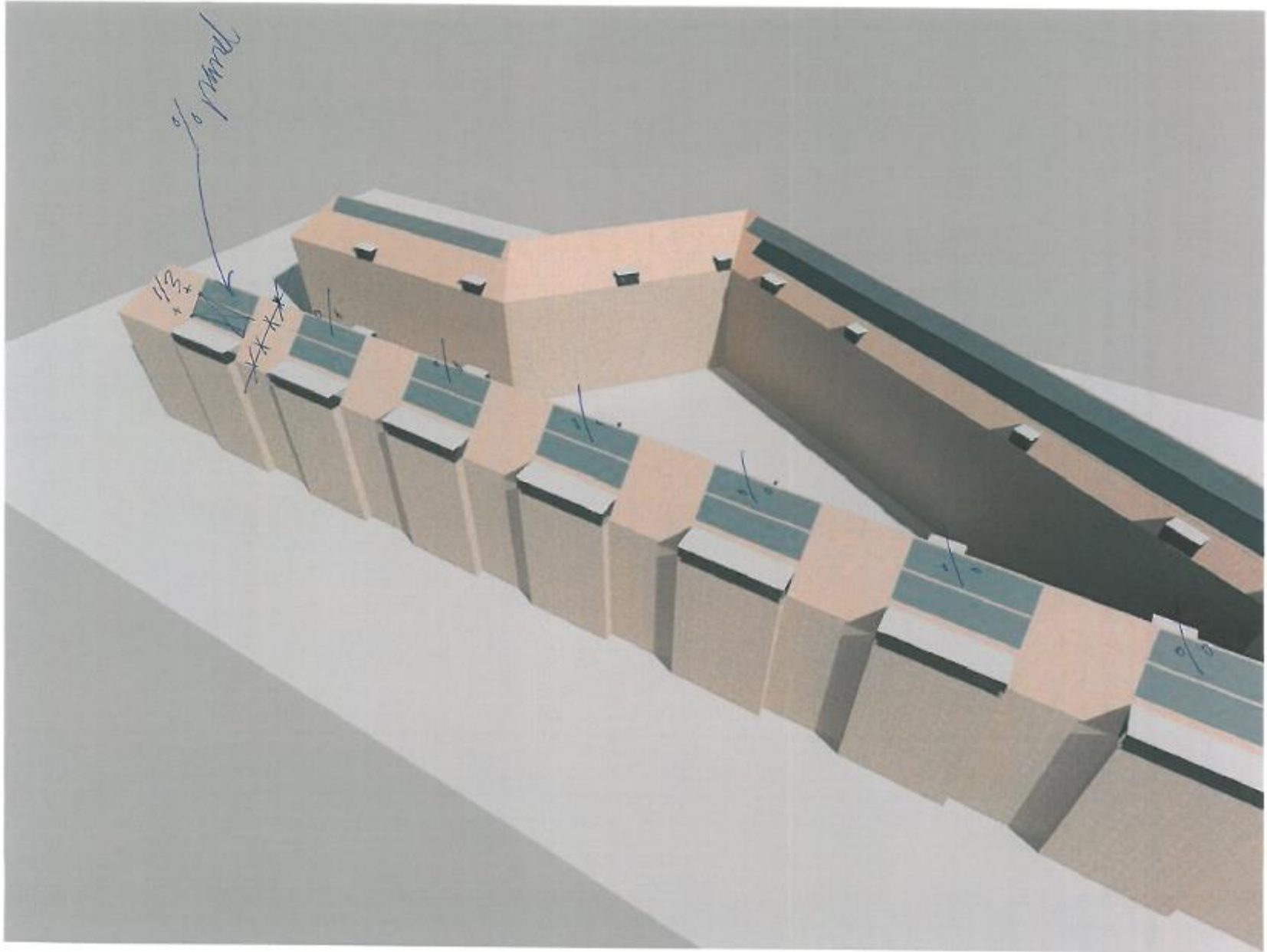
Bygningsdel/punkt	Enheder, m <sup>2</sup> /m/stk.	Pris pr. enhed	Pris pr. del/punkt	V&S	M&B	Andre	Kommentarer		
Demontering af eksisterende tagbeklædning	810	100,00	81.000,00		x		Kun i områder hvor der er solfangere og solceller	Solfangere	1.072.551,18
Etablering af nyt undertag, fast tag krydsfiner med 2 gange pap	810	450,00	364.500,00	x			Kun i områder hvor der er solfangere og solceller	Solceller	2.854.948,82
Etablering af indækninger	220	150,00	33.000,00	x			Kun i områder hvor der er solfangere og solceller	Tjek	3.927.500,00
Etablering af adgangsllemme igennem brandvægge i tagrum	15	12.000,00	180.000,00		x		Brandklasificerede adgangsllemme min. 800x800 mm m. lås		
Demontering af eksisterende aftrækskanaler og taggennemføringer	7	5.000,00	35.000,00		x		Kun i område med solfangere		
Etablering af nye aftrækskanaler og taggennemføringer med afkasthætter	7	35.000,00	245.000,00		x		Kun i område med solfangere		
Etablering af solfangere på tag (m2)	100	3.000,00	250.000,00			x	Inkl. fastgørelser, taggennemføringer og intern rørforbindelse		
Etablering af rørsystem for solfangere i tagrum og varmecentral	200	600,00	120.000,00		x		Inkl. fastgørelser, ekspansion, isolering mv.		
Etablering af af rørsystem for solfangere ført udvendigt på eksist. skorsten	40	800,00	32.000,00		x		Inkl. fastgørelser, isolering, afdækning mv.		
Etablering af solfangerinstallationer i varmecentral	1	50.000,00	50.000,00		x		Ekspansionsbeholder, sikkerhedsventiler, styring mv.		
<b>Demontering af eksisterende varmvandsbeholdere</b>	2	15.000,00	-		x		Inkl. evt. håndtering af asbest mv.		
Etablering af nye varmvandsbeholdere	2	20.000,00	40.000,00	x			Nye beholdere forberedes for lavtemp. Fjernvarmeforsyning		
Etablering af solceller på tag (67 kWp)	535	16.000,00	1.072.000,00			x	Inkl. fastgørelser, invertere, intern kabling (solcelleleverandør)		
Hovedføringsveje el	1	30.000,00	30.000,00		x		El-føringsveje fra invertere og frem til eltavler		
Nye eltavler	1	75.000,00	75.000,00		x				
Hovedkabler fra invertere (vekselrettere) til eltavler	1	20.000,00	20.000,00		x				
Belysning på lofter	1	-	-		x				
Lysarmaturer	1	-	-		x				
Demontage og omlægning	1	50.000,00	50.000,00		x				
Byggeomkostninger i forbindelse med arbejder	1	250.000,00	250.000,00		x		Byggeplads mv. (ikke stilladsleje)		
Stilladsleje, inkl. opsætning og nedtagning	1	1.000.000,00	1.000.000,00	x			Forventet byggetid 2 x 30 dage med stillads		
<b>Skønnet byggeomkostning</b>			<b>3.927.500,00</b>				<b>Ex. Uforudsete udgifter og rådgiverhonorar</b>		
Uforudsete udgifter 10 %			486.500,00						
Rådgiverhonorar, skøn			350.000,00						
<b>Skønnet samlet omkostning i kr. ex. Moms</b>			<b>4.764.000,00</b>				<b>Inkl. uforudsete udgifter og rådgiverhonorar</b>		
<b>Note:</b>									
Hvis solfangere og solceller ikke skal nedfældes i eksisterende tag men blot fastgøres på eksisterende vurderes det at der kan trækkes ca. 700.000,- kr ex. Moms fra prisen.									
Reduktionen i prisen vil primært ske med en besparelse ved ikke at skulle nedtage en del af det eksisterende tag og etablering af nyt forsænket tag.									
Men der vil også være en væsentlig besparelse på stilladslejen da byggeperioden med behov for stillads til kunne reduceres til ca. den halve tid.									

Anlægsudgifter		Alternativ A	Alternativ B	Alternativ C	Alternativ D
Håndværkerudgifter		3.927.500	6.081.250	0	0
Uforudsete udgifter	10,00%	393.000	608.000	0	0
Foreløbige reparationer		0	0	0	0
		4.320.500	6.689.250	0	0
Tekniske forundersøgelser		0	0	0	0
Teknikerhonorar	6,70%	289.000	448.000	0	0
Tryk, fotokopier og udlæg	0,50%	22.000	33.000	0	0
		4.631.500	7.170.250	0	0
Byggesagshonorar ved index	122,80	149.000	219.000	0	0
Startgebyr inkl. moms		22.000	22.000	0	0
Byggelånsrenter	3,50%				
..... Byggetid - mdr.	6	45.000	69.000	0	0
Låneomkostninger		148.600	148.600	10.100	10.100
Indskud, byggetillad, revision mv.		24.000	24.000	10.000	10.000
Genhusningsudgifter ved udgift pr. bolig	0	0	0	0	0
Henlæggelse til 1- og 5 års -eftersyn	0,50%	25.000	38.000	0	0
Bidrag Byggeskadebogen	1,00%	78.000	78.000	0	0
Administrationgebyr ifm. 1- og 5 års eftersyn		37.500	37.500	37.500	37.500
Diverse ( forsikr. m.v.) 0,5 -1,5 %	0,50%	23.000	36.000	0	0
I alt		5.183.600	7.842.350	57.600	57.600
<b>Finansiering</b>					
Realkreditlån 30 år	LBF-støttede lån	0	0	0	0
Anden lånetype	Annuitet 30 år	0	4.617.350	0	0
Anden lånetype	Annuitet 20 år	4.617.350	0	0	0
Anden lånetype	Annuitet 15 år	0	0	0	0
Anden lånetype	Annuitet 10 år	0	0	0	0
Evt. egenfinansiering (f.eks. arbejdskapital)		0	0	0	0
Frie henlæggelsesmidler		0	0	0	0
Kapitaltilførsel		225.000	225.000	0	0
Tilskud fra dispositionsfond		0	0	0	0
LBFegen trækningsret		3.000.000	3.000.000	0	0
		7.842.350	7.842.350	0	0
<b>Lejepåvirkning pr. år</b>					
Realkreditydelse/ LBF-støttede lån	3,70%	0	0	0	0
Øvrige lån ydelse (30 årige)	5,80%	0	267.806	0	0
Øvrige lån ydelse (20 årige)	7,10%	327.832	0	0	0
Øvrige lån ydelse (15 årige)	9,39%	0	0	0	0
Øvrige lån ydelse (10 årige)	12,44%	0	0	0	0
Evt. rentetab frie midler	1,50%	0	0	0	0
		327.832	267.806	0	0
Evt. besparelse på henlæggelser		0	0	0	0
Fritagelse for G-indskud		0	0	0	0
Fritagelse for indbetaling af udamor. lån		0	0	0	0
Bortfald af eksisterende lån på konto 125 og 126		0	0	0	0
Landsbyggefondens huslejestøtte		0	0	0	0
Samlet lejestigning hele ejendommen		327.832	267.806	0	0
Svarende til kr. pr. m <sup>2</sup>		22,25	18,18	0,00	0,00
Huslejestigning i %		4,00%	3,27%	0,00%	0,00%
<b>Husleje efter forbedring/renovering kr. pr. m<sup>2</sup></b>		<b>578,14</b>	<b>574,07</b>	<b>555,89</b>	<b>555,89</b>
<b>Lejestigning evt. fordelt ens pr. bolig pr. måned</b>		<b>170</b>	<b>139</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Omregnet til en % lejestigning pr. måned:</b>					
Rum:	For en:	Md.leje			
2	51,5 m <sup>2</sup> bolig	1.791,00	72	59	0
2	52,5 m <sup>2</sup> bolig	1.909,00	76	62	0
2	53,2 m <sup>2</sup> bolig	1.935,00	77	63	0
2	58,5 m <sup>2</sup> bolig	1.992,00	80	65	0
3	64,3 m <sup>2</sup> bolig	2.298,00	92	75	0
4	74,3 m <sup>2</sup> bolig	2.783,00	111	91	0
<b>Omregnet til ens stigning pr. m<sup>2</sup> pr. måned:</b>					
Rum:	For en:				
2	51,50 m <sup>2</sup> bolig	96	78	0	0
2	52,50 m <sup>2</sup> bolig	97	80	0	0
2	53,20 m <sup>2</sup> bolig	99	81	0	0
2	58,50 m <sup>2</sup> bolig	108	89	0	0
3	64,30 m <sup>2</sup> bolig	119	97	0	0
4	74,30 m <sup>2</sup> bolig	138	113	0	0



Skorstens flyttes  
til gærdside  
- fri af rygning







NOTAT

Vedr.: Solceller og solfangere til Kanslergården på Østerbro i København

Sags nr.: 119

Udarbejdet af: Peder Vejsig Pedersen

Dato: 20120824

I Danmark kan almene boligselskaber gøre en stor forskel mht. implementering af vedvarende energi fra solceller i stor skala, og kan i den forbindelse også opnå en ganske god økonomi.

Eksempel på økonomi inkl. moms for EUDP støttet kombineret solfanger- og solcelleprojekt til Kanslergården (se tegningsoplæg)

For et 67 kWp solcelleanlæg (535 m<sup>2</sup>) samt 166 m<sup>2</sup> solfanger, ser økonomien ud som følger:

67 kWp solceller til 18.000 kr./kWp + 166 m <sup>2</sup> solfangeranlæg til 500.000 kr.:	1.706.000 kr.
Samt projektering til 12 %:	205.000 kr.
	I alt 1.911.000 kr.
Inkl. 225.000 kr. i tilskud fra EUDP samt 5 % usikkerhed har vi så:	
(1.911.000 – 225.000) x 1,05=	1.770.300 kr.
Udgifter inkl. moms bliver (1.770.300 x 1,25):	2.212.875 kr.
Der kan påregnes en årlig produceret mængde solstrøm for de 67 kWp på 57.000 kWh. Med en elpris på 2,05 kr. inkl. moms spares årligt:	116.850 kr./år
Hertil kommer 83.000 kWh (450 kWh/m <sup>2</sup> ) for solvarmen som svarer til:	48.140 kr./år
Eller samlet årlig besparelse:	164.990 kr./år
PSO afgift af elpris er 1 % af elprisen:	1.000 kr.
Så der årligt spares: (164.990 – 1.000)	163.990 kr./år
Simpel tilbagebetalingstid bliver så: 2.212.875/163.990 =	13 år
Kapitaludgift v. 6 % rente udgør: (6 % af 2.212.875 kr.)	132.772 kr.
Overskud 1. år er (163.990 kr. – 132.772kr.):	31.218 kr.

Så er der under alle omstændigheder et økonomisk overskud allerede 1. år. Og dette overskud vil stige år for år.

Peder Vejsig Pedersen

Cenergia Energy Consultants  
Cenergia ApS  
Herlev Hovedgade 195  
DK 2730 Herlev

Tel. : +45 44660099  
Fax. : +45 44660136  
E-mail : [Cenergia@Cenergia.dk](mailto:Cenergia@Cenergia.dk)  
ApS. reg.nr. 50.853

#### 1.5.4 Energirenovering af "bedre byggeskik"- landejendom i Gråsten i Danmark

Den sydvendte del af den renoverede landejendom, som fik en helt ny tagkonstruktion inkl.



VELUX tagvinduer med indbygget solafskærmning.



1.salen efter renoveringen har godt dagslys.



For at være i stand til at begrænse ændringer i tagkonstruktionen kunne isoleringstykkelsen ikke leve op til de nye BR10 krav. Men ifølge bygningsreglementet kunne dette kompenseres med det nye solcelleanlæg.



Den nordvendte del af den renoverede landejendom. Både 3 kWp solcellepaneler bagerst på ladens tag og 12 m<sup>2</sup> solfangere foran disse forsyner den renoverede landejendom med vedvarende energi. Solcellerne dækker 2.300 kWh af et årligt forbrug på 4.200 kWh og solfangerne forsyner sammen med et træpille fyr ejendommen med varme og varmt brugsvand.



Nyt badeværelse med godt dags-  
lys.



### **Fiskbækvej 35 , Gråsten**

Elforbrug 2010 : 4523 kWh

3 kWp solceller installeret 23 grader hældning 5 grader fra syd i december 2011  
( købt 4182 kWh i 2011 )

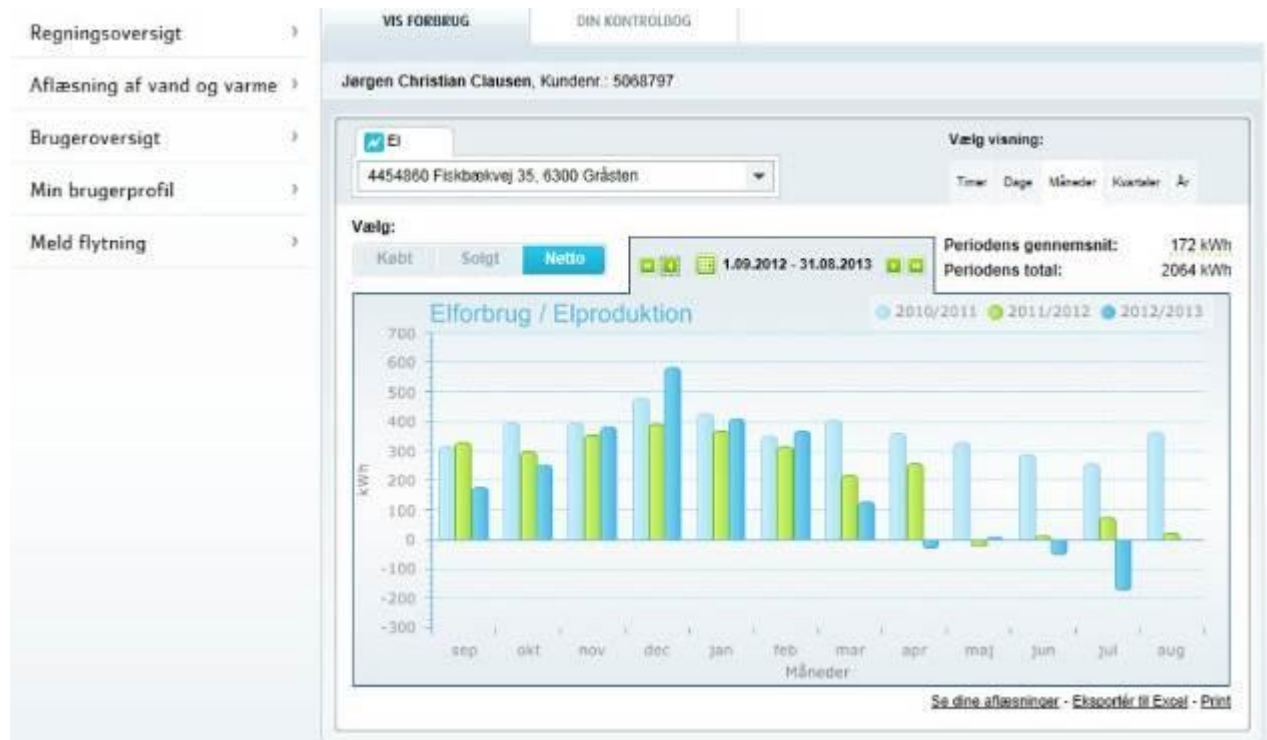
I 2012 solgt 1627 kWh til Sydenergi , samlet solstrøms produktion er 2300 kWh  
( 767 kWh/kWp ) , så direkte forbrug mens solen skinner er 683 kWh eller 30%.

Regnes med 4200 kWh i årligt elforbrug dækker solstrøm 2300 kWh og resten 1900 kWh købes.



Peder Vejsig Pedersen

Cenergia



---

Fiskbækvej 35  
Be10 beregningen

---

CENERGIA



Cenergia Energy Consultants  
Cenergia Aps  
Herlev Hovedgade 195  
DK2730 Herlev

Tel. : +45 44660099  
Fax. : +45 44660136  
E-mail : [Cenergia@Cenergia.dk](mailto:Cenergia@Cenergia.dk)

## Indholdsfortegnelse

1. Krav .....	3
2. Forudsætninger .....	3
3. Resultat .....	5

Bilag 1 Opmåling af opvarmet etageareal

Bilag 2 Beregning af u-værdier

Bilag 3 Be10 Model, Resultat og Nøgletal

**CENERGIA**



Cenergia Energy Consultants    Tel. : +45 44660099  
Cenergia Aps                            Fax. : +45 44660136  
Herlev Hovedgade 195                E-mail : Cenergia@Cenergia.dk  
DK2730 Herlev

2

## 1. Krav

Inddragelse af den u-udnyttede tagetage til beboelse skal overholde BR10 7.3.

## 2. Forudsætninger

### Arealer

Det opvarmede etage areal er opmålt efter BR10 Bilag 1 Beregningsregler - B.1.1.3 Beregning af etageareal, stk. 4, 1. Se Bilag 1 Opmåling af opvarmet etageareal.

### Konstruktioner

Bygningen er middel let og har en varmekapacitet på 80 Wh/Km<sup>2</sup>.

Areas	Renoveret [m <sup>2</sup> ]
Opvarmet etageareal	116
Gavl Syd	17
Gavl Øst	25
Gavl Nord mod uopvarmet rum	24
Skunk	43
Tag	187

U-values	Mindste varmesolering (7.6)	Varmesolering af bygningsdele (7.3.2 stk.1)	Anvendt
	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]
Skunk	0,30	0,15	0,13
Ydervæg Østgavl	0,30	0,15	0,33
Ydervæg Sydgavl	0,30	0,15	0,13
Væg Nord mod uopvarmet rum	0,40	0,40	2,16
Tag	0,20	0,10	0,29

Detaljeret beregning se Bilag 2 Beregning af u-værdier.

CENERGIA



Cenergia Energy Consultants  
Cenergia Aps  
Herlev Hovedgade 195  
DK2730 Herlev

Tel. : +45 44660099  
Fax. : +45 44660136  
E-mail : [Cenergia@Cenergia.dk](mailto:Cenergia@Cenergia.dk)

## Vinduer og solafskærmning

Vinduer	Orientering	Hældning	Antal	Højde	Brede	Omkreds	Areal	U-værdi	g-værdi	Skjgger	Fc
	[°]	[°]	[stk.]	[mm]	[mm]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[W/m <sup>2</sup> K]	[-]	[ ]	[-]
Velux: GPL M08 Termovindue med kunstige sprosser	N	50	2	1400	780	8,72	2,2	1,4	0,6		0,8
Velux: GGL M04 Stort vindues parti	S	50	3	980	780	10,56	2,3	1,7	0,6		0,8
Velux: GPL M08 Lille original firkantet vindue - en indvendig termorude tænkes sat i som forsatsvindue	S	90	1	2100	3600	11,4	7,6	1,4			0,8
Velux: GPL M08	Ø	50	1	1400	780	4,36	1,1	1,4	0,6		0,8
Velux: GPL M08	Ø	90	1	300	300	1,2	0,1	2,8			0,8
Velux: GPL M08	V	50	3	1400	780	13,08	3,3	1,4	0,6		0,8

Der er antaget at alle vinduerne er forsynede med indvendige gardiner.

## Linietaf

Linietaf	Længde [m]
Vinduer	10
Ovenlys	37

Linietaf	Mindste varmesolering (7.6) [W/mK]	Varmesolering af bygningsdele (7.3.2 stk.1) [W/mK]	Anvendt [W/mK]
Ovenlys		0,20	0,10
Vinduer		0,06	0,03

## Ventilation

Naturlig ventilation

## Energiforsyning

Træpillefyr

Som i underetagen.

**CENERGIA**



Cenergia Energy Consultants  
Cenergia Aps  
Herlev Hovedgade 195  
DK2730 Herlev  
Tel.: +45 44660099  
Fax.: +45 44660136  
E-mail: Cenergia@Cenergia.dk

## Solceller

Der installeres 3 kWp på bygningens tag svarende til 21m<sup>2</sup>.

### 3. Resultat

Det Inddragelsen af det u-udnyttelig tagetage hører ind under BR10 7.3. Da BR10 7.3.2 stk. 2 ikke opfyldes kompetenceres der for den manglende ydeevne ved etablering af solceller.

Energiregnskab	kWh/m <sup>2</sup> /år
Tageetagen, hvor varmeisolering af bygningsdele (7.3.2 stk.1) er opfyldt	71
Tageetagen, hvor varmeisolering af bygningsdele (7.3.2 stk.1) ikke er opfyldt	113
Difference	-43
Bidrag fra solceller (*2,5)	65
Tageetagen, hvor varmeisolering af bygningsdele (7.3.2 stk.1) ikke er opfyldt med solcellebidrag	49

Den manglende opfyldelse af "7.3.2 Varmeisolering af bygningsdele" betyder et øget energiforbrug på 43 kWh/m<sup>2</sup>/år. Dette dækkes med et bidrag fra solcellerne på 65 kWh/m<sup>2</sup>/år.

Bilag 3 Be10 Model, Resultat og Nøgletal, hvor 7.3.2 stk. 1 er opfyldt

Bilag 4 Be10 Model, Resultat og Nøgletal, hvor 7.3.2 stk. 1 ikke er opfyldt inkl. solceller.

CENERGIA



Cenergia Energy Consultants  
Cenergia Aps  
Herlev Hovedgade 195  
DK2730 Herlev

Tel. : +45 44660099  
Fax. : +45 44660136  
E-mail : Cenergia@cenergia.dk

3

+

1.5.5

1.5.6

1.5.7

1.5.8

## 1.6 Utilization of project results

## 1.7 Konklusion og perspektiver

Afsluttende betragtninger – Solceller til CO<sub>2</sub> neutralt Aktiv Hus byggeri med energiproducerende tage og facader.

I Danmark havde vi med udgangen af år 2013 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 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 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 en ny bog "Green Solar Cities", fra det engelske forlag Earthscan by Routledge, 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 CO<sub>2</sub> neutrale i år 2025, er der i samarbejde med kommunen gennemført et vigtigt udviklingsarbejde med demonstration af bygningsindpassede solceller, der som noget nyt nu tillades at kunne ses fra gadeplanet, hvis man følger nogle retningslinier, der er 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)

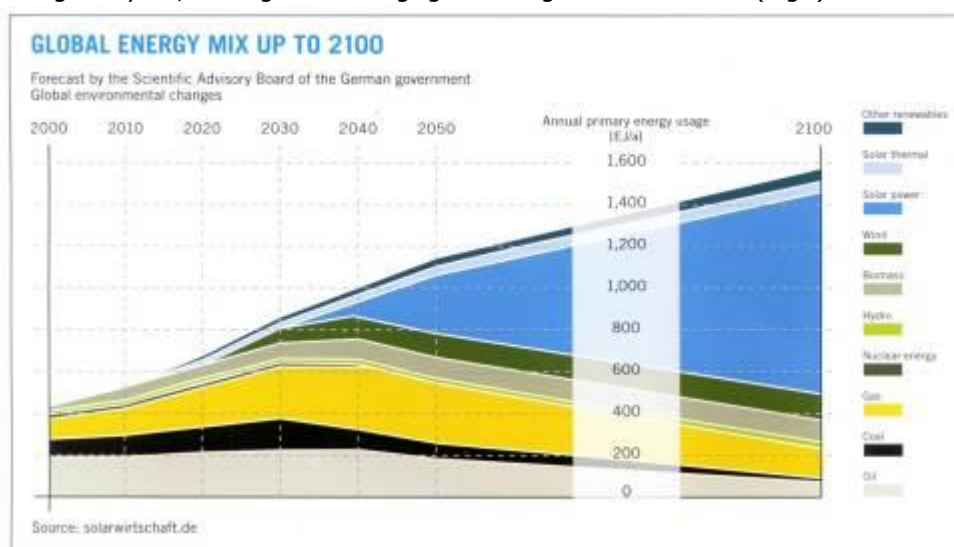


Fig. 1  
Som det fremgår af ovenstående fig. 1 fra den tyske regerings Forskningsråd, vil elektricitet

fra solenergi globalt set være af betydelig størrelse i år 2050, mens den vil være dominerende i år 2100.

Nylige analyser 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.

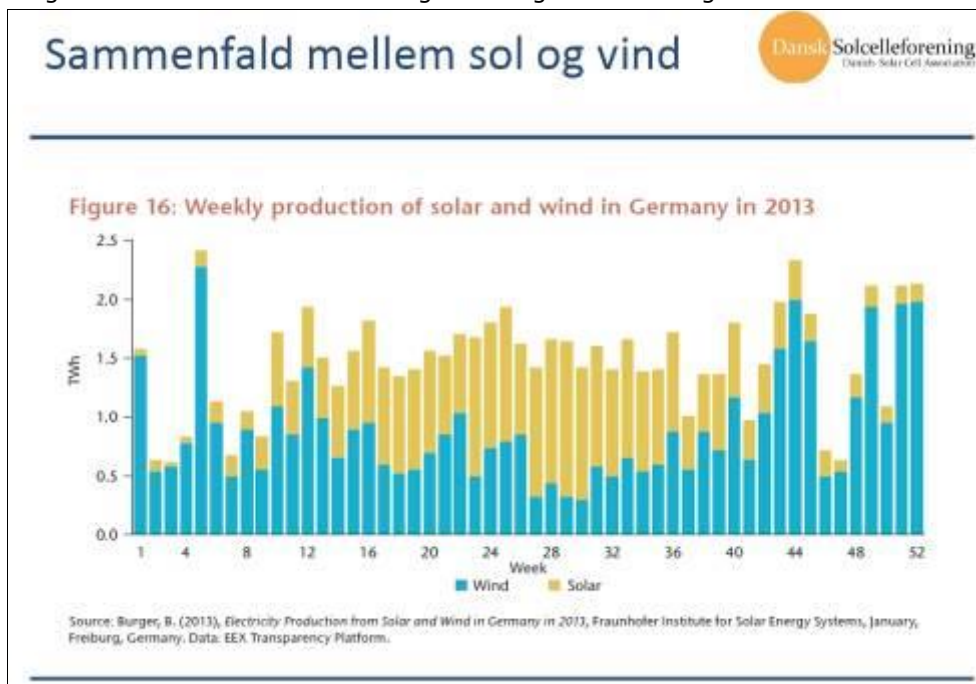


Fig. 2 Ugentlig elproduktion i 2013 i Tyskland fra hhv. vindenergi og solenergi.

Men i Danmark er den officielle politik, at man næsten udelukkende skal satse på vindenergien, selvfølgelig også fordi vi allerede har nogle stærke kompetencer på dette område. 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 CO<sub>2</sub> neutralitet. Her er en ny lovændring, der har fjernet kommunernes muligheder for at stille krav om lavenergibyggeri i lokalplaner, desværre en udvikling i den gale retning.

Der argumenteres for at begrundelsen for denne lovændring er, at vi i Danmark er nået så langt med at stramme lavenergi standarderne 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.

Her er det dog samtidigt på sin plads at give en ros til politikerne 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.

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.

Resultatet er, at man helst ikke ønsker for meget aktivitet indenfor et af verdens absolut mest interessante teknologiområder, hvor vi netop i Danmark med vores fremsynede energiramme krav, har gode muligheder for at støtte et helt nyt industriområde indenfor energi-producerende 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. F.eks. når man på trods af tidligere løfter ikke ønsker at løse et 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 større 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 førnævnte energiproducerende bygningsoverflader af høj arkitektonisk kvalitet, noget som der fra et bredt udsnit af danske virksomheder er stor interesse for.

Og netop her er det undertegnede erfaring, at man ikke er opmærksom på at vi i Danmark allerede er ret langt med udvikling af æstetisk gode løsninger i samarbejde med erhvervslivet, hvor man netop i lande som Tyskland, Frankrig og Italien har haft svært ved at fremme en sådan udvikling i praksis. Nok fordi dem, der har investeret i solceller, primært har haft den største fokus på at maksimere indtjeningen. Og fordi der ikke i så høj grad eksisterer den type offentligt / privat samarbejde som i Danmark, har gjort en forskel på dette område. Og faktisk kan der i dag 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](http://www.activehouse.info)), og her udnytte det nyligt etablerede Aktiv Hus Danmark samarbejde og Aktiv Hus Danmark specifikationerne ([www.aktivhusdanmark.dk](http://www.aktivhusdanmark.dk)).

AktivHus Danmark 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.

AktivHus Danmark blev lanceret i januar 2015 på basis af en indsats fra de stiftende partnere: VELFAC, KFS Boligbyggeri, Danfoss, Teknologisk Institut, Randers Arkitekten, Visility, Cenergia, Saint-Gobain Nordic, Kuben Management, Esbensen, AART Architects og VELUX Danmark.

Når det drejer sig om udvikling af egentligt AktivHus byggeri, så er det tanken, at gennemføre en række demonstrationsprojekter i de kommende 2 – 3 år, som har særlig fokus på visionen om at nærme sig egentligt CO<sub>2</sub>neutralt byggeri ved hjælp af bygningsindpassede solceller.

Et eksempel på praktisk anvendelse af AktivHus Danmark specifikationerne er f.eks. Nordic Built projektet "Active Roofs and Facades in Sustainable Renovation". Her deltager der partnere fra alle 5 nordiske lande. I Danmark med hovedfokus på arbejdet med vinderprojektet i den internationale "Nordic Built Challenge" arkitekt konkurrence, som drejer sig om det såkaldte "Ellebo Garden Room", som er et renoveringsprojekt for 217 almene boliger i Ballerup Kommune v. Boligselskabet KAB og Adam Khan Architects fra London.

## Nordic Built Active Roofs and Facades in Sustainable Renovation – foreslåede kriterier til renovering af Ellebo i Ballerup

Der vil i denne sammenhæng være tale om at designarbejde og opfølgning udføres i forhold til det såkaldte Nordic Built Charter og Active House Specifikationerne.

Her skal dokumenteres:

- Dagslysforhold og komfort,
- indeklima – både med hensyn til temperaturer og luftkvalitet (beregnet med IES-VE),
- energiforbrug og primært energiforbrug (med Be10 o. lign) inkl. CO<sub>2</sub> neutralitet baseret på lokal vedvarende energi,
- miljøbelastning med LCA analyser – herunder anvendt energi til materialer,
- livscyklus beregninger med LCC analyser,
- vandforbrug,
- brug af bæredygtige materialer – materialer der kan indgå i cirkulært ressource kredsløb foretrækkes,
- mulighed for egentlig certificerede materialer.

Som en særlig målsætning søges dokumenteret den årlige energibalance, der gerne skal ramme en CO<sub>2</sub> neutral energiløsning. Og i tråd med EU's Bygningsdirektiv indgår en målsætning om at sikre "Performance Dokumentation", både for energi, komfort og bæredygtighed, samtidigt med at der kan søges indarbejdet egentlig "Performance Verifikation" efter svensk forbillede, hvor bygherren skal få hovedentreprenøren til at sikre dette efter de første 2 driftsår (efter den såkaldte SVEBY standard)

### Forslag til en frivillig standard for driftsmæssigt CO<sub>2</sub> neutralt byggeri.

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 man skal engagere sig i at anvende solceller til almene boliger på en meningsfyldt måde, er det derfor vurderingen at dette bedst kan gøres ved at lade påtænkte nybyggerier og større renoveringsprojekter udføre som CO<sub>2</sub> neutralt Aktiv Hus byggeri efter den internationale "Active House" standard ([www.activehouse.info](http://www.activehouse.info))

Men 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.

Ønsket om at opnå CO<sub>2</sub> neutralt byggeri, kan bedst kombineres med de BIPV orienterede principper for solcelleindpasning. Og her er det sådan, at der kan opnås driftsmæssigt CO<sub>2</sub> neutralt byggeri til almene boliger med kun 1,5 – 2 kWp solceller pr. husstand, svarende til 10 – 14 m<sup>2</sup> 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 i 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 CO<sub>2</sub> 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 stadigvæk fastholde en acceptabel brugerøkonomi samt en fornuftig Aktiv Hus score indenfor primært energiforbrug.

Som det fremgår af "The Denmark Country Risk Report" fra BMI research, er vurderingen for 2015 og de næste 5 år følgende:

"A burst housing bubble and subsequent bank failures have made Denmark a Nordic underperformer, and the after effects will continue to weigh on growth in the medium term. Although Denmark is in the process of staging a broad based economic recovery in house prices"

Med en målrettet satsning på CO<sub>2</sub> neutralt Aktiv Hus byggeri, kan sikres en markant forbedring af perspektiverne for det danske boligmarked.

*Nylig bogudgivelse: Green Solar Cities, Routledge – januar 2015. Se også:*

[www.greensolarcities.com](http://www.greensolarcities.com)

## **Annex**

Relevante links

**(the guidelines should be deleted – they should NOT be included in the final report)**

## **GUIDELINES FOR FINAL REPORT**

### **General**

Depending of project type, project size and project complexity the **number of pages** in the final report may vary. For smaller **demonstration** projects the final report normally should not be more than 20 pages plus possible relevant appendices. For **research and development** projects the final report should not be more than 50 pages.

The final report will be used for dissemination purposes and the information given in the final report should be suitable for dissemination, cf. point 1.4.

### **1.2 Short description of project objective and results**

The short description should be in two versions:

- an *English version* and
- a *Danish version*.

Each version should be brief, not more than 600 to 800 characters.

### **1.3 Executive summary**

Brief summary of the project and its results and expected utilisation of project results.

### **1.4 Project objectives**

Description of the project objectives and the implementation of the project. How did the project evolve? Describe the risks associated with the project. Did the project implementation develop as foreseen and according to milestones agreed upon? Did the project experience problems not expected?)

### **1.5 Project results and dissemination of results**

Description of main activities and technical results in the project as well as description of commercial results and expectations of the project.

Did the project succeed in realising its objectives? If not, why? Did the project give answer to the problem stated in the project proposal which the funding has been based on. Did the project produce results not expected?

Did the project so far result in increased turnover, exports, employment? Do the project partners expect that the project result in increased turnover, exports, employment?

How has project results been disseminated?

### **1.6 Utilization of project results**

How do the project participants expect to utilize the results obtained in the project? Do any of the project participants expect to utilize the project results - commercially or otherwise? Which commercial activities and marketing results do you plan for? Has your business plan been updated? Or a new business plan produced? What future context is the end results expected to be part of, e.g. as part of another pro-

duct, as the main product or as part of further development and demonstration?  
What is the market potential? Competition?

Do project participants expect to take out patents?

How do project results contribute to realize energy policy objectives?

Have results been transferred to other institutions after project completion? If Ph.D.s have been part of the project, it must be described how the results from the project are used in teaching and other dissemination activities

### **1.7 Project conclusion and perspective**

State the conclusions made in the project. Try to put into perspective how the project results may influence future development.

### **Annex**

Add links to relevant documents, publications, home pages etc.