

Grøn udluftning og grøn energi i danske præstegårde



HØJE TAASTRUP PROVSTI
FOLKEKIRKEN



Overblik over projektet

De senere år er der kommet et stadig større fokus på indeklimaet i Folkekirkens præstegårde. Først var der en række sager med skimmelsvamp, dernæst kom der offentlig fokus på radon, ikke mindst i forbindelse med Realdanias projekt "Radon-frit hjem" i perioden 2015-2018.

Særligt de ældre af folkekirkens præstegårde er udsatte for begge dele – skimmelsvamp og radon – og ofte er problemerne afhjulpet ved at installere såkaldte genvex anlæg der mekanisk bortventilerer såvel fugt som radon. Indeklimaet er forbedret, men taberen er klimaet i bredere forstand, da ventilationsanlæggene bruger en del strøm og kører konstant.

Projektet har i 2021 undersøgt muligheden for CO₂-neutral udluftning ved at montere solcelleanlæg i tilknytning til de eksisterende nyere ventilationsanlæg og arbejde i teori og praksis med om ventilationsanlæggene kan og bør styres anderledes i præsteboliger, som i forhold til almindelige boliger har et andet brugsmønster.

Målgruppen for denne rapport og projektets resultater er menighedsråd og provstiudvalg i Folkekirken, som overvejer et grønne klimaaftryk af deres præsteboliger. Projektet er finansieret af Den Folkekirkelige Udviklingsfond og Høje Taastrup Provsti.

Forskellige aftryk

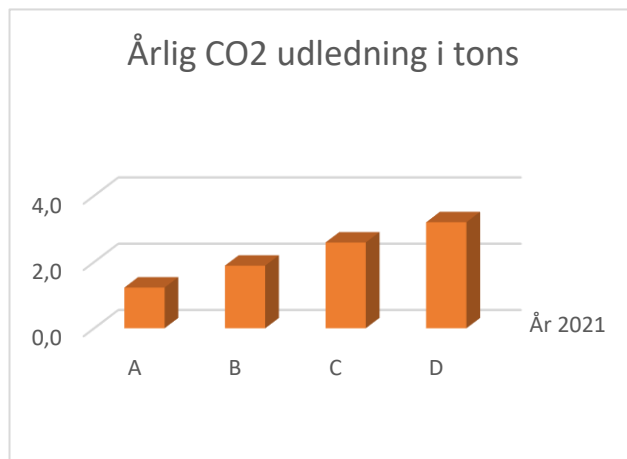
De danske præstegårde og –boliger har, ligesom alle andre bygninger, et klimaaftryk. Et aftryk, som vi etisk set bliver forpligtede på at forholde os til, når det bliver et aftryk som påvirker skaberværket og de mennesker, som vi deler det med.

Aftrykket er forskelligt fra bolig til bolig. Både fordi størrelsen af energiforbruget varierer, men også fordi energikilderne varierer. Ser vi på landet som helhed er der fire hovedtyper af præsteboliger:

- A: Præsteboliger, hvor energiforbruget dækkes af fjernvarme + el
- B: Præsteboliger, hvor energiforbruget dækkes af el alene
- C: Præsteboliger, hvor energiforbruget dækkes af naturgas + el
- D: Præsteboliger, hvor energiforbruget dækkes af olie + el

En direkte sammenligning af klimaaftrykket de fire boligtyper imellem er ikke helt ligetil, da der på grund af boligernes alder (herunder isolering) og størrelse ofte vil være en tendens til at type C og D har et højere energiforbrug end type A og B.

Men selv ud fra et eksempel hvor et energiforbrug af samme størrelse (10.000 kWh opvarmning og 4.000 kWh elforbrug i normale forbrugsgenstande) tænkes at udspille sig i de fire forskellige boligtyper, viser der sig en tydelig forskel i klimaaftrykket (målt som CO₂ udledning – grafen ovenfor), da de forskellige energikilder kommer med forskellige CO₂ aftryk. Nogle boligtyper har derfor større potentiale for klimareduktion end andre.



Et politisk mål om reduktion

Politisk er der sat et mål om at Danmarks CO2 udledning i 2030 skal være reduceret med 70 %. Der er tale om en national målsætning som ikke nødvendigvis skal opfyldes af den enkelte bygning, men alligevel vil det være interessant at holde præsteboligerne op imod det mål. Målsætningen blev formuleret i 2019 og vedtaget sommeren efter¹, men det er værd at være opmærksom på, at udgangspunktet, som de 70 % skal tages fra, er 1990 niveauet.

For en dansk kilowatt time elektricitet er udledningen fra 1990 til 2019 faldet fra over 1000 gram til 135 gram² - altså en reduktion på 87 %. I samme periode er udledningen for en kWh fjernvarme her i provstiet faldet fra 209 g/kWh til 69 g/kWh – og forventes i 2025 at nå 0 gram.³

For boligtype A og B er det politiske mål således allerede opnået inden klimaloven overhovedet blev vedtaget, og tilbage står umiddelbart "kun" at konvertere boligerne af typerne C og D til anden opvarmning, så vil et energiregnskab vise, at alle præsteboligerne er kommet i mål med en reduktion på mindst 70% - uden at der reelt er ændret det store ude i præstegårdene.

Men ser man lidt nøjere på boligerne, er der stadig grund til at arbejde med den grønne profil i alle fire typer. Den grønneste kWh vil altid være den, der slet ikke forbruges. Fjernvarmen regnes som energineutral fordi der afbrændes biomasse, men den skal dog både produceres, transporteres og brændes, hvorefter varmen skal transporteres ud til forbrugeren. Og selvom strømmen i landets stikkontakter i stigende grad kommer fra klimavenlige vindmøller, skal de også de både produceres, vedligeholdes, nedtages og skrottes.

Hertil kommer, at energiforbruget ikke nødvendigvis er det samme i 2021 som det var i 1990. I mange præsteboliger øges energiforbruget tværtimod i forbindelse med, at indeklimaet forbedres. For at udbedre problemer med radon og skimmelsvamp indsættes der ventilationsanlæg i bygninger, der tidligere ikke har haft et sådant anlæg overhovedet, eller som har haft mindre og simple ventilationsanlæg. Det er et klart plus for indeklimaet, men det påvirker naturligvis energiforbruget at have ventilationsanlæg kørende i døgndrift. Det synlige energiforbrug er umiddelbart elektriciteten til anlæggene, men hertil kommer øgede udgifter til opvarmning, da en del af varmen suges ud af huset sammen med udsugningsluften – også i moderne anlæg.⁴



BALANCERET MEKANISK VENTILATION

Termen dækker over et ventilationsanlæg, der samtidig med udsugningen også blæser luft ind således at der ikke opstår undertryk i huset, hvilket ville kunne medføre at radon blev suget op fra undergrunden. Indblæsningsluften forvarmes ved at passere forbi udsugningsluften i en varmeveksler. Anlægget kaldes ofte et Genvex anlæg, men Genvex er blot én producent blandt flere (bl.a. Nilan og Danfoss er også store producenter på markedet).

¹ Klimaloven (lov nr. 965 af 26. juni 2020) kan findes på <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2020/965>

² Kilde: Nyhed fra EnergiNet publiceret d. 4.6.2020: <https://energinet.dk/Om-nyheder/Nyheder/2020/06/03/Dansk-elproduktion-slog-i-2019-ny-groen-rekord-laveste-CO2-udledning-nogensinde>

³ Kilde: Folderen "Vælg grønt", udgivet af VEKS 1. februar 2021. <https://www.veks.dk/fokus/miljoe/groen-folder>

⁴ Passiv varmegenvinding er effektiv, men når aldrig op på 100 %. Iflg. Dansk Standard 447 er kravene til anlæggene en varmegenvindingsgrad på 80 %: <https://www.bolius.dk/mekanisk-ventilation-19719>

Ved aktiv varmegenvinding kan virkningsgraden øges, men så øges egetforbruget i ventilationsanlægget også. Om det er optimalt, set fra et miljømæssigt synspunkt, afhænger af kilderne til rumopvarmning og strøm til ventilationsanlægget i den pågældende bolig.

Projektet i Høje Taastrup Provsti

I Høje Taastrup Provsti har vi boliger af typerne A, B og C. I præstegårdssammenhæng er der tale om nyere boliger, hvorfor det er overkommeligt her at prøve nogle ting af, med henblik på at kunne pege på *best practice* og gode løsninger, når væsentligt ældre, klassiske præstegårde af type C og D skal konverteres andre steder i landet.

Projektet er udsprunget af at flere af provstiets præsteboliger er blevet renoveret for radon, hvilket har henledt opmærksomheden på det øgede energiforbrug i den forbindelse og skabt et ønske om "grøn" ventilation. Projektets indledende idéer udsprang således af ventilationsændringerne:

1. Tilvejebringe den energi der skal benyttes på grøn vis ved montering af mindre solcelleanlæg på præsteboligerne til at drive ventilationen.
2. Flyttet ventilationen tidsmæssigt til at foregå når der var overskud af strøm.
3. Mindske energibehovet ved at arbejde med en intelligent styring af anlæggene der tager hensyn til præsteboligerens særlige brug (hvor de i modsætning til mange andre familiehuse ikke står tomme i løbet af dagen, men benyttes til samtaler, møder, kontorarbejde og i visse tilfælde har tilknyttet konfirmandstuer).

Projektets første, teoretiske fase har været en afsøgning af muligheder inden for de nævnte områder gennem samtaler med private aktører på markedet for vedvarende energi, bygningsautomation, ventilation, lokale folk samt klimaspecialister.

Samtalerne har dels vist nogle begrænsninger i forhold til de indledende ideer, dels vist hvordan de med fordel kan åbnes op og bredes ud på en større del af boligen.

En grøn energiprofil kræver et aktivt forbrug

Grundtanken om at kompensere for bygningens øgede energiforbrug ved at lade bygningen selv tilvejebringe grøn energi rummer nogle udfordringer. Den lettest tilgængelige måde at lade bygningen producere energi er via et nettilsluttet solcelleanlæg. Største udfordring er, at så skal energien også forbruges når den produceres. På grund af politiske beslutninger kan den ikke længere lagres i nettet som den kunne tidligere, da man kunne lade elmåleren "løbe baglæns". Solcellemarkedet har siden reageret ved at tilbyde batterier til oplagring af den ekstra strøm man selv producerer, men i forhold til miljøet er den løsning kontraproduktiv.⁵

Det vil derfor ikke være realistisk at dække hele præsteboligens energiforbrug ind med lokalt produceret, vedvarende energi, da den produktion fra solceller vil ske midt på dagen og i sommerhalvåret, mens den største del af forbruget typisk vil ligge i aftentimerne (når huset benyttes af hele familien) og i vinterhalvåret (opvarmning). Helt forskudt er produktion og brug dog ikke, da solcellerne vil have en god produktion forår og efterår hvor der stadig er behov for boligopvarmning. Men de ændrede politiske betingelser kalder på en ændret tankegang omkring solcelleanlæg for at få en grøn profil på deres brug i (præste)boliger: Mere oplagt end at søge at dække hele husets forbrug med et stort anlæg der sender en masse strøm ud på nettet om sommeren, vil det være med et mindre anlæg at dække husets konstante

⁵ Jvnf. "Storing solar energy in the home can increase energy consumption, emissions" i Scientific American på <https://blogs.scientificamerican.com/plugged-in/storing-solar-energy-in-the-home-can-increase-energy-consumption-emissions/> øger brug af batterier det samlede elforbrug i en husholdning. Hertil kommer den miljøpåvirkning som fremstilling af batteriet udgør.

basisforbrug (ventilation, pumper i varmesystemet, køle- og fryseskabe o.lign. der kører hele døgnet). Derved opnås en høj grad af egetforbrug og dermed en høj rentabilitet af investeringen såvel økonomisk som miljømæssigt.

Og så lægger grønt forbrug op til, at dele af bygningens energiforbrug aktivt flyttes til de timer på døgnet, hvor solen er til rådighed. Det kan ikke fuldautomatiseres, men kræver noget af husets beboere, for eksempel ved at bruger tidsforskudt indstilling når vaske- og opvaskemaskiner startes, eller at en eventuel elbil lades op når solen skinner.

Ventilation i forhold til radon, skimmel og almindelig brug

De fleste ventilationsanlæg kører på samme trin døgnet rundt, bortset fra når bad eller madlavning får anlægget til at registrere et øget fugtniveau og sætte ventilationen et trin op.

Behovet for ventilation er dog ikke konstant. Radon er primært et problem om vinteren, hvor fugt og skimmel netop ikke er et vinterproblem.⁶ Præstens arbejdsopgaver med husbesøg, kirkelige handlinger og eksterne møder er omskiftelige. Men når huset er beboet i aften- og nattetimerne er ventilationsbehovet mere forudsigeligt.

Tanken var at skabe en intelligent styring. Fugt, radon, CO₂, tilstedeværelse, opnåelse af et mindstemål af daglige udluftningstimer – og solindstråling, hvis solceller tilknyttes – er målbare parametre. Projektet har dog gennem samtaler med bl.a. energirådgivere afdækket, at der er nogle lovgivningsmæssige begrænsninger. Bygningsreglementet⁷ foreskriver (BR 18 § 443):

I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der til enhver tid være en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m² opvarmet etageareal. Dette gælder også ved brug af behovsstyret ventilation.

Dette svarer til, at luften i hele bygningen skal skiftes en halv gang i timen, hvorfor start/stop af anlægget af energihensyn eller kontrolleret af præstegårdens brug ikke vil være en oplagt vej at gå.⁸

Til gengæld viste der sig nogle muligheder i form af den energiindvinding, der ofte også er en del af ventilationsanlæggene – mere herom nedenfor under de konkrete boliger i projektet.

Et bredt, grønt perspektiv

Grundtanken om at lade ventilationen være det variable forbrug der flyttes til solskinstimerne kan således ikke være det bærende i et grønt energiforbrug, og et resultat af projektets første fase er at perspektivet må bredes ud til alle husets forbrugsformer: Grøn ventilation må ses som en integreret del af grøn

⁶ Om vinteren skaber det det opvarmede hus oven på den kolde jord en skorstenseffekt, der får radongassen til at trænge op gennem terrændækket.

I forhold til fugt og skimmel er der derimod ofte meget tør luft om vinteren, særligt i frostperioder, hvorfor ventilation med dette formål ikke er så tiltrængt på denne årstid.

⁷ Bygningsreglementets seneste revision er i skrivende stund BR 18, der findes tilgængelig på bygningsreglementet.dk samt på <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2019/1399>

⁸ Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen åbnes i deres fortolkning på <https://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/22/Vejledninger/QA> ganske vist op for, at ventilationen ikke behøver være konstant. Men hvis der er nogle timer hvor der ikke ventileres, ville det kræve en kraftig ventilation efterfølgende at nå op på det foreskrevne gennemsnit.

energibevidsthed i præsteboligen. *Ventilationen* er måske nok et område, hvor præsteboligernes energiforbrug stiger i disse år, men når dagen er omme, er det afgørende hvor stor en del af boligens samlede energiforbrug, som bygningen selv kunne producere.

Ligeledes giver det samlet set ikke mening at arbejde på særligt at køre ventilationen når solcellerne producerer energi, uden at se på husets øvrige, aktuelle forbrug. For der vil være situationer hvor der er en god produktion fra solcellerne, men som allerede benyttes fuldt ud andre steder i huset. Den afgørende parameter bliver derfor, om et hus med solceller aktuelt eksporterer eller importerer strøm fra nettet. Kun hvis der er en eksport, giver det mening at flytte/starte et forbrug for at undgå senere import.

Men i det perspektiv giver det stadig god mening at arbejde med solceller til præsteboligerne, da der ud over husets basisforbrug ofte vil være et vist forbrug i dagtimerne, da en præstebolig med kontor og evt. konfirmandstue netop benyttes i dagtimerne og ikke blot står tomt til ud på eftermiddagen som en almindelig bolig ofte ville gøre.

De konkrete boliger

Projektet arbejder med tre forskellige præsteboliger:

Bolig 1 ligger i gruppe A, hvor energiforbruget dækkes af fjernvarme og el. Boligen er et typisk eksempel på eftermonteret balanceret ventilation, hvor der har været problemer med radon eller skimmel i boligen.

Bolig 2 ligger i gruppe B, hvor energiforbruget dækkes af el alene i form af en kraftig varmepumpe, der leverer varmt vand til såvel brugsvand som rumopvarmning i radiatorer/gulvvarme. Denne bolig er nyopført i 2017 men udgør opvarmnings- og ventilationsmæssigt et typisk eksempel på den fuldt energirenoverede, ældre præstegård, hvor varmepumpens udedel enten tager sin energi fra luften eller fra jordvarme.

Bolig 3 ligger i gruppe C, hvor energiforbruget dækkes af naturgas og el. Huset er født med balanceret mekanisk ventilation. Der er endnu ikke konkrete planer om at omlægge energiforsyningen i området, men der er et stigende politisk pres for, at der skal ske en omlægning⁹ - om end miljøprofilen også kan forbedres ved brug af biogas frem for naturgas.¹⁰

Ud fra de tre forskellige boliger søger projektet at afdække forskellige spørgsmål:

Bolig 1

Denne bolig er et typisk eksempel på et eftermonteret anlæg med balanceret ventilation, men udmærker sig ved at have fået et anlæg installeret, som giver mulighed for aktiv varmegenvinding i form af en luft-luft varmepumpe. Da huset ligger på fjernvarmenettet er det ikke nødvendigvis rentabelt at benytte denne

⁹ Se fx Høje Taastrup Kommunes "Klimaplan 2030" på <https://www.htk.dk/Om-kommunen/Klima-og-energi/Klimaplan-2030> side 16: "Målet i 2030 er, at olie og naturgas er udfaset i alle ejendomme i Høje Taastrup Kommune". Der foreslås konkret udbygning af fjernvarmenettet og skift til varmepumper.

¹⁰ Hvad gasproducenterne naturligt nok foreslår. Se fx <https://www.seas-nve.dk/privat/naturgas/guide/groen-gas> der forudser at "i 2050 vil der være ren biogas i gasnettet. Naturgassen kommer altså ikke til at forsvinde – den bliver bare grøn."

funktion hele tiden, hverken i forhold til et CO2 regnskab (da boligens primære opvarmning med fjernvarme har et lavere CO2 aftryk end den strøm, der skal til for at drive varmepumpen) eller i forhold til forbrugsomkostninger (da 1 kWh fjernvarme er væsentlig billigere end 1 kWh elektricitet).

Men hvis varmepumpen kunne aktiveres ved overskud af solcellestrøm, uden at påvirke selve ventilationen, ville man (særligt i forårs- og efterårsmånederne inden for fyringssæsonen) kunne få en høj grad af egen udnyttelse af produceret solcellestrøm, sænke husets behov for import af såvel elektricitet som fjernvarme samt opnå en højere komfort i boligen netop i de timer midt på dagen, hvor præsteboliger skiller sig ud ved at være i brug.

I bolig 1 er der en opgave i at få etableret en mekanisme til den ønskede styring, men det primære formål er at afdække og gennem målinger dokumentere, om den energimæssige gevinst er stor nok til at løsningen kan anbefales til andre præsteboliger, der skal renoveres for radon eller skimmelsvamp. Vil præsteboligers særlige brug og muligheden for aktiv varmegenvinding give en tilpas høj udnyttelse af egenproduktionen fra solceller, og vil det undervejs vise sig muligt at flytte yderligere forbrug – eller ender der med at blive eksporteret så stor en del af den producerede strøm, at løsningen ikke kan anbefales?



FIGUR 1 EN UDTJENT KM PC ER BLEVET SAT OP SOM STYRINGSMEKANISME I BOLIG 1

Bolig 2

Projektets indledende fase har afdækket, at der til de store luft-til-vand varmepumper eksisterer en standard til energistyring ved navn SG Ready (Smart Grid Ready). Standarden er primært i brug på det tyske marked, men da de danske varmepumper har Tyskland som eksportmarked, findes funktionaliteten allerede heri.

Standarden definerer 4 aktivitetstrin, ens på tværs af alle varmepumper fra forskellige producenter. Standard drift er trin 2. Trin 1 og 4 er decideret ordrer om at hhv. stoppe og starte, men trin 3 er en tilkendegivelse af, at der er overskud af elektricitet, som med fordel kan anvendes hvis det kan rummes inden for varmepumpens brugsmønster.

I bolig 2 er det primære formål at afdække, om et solcelleanlæg koblet med varmepumpens SG Ready funktionalitet kan give et tilpas stort egetforbrug af solcellestrøm til ventilation, opvarmning og husets drift i øvrigt, til at det kan gives som en generel anbefaling at lade en sådan løsning være en del af energirenoveringen af ældre præstegårde, der i de kommende år erstatter oliefyr med jordvarme eller luft-til-vand varmepumper.



SMART GRID

Muligheden for at elnettet (grid) kan tilpasses den aktuelle belastning af elproduktionen ved at starte eller stoppe (udskyde) forbrug i et afgrænset tidsrum. Målet er både at undgå overbelastning af elnettet i spidsbelastningsperioder og at flytte forbrug til perioder med overskud af elektricitet.

Bolig 3

Boligen repræsenterer en velfungerende præstebolig som ikke har behov for ændringer i ventilation eller opvarmning, men som trænger til at blive grønnere. Tanken er at afprøve, om *less is more* – er de forskellige styringsforsøg, når alt kommer til alt, arbejdsindsatsen værd, eller ligger den største miljøgevinst for en præstebolig med en rimelig aktivitet i dagtimerne simpelt hen i at få dækket basisforbruget ind?

Det primære formål er med målinger at dokumentere, om egenudnyttelsen af et mindre solcelleanlæg er så god, at boligen samlet set får en mærkbar grønnere profil af at dække basisforbruget ind med egenproduceret vedvarende energi, i forhold til husets energiforbrug før montering af solcelleanlæg. Målingerne skal munde ud i en vurdering af, hvorvidt det vil kunne anbefales generelt at sætte mindre solcelleanlæg på alle præsteboliger, eller det forudsætter specielle brugscenarier som i bolig 1 og 2.

Konklusioner i vinteren 2021/2022

Et ventilationsanlæg med mekanisk balanceret ventilation er ofte en god løsning på problemer med radon eller skimmelsvamp. Men inden for denne gruppe af ventilationsanlæg findes der to undergruppe: Anlæg hhv. med og uden aktiv varmegenvinding.

Der er i projektet blevet målt på det faktiske forbrug i to af provstiets præsteboliger (bolig 1 samt en fjerde bolig der ikke i øvrigt har indgået i projektet, men hvor der er blevet foretaget referencemålinger).

Første anbefaling: Det skal overvejes nøje, om ikke man ud fra et grønt perspektiv er bedre tjent med at installere et anlæg uden aktiv varmegenvind end med. Den aktive varmegenvinding giver højere komfort, men koster både i drift og klimaaftryk.

Anden anbefaling: Målingerne mellem to identiske anlæg viste store forskelle i forbrug efter hvor godt anlæggene var blevet indreguleret ved monteringen. Anlæggene kan måske nok monteres af en lokal VVS-virksomhed, men det er vigtigt at sikre sig, at de indreguleres fagligt korrekt både af hensyn til energiforbrug og til boligens indeklima.

Uanset valg af anlæg og kvaliteten af indreguleringen vil anlægget naturligvis have et energiforbrug - men energiforbruget kan bringes så langt ned, at ventilationen ikke i sig selv kalder på øvrige energitiltag (solceller eller andet) i huset. Projektet havde som et af sine formål at udvikle en styring af ventilationsanlæggene, der passede til solcelleproduktion og husenes brug.

Den ønskede styring er blevet udviklet, men kan ikke anbefales.¹¹ Lovgivningen giver for strikse rammer for hvor meget der *må* styres (bygningsreglementets krav om luftskifte), de enkelte anlæg har forskellige begrænsninger for hvor meget der *kan* styres (særligt i forhold til den aktive varmegenvinding), og det bliver teknisk komplekst, særligt i forhold til mere lavthængende frugter i form af valg af anlægstype og indregulering som beskrevet ovenfor.

Tredje anbefaling: De boliger, der ligger uden for fjernvarmenettet og som opvarmes med en elektrisk varmekilde, fx jordvarme eller varmepumpe, kan med fordel få monteret et solcelleanlæg for et grønt

¹¹ For de teknisk interesserede: Via en OpenHAB installation kan ventilationsaggregatet kontrolleres over en ModBUS forbindelse baseret på input fra solcellernes inverter, tidsstyring og sensorer. Hvis nogen vil arbejde videre med den del, kan provstiet kontaktes for vidensdeling.

klimaaftryk, da disse huse har et stort kWh forbrug. Anbefalingen er pt teoretisk baseret og afventer empiri i form af målinger fra 2022.

Anbefalinger angående solcelleanlæg tilknyttet de øvrige boligtyper afventer målinger fra 2022, som kommer i en opdateret rapport.

For målinger og data fra projektet i provstiet og sparring omkring egne lignende projekter er man velkommen til at rette henvendelse til Høje Taastrup Provsti.