

# **BOFÆLLESSKABET STAVNSBÅNDET SOM ENERGIFÆLLESSKAB**

## **– TEKNOLOGIVURDERING OG ANALYSE AF SOLCELLER PÅ STAVNSBÅNDETS TAGE**



## **PROJEKTRAPPORT**

**9. JANUAR 2025**

BOFÆLLESSKABET STAVNSBÅNDET I SAMARBEJDE MED FURESØ KOMMUNE,  
ENERGITJENESTEN, EA ENERGIANALYSE, VEDVARENDE ENERGI, MONTA,  
BOFÆLLESSKABER.DK OG AALBORG UNIVERSITET



# INDHOLDSFORTEGNELSE

I.	Indledning	6
I.1	Rammerne for projektet	6
I.2	Projektets deltagere	6
I.3	Projektorganisationen	8
II.	Sammenfatning	9
II.1	Introduktion	9
II.2	Sammenfatning og konklusioner	10
II.3	Videre undersøgelser frem mod en beslutning	14
II.4	Skatte/energipolitiske barrierer og løsningsmuligheder	15
III.	Læsevejledning	18
IV.	Baggrund og formål	20
IV.1	Baggrund	20
IV.2	Regeringens solcellestrategi	21
IV.3	Formål	22
IV.4	Perspektiver for SB ved at være energifællesskab	25
IV.5	Analysespørgsmål	25
V.	Tagflader og solcelleteknologier	30
V.1	Formål med del A	30
V.2	Oversigt over undersøgte tagflader	30
V.3	Vurdering af mulige solcelleteknologier	32
V.4	Prisforudsætninger for fælleshus og længehuse	38
V.5	Prisforudsætninger for carporttage	43
V.6	Sammenligninger økonomi, æstetik og klima	45
VI.	El-produktion, årsforbrug og el-priser	48
VI.1	Estimering af el-produktion og årligt elforbrug	48
VI.2	Estimering af el-produktionspriser	49
VI.3	Solcelleteknologier, der arbejdes videre med i del B	55
VII.	Indledning til del B	57
VII.1	Formål med del B	57
VIII.	Beskrivelse af regulatoriske rammer og tariffer	58
VIII.1	Indledning	58
VIII.2	Relevant lovgivning	59

VIII.3	Deling af strøm inden for hovedmåler	59
VIII.4	Deling af el foran hovedmålere	61
VIII.5	El-tariffer og abonnemeter	61
IX.	Detailanalyse af Stavnsbåndets el-forbrug	64
X.	Scenarieanalyser	68
X.1	Teknisk-økonomiske forudsætninger	68
X.2	Modelberegninger	72
X.3	Overordnet scenariestruktur	73
X.4	Scenarieanalyser i første runde	73
X.5	Scenarieanalyser i anden runde	92
X.6	Finansiell analyse	103
X.7	Scenariespecifikke regulatoriske rammer og tariffer	106
X.8	Solhøjpark lige numre	109
XI.	Forberedelse af implementering	111
XI.1	Formål med del C	111
XI.2	Forberedelse af projektering	111
XI.3	Muligheder for afregning ved deling af el-forbrug	114
XI.4	Forberedelse af myndighedsgodkendelse	115
XI.5	Modeller for finansiering af nye hustage	116
XI.6	Betydning af ejerforhold	118
XII.	Beslutningsprocessen i Stavnsbåndet	120
XII.1	Indledning	120
XII.2	Fællesmøde mandag d. 29. april	120
XII.3	Fællesmøde torsdag d. 20. juni	121
XII.4	Fællesmøde torsdag d. 26. september	121
XIII.	AAU's understøttelse af Stavnsbåndets beslutningsproces	127
XIV.	Videre undersøgelser frem mod en beslutning	128
XV.	Hvordan kommer andre boligforeninger i gang	130
XVI.	Bilag	131



# I. Indledning

## I.1 Rammerne for projektet

Dette projekt er gennemført med støtte fra Energistyrelsens ”Pulje til lokale energifællesskaber og lokal forankring af klimaomstilling”. Projektet er støttet som et såkaldt ”større projekt”. Sådanne projekter støttes for at kunne virke som inspirationseksempler med henblik på at øge viden om projekter, der kan etableres som et energifællesskab. Større projekter har flere karakteristika, som projektet i Stavnsbåndet opfylder: Projekterne kan omfatte el-, varme- eller køling, der potentielt kan aflaste kollektive el-, varme- eller køleforsyningsnet; de kan forberede investeringsprojekter i fælles solcelleparker eller anden fælles vedvarende energiproduktion; og de kan understøtte en omlægning fra fossil energi til hel eller delvis forsyning, baseret på vedvarende energi.

Der kan søges om tilskud til at planlægge, etablere og/eller organisere inspirationseksempler som nævnt ovenfor. Bofællesskabet Stavnsbåndet (SB) har ansøgt Energistyrelsen om støtte til projektet:

*”Bofællesskabet Stavnsbåndet som energifællesskab - Teknologivurdering og analyse af solceller på Stavnsbåndets tage”.*

Stavnsbåndet har fået bevilget 300.000 kr. i tilskud til at gennemføre projektet. De bevilgede midler er anvendt til rådgivningsydelser som led i gennemførelse af projektet. Projektet er gennemført i perioden 1.1.2024 – 30.11.2024.

## I.2 Projektets deltagere

Følgende deltagere indgår i projektet:

- Bofællesskabet Stavnsbåndet (SB)
- Furesø Kommune
- Energitjenesten (NGO)
- Ea Energianalyse (konsulentfirma)
- VedvarendeEnergi (interesseorganisation)
- Monta (el-operatør)
- Landsforeningen for bofællesskaber i Danmark, foreningen Bofællesskab.dk
- Aalborg Universitet

Aktørerne i projektet og deres roller kan opsummeres som følger:

1. Bofællesskabet Stavnsbåndet har været projektejer, projektadministrator og ansøger om projekttilskud. Den nedsatte solcellerarbejdsgruppe i SB gennemfører projektets opgaver i samarbejde med følgegruppen og med overordnet reference til bofællesskabets fællesmøde. Bofællesskabet varetager projektledelse og administration og indgår derudover i specifikke faglige aktiviteter efter aftale med de øvrige aktører. Stavnsbåndets el-ladelaug – bidrager med input om el-ladelaug’et.
2. Furesø Kommune har støttet op om projektet og har bidraget med input om myndighedsforhold (lokalplanbestemmelser) i forhold til at etablere solcellerne i

bofællesskabet. Derudover har Furesø Kommune understøttet formidling af projektets formål og resultater, herunder været vært for et offentligt møde torsdag d. 3. oktober 2024.

3. Energitjenesten har bidraget med uvildig rådgivning vedr. afdækning af mulige solcelleløsninger i Stavnsbåndet, både ift. det tekniske og til placeringen, der kan imødekomme Stavnsbåndets energibehov. Endvidere har EnergiTjenesten estimeret merinvesteringer ved at etablere solceller på Stavnsbåndets tage i den situation, hvor der udskiftes tage. Endelig er udarbejdet en oversigt over observationspunkter, som SB bør være opmærksomme på, når der på et senere tidspunkt skal projekteres. EnergiTjenesten er uvildig rådgiver med fokus på energieffektiviseringer og omlægning til vedvarende energikilder.
4. Ea Energianalyse. Ea Energianalyse har været ansvarlig for de energimæssige, klimamæssige og økonomiske analyser. Ea har ud over timer og analysekraft bidraget til projektet med en fremskrivning af el-markedspriser for perioden frem til 2060 og et regnearksværktøj til at belyse økonomien i solceller, som Ea har udviklet i anden sammenhæng. Ea har med sin erfaring inden for energisystemer og energieffektivitet arbejdet med elforsyning og strategisk energiplanlægning for mange kommuner og på nationalt niveau. Ea har bl.a. bidraget til Furesø Kommunes, Fredensborg Kommunes, Gentofte Kommunes og Rudersdal Kommunes DK2020-arbejde, hvor effektvurderinger blandt andet er foretaget for tagbaserede solceller. I modsætning til mange andre rådgivende ingeniørfirmaer udfører Ea Energianalyse ikke projektering og har ikke interesse i at fremme specifikke teknologier.
5. Organisationen VedvarendeEnergi har siden stiftelsen i 1975 arbejdet for fremme af lokal vedvarende energi. Siden 2018 har organisationen fulgt udviklingen af regler for både borgerenergifællesskaber og VE-fællesskaber i Danmark og på EU-plan. Desuden er VedvarendeEnergi leder af et projekt med 5 energifællesskaber med støtte fra Pulje til energifællesskaber i 2022. VedvarendeEnergi har den faglige ekspertise til at vurdere, hvordan både aktuelle og forventede regler og tariffer vil påvirke det lokale energifællesskab under planlægning. Fra VedvarendeEnergi har deltaget civilingeniør Gunnar Boye Olesen, der både har fulgt udviklingen siden 2018 og er med i VedvarendeEnergis aktuelle projekt med 5 energifællesskaber.
6. Operatøren Monta står for den interne afregning i SB's el-bils ladelaug. Monta er i projektet kommet med et input til, hvordan intern afregning mellem lokal produktion af el fra solceller, anvendt i Stavnsbåndets el-bilpark kunne finde sted.
7. Landsforeningen for bofællesskaber i Danmark, foreningen Bofællesskab.dk, har bidraget med:
  - Erfaringer fra de medlemmer, som allerede har energifællesskaber og som ønsker at dele deres erfaringer.
  - Formidling af projektresultater til andre bofællesskaber via hjemmeside og nyhedsbrev.
  - Deltagelse i offentligt møde på Furesø Rådhus.
8. Studerende fra Aalborg Universitet, Institut for Bæredygtighed og Planlægning, har fulgt projektet i foråret 2024. Der er gennemført en spørgeskemaundersøgelse hos beboerne, hvor holdninger til klimahensyn, æstetik, økonomi og betalingsevne er afdækket.

### I.3 Projektorganisationen

Der er etableret en projektorganisation som følger:

- Stavnsbåndet er projektejer. Stavnsbåndet har en stærk intern organisering. Fællesmøder afholdes ca. 8 gange om året og er Stavnsbåndets øverste besluttende organ. På Stavnsbåndets fællesmøder vil fremdrift og projektresultater blive fremlagt. Fællesmøderne vil forholde sig til anbefalinger om strategiske valg i projektperioden.
- Energistyrelsen stiller krav om, at der er udpeget en projektadministrator. Bjarne Juul-Kristensen, Stavnsbåndet, har påtaget sig opgaven som projektets administrator og projektleder for projektet. Bjarne har mange års erhvervserfaring med energiplanlægning, projektudvikling, analyse af rammevilkår og projektledelse. Han er ansat i Energistyrelsen - siden 2017 i Energistyrelsens internationale center. Tidligere har Bjarne været ansat i ingeniørfirmaet Rambøll som chefkonsulent og på Danmarks Tekniske Universitet med energiplanlægning som fagområde.
- Stavnsbåndets solcellegruppe er nedsat som projektgruppe i projektperioden. Projektgruppen varetager de arbejdsopgaver, som Stavnsbåndet påtager sig, herunder udarbejdelse og fremlæggelse af fremdrift og oplæg og indstillinger til Stavnsbåndets fællesmøder.
- Der er nedsat en følgegruppe med projektets aktører som medlemmer. Der er afholdt fire følgegruppemøder i projektperioden, hvor alle aktører er inviteret til at deltage i møderne. Møderne er gennemført som kombinerede fysiske møder og onlinemøder.



## II. Sammenfatning

### II.1 Introduktion

Bofællesskabet Stavnsbåndet (SB) blev oprettet i 1979 og er en boligforening, der består af 29 boliger samt fællesfaciliteter i form af et fælleshus, udearealer samt carporte til husstandene. Boligerne er ejerboliger, hvor hver boligejer ejer en andel af fællesfaciliteterne ud over egen bolig. Der er seks længer af rækkehuse, hvor tagene vender både syd-nord og øst-vest. Fælleshusets tag vender øst-vest. Carportene ligger i randen af bebyggelsen og vender mod syd eller vest. Stavnsbåndet har tradition for grønne investeringer og tiltag. I 1991 initierede og etablerede Stavnsbåndet et vindmøllelaug, der opsatte en vindmølle i Kollerød syd for Allerød, hvor ca. 100 familier i lokalområdet investerede i fællesmøllen.

Stavnsbåndet har fået økonomisk tilskud fra Energistyrelsens ”Pulje til lokale energifællesskaber og lokal forankring af klimaomstilling”. Støttemidlerne er brugt til konsulentbistand på tre områder:

- at vurdere teknologiske muligheder,
- at tilvejebringe et overblik over regulatoriske forhold, samt
- at gennemføre en scenarieanalyse af forskellige solcelleløsninger på Stavnsbåndets hustage og carporttage.

Derudover er tilvejebragt nyttige informationer, der skal tages højde for og arbejdes videre i en projekterings- og etableringsfase. Det drejer sig om input til projektering, afregning ved deling af elforbrug, myndighedsforhold (lokalplanbestemmelser), finansieringsmæssige forhold, og hvad de særlige ejerforhold i SB betyder.

Formålet med projektet er at forberede et grundlag for, at SB kan tage stilling til investering i solceller til at dække beboernes fælles og individuelle elforbrug i forbindelse med, at hustage og carporte snart skal udskiftes.

For Energistyrelsen er formålet, at projektet skal virke ”*som illustrationseksempel mhp. at øge viden om projekter, der kan etableres som energifællesskab*”. Projektrapporten indeholder derfor ud over de faglige resultater, der kan inspirere andre, også et kort afsluttende afsnit om, hvordan andre boligforeninger kan komme i gang.

Projektet gennemføres i samarbejde med Furesø Kommune, foreningen Energitjenesten, konsulentfirmaet Ea Energianalyse, foreningen Vedvarende Energi, landsforeningen bofællesskaber.dk, operatøren Monta, der står for afregningen af SB’s el-biler, og endelig studerende på Aalborg Universitet. Bjarne Juul-Kristensen fra Stavnsbåndet er projektleder.

## II.2 Sammenfatning og konklusioner

### II.2.1 Teknologivurdering af tagtyper og solceller i SB

Forskellige solcelletyper (solcelletage, påbyggede solceller og nedbyggede solceller) er forudsat indplaceret på Stavnsbåndets hustage og carporttage, og udvalgte solcelleløsninger er analyseret. Solcelletage opdeles i aktive tage, der producerer el, og passive tage, der har samme udseende som de aktive, men ikke producerer el (typisk relevant at opsætte på flader med lav el-produktion). Både løsninger med solceller på nye tage og løsninger uden solceller på nye tage er analyseret og sammenlignet.

Påbyggede solceller, nedbyggede solceller og solcelletage bygger alle på velafprøvede teknologier med lang levetid. Levetiden for tagtyper og solceller er forskellige. Tegltage regnes normalt til at have en levetid, der er 100 år eller længere, mens levetiden for betontagsten normalt regnes som cirka det halve, op til 50 år. Solcelletage vurderes at have en levetid på mindst 80 år som klimaskærm betraget, solcelledelen ca. 40 år (som andre solceller), mens påbyggede og nedbyggede solceller vurderes at have en levetid på ca. 40 år.

Nye solcelletage er sammenlignet med både et nyt betontagstenstag (svarende til nuværende hustage i Stavnsbåndet) og nyt teglstenstag (et tag med omtrent samme levetid som et solcelletag) som referencetag, og der er undersøgt forskellige forudsætninger om undertag for referencetag og solcelletag. Merinvesteringen i et solcelletag i forhold til referencetag (pris-ydelsesforholdet) varierer i meget høj grad af, hvilke type tag og undertag, der erstattes ved en kommende tagudskiftning – og dermed varierer merpris i forhold til ydelse (kr./kW) tilsvarende meget.

Merinvesteringer i påbyggede solceller er uafhængig af, om et nyt tag er et betontagstenstag eller et teglstenstag.

Påbyggede solceller på hustage er langt den økonomisk mest fordelagtige løsning i forhold til ydelsen af solcellerne, hvis betontagsten vælges som referencetag. Vælges teglstenstag som referencetag, scorer solcelletage derimod lidt bedre pris-ydelsesmæssigt end påbyggede solceller.

Nedbyggede solceller scorer lidt lavere i forhold til pris-ydelsesmæssigt, sammenlignet med påbyggede solceller.

Påbyggede solceller på carporttagene scorer langt bedst pris-ydelsesmæssigt i forhold til solcelletage. Her sammenlignes med et billigt metaltage på carportene.

Man skal være opmærksom på, at en pris-ydelsesmæssig sammenligning af solcelleløsninger ikke giver det fulde billede økonomisk, hvis der er en væsentlig forskel på, hvor meget elektricitet, de forskellige solcelleløsninger producerer.

Solceller på carporttagene vil kræve en ombygning med ændret hældning. Denne løsning vil påvirke det frie udsyn for en række beboere.

Med den udformning, som hustagene har på SB, kan der opnås en ca. tre gange så høj el-produktion ved solcelletage, eksemplificeret ved solcelletaget solartag.eu, som ved påbyggede solceller på alle

hustage (estimeret til 354 MWh/år i 2030 fra solcelletaget solartag.eu i forhold til 119 MWh/år fra påbyggede solceller) og vil dermed være den løsning, som reducerer CO<sub>2</sub>-udledningen mest.

## II.2.2 Regulatoriske rammer og tariffer

Danske regler og tariffer for energifællesskabers tilslutning til el-nettet og afregning er i Danmark begrænsende og giver en række barrierer for etablering af energifællesskaber.

I Stavnsbåndet arbejdes der i scenarierne med to former for el-tilslutning:

- Elforbrug og produktion tilsluttes inden for samme måler. Dette må i Danmark kun gøres inden for en forbruger (fx en bolig), eller en bygning, men hvor Stavnsbåndet består af flere bygninger. Og elbiler kan ikke få el-afgiftsrefusion, hvis de er i samme installation som solceller.
- Elforbrug og produktion tilsluttes selvstændige hovedmålere. Det kunne i Stavnsbåndet eksempelvis være til én hovedmåler pr. bygning med henblik på at få en fælles løsning for beboerne i samme bygning. I dette tilfælde betales samme tariffer, som hvis anlæggene var placeret langt fra hinanden, og energifællesskabet får dermed ingen andel i systemets fordele ved nærhed mellem produktion og forbrug.

Begreberne ”bag ved måleren” og ”foran måleren” bruges ofte. ”Bag ved måleren” betyder, at der opnås såkaldt nettoafregning i forhold til Skat (afregning af produktion minus forbrug inden for en nærmere angivet tidsperiode eller afregning af egetforbrug af el), hvilket betyder, at forbrugeren sparer indkøbt strøm til ”den dyre takst”, incl. el-afgifter og moms inden for den fastlagte tidsperiode i afregningsreglerne. ”Foran måleren” betyder omvendt, at der ikke opnås nettoafregning i forhold til Skat. Med andre ord betyder ”bag ved måleren”, at en given el-produktion fra solceller kobles sammen med et forbrugssted, mens ”foran måleren” betyder, at el-produktionen sælges direkte til el-nettet på sammen måde, som fx en vindmølle gør.

Tidsperioden for nettoafregning (bag ved måleren) er blevet ændret og strammet de seneste 10 år i takt med, at solcelleanlægs økonomi er blevet forbedret. Indtil november 2012 var det muligt at opnå nettoafregning på årsbasis, hvilket otte individuelle solcelleanlæg i SB fik de første år efter, at de var sat op. I dag modtager de otte anlæg nettoafregning på timebasis. Fra og med 1. januar 2021 ændredes nettoafregningen for nye anlæg fra at være på timebasis til at være på øjebliksbasis, hvilket et nyt solcelleprojekt i SB dermed vil være underlagt som vilkår. De gennemførte analyser forudsætter nettoafregning på øjebliksbasis.

Forslag om en lokal kollektiv tarif for energifællesskaber er endnu ikke på plads. Et verserende udkast fra Radius og Cerius peger på, at denne nye tarifering ikke vil være særligt attraktiv for energifællesskaber, med mindre fællesskaberne har et forholdsvis jævnt elforbrug.

## II.2.3 Scenarieanalyser af udvalgte solcelleløsninger

De økonomiske konsekvensvurderinger i scenarieanalyserne er gennemført med tidsskridt på en time for både el-produktion og el-forbrug. Derudover er der anvendt en timebaseret elpris, som stammer fra el-markedsmodellen Balmorel. Den økonomiske analyse er foretaget med en projektperiode på 35 år.

Fremtidens priser i elmarkedet vil sandsynligvis afspejle prisen på etablering af solceller på mark, hvilket betyder, at el-salgsprisen for solceller vil være forholdsvis lav, omkring 30-40 øre/kWh.

Samtidig vil el-købsprisen være væsentligt højere, estimeret til ca. 1,86 kr./kWh i 2030, hvilket skaber en betydelig økonomisk gevinst ved egetforbrug, selv med ekstra omkostninger til invertere og ledningsnet. Denne gevinst afhænger dog af, at elafgiften forbliver høj, da en lavere afgift vil reducere incitamentet til egetforbrug. Solceller bidrager i sig selv ikke til at mindske det forbrugsdrevne behov for netudbygning, da produktionen ofte er lav, når nettet er mest belastet. Udjævning af belastning af el-nettet vil derfor kræve, at der etableres batterier sammen med solceller.

Der kan være besparelser i tariffer for solcelleejere, men disse besparelser kan blive reduceret, hvis tarifsystemet ændres.

Solcelletages årlige produktion på alle hustage (beregnet ud fra solartag.eu's ydelse) overstiger det lokale elforbrug i boliger og fælleshus Stavnsbåndet med en faktor på ca. 3,3 med en estimeret potentiel el-produktion på 354 MWh/år i forhold til et estimeret årligt el-forbrug på 108 MWh/år. Det betyder, at en meget stor del af strømmen i så fald må sælges til el-nettet til en lavere pris end den besparelse, som kunne være opnået ved at erstatte egetforbrug. Af den grund vil solcelletage i Stavnsbåndet være mindre økonomisk fordelagtige end påbyggede solceller, hvor anlægsstørrelsen i analyserne er tilpasset og optimeret i forhold til det lokale forbrug.

Der er gennemført en screening af en lang række scenarier i en første analyserunde, hvor både produktionssted (tage på huse og carporte), solcelleteknologi (påbyggede solceller og solcelletaget solartag.eu), forbrugssted (fælleshus, boliger, el-biler og direkte salg til el-nettet) og tarifmodel (normaltarif og tarifforslag for energifællesskaber) varieres, og der er gennemført analyser af nye tage både med og uden solceller. Endelig er der varieret på, hvilket referencetag solcelletage sammenlignes med (betontagsten eller teglsten).

To scenarier er i en anden analyserunde analyseret nøjere klimamæssigt, økonomisk og finansielt:

- Påbyggede solceller på tage i alle huse
- Solcelletaget solartag.eu på tage i alle huse

Scenariet for de påbyggede solceller er opsat på de tage, der producerer bedst (syd- og vestvendte tage). Solartags-scenariet er derimod et scenarie, hvor alle hustage er udnyttet, incl. nord- og østvendte tage. Den økonomiske fordel ved at opsætte aktive solcelletage på de dårligst placerede tage (de nordvendte tage) er undersøgt og er fundet positiv ud fra en marginal økonomisk betragtning og derfor medtaget i det scenarie.

Der er i finansieringsanalysen forudsat en konkret lånefinansiering med et annuitetslån med løbetid på 30 år og en realrente (nominel rente, renset for inflation) på 3%. Der sammenlignes og analyseres, hvad finansiering af ovennævnte investeringer vil resultere i med henblik på, at beboerne i bofællesskabet kan få et indtryk af, hvor stor en årlig bruttoydelse de undersøgte tagudskiftninger vil medføre med en lånefinansiering af ovennævnte fire løsninger for alle hustage. Den årlige bruttoydelse som følge af investering og lånevilkår modregnes herefter med skattefordelen ved rentefradrag på lånet og driftsindtægter ved el-produktion, således at en årlig nettoudgift kan beregnes for alle beboere samlet set.

## Udvalgte scenarieresultater

Scenarier med Solartag.eu. på alle hustage resulterer i en tre gange så stor reduktion af drivhusgasser som scenarier med påbyggede solceller på alle hustage. Reduktionen af klimabelastningen ved opsætning af solceller vurderes at være ca. 150 g/kWh. På kort sigt vil solcelleproduktionen erstatte gas og kul på kraftværker med potentielt større klimaeffekt, mens der ved vurdering af den langsigtede klimaeffekt er forudsat, at solcelleproduktionen bruges til fremstilling af Pt X- brændstoffer.

Påbyggede solceller er i alle sammenligninger med solcelletaget solartag.eu væsentligt mere rentable. Tilbagebetalingstiden for de påbyggede solceller i Stavnsbåndet er estimeret til 13 år, beregnet over en projektperiode på 35 år.

Solartag.eu vil aldrig blive tilbagebetalt med betontagsten som referencetag. Vælges teglstenstag som referencetag, kan der opnås en tilbagebetalingstid på 18 år.

Fælleshuset kan forsynes fra påbyggede solceller, enten placeret på fælleshusets tag eller placeret på carportene. Begge muligheder er økonomisk fordelagtige, men placeringen på fælleshusets tag er den bedste løsning af de to muligheder, økonomisk set.

Analyserne viser, at det ikke vil være attraktivt at forsyne el-biler med strøm fra solceller i Stavnsbåndet, såfremt el-bilerne er i samme installation som solcellerne, da dette kan føre til tab af retten til afgiftsrefusion på den del af elbilernes strømforbrug, der kommer fra el-nettet.

En undersøgelse af Radius' nye tarifforslag om tarifiering af energifællesskaber viser, at modellen ikke er økonomisk attraktiv sammenlignet med normal tarifiering. Batterier er forudsat anvendt til at optimere produktionen fra solcelleanlægget i forhold til tariffjerne.

En mere avanceret batteristrategi, hvor batterier oplades, når elprisen (og belastningen af el-nettet) er lav og anvendes i Stavnsbåndet, når elprisen er høj, er ikke analyseret. En sådan strategi kan potentielt udjævne elforbruget yderligere og kan være en fordel for både Stavnsbåndet og for Radius. Stavnsbåndet kan også selv gøre noget ved at undgå, at alle el-biler lader op på samme tid og dermed medfører en høj momentan spidsbelastning. Kan være et indsatspunkt for el-ladelaug'et. Problemstillingen med høj spidsbelastning i vinternætter er illustreret i projektrapporten.

Den finansielle analyse sammenligner følgende situationer, hvor der vælges samme løsning for alle hustage (fælleshus og de 29 individuelle boliger):

- Nye betontagstenstage uden solceller (1:1 løsning) – investering 18,6 mio. kr.
- Nye teglstenstag uden solceller – investering 22,1 mio. kr.
- Nye betontagstenstage med påbyggede solceller – investering 19,8 mio. kr.
- Nye tage med integrerede solcelletage af fabrikatet solartag.eu – investering 26,9 mio. kr.

Alle priser er inkl. moms.

Resultatet af den finansielle analyse viser, at løsningen med den laveste nettoudgift vil være at påbygge solceller på nye betontagstenstage, svarende til de tage, som Stavnsbåndet har i dag. Betontagstenstage med påbyggede solceller i år 1 er således 2 procentpoints billigere i årlig nettoydelse end betontagstenstag uden solceller. Teglstenstag og solartaget er henholdsvis 19% og 31% dyrere end betontagstenstage uden solceller.

## II.2.4 Stavnsbåndets beslutningsproces

Der er igennem projektføreløbet afholdt tre fællesmøder, hvor beboerne i Stavnsbåndet er blevet opdateret på status for projektets afvikling, og hvor man på mødet er blevet bedt om at forholde sig til strategiske spørgsmål. På det afsluttende fællesmøde torsdag d.26. september blev projektresultater gennemgået, og en skriftlig afstemning med prioritering af, hvilke løsninger de foretrækker, blev introduceret.

Beboerne blev bedt om at prioritere ni forskellige løsninger, både hustage uden solceller og hustage med solceller, dels under forudsætning af, at æstetik var eneste kriterium, dels samlet set, hvor klima, æstetik og økonomi/finansiering skulle afvejes.

### Afstemningen viste:

39 beboere ud af 44 har deltaget i den skriftlige afstemning.

I forhold til æstetik alene blev prioriteret, at der enten vælges solcelletaget solartag.eu, eller at der ikke opsættes solceller på tagene. Der var en lille overvægt for at foretrække røde tage frem for sorte tage.

Resultatet af den samlede prioritering viste, at de fleste beboere (32 ud af 39) ønskede, at der investeres i solceller i forbindelse med tagudskiftning. 14 bofæller prioriterede påbyggede solceller højst på alle hustage, 12 bofæller prioriterede solcelletaget solartag.eu højst ved en tagudskiftning, og 6 bofæller prioriterede påbyggede solceller højst på fælleshuset. Hvis sidstnævnte løsning vælges som investeringsstrategi, vil det være op til de enkelte boligejere at vælge, om de individuelt derudover vil opsætte solceller på deres egne huse (på samme måde som tilfældet er i dag).

Afstemningen viste endelig, at der lægges vægt på at finde en fælles løsning, som giver lige muligheder for alle til at bidrage til den grønne omstilling.

## II.3 Videre undersøgelser frem mod en beslutning

Den skriftlige afstemning viste, at der på det foreliggende grundlag ikke kan samles opbakning om én løsning. Der er derfor behov for yderligere undersøgelser, inden der kan identificeres en løsning, som Stavnsbåndet kan samles om. Der er et udtrykt ønske om at undersøge mulighederne for at reducere investeringsbehovet og/eller øge driftsindtægterne ved el-produktion fra solcellerne, så den samlede årlige nettoudgift for bofællerne kan blive reduceret.

Generelt skal anføres, at investeringstal i denne rapport er listepriiser, hvor endelige priser først kendes efter, at et udbud er afholdt. Imidlertid vurderes det nødvendigt at komme tættere på de endelige priser, inden beslutning tages, så der kan træffes en investeringsbeslutning på et oplyst grundlag.

Kvalificering og optimering af de økonomiske konsekvenser af tagudskiftning og solcellekomponenten kan opdeles i 1) ændring af investeringsomfanget og 2) forøgelse af el-indtægterne ved el-produktionen. Ændring af investeringsomfanget kan yderligere opdeles i indkøb af

materialer og arbejdskraft (håndværkerudgifter). Det vurderes, at der kan være væsentlige optimeringsmuligheder inden for alle tre områder.

På materialesiden kan der være muligheder for billigere tagtyper end de undersøgte, eller tagtyper kan købes billigere end forudsat. Der kan også vælges billigere undertagsløsninger end faste undertage (banevareundertage eller slet ingen), og endelig kan der varieres på, hvor stor en del af et solcelletag, der er passiv og aktiv, hvis den løsning vælges.

De udarbejdede investeringsoverslag af Stavnsbåndets tagrådgiver viser, at håndværkerudgifter udgør en meget stor andel af investeringer i nye tage for betontagstenstage og for teglstenstage. Det er derfor vigtigt at se på mulighederne for at reducere udgifterne i byggeperioden. Der kan være væsentlige besparelsesmuligheder, afhængig af monteringsmetoden.

Endelig kan driftsindtægterne øges. I projektets analyser indgår batterier til at flytte el-produktion fra perioder med stor solindstråling og lavt elforbrug (typisk i dagtimer) til perioder med højt elforbrug og lav solindstråling (typisk i aftentimer og morgentimer), mens den supplerende økonomiske gevinst ved opladning af de forudsatte batterier, når el-priserne er lave, og afladning, når el-priserne er høje, ikke er ikke undersøgt i analyserne.

## II.4 Skatte/energipolitiske barrierer og løsningsmuligheder

Analysearbejdet har identificeret nedenstående barrierer i den nuværende regulering – barrierer som andre aktører i markedet også har peget på. Gennem regneeksempler med Stavnsbåndet som case diskuteres herunder, hvad der kan ændres for at fremme lokal vedvarende el-produktion, etableret i et energifællesskab. Resultaterne af analysen af de mulige løsninger på de identificerede barrierer er opsummeret i projektrapporten.

Følgende uhensigtsmæssigheder og løsningsforslag er identificeret:

1. El-bilere har hidtil mistet afgiftsrefusion ved køb af el fra nettet, hvis de aftager el fra solceller, fx placeret på carporttage, såfremt el-bilerne er i samme installation som solcellerne. Denne afgiftsregel medfører, at solceller på SB's carporttage ikke økonomisk rentabelt kan levere el til el-biler fra solceller.
  - Løsningen kan være, at el-afgiftsrefusionen opretholdes for den el, der købes fra nettet, selvom der også aftages el fra solceller til el-bilerne. Regneeksemplet viser en markant bedre business case for Stavnsbåndets el-bilere. Den interne rente ændres fra at være negativ (- 4,0 % til + 4,7%). Projektgruppen er bekendt med, at der ved projektets afslutning er aktører, der tilbyder dette "split", men er usikker på, om der fortsat er behov for en generel regelændring. Se fx: [https://load.dk/solceller/?utm\\_source=facebook&utm\\_medium=paid\\_social&utm\\_campaign=s360\\_dk\\_conversions\\_Solceller\\_asc+Campaign&utm\\_content=Conversion\\_Solceller\\_Still\\_Skift\\_1A](https://load.dk/solceller/?utm_source=facebook&utm_medium=paid_social&utm_campaign=s360_dk_conversions_Solceller_asc+Campaign&utm_content=Conversion_Solceller_Still_Skift_1A)
2. Energifællesskaber forskelsbehandles i forhold til en-familieboliger. Energifællesskaber har ikke som enfamiliehuse mulighed for, at egenproduceret el kan erstatte dyrt indkøbt el til at dække boligernes elforbrug, i det følgende kaldet kollektiv nettoafregning. Et solcelleprojekt i SB er derfor nødt til at blive udformet som 30 individuelle projekter (én for hver af de 29 boliger og én for fælleshuset) med individuelle invertere, individuelle batterier og ekstra

kabelføring som betingelse for, at beboerne kan nettoafregne. Denne løsning er samfundsøkonomisk ressourcospild. Individuel nettoafregning blokerer endvidere for indkøb af fællesbatterier for bofællesskabet og vil reducere mulighederne for koordineret effektudjævning og mindre belastning af el-distributionsnettet, hvilket er i direkte modstrid med intentionerne ved at etablere et energifællesskab.

- Løsningen kan være, at kollektiv nettoafregning for energifællesskaber gøres mulig, således at den samme økonomiske fordel, som de 29 husstande og Fælleshuset kan opnå, også bliver mulig for SB som energifællesskab. Regneeksemplet forudsætter, at solcelletage på alle hustage er organiseret i et energifællesskab (i et solcellelaug) og får samme økonomiske fordel som, hvis den individuelle nettoafregning anvendes. Sammenlignes et solartag med betontagstenstag som referencetag, øges den interne rente dermed fra -0,5% til 2,1% før skat. Sammenlignes solartaget i stedet for med teglstenstag som referencetag, øges den interne rente fra 4,7% til 8,4% før skat.
- Hvis det viser sig ikke at være muligt at flytte nettoafregningsmuligheden fra SB's 29 boliger og fælleshus til ét energifællesskab, der sælger direkte til el-nettet, kan den tilsvarende økonomiske fordel som ved individuel nettoafregning i stedet opnås med et investeringstilskud. Det kunne – jf. regeringens solcellestrategi fra maj 2024 – være gennem en kommende pulje til el-produktion fra vedvarende energikilder, herunder med støtte til *solceller på mindre tilgængelige arealer, fx større tagarealer i bymæssig bebyggelse som boligforeninger*. Puljen forventes etableret i 2025. Regneeksemplet viser, at et anlægstilskud på ca. 3,8 mio. kr. vil svare til den økonomiske fordel, som et solcellelaug alternativt kunne have opnået gennem kollektiv nettoafregning.

Et fællesbatteri kan i begge situationer ovenfor blive økonomisk interessante for Stavnsbåndet og dermed i højere grad bidrage til effektudjævning end de individuelle løsninger.

3. Manglende mulighed for kollektiv nettoafregning modvirker, at potentialet for solceller på hustage udnyttes fuldt ud. Den individuelle nettoafregningsmodel har som utilsigtet konsekvens for en boligforening som Stavnsbåndet, at det ikke er økonomisk attraktivt at udnytte tagarealerne fuldt ud, fordi el-forbruget i Stavnsbåndet er for lavt i forhold til el-produktion fra alle tagarealer. Manglende mulighed for kollektiv nettoafregning betyder, at den ønskede fremme af vedvarende energianlæg (solceller og vindmøller) andre steder end i det åbne land, som er formuleret som et ønske i regeringens solcellestrategi fra maj 2024, derfor bliver begrænset af økonomiske grunde.
  - Muliggøres kollektiv nettoafregning, åbner der sig et videre perspektiv: Stavnsbåndet kan ifølge forventede kommende regler etablere et virtuelt energifællesskab, der omfatter hele det lokale net i lokalområdet, hvilket er meget større end Stavnsbåndet som boligområde. Elforbruget vil dermed blive tilsvarende større end Stavnsbåndets eget elforbrug. Hvis kollektiv nettoafregning i et sådan stort virtuelt energifællesskab muliggøres, kan det betyde, at det fulde tagareal i Stavnsbåndet kan blive anvendt økonomisk optimalt til el-produktion på samme måde som påbyggede solceller, fordi elforbruget nu bliver så meget større. Denne mulighed er dog ikke kvantificeret i projektet.



4. Solcelleprojekter for boliger forskelsbehandles i forhold til solcellerparker, etableret af kommercielle virksomheder. Kommercielle virksomheder er momsregistrerede og investerer i energianlæg uden at skulle betale moms af investeringen og sælger den producerede el på el-markedet Nord-pool. En boligejer skal betale moms af sine energiinvesteringer, men skal på trods heraf afsætte en del af sin el på el-markedet på samme vilkår som de kommercielle operatører.
- Her kan løsningen være, at boligejere, der vælger at sælge direkte til nettet (foran måleren), i stedet for at anvende nettoafregningsmodellen (bagved måleren) kan få et el-produktionstilskud (en feed in - præmie), der har samme værdi som en momsfrigørelse på anlægsinvesteringen. Denne mulighed vurderes navnlig at være interessant for boligejere, hvor muligheden for el-produktion til at dække egetforbruget er lille, i regneeksemplet mindre end 10%.

### III. Læsevejledning

Kapitel IV beskriver baggrunden, overordnede rammer og analysespørgsmål for projektet.

#### Del A (kapitel V og VI).

Kapitel V angiver formål med del A. Kapitel 5 vurderer relevante tagflader i SB (fælleshustag, individuelle hustage og carporte) og beskriver og vurderer mulige tagløsninger og solcelleteknologier, der kan være relevante. De vurderede solcelleløsninger illustreres med fotos og tegninger som input til, at SB's medlemmer (individuel) kan vurdere æstetiske forhold. Løsningerne vurderes derudover i forhold til forventede levetider og garantiforhold, driftsforhold og ydelser og priser. Priserne foreligger som investeringsoverslag for de beskrevne solcelleteknologier, sammenholdt med situationen, hvor der udskiftes tage uden solceller. Afsnittet afsluttes med en rangordning af teknologierne på de konkrete placeringer i SB i forhold til pris/ydelse (kr/kW).

Kapitel VI estimerer den årlige el-produktion fra de undersøgte teknologier i kapitel V på de identificerede mulige tagarealer. El-produktionen er nedbrudt på timebasis af hensyn til scenarieanalyserne i projektet. Endvidere estimeres det årlige elforbrug i Fælleshus, i de individuelle husstande og i de el-biler, der ejes af Stavnsbåndets husstande. Endelig estimeres for et "nedslagsår", år 2030, el-produktionspriser for de undersøgte teknologier, opsat på de udpegede tage i SB. Produktionspriserne sammenholdes med forventede priser i 2030 for indkøbt el fra nettet og solgt el til nettet.

#### Del B (kapitel VII - X)

Kapitel VII angiver formål med del B – opdateret bl.a. som følge af projektresultaterne i del A.

Kapitel VIII beskriver de nuværende generelle regulatoriske regler, som SB er underlagt som el-producent på basis af solceller. I kapitel X kommenteres derudover de udvalgte scenarier i forhold til de regulatoriske forhold.

Kapitel IX beskriver en analyse af SB's elforbrug på timebasis. På samme måde som for el-produktionen er det også nødvendigt at nedbryde el-forbruget på timebasis af hensyn til scenarieanalyserne i del B i projektet. Nettoafregning har siden 2021 for nye solcelleanlæg skulle foregå på øjebliksbasis (minutbasis), hvorfor det er nødvendigt at "oversætte" resultater på timebasis til øjebliksafregning.

Kapitel X beskriver de gennemførte scenarieanalyser for et antal kombinationer af, hvor el-produktionen foregår, hvilke solcelleteknologier, der anvendes, og hvilke el-forbrug, der kobles sammen med hvilken el-produktion eller alternativt, at al el-produktion sælges til nettet. Scenarierne konsekvensvurderes i forhold til klimaeffekter og økonomi. Ud over at undersøge mulighederne i Stavnsbåndet er der også gennemført energipolitiske analyser for at afdække u hensigtsmæssigheder i den nuværende regulering. Scenarieanalyserne gennemføres i to runder. I første runde screenes og rangordnes et større antal løsninger i forhold til klimaeffekter og økonomisk rentabilitet, mens der i anden runde gennemføres en investeringsanalyse over hele projektets analyserede levetid på 35 år samt en nøjere klimamæssig vurdering af de to udvalgte løsninger, sammenlignet med et referencetag.

Kapitlet afsluttes med en finansiel analyse med lånefinansiering af to alternative tagløsninger uden solceller med to tagløsninger med solceller. Der tages i den finansielle udgangspunkt i totalinvesteringsoverslag for disse fire løsninger, hvor både investeringerne i solcelledelen og i tagdelen er estimeret.

#### Øvrige kapitler (kapitel XI – VI)

Kapitel XI behandler en række emner, der skal tages højde for og arbejdes videre med, hvis SB beslutter at etablere solceller på sine tage. Det drejer sig om input til projektering, afregning ved deling af elforbrug, myndighedsgodkendelse, finansieringsmæssige forhold, og hvad de særlige ejerforhold i SB betyder.

Kapitel XII beskriver den gennemførte interne proces i SB under projektføreløbet, og hvilke tagløsninger – med og uden solceller, som Stavnbandets beboere ved projektets afslutning har prioriteret højest i en afvejning mellem klimahensyn, æstetik og økonomiske hensyn.

Kapitel XIII opsummerer de to studenterprojekter på AAU, der har fulgt og understøttet Stavnbandets afklarings- og beslutningsproces under projektføreløbet.

Kapitel XIV nævner en række emner, det kan være hensigtsmæssigt at undersøge nærmere, inden Stavnbandet træffer en investeringsbeslutning.

Kapitel XV Kommer med råd til, hvordan andre boligforeninger kan gennemføre en lignende analyse, som Stavnbandet har gennemgået.

I kapitel XVI er der to bilag. Bilag 1 ses tagfladearealer, opgjort i m<sup>2</sup>, og ydelser, opgjort i W/m<sup>2</sup>.

## IV. Baggrund og formål

*Ansvarlig, kapitel IV: Stavnsbåndet*

### IV.1 Baggrund

- Bofællesskabet Stavnsbåndet (SB) blev oprettet i 1979 og er en boligforening, der består af 29 boliger (26 huse, idet tre huse er opdelt i 6 boliger), samt fællesfaciliteter i form af et fælleshus, udearealer samt 26 carporte.
- Boligerne er ejerboliger, hvor hver boligejer ejer en andel af fællesfaciliteterne ud over egen bolig.
- Boligerne er placeret omkring to gårde – Østgården og Vestgården med Fælleshuset i midten mellem de to gårde. Der er seks længer af rækkehuse, hvor tagene vender både syd-nord og øst-vest. Fælleshusets tag vender øst-vest.
- Carportene ligger i randen af bebyggelsen og vender mod syd eller vest.
- Yderligere oplysninger om Stavnsbåndet kan ses på SB's hjemmeside: [www.stavnsbaandet.dk](http://www.stavnsbaandet.dk)
- Stavnsbåndet har tradition for grønne investeringer og tiltag. I 1991 initierede og etablerede Stavnsbåndet et vindmøllelaug, der opsatte en vindmølle i Kollerød syd for Allerød, hvor 23 husstande i Stavnsbåndet og ca. 100 familier i alt i lokalområdet investerede i fællesmøllen. Møllen kører stadigvæk. For 10 år siden valgte 8 husstande gennem en koordineret indsats at opsætte solceller på deres egne hustage, og senest har bofællesskabet givet tilskud og lån på i alt ca. 200.000 kr. til at etablere el-ladestander, el-kabler og anden nødvendig el-infrastruktur til et el-ladelaug til bofællesskabets nuværende og kommende ejere af el-biler. P.t. er 12 husstande medlemmer af el-ladelaug'et, og antallet af medlemmer stiger støt. I analyserne i dette projekt er der taget udgangspunkt i, at der var 11 medlemmer af el-ladelaug'et, hvilket var tilfældet pr. 1.1.2024.
- Beboerne i Stavnsbåndet er som udgangspunkt positive over for at bidrage til den grønne omstilling ved at etablere solceller på sine hustage eller carporte. Stavnsbåndet har udarbejdet et manifest om bæredygtighed og viser på denne måde den positive holdning til at bidrage til den grønne omstilling. Begrebet bæredygtighed forstår vi bredt, både i forhold til vores sociale fællesskab, vores fælles økonomi, samt til den natur og det miljø, som vi omgiver os med.
- Det vil dog være en forudsætning for en etablering af solceller, at etableringen sker i forbindelse med, at hustage eller carporte alligvel skal udskiftes; at det vurderes af beboerne at være en æstetisk pæn løsning; samt at forrentningen af investeringen vurderes at være tilstrækkelig god. Endelig skal der findes en finansieringsløsning, der har til formål, at alle kan være med i investeringerne. Investeringer i solceller på Fællehustag og carporte kan besluttes blandt et flertal af husene. Investeringer i solceller på ejernes egne hustage besluttes derimod af den enkelte husejer (to husejere i hver af de tre opdeltede huse).

- Faglige vurderinger peger på, at tagene på fælleshus og individuelle hustage, der nu er 45 år gamle, skal udskiftes inden for få år. Endvidere trænger carportene til at blive udskiftet.
- Der er en interessant teknologisk udvikling på solcelleområdet, herunder med a) markant billigere solceller de senere år; b) solcelleplader, der kan erstatte tage på fx carporte; c) integrerede solceller i tagene (som ikke sættes oven på tagene, men integreres i tagene på den ene eller anden måde) samt d) batteriløsninger, der kan korttidslagre strøm fra dag til nat hvis behov.
- Folketinget har i foråret 2023 vedtaget en ændring af Elforsyningsloven, der har til formål at fremme ”energifællesskaber”, hvor boligforeninger fremover både kan være el-forbrugere (consumers) og el-producenter (producers), såkaldte ”prosumers”, og der kan søges støtte til at fremme energifællesskaber, hvilket Stavnsbåndet har gjort og modaget støtte til af Energistyrelsen. Elselskaberne er gået i gang med at udvikle en ny tarifmodel til brug for afregning af el mellem elselskab og energifællesskaber. Elselskaberne Radius og Cerius har i foråret 2024 fremsat et forslag hertil, der nu ligger til godkendelse hos Forsyningstilsynet. Dette projekt analyser tarifforslagets fordelagtighed for Stavnsbåndet.

## IV.2 Regeringens solcellestrategi

Regeringen offentliggjorde i maj 2024 ”Solcellestrategi for en styrket udbygning med solceller i Danmark”. Strategien fokuserer primært på urbane områder, på tage og på mindre tilgængelige områder, idet det vurderes at vilkårene for udbygningen af solceller i det åbne land er fastlagt.

Stavnsbåndets solcellegruppe vurderer, at strategien kan få betydning for analysearbejdet i projektet og senere for implementering af ét eller flere energifællesskaber i Stavnsbåndet og derfor bør tænkes ind ved tilrettelæggelsen af projektet. Det drejer sig bl.a. om:

1. I afsnittet i strategien ”Små energifællesskaber”, som Stavnsbåndet hører ind under, vurderes mulighederne for at udvide mulighederne for at dele elektricitet (og opnå dermed afgiftsreduktion) gennem interne el-forbindelser til også at omfatte el-forbrugere på tværs af flere bygninger. Der fastslås, at deling af el mellem flere kunder (flere såkaldte forbrugssteder) vil have karakter af ”distribution af el”, der ifølge EU’s elmarkedsdirektiv kun kan varetages af en netvirksomhed. Det betyder, at de scenarier, der analyseres i projektet *ikke* må omfatte flere forbrugssteder, hvis afgiftsreduktion skal kunne opnås. Et forbrugssted er i Stavnsbåndssammenhæng enten en bygning (Fælleshuset, hver af de seks huslængere eller carportene) eller hver af Stavnsbåndets husstande, der både kan have et el-forbrug i sin bolig og et el-forbrug gennem ejerskab af en el-bil. Produktionssteder for solcellestøm må ligge op til 500 meter fra et forbrugssted.
2. I afsnittet i strategien ”Solceller på tage” beskrives, at Folketinget har vedtaget at etablere en pulje til vedvarende energi, herunder solceller, på ”mindre tilgængelige arealer”, som ikke nødvendigvis er de billigste løsninger på markedet, for dermed at fremme vedvarende energianlæg placeret andre steder end i det åbne land. Mindre tilgængelige arealer vil i relation til puljen bl.a. kunne være ”større tagarealer i bymæssig bebyggelse som boligforeninger”. Puljen har et samlet beløb på 178,6 mio. kr., og regeringen vil inden udgangen af 2024

fremlægge et endeligt forslag til, hvordan puljen kan udmøntes. Denne støttemulighed kan være nyttig at være opmærksom på allerede i analysearbejdet og indgår derfor som en “energiøkonomisk følsomhedsanalyse” i projektet.

### IV.3 Formål

I afsnit IV.3.1 er projektets hovedformål beskrevet, og i afsnit IV.3.2 er delformålene beskrevet med udgangspunkt i Energistyrelsens vejledning.

Der er krav til hovedformålet, der skal omfatte planlægning, etablering eller organisering af et projekt, som energifællesskaber kan beskæftige sig med. Ét eller flere af følgende elementer skal indgå i projektet: Udvikling eller anvendelse af løsninger, der omfatter: Produktion, levering, forbrug eller deling af elektricitet, varme eller køling, aggregering, energilagring eller fleksibilitets – og energieffektivitetsydelse

Vejledningen opstiller endvidere 7 delformål, hvor projektet som minimum skal understøtte ét delformål.

I afsnit IV.3.1 og IV.3.2 er med kursiv angivet, om - og hvis ja hvordan - projektet har bidraget til opfyldelse af henholdsvis hovedformål og delformål i Stavnsbåndets ansøgning om støtte til projektet.

#### IV.3.1 Hovedformål

Hovedformålet med projektet er at forberede et grundlag for, at bofællesskabet Stavnsbåndet kan beslutte at producere, dele og forbruge el fra solceller til at dække bofællernes fælles og individuelle el-forbrug. I beslutningsgrundlaget indgår og afvejes følgende hensyn, hvor bæredygtighed i bred forstand har en central rolle:

- Reduktion af drivhusgasser
- Styrkelse af det sociale fællesskab
- Æstetiske forhold ved indpasning af solceller
- Ejerforhold.
- Økonomisk tilbagebetalingstid

Bofællesskabet vil blive inddraget ved strategiske valg under projektforslaget og vil forholde sig til resultater og konklusioner fra projektet, men har ikke forpligtiget sig til at tage en endelig beslutning på basis af analysearbejdet.

Gennemføres projektet, forventes både det sociale og det økonomiske fællesskab i Stavnsbåndet blive styrket gennem fælles investeringer, opnåelse af fælles økonomiske fordele ved at producere solcellebaseret strøm samt gennem etablering af en finansieringsordning, så alle husstande kan være med i solcelleprojektet. Fællesskabet i bredere forstand med lokalsamfund og Furesø Kommune kan endvidere blive styrket ved, at dette projekt kan inspirere andre boligforeninger og kommunen til at facilitere og etablere energifællesskaber.

Stavnsbåndet vil endelig være åben for på et senere tidspunkt at invitere nabobebyggelser med i SB's energifællesskab, såfremt lovgivningen muliggør det, og hvis der kan opnås klimamæssige og økonomiske fordele herved.

Vurdering af, hvad projektet har bidraget til i forhold til hovedformålet:

- *Det vurderes, at hovedformålet med projektet er opfyldt. Der er etableret et beslutningsgrundlag, der inddrager og diskuterer alle ovennævnte aspekter, og beboerne har på basis af en præsentation af projektresultater og en rangordning af undersøgte solcelleløsninger prioriteret, hvilke løsninger, som de prioriterer højest. Se kapitel XII. Stavnsbåndet har ikke taget en endelig beslutning om valg af solceller. Det vil ske i forbindelse med beslutning om udskiftning af tage.*

#### IV.3.2 Delformål

Nedenstående delformål, som prioriteres i puljen til fremme af lokale energifællesskaber forventes at blive understøttet som følger:

- At være et fyrtårnsprojekt, der kan vise, hvordan energifællesskaber kan give besparelser for og aflaste det kollektive el-net:
  - Det vil blive illustreret, i hvor høj grad Stavnsbåndet som energifællesskab vil aflaste det kollektive el-net.

Vurdering af, hvad projektet har bidraget til i forhold til ovenstående delformål:

- *De gennemførte analyser viser, at Stavnsbåndet med de nuværende regler og den nuværende økonomi i batterier næppe vil aflaste el-nettet. Årsagerne hertil er flere:*
  - *Et solcelleprojekt i SB er nødt til som følge af de nuværende afregningsregler at blive udformet som en række individuelle solcelleprojekter for at muliggøre afgiftsfordelene som følge af nettoafregning på øjebliksbasis. Denne løsning modvirker indkøb af fællesbatterier og dermed reduceres muligheden for effektudjævning (aflastning af det kollektive net).*
  - *Batterier ligger på vippen økonomisk, hvilket kan betyde, at der ikke i første omgang investeres i batterier til effektudjævning – kan evt. tilkøbes senere. Solceller uden batterier vil ikke medvirke til effektudjævning, da solen kun i meget begrænset omfang skinner, når der er spidsbelastning af el-nettet.*
  - *Analyserne i projektet viser, at det ikke økonomisk kan betale sig for Stavnsbåndet at anvende Radius/Cerius' foreslåede nye tarifmodel kollektiv lokal tarifering, der har som angivet formål at aflaste det kollektive el-net. Det betyder, at boligejere, der investerer i solceller, fortsat vil bruge den normale C-tarif.*
- Klima-, miljømæssige-, økonomiske- eller sociale fællesskabsfordele ved projekter, der indeholder energifællesskaber:
  - De klimamæssige og økonomiske fordele ved den foretrukne solcelleudbygning vil blive konsekvensvurderet, hvilket kan være til inspiration for andre energifællesskaber.
  - Gennemføres projektet, forventes både det sociale og det økonomiske fællesskab i Stavnsbåndet blive styrket gennem fælles investeringer, opnåelse af fælles økonomiske fordele ved at producere solcellebaseret strøm samt gennem etablering af en finansieringsordning, så alle husstande kan være med i solcelleprojektet.

- Fællesskabet i bredere forstand med lokalsamfund og Furesø Kommune kan også blive styrket ved, at dette projekt kan inspirere andre boligforeninger og kommunen til at facilitere og etablere energifællesskaber. Stavnsbåndet vil også være åben for på et senere tidspunkt at invitere nabobebyggelser med i SB's energifællesskab, hvis der kan opnås klimamæssige og økonomiske fordele herved.
- Der vil blive udviklet beskrevet, hvilke finansieringsmodeller og lånevilkår, der kan tilbydes Stavnsbåndets boligejere med henblik på, at alle boligejere kan deltage i investeringerne i solceller som led i udskiftning af carporte og hustage. Dermed opnås en meget væsentlig social fællesskabsfordel for Stavnsbåndet. De beskrevne modeller kan være til inspiration for andre energifællesskaber.

Vurdering af, hvad projektet har bidraget til i forhold til ovenstående delformål:

- *Det vurderes, at ovenstående er opfyldt fuldt ud gennem de gennemførte analyser og vurderinger.*
- Der etableres et samarbejde mellem SB som energifællesskab og minimum én anden aktør.
  - Følgende aktører indgår i projektet:
    1. Bofællesskabet Stavnsbåndet (SB)
    2. Furesø Kommune
    3. Energijtjenesten (NGO)
    4. Ea Energianalyse (konsulentfirma)
    5. VedvarendeEnergi (interesseorganisation)
    6. Monta (el-operatør)
    7. Landsforeningen for bofællesskaber i Danmark, foreningen Bofællesskab.dk
    8. Aalborg Universitet

Vurdering af, hvad projektet har bidraget til i forhold til ovenstående delformål:

- *Det vurderes, at ovenstående er opfyldt fuldt ud gennem projektforsløbet, hvor alle aktører har bidraget.*
- Der fremmes en stærk og langsigtet lokal opbakning og tilknytning til klimaomstillingen.
  - Analyser og konklusioner i projektet samt Stavnsbåndets og i princippet alle andre aktørers formidling af projektresultater kan medvirke til øget lokal opbakning til klimaomstillingen i Furesø Kommune og generelt i Danmark
  - Gennem realisering af projektet vil Stavnsbåndets husstande deltage forpligtende i den grønne omstilling på lang sigt i Furesø Kommune.

Vurdering af, hvad projektet har bidraget til i forhold til ovenstående delformål:

- *Projektets analyser og konklusioner er formidlet mundtligt og skriftligt lokalt og skriftligt/digitalt i Furesø Kommune og nationalt, jv. den indsendte dokumentation for formidlingen til Energistyrelsen.*



#### IV.4 Perspektiver for SB ved at være energifællesskab

1. Der kan anvendes arealer og tage uden for ejernes egne matrikler til elproduktion fra solceller (i modsætning til i 2013, da der blev opsat individuelle solceller).
2. Der kan produceres solcellestøm til at dække forskellige elforbrugsmønstre - i husstandene, i fælleshuset og i el-biler. Det var en forventning, da der blev søgt tilskud fra Energistyrelsens pulje, at en større andel af den producerede el end de tidligere opsatte individuelle solceller dermed kan anvendes til at erstatte indkøbt el fra el-handler og dermed få en højere værdi, end el, produceret af de individuelle solceller.
3. Et udjævnet el-forbrug igennem energifællesskabet vil aflaste Radius' el-distributionsnet, og den økonomiske gevinst herved gives videre til Stavnsbåndet. Det har ligeledes været en forventning, at dette nye økonomiske incitament kan gøre etablering af solceller i SB økonomisk set mere interessant, end før lovrevisionen blev vedtaget i foråret 2023.

#### IV.5 Analysespørgsmål

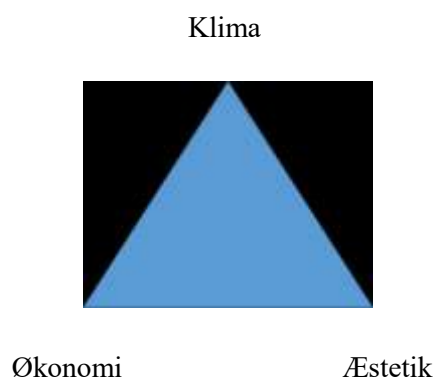
Følgende spørgsmål ligger til grund for tilrettelæggelsen af både analyserne i projektet og Stavnsbåndets stillingtagen til etablering af solceller i SB:

- Hvilke tage indgår? Hvilke tage producerer bedst solcellestøm?
- Hvilke solcelleteknologier scorer højest på klima og økonomi? Hvilke er pæneste?
- Hvilke el-forbrug forsynes økonomisk bedst med solcellestøm, hvis el-produktionen *ikke* sælges direkte til nettet?
- Er det økonomisk attraktivt, at al el sælges til nettet gennem et solcelleaug (ligesom vindmøller eller solceller på landbrugsarealer)?
- Er kollektiv eller individuel afregning af den producerede strøm bedst?
- Er det en fordel at investere i stationære batterier?
- Er det fordelagtigt at anvende Radius/Cerius nye tarifforslag, kaldet "kollektiv lokal tarifiering"?
- Kan projektet pege på u hensigtsmæssigheder i nuværende regulering og foreslå løsninger, der evt. kan rejses i Folketinget?

Analysespørgsmålene kommenteres yderligere herunder.

#### IV.5.1 Hvordan "scorer" solcelleløsninger ud fra klimamæssige og økonomiske hensyn?

Som det fremgår i kapitel XII om Stavnsbåndets beslutningsproces, vil det være et hovedspørgsmål for bofællerne at prioritere mellem klimahensyn, økonomiske hensyn og æstetik, når der på et tidspunkt udskiftes tage, hvilket nedenstående trekant illustrerer.



I kapitel X kvantificeres klimamæssige og økonomiske hensyn, dvs. der opstilles et grundlag for, at bofæller kan vurdere, om der kan identificeres én eller flere attraktive solcelleløsninger for bofællesskabet sammenlignet med, at der ikke indgår solceller i en ny tagløsning. Der opstilles i kapitel XII to rangordningen af de undersøgte alternativer, for henholdsvis klimamæssige og økonomiske hensyn prioriteres højst.

Stillingtagen til æstetiske forhold er individuelle og understøttes ved fotos eller tegninger i projektet (se kapitel V). På fællesmødet torsdag d. 26. september har bofællerne rangordnet de undersøgte solcelleteknologier på hustage og carporte i forhold til æstetik, og denne rangordning er ligeledes vist i kapitel XII sammen med de øvrige rangordninger. Herved er der tilvejebragt en rangordning af de undersøgte solcelleløsninger, anvendt i SB, i forhold til alle tre hensyn, vist i trekanten som grundlag for bofællernes samlede prioritering, også vist i kapitel XII.

#### IV.5.2 Hvilke tage? Hvilke el-forbrug? Og hvilke teknologier?

Mere specifikt undersøges mulige måder for "solcelle-infrastruktur" og behandler følgende spørgsmål:

- Hvilke tage kan producere solcellestrøm? (Fælleshustaget? Individuelle tage ? Carporttage? Kombinationer?)
- Hvilke solcelleteknologier kan indgå?
- Hvilke el-forbrug kan dækkes med solcellestrøm, når el-produktionen ikke sælges direkte til nettet? (Fælleshusforbruget? Det individuelle forbrug? El-bilernes forbrug? Kombinationer?)
- Er det med gældende regler fordelagtigt at forsyne elbilerne med strøm fra SB's solceller?

#### IV.5.3 Skal der vælges kollektiv eller individuel afregning?

##### *Definition af "bag ved måleren" og "foran måleren"*

Begreberne "bag ved måleren" og "foran måleren" bruges ofte af fagfolk. "Bag ved måleren" betyder, at der opnås såkaldt nettoafregning i forhold til Skat (afregning af produktion minus forbrug inden for en nærmere angivet tidsperiode), hvilket betyder, at forbrugeren sparer indkøbt strøm til "den dyre takst", incl. el-afgifter og moms inden for den fastlagte tidsperiode i afregningsreglerne. "Foran måleren" betyder omvendt, at der ikke kan opnås nettoafregning i forhold til Skat. Med andre ord betyder "bagved måleren", at en given el-produktion fra solceller kobles sammen med et forbrugssted, mens "foran måleren" betyder, at el-produktionen sælges direkte til el-nettet på samme måde, som fx en vindmølle gør.

##### *Nettoafregning på øjebliksbasis*

Tidsperioden for nettoafregning (bagved måleren) er blevet ændret og strammet de seneste 10 år i takt med, at solcelleanlægs økonomi er blevet forbedret. Indtil november 2012 var det muligt at opnå nettoafregning på årsbasis, hvilket de otte individuelle solcelleanlæg i SB fik de første år efter, at de var sat op. I dag modtager de otte anlæg nettoafregning på timebasis. Fra og med 1. januar 2021 ændredes nettoafregningen for nye anlæg fra at være på timebasis til at være på øjebliksbasis, hvilket et nyt solcelleprojekt i SB dermed vil være underlagt som vilkår. En undersøgelse foretaget af Teknologisk Institut peger på, at øjebliksafregning i forhold til timeafregning betyder, at perioderne, hvor der kan spares indkøbt dyr strøm bliver reduceret med ca. 15%. Analyserne i del B er gennemregnet som om, at der er nettoafregning på timebasis, og herefter er indtægterne reduceret med ovennævnte nøgletal på 15%.

##### *Dårligere vilkår for energifællesskaber end individuelle boliger*

Der er i dag en forskelsbehandling i tarifieringen mellem enfamiliehuse og energifællesskaber. Hvis der opsættes solceller på et enfamiliehus (som de otte anlæg i SB), kan der som nævnt opnås nettoafregning for den individuelle el-produktion, der kan erstatte elforbruget, og dermed undgå indkøb af afgifts- og momsbelagt strøm, når solen skinner. Det kan et energifællesskab ikke umiddelbart få lov til. Derfor er et energifællesskab i dag nødt til at "lade som om", at der er tale om et individuelt projekt gennem fremføring af kabler fra produktionsanlæggene til hver enkelt husstand, og hver husstand skal indkøbe individuelle invertere og målere - og hvis rentabelt meget små og individuelle batterier - for at opnå afgifts- og momsfritagelse.

##### *Kan etablering af et solcellelag med kollektiv afregning være en mulighed?*

Hvis Stavnsbåndet beslutter at anvende el-produktionspotentialet fuldt eller næsten fuldt ud, vil der kunne produceres meget mere el, end Stavnsbåndet selv kan bruge, hvilket betyder, at en stor del vil skulle afsættes til el-nettet. Det forhold medfører, at det muligvis kan være interessant at afsætte al el til nettet gennem et kollektivt el-produktionsselskab (et sol-cellelag, der afregner "foran måleren") på samme måde som, hvis der etableres vindmøller eller solceller på landbrugsarealer. Den løsning vil medføre storskalafordele og lavere investeringer i forhold til bag ved målerne. Et kollektivt el-produktionsselskab skal alene indkøbe én kollektiv måler og inverter; el-kabler skal alene fremføres til den kollektive inverter; og der skal også kun indkøbes ét kollektivt batteri. Endvidere vil et momsregistreret el-produktionsselskab ikke skulle betale moms af investeringer, driftsudgifter og salgsindtægter, hvilket vil medføre, at investeringsomkostningerne reduceres med 20%. Til gengæld skal virksomhedens overskud beskattes hos ejerne af selskabet, dvs. beboerne i SB. Det bemærkes, at udgiftsfordelingen tagdelen (selve taget) og solcelledelen i et evt. solcelletag skal godkendes af Skat, idet selskabet kun få momsfritagelse i solcellekomponenten i et evt. solcelletag. Selve taget ejes fortsat af husejerne (de individuelle hustage) eller af bofællesskabet (Fælleshusets tag eller carportene),

hvorfor der skal betales moms af den andel investeringsmæssigt af solcelletaget, der ikke producerer el.

Spørgsmålet økonomisk set er, om en kollektiv afregning vil kunne konkurrere med en individuel afregning (nettoafregning), hvor der indgår en meget væsentlig el-afgiftsfritagelse. Der er også andre forskelle på en kollektiv og individuel afregning. Kollektiv afregning vil betyde, at udgifter og indtægter kan fordeles ud fra fx rimelighedsbetragtninger om, at alle får samme andel af den producerede strøm, uanset hvilke tage, man ejer, og dermed bidrager alle på lige vilkår. Individuel afregning muliggør ikke en tilsvarende fordeling af udgifter og indtægter ud fra fx den enkelte boligejers andel af den samlede investering.

#### IV.5.4 Er kollektiv-lokal tarifiering en fordel for SB?

Distributionsselskaberne Radius og Cerius foreslog i april 2024 en ny tarifmodel for energifællesskaber. Modellen er endnu ikke godkendt af Forsyningstilsynet. Tarifforslaget følger to overordnede principper:

1. De økonomiske fordele, som et energifællesskab leverer til distributionsselskabet gennem sparet maksimal belastning af el-nettet gennem udjævning af belastningen ved hjælp af batterier eller gennem el-besparelse, kommer energifællesskabet til gode
2. Tarifieringen skal være udgiftsneutral over for de forbrugere, der ikke er med i et energifællesskab.

Den nye foreslåede tarifmodel er nærmere beskrevet i kapitel VIII, og det vil i kapitel X blive analyseret, hvorvidt det er en fordel for SB at bruge denne tarifmodel.

#### IV.5.5 Kan projektet pege på uhensigtsmæssigheder i nuværende regulering?

Se opsummeringen af de identificerede uhensigtsmæssigheder i afsnit II.4 og resultaterne fra de skatte- og energipolitiske analyser i afsnit X.4.

## Del A. Kapitel V - VI

## V. Tagflader og solcelleteknologier

- *Ansvarlig, kapitel V: Energitjenesten.*
- *Sammenligninger og rangordninger er opstillet i samarbejde med SB.*

### V.1 Formål med del A

Formålet med del A er at tilvejebringe et grundlag for at rangordne og vælge solcelleteknologiske løsninger på de forskellige tage (Fælleshusets tage, carporttage og individuelle tage) – dvs. udvælgelse af løsninger, der anvendes i det videre analysearbejde ud fra æstetik, klima og økonomi.

Endvidere er formålet at vurdere det maksimale potentiale for at sætte solceller op på SB's tage og sætte potentialet i relation til SB's el-forbrug samt at rangordne ud fra en estimering el-produktionspriser, hvilke tage, der er mest fordelagtige at opsætte solceller på, afhængig af teknologivalg.

### V.2 Oversigt over undersøgte tagflader

Som grundlag for vurdering af de solcelletekniske løsninger har det været nødvendigt at foretage en undersøgelse af tagfladerne og en opmåling af disse ud fra følgende parametre:

- Brutto tagareal for henholdsvis fælleshus, længehuse og carporte
- Orientering (verdenshjørner) og hældning på de enkelte tagflader
- Optegnelse af vinduer, taghætter og andre elementer, hvor placering af solceller ikke er mulig
- Eventuelle skyggekast, som kan reducere solcellernes produktion
- Tagfladernes geometri

Ud fra undersøgelse og opmåling af tagfladerne beregnes nettoarealer til solceller. Nettoarealet er forskelligt i forhold til forskellige solcelletekniske løsninger. Dette skyldes dels forskelle i teknologierne og enhedernes "følsomhed" i forhold til orientering og skygge, dels praktiske forhold i form af størrelse og geometri af de anvendte solcelle elementer ved de forskellige løsninger, samt endelig æstetiske hensyn.

Stavnsbåndet rummer 6 længehuse og 1 fælleshus, i alt 7 bygninger. Alle bygninger har sadeltag med taghældning på ca. 48°. Der er halvvalmede gavle. Der er således 14 større reelle tagflader, samt 14 små trekantede gavlflader.



Foto: Oversigt over bygninger i Stavnsbåndet.  
Længehuse nr. 1-6. Fælleshus nr. 7.



Foto: Oversigt over carporte, nr. 1 - 4

Tagfladerne er med meget forskellig orientering (se foto), heraf 4 tagflader overvejende mod syd, 3 tagflader overvejende mod øst/nordøst, tilsvarende 3 tagflader overvejende mod vest/sydvest, samt endelig 4 tagflader overvejende mod nord.

Der er ovenlysvinduer i alle tagflader, oprindeligt på én række i samme niveau, men aktuelt også med ovenlysvinduer spredt på den øvrige tagflade.

Der er desuden et meget stort antal taghætter, samt enkelte skorstene. Taghætterne er dels til udluftning af tagrum, dels til udluftning af vådrum og til emhætter i beboelserne. I forbindelse med en forestående tagudskiftning antages det, at en række af taghætterne til udluftning af tagrum kan nedtages og øvrige taghætter placeres mere hensigtsmæssigt i forhold til placering af solceller. Endelig er der 8 mindre solcelleanlæg (påbyggede paneler), tilsluttet individuelt til private boliger. Det antages at disse individuelle anlæg nedtages, hvis der etableres fælles anlæg på bygningerne.

Hustage arealer	Areal	Enhed
Bruttoareal	3776	m <sup>2</sup>
Nettoareal u. vinduer	3300	m <sup>2</sup>

Stavnsbåndet rummer 4 carporte, placeret henholdsvis syd og vest for længehusene. Carport-tagene er med ensidig taghældning, næsten flade (under 15°), med hældning mod bagkant.

Carportene er uden ovenlysvinduer eller andre elementer, men omkringstående træer og buske kan med nuværende højde og omfang kaste skygge på dele af tagfladerne på carportene. Disse træer og buske antages at blive beskåret eller evt. fældet i forbindelse med en etablering af solceller.

Nettoarealet regnes derfor lig bruttoarealet.

Carporttage arealer	Areal	Enhed
Bruttoareal	400	m <sup>2</sup>
Nettoareal	400	m <sup>2</sup>

## V.3 Vurdering af mulige solcelleteknologier

### V.3.1 Teknologibeskrivelse, solceller på hustage

På længehusene og fælleshuset er der fokuseret på 3 forskellige solcelleteknologiske løsninger:

- Påbyggede solceller
- Nedbyggede solceller
- Solcelletage

I alle tre løsninger vælges der monokrystallinske solceller, som har et bedre pris/ydelses-forhold end polykrystallinske solceller og tyndfilm-solceller. Monokrystallinske solceller er ensfarvede sorte og opfattes derfor ofte som en æstetisk bedre løsning end polykrystallinske solceller, der typisk er ”flammede” blå. Tynd-film solceller er endnu så dyre, at de kun anvendes til specielle formål. Solcellerne beskyttes af glas, både i solcellepanelerne og i tagplader/tagsten til solcelletage.

#### Påbyggede solceller

Anlægget består af et antal solcellepaneler, som hver især er opbygget af små solceller. Panelerne sammenkobles alt efter anlæggets størrelse i en eller flere strenge, som tilkobles en central inverter (strenginverter). Inverteren tilkobles el-nettet.

Panelerne har en vis fysisk størrelse og geometri, normalt rektangulære med en længde på ca. 160 – 175 cm og en bredde på 80 – 115 cm, afhængig af fabrikat. Arealet pr. panel er ca. 1,3 – 2,0 m<sup>2</sup>. Det enkelte panel indeholder et større antal små solceller i serieforbindelse. Panelerne serieforbindes i strenge, typisk op til 10-12 stk. Serieforbindelserne mellem panelerne og internt mellem solcellerne inde i panelet gør hele anlægget følsomt over for skygge, da skygge på blot enkelte solceller, f.eks. fra taghætte, flagstang eller lignende vil reducere ydelsen for alle celler og paneler i samme serie. Mange nyere solcellepaneler er opbygget med skyggeoptimering, hvor et eller flere bypass reducerer den negative effekt af partiel skygge.

Påbyggede solcellepaneler med en strenginverter er den klassiske solcelleløsning, som har været anvendt gennem flere årtier. Dette er en meget velafprøvet teknologi, som dog gradvist er blevet forbedret, både i form af ovenstående skyggeoptimering og i forhold til ydelsen pr. panel. Ydelsen fra solcellerne vil aftage over tid, men kun relativt langsomt. Der gives generelt en ydelsesgaranti på 25 år, hvor ydelsen kun må være faldet til 80 %. Levetiden er længere, normalt regnes med ca. 40 år. Derudover en 10 årig produktgaranti mod fabrikationsfejl mv.

#### Nedbyggede solceller

Nedbyggede solceller består af helt samme teknologi som de påbyggede solceller. Forskellen på de to løsninger er alene, hvordan de monteres på bygningen. Hvor de påbyggede monteres ovenpå eksisterende tag, så monteres de nedbyggede solcellepaneler i stedet for i tagbeklædningen i afgrænsede felter. Her monteres et særligt undertag samt inddækning ud mod det øvrige tag. Nedbyggede solceller stiller større krav til tagets geometri og placering af ovenlysvinduer mv., da der gerne skal være større sammenhængende felter med de rette dimensioner til nedbygning af solcellepanelerne.



### Solcelletag

Solcelletage har været på markedet i en årrække, men er stadig et nicheprodukt. Solcelletage er ikke en revolutionerende ny teknologi, men bygger på kendte teknologier med et nyt design. Solcellerne indbygges i tagplader eller tagsten, som er enheder med en fysisk størrelse væsentligt mindre end de traditionelle solcellepaneler. Alle tagplader/tagsten er kablede og serieforbundne og tilkoblet inverter, som vi kender det for traditionelle solcelleanlæg. Hvis solcelledelen i en tagplade/tagsten går i stykker, sker det samme, som hvis der kommer skygge på en del af panelet. Hvis de "bare" sidder i serie, så risikerer hele den pågældende streng at slukke. Men på solcelletaget laver man skyggeoptimering med bypass, så her vil man kun miste ydelsen fra den pågældende tagplade/tagsten. Hvis man kan lokalisere den defekte tagplade/tagsten, så kan man naturligvis skifte den.

Elementerne er designet sådan, at de kan oplægges som et fulddækkende tag, enten med plader á la skifertage eller som tagsten á la teglsten/betontegl.

Solcelletaget er designet til at erstatte et "normalt" tag og oplægges derfor på hele bygningen, uanset orientering mod solen. På nordsiden og andre tagflader uden sol og mulighed for el-produktion lægges typisk passive tagelementer uden solceller, ligesom passive tagelementer indgår, hvor der skal foretages tilskæringer mv.

Solcelletaget kræver undertag. Elementerne vil typisk være forsynet med dioder, så anlægget er skyggeoptimeret.

I forhold til levetid på et solcelletag er der her et ekstra parameter, nemlig solcelletaget som klimaskærm betragtet. Her kan garantien være op til 40 år, men med en forventet levetid på op til 80 år. Solcelledelen har normalt 25 års ydelsesgaranti og 10 års produktgaranti som for klassiske påbyggede solcellepaneler. Solcellerne har længere levetid end 25 år, normalt regnes der med en levetid på ca. 40 år. Solcelletaget har derfor en længere levetid som tag betragtet end som solcelleanlæg betragtet. Solcellerne kan umiddelbart ikke "revitaliseres", så enten skal man leve med en væsentligt reduceret ydelse på solcelletage ældre end 40 år, alternativt skifte taget til et nyt (og til den tid sikkert mere effektivt) solcelletag.

### V.3.2 Udformning og æstetik, solceller på hustage

#### Påbyggede solceller - illustration

Påbyggede solceller kendes allerede fra Stavnsbåndet, da der er monteret i alt 8 mindre anlæg tilsluttet private boliger.

Da solpanelerne typisk er sorte, fremstår de meget markant på eksempelvis røde tage.



Påbyggede solceller kan rent praktisk lægges på alle tagflader uden vinduer, taghætter mv., blot det "frie areal" er stort nok til at rumme et panel. Dette kan illustreres således: (anbefales ikke)



Påbyg\_A

En lidt mere æstetisk løsning vil være at opsætte panelerne i mere velafgrænsede baner. Dette kan illustreres således: (anbefales. Denne udformning lægges til grund for senere økonomiberegninger)



Påbyg\_B

### Nedbyggede solceller - illustration

Nedbyggede solceller adskiller sig fra det øvrige tag, men er mere "diskrete", da de ligger i niveau med taget.

Da solcellerne typisk er sorte, vil anlægget være mindre markant på et mørkt tag, som på fotoet til højre.



Nedbyggede solceller kræver større og mere regulære tagflader end påbyggede, da der skal monteres inddækninger rundt om solpanelerne. Der vælges derfor denne opsætning:



Nedbyg\_A

### Solcelletage – illustration

Med solcelletage opnås en ensartet tagflade med samme udtryk på alle sider af bygningen. Her forskellige fabrikater af solcelletage med forskelligt design:

Eks. fra Ennogie  
("sort glas")

Eks. fra Solartag.eu  
("sort glas")

Eks. fra Creaton PV-Autarq  
("rød tegl")



### V.3.3 Solceller på carporte

På carportene er der fokuseret på 3 forskellige solcelleteknologiske løsninger:

- Påbyggede solceller
- Solcelletag
- Solcellecarporte

De teknologiske løsninger 'Påbyggede solceller\*' og 'Solcelletage' er beskrevet ovenfor i afsnittet for længehuse og fælleshus.

For carportene er der undersøgt 3 forskellige solcelleteknologiske løsninger:

- Påbyggede solceller
- Solcelletag
- Solcellecarporte

De teknologiske løsninger 'Påbyggede solceller\*' og 'Solcelletage' er beskrevet ovenfor i afsnittet for længehuse og fælleshuse. Solcellecarporte er fabriksfremstillede komplette carporte med tag og bærende konstruktioner. Carporttagene fås i faste moduler med faste modulmål.

#### V.3.4 Udformning og æstetik, carporttage

De nuværende carporte har "bagfald" i forhold til solen, så solindstrålingen bliver meget lav. Hvis carporten skal udnyttes til solceller, vil det derfor være nødvendigt at vende taghældningen, så den bliver mod syd eller mod vest. Indkørsel med bilerne er fra henholdsvis syd og vest, og der kræves en fremover samme minimumshøjde, både af hensyn til bilerne og af hensyn til personer, som skal ud og ind af bilerne. Det betyder, at taghældningen ikke kan vendes ved at sænke "forkanten", men kun ved at hæve "bagkanten".

De nuværende tage på carportene er næsten flade, men hældningen skal være mindst 10 grader, hvis der monteres solceller, idet solcellerne ellers ikke er selvrensende. Det betyder i praksis, at "bagkanten" på carporttaget skal hæves næsten 1 meter i forhold til nu. Det vil påvirke udsigten fra de nærmeste boliger, hvor det nu er muligt at se hen over tagene fra vinduerne. Dette vil ikke være en mulighed fremover.



#### V.3.5 Batteriteknologier

Der foregår en stor udvikling indenfor batteriteknologi. Denne udvikling forventes at fortsætte med uformindsket styrke de kommende år.

Der findes forskellige typer batterier, hvoraf to er relevante i forbindelse med solcelleanlæg:

### Lithium Ion (LiFePO<sub>4</sub>/LFP)

Lithium-ion batterier er det mest kendte og langt mest anvendte. Det bruges i bl.a. elbiler og i langt de fleste af de solcelleanlæg, hvor der er tilknyttet batteri.

Lithium-ion batterier findes som faste moduler, som ofte kan sammenbygges eller som store "skabe". Der er varmeudvikling, når batterierne bruges, og der kan derfor være monteret blæsere og lignende til køling.

Fordele ved Lithium-ion batterier er bl.a.:

- Høj energidensitet, dvs. kan lagre relativt meget energi på lidt plads
- Pris. Fortsat stor investering, men relativt billigere end andre typer
- Miljø. Indeholder ikke problematiske tungmetaller og kan genbruges
- Kan lades og aflades hurtigt
- Velafprøvet teknologi

Ulemper ved Lithium-ion batterier er bl.a.:

- mister kapacitet som følge af brug, og har dermed en begrænset levetid
- Potentielt en lille risiko for brand, hvis de håndteres forkert eller hvis der opstår fejl



### Flowbatteri (Vanadium redox/VRFB)

Flowbatterier er en nyere batteritype, som kun har været på markedet i relativt få år.

Flowbatterier består af store tanke med væsker. Batterierne er generelt med stor kapacitet og anvendes derfor i forbindelse med større professionelle installationer.

Fordele ved flowbatterier er bl.a.:

- Skalerbart. Kan nemt udbygges, hvis der er plads
- Lang levetid og kapacitet kan genoprettes
- Materialer kan genbruges
- Ingen brandrisiko

Ulemper ved flow-batterier er bl.a.:

- Pris. Fortsat relativt dyre i anskaffelse
- Lav energidensitet, og optager derfor meget plads
- Lades og aflades relativt langsomt. Derfor ikke egnet til korte store "spidser" i forbrug/produktion
- Relativt ny teknologi



### Priser

Priser inkl. moms

Type	Firma	kapacitet kWh	lade/aflade effekt, kW	Pris pr. kWh	Levetid antal cykler	kr. pr. kWh pr. cyklus
Flow	Visblue	100	20	9.625	20.000	0,48
Lithium	Solcellegruppen	100	50	5.375	10.000	0,54
Lithium	Pear-energy	82	30	5.203	10.000	0,52

Som det fremgår af tabellen, så er flowbatterier væsentligt dyrere i indkøb end Lithium-ion batterier i forhold til deres kapacitet. Set over hele levetiden er flowbatterier dog lidt billigere.

## V.4 Prisforudsætninger for fælleshus og længehuse

Fastlæggelse af priser på tage og på solceller er en vanskelig opgave. Der findes et meget stort antal leverandører med forskellige produkter, som i princippet alle kan ”løse opgaven”, men hvor der eksempelvis kan være forskelle i udseende, kvalitet, produktionsforhold (herunder forskellig miljøbelastning mv.) og lignende. De enkelte firmaer kan beregne forskellig avance og timeløn afhængig af lokale omstændigheder og i forhold til, hvor attraktiv opgaven er for det enkelte firma (ex. hvor fuld er ordrebogen aktuelt). Endelig kan priserne helt overordnet variere væsentligt over relativt kort tid, afhængig af udbud og efterspørgsel, råvarepriser, internationale konflikter, inflation, mv.

De anvendte priser er aktuelle priser for sommer 2024 for navngivne produkter efter bedste skøn. Ydelserne for solceller og solcelletage varierer også mellem de forskellige produkter, i mindre grad for traditionelle solcellepaneler og i højere grad for solcelletage.

Ydelserne ændres også over tid og øges gradvist som følge af produktudvikling og nye teknologier, men ændringerne sker relativt langsomt og uden direkte sammenhæng med priserne.

I bilag 1 er ydelser og tagarealer opstillet.

### V.4.1 Priser på tage til fælleshus og længehuse

For priserne på nye tage, tages der udgangspunkt i bruttoarealet. Undertag lægges på hele arealet, hvorefter der skæres huller til vinduer mv. Overtag lægges naturligvis kun på nettoarealet, men øget tidsforbrug og spild ved tilskæring omkring vinduer mv. opvejer det sparede areal.

Bruttoarealet for tagfladerne på de 7 bygninger er 3.776 m<sup>2</sup>.

Ved udskiftning af tag til nyt tag uden solceller regnes der med følgende priser for forskellige tagtyper:

Priser er inkl. moms				
Tagtype	Produkt	Undertag	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Pris for 3.776 m <sup>2</sup>
Tegl	Som røde falstagsten Nibra H14	Fast undertag	1763	6.655.200
Betontegl	Traditionelle løsninger	Fast undertag	1625	6.136.000
Betontegl	Som sorte B&C Danfloc	Uden	1116	4.215.000
Tagpap		Fast undertag	1400	4.521.200
Ståltag		Uden	700	2.643.200
Undertag*	Fast undertag, inkl. lægter mv.	Fast undertag	900	3.398.400
Undertag*	Let undertag, inkl. lægter mv.	Banevare	550	2.076.800

\* Undertag til solcelletag

Den traditionelle løsning med betontagsten er med undertag i en eller anden form. Prisen på 1.625 kr. er med fast undertag. Hvis det er med banevarer, så vil prisen være ca. 1.275 kr.

Priserne er for tagbelægning og montering, inkl. et eventuelt undertag og inkl. lægter og underlag for rygninger, men uden isolering, forstærkning og opretning af tagkonstruktion, vindskeder og stern, tagrender, stillads, overdækning og andre byggepladsomkostninger. Ovenstående priser er også uden nedtagning af eksisterende tag.

#### V.4.2 Priser og ydelser for solcelleløsninger, fælleshus og længehuse

Ved de forskellige solcelleløsninger regnes der med forskellige arealer, dels fordi der er forskel på, hvilke tagflader, som kan anvendes til de forskellige løsninger, dels fordi der tages æstetiske hensyn, som beskrevet i foregående kapitel, dels af rent praktiske grunde som panelernes fysiske størrelse og krav til inddækning mv. Nedenstående nettoarealer indgår i de efterfølgende beregninger af pris og ydelse:

Tagarealer til solceller på fælleshus og længehuse			m <sup>2</sup>
<b>Brutto</b>	<b>Alle 14 tagflader</b>		3776
<b>Brutto</b>	<b>7 tagflader til på- og nedbyggede paneler</b>		1829
Netto	Til påbyggede paneler	43 %	779
Netto	Til nedbyggede paneler	37 %	668
<b>Brutto</b>	<b>10 tagflader til solcelletag</b>		2559
Netto	Til aktive tagelementer med solceller	78 %	1996
Netto	Passivt solcelletag, alle øvrige arealer på 14 tagflader		1780

Prisen for de påbyggede solceller er således for et nettoareal på 779 m<sup>2</sup>, mens det for de nedbyggede kun er på 668 m<sup>2</sup> og for solcelletaget er 1996 m<sup>2</sup>, hvilket uddybes senere i kapitlet. NB. I del B gennemføres en analyse af, om det på de nordvendte tagarealer i SB er rentabelt at opsætte aktive tagelementer med solceller, hvilket har resulteret i, at analyserne i del B medtager nordvendte tage.

Ved nettoeffekt herunder forstås den installerede effekt korrigeret for effekttab som følge af anden orientering end stik syd og anden hældning end 45 grader.

Alle priser er inkl. moms

<b>Påbyggede</b> På eksisterende tag	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Gns. markedet	1.350	1.051.995	156	144	<b>7.304</b>

<b>Nedbyggede</b> I eksisterende tag	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Som Viridian	1.700	1.135.042	134	123	<b>9.198</b>

M.h.t. priser på solcelletage, se afsnit V.4.4.

#### V.4.3 Levetider for tagtyper og solcelleløsninger

- Levetiden for tegltag (med fast undertag) regnes normalt som 100 år eller længere.
- Levetiden for betontagsten regnes normalt som ca. det halve, op til 50 år.
- Solcelletage vurderes tilsvarende at have en levetid på mindst 80 år, som klimaskærm betragtet, solcelledelen ca. 40 år som påbyggede og nedbyggede solceller.
- Lette undertage (banevarer) har kortere levetid, op til 30-40 år for gode kvaliteter, ellers kortere, måske kun 15 år.
- Påbyggede og nedbyggede solceller vurderes at have en levetid på ca. 40 år, jv. afsnit V.3.1.

#### V.4.4 Sammenligning af referencetag med solcelletage

Der er gennem projektførløbet anvendt forskellige tilgange ved sammenligning af referencetag med solcelletag. Som følge af budgetmæssige begrænsninger har det ikke været muligt fuldt ud at opdatere analyserne i projektførløbet med nye forudsætninger og ej heller fuldt ud vise analyserne i projektrapporten med de forskellige tilgange.

Det bemærkes, at der ikke er én tilgang, der er mere rigtig end andre. Der er tale om forskellige tilgange, som gennem de trufne valg viser (de betydelige) konsekvenser af at vælge én tilgang frem for en anden.

Nedenstående tabel giver en oversigt over de forskellige tilgange:

	Tilgang 1	Tilgang 2	Tilgang 3
Referencetag	<u>Type:</u> Teglstenstag  <u>Produkt:</u> Falstagsten Nibra H14  <u>Undertag:</u> Banevare	<u>Type:</u> Betontagstenstag  <u>Produkt:</u> Sorte B&C Danfloc  <u>Undertag:</u> Banevare	<u>Type:</u> Betontagstenstag  <u>Produkt:</u> Sorte B&C Danfloc  <u>Undertag:</u> Ingen
Solcelletag	<u>Undertag:</u> Banevare	<u>Undertag:</u> Banevare	<u>Undertag:</u> Fast undertag med tagpap

Ved tilgang 1 har rationale været:

- at anvende teglsten som referencetag, som har nogenlunde samme levetid som solcelletage,
- at anvende samme undertag for referencetag og solcelletag,

Tilgang 1 er anvendt som en følsomhedsanalyse i de skatte- og energipolitiske analyser, afsnit X.4.4. og sammenlignet med tilgang 3 i dette afsnit V.4.4.

Ved tilgang 2 har rationale været:

- at anvende betontagstenstag som referencetag, fordi det er den tagtype, som Stavnsbåndet har i dag,
- at anvende samme undertag for referencetag og solcelletag,
- at anvende investeringsoverslag, der er konsistent med Stavnsbåndets tagrådgiver Melander & Dams foreslåede investeringsoverslag. SB har fået udarbejdet samlede investeringsoverslag af Melander & Dam som tagrådgiver for betontagstenstage og teglstenstage, men ikke for solcelletage,
- at tage højde for en second opinion på investeringsoverslag, som SB har indhentet hos tagfirmaet Lamobyg. Lamobyg har i en del år udført reparationsarbejde på private hustage i SB og opsætter både nye betontagstenstage, teglstenstage og solcelletage af mærket solartag.eu, som er undersøgt i nærværende projekt. Lamobygs nøgletal for betontagstenstag og teglstenstag er i samme størrelsesorden som Melander&Dams, og Lamobygs nøgletal for solartag er endvidere i samme størrelsesorden som Energitjenestens nøgletal,

Tilgang 2 er anvendt i estimering af el-prisforhold i 2030, afsnit VI.2, i første analyserunde i del B, afsnit X.4 og ved Stavnsbåndets prioritering af løsninger i kapitel XII.



Ved tilgang 3 har rationalet været:

- at anvende betontagstenstag, svarende til den tagtype, som SB har i dag (1:1 – udskiftning) lige som i tilgang 2,
- at anvende fast undertag med tagpap for solcelletage og teglstenstage, men ingen undertag for betontagstenstage, som Melander&Dam og Lamobyg anbefaler.
- at anvende samme investeringsoverslag som i tilgang 2

Tilgang 3 er anvendt i anden analyserunde, afsnit X.5 og i den finansielle analyse, afsnit X.6. Det har været vigtigt, at den finansielle analyse, der tager udgangspunkt i de totale investeringer for forskellige løsninger, er konsistent med Stavnsbåndets tagrådgivers tal og bruger samme princip for, hvornår der opsættes undertag.

I dette afsnit sammenlignes forskellen mellem tilgang 1 og tilgang 3, og i afsnit X.4. er forskellen mellem tilgang 1 og 2 sammenlignet. I forbindelse med en afsluttende robusthedsanalyse i afsnit X.5.2. er alle tre tilgange sammenlignet.

### Tilgang 1. Teglstenstag som reference og let undertag under reference og solcelletag

Prisen for solcelletage er beregnet ud fra et nettoareal på 1996 m<sup>2</sup> til de aktive tagelementer (med solceller). Hertil kommer et areal på 1780 m<sup>2</sup> til de passive tagelementer, idet solcelletaget helt erstatter andet tag. Prisen på solcelletagene beregnes som merprisen i forhold til et nyt tag på alle 14 tagflader. Som første udgangspunkt beregnes merprisen i forhold til et tegltag med fast undertag, da dette har tilsvarende levetid som solcelletaget (som klimaskærm betragtet).

Der findes forskellige fabrikater af solcelletage, med ret store prisforskelle. Nedenfor vises beregninger for tre udvalgte fabrikater, Ennogie, Solartag.eu og Creaton PV-Autarq.

Her er forudsat et let undertag under de to første solcelletage (med tagplader) og fast undertag under det sidste solcelletag (med tagsten á la tegl).

Alle priser er inkl. moms

<b>Solcelletag 1 Ennogie</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.600	5.189.572			
Passive tagplader	2.150	3.827.023			
Undertag (banevare)	550	2.076.800			
Samlet		11.093.395	349	283	
Pris på ”sparet” tegltag		-6.655.200			
Nettopris solceller		4.438.195			<b>15.679</b>

<b>Solcelletag 2 Solartag.eu</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.400	4.790.374			
Passive tagplader	1.800	3.204.019			
Undertag (banevare)	550	2.076.800			
Samlet		10.071.194	339	275	
Pris på ”sparet” tegltag		-6.655.200			
Nettopris solceller		3.415.994			<b>12.423</b>

<b>Solcelletag 3 Creaton PV-Autarq</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagsten	2.925	5.838.269			
Passiv del, alm. teglsten	1.763	3.137.269			
Undertag (fast), aktiv del	900	1.796.390			
Samlet		10.771.928	192	155	
Pris på "sparet" tegltag		-6.655.200			
Nettopris solceller		4.116.728			<b>26.511</b>

### Tilgang 3. Betontagstenstag uden undertag som reference og fast undertag under solcelletag

Med disse forudsætninger ses markant anderledes nettopriser for solcelletage:

Alle priser er inkl. moms

<b>Solcelletag 1 Ennogie</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.600	5.189.572			
Passive tagplader	2.150	3.827.023			
Undertag (fast)	900	3.398.400			
Samlet		12.414.995	349	283	
Pris på "sparet" betontegl		-4.214.960			
Nettopris solceller		8.200.035			<b>28.968</b>

<b>Solcelletag 2 Solartag.eu</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.400	4.790.374			
Passive tagplader	1.800	3.204.019			
Undertag (fast)	900	3.398.400			
Samlet		11.392.794	339	275	
Pris på "sparet" betontegl		-4.214.960			
Nettopris solceller		7.177.834			<b>26.103</b>

<b>Solcelletag 3 Creaton PV-Autarq</b>	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Aktive tagsten	2.925	5.838.269			
Passiv del, alm. teglsten	1.763	3.137.269			
Undertag (fast), aktiv del	900	1.796.390			
Samlet		10.771.928	192	155	
Pris på "sparet" betontegl		-4.214.960			
Nettopris solceller		6.556.968			<b>42.226</b>

### Vurdering af priser og ydelser for solcelleløsninger til fælleshus og længehuse

Beregningerne i afsnit V.4.2 for påbyggede og nedbyggede solceller og ovenfor solcelletage viser, at påbyggede solceller har den laveste relative pris på 7.304 kr. pr. netto kW, efterfulgt af de nedbyggede solceller med en relativ pris på 9.198 kr. pr. netto kW.

Det billigste af solcelletagene, fra Solartag.eu, koster 12.423 kr. pr. netto kW, ud fra den forudsætning, at det erstatter *tegltag* (tilgang 1), og at det oplægges med *let undertag* (banevare), mens det tilsvarende (tilgang 3) koster 26.103 kr. pr. netto kW ud fra den forudsætning, at det erstatter et relativt billigt *tag af betontegl* (Sorte B&C Danfloc), og at det oplægges med et *fast undertag*. Pris/ydelsesforholdet bliver dermed ca. dobbelt så dyrt i tilgang 3 som i tilgang 1.

Det ses endvidere, at de påbyggede solceller har en nettoeffekt på 144 kW, mens solcelletaget har en nettoeffekt, som er næsten dobbelt så høj, på 275 kW.

## V.5 Prisforudsætninger for carporttage

For priserne på nye tage tages der udgangspunkt i bruttoarealet. Bruttoarealet for tagfladerne på de 4 carporte er 400 m<sup>2</sup>.

Ved udskiftning af tag til nyt tag uden solceller regnes der med følgende priser for forskellige tagtyper:

Priser er inkl. moms

Tagtype	Produkt	Undertag	Kr. pr. m <sup>2</sup>	Pris for 3.776 m <sup>2</sup>
Tagpap		Fast undertag	1400	4.521.200
Ståltag		Uden	700	2.643.200
Undertag*	Fast undertag, inkl. lægter mv.	Fast undertag	900	3.398.400
Undertag*	Let undertag, inkl. lægter mv.	Banevare	550	2.076.800

\* Undertag til solcelletag

Priserne er for tagbelægning og montering, inkl. et eventuelt undertag og inkl. lægter, men uden forstærkning og opretning af tagkonstruktion, sternbrædder, tagrender, mv.

### V.5.1 Priser og ydelser for solcelleløsninger, carporttage

Ved de forskellige solcelleløsninger regnes der med forskellige arealer af rent praktiske grunde som panelernes fysiske størrelse. Nedenstående nettoarealer indgår i de efterfølgende beregninger af pris og ydelse:

Tagarealer, carporte			m <sup>2</sup>
<b>Brutto</b>	<b>Alle 4 tagflader</b>		400
Netto	Til påbyggede paneler	80 %	320
Netto	Til solcelletag, aktive tagelementer med solceller	90 %	360
Netto	Passivt solcelletag, alle øvrige arealer på 4 tagflader	10 %	40

Prisen for de påbyggede solceller er således for et nettoareal på 320 m<sup>2</sup>:

Priser er inkl. moms

Påbyggede På eksisterende tag	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	Relativ pris: Kr. pr. netto kW
Gns. Markedet	1.350	432.000	64	59	<b>7.317</b>

I forhold til løsning med solcelletage vælges fabrikater med tagplader og ikke teglsten. Her udvælges fabrikaterne Ennogie og Solartag.eu.

Ved nettoeffekt forstås den installerede effekt korrigeret for effekttab som følge af anden orientering end stik syd og anden hældning end 45 grader.

Alle priser er inkl. moms

Solcelletag 1 Ennogie	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	Relativ pris: Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.600	936.000			
Passive tagplader	2.150	86.000			
Undertag (banevare)	550	220.000			
Samlet		1.242.000	63	58	
Pris på ”sparet” ståltag		-280.000			
Nettopris solceller		962.000			<b>16.553</b>

Solcelletag 2 Solartag.eu	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	Relativ pris: Kr. pr. netto kW
Aktive tagplader	2.400	864.000			
Passive tagplader	1.800	72.000			
Undertag (banevare)	550	220.000			
Samlet		1.156.000	61	56	
Pris på ”sparet” ståltag		-280.000			
Nettopris solceller		876.000			<b>15.516</b>

<b>Solcellecarport</b> Fabriksfremstillede	Pris pr. m <sup>2</sup>	Pris i alt	Installeret effekt, kWp	Nettoeffekt kW	<b>Relativ pris:</b> Kr. pr. netto kW
Gns. Markedet	5.600	2.240.000*)	64	59	<b>37.966</b>

\*) Totalpris, hvor den alternative pris for ny carport uden solceller ikke er fratrukket. Se også rangordning i afsnit V.6., hvor den alternative pris (i et prisspænd) er fratrukket.

For solcellecarporte regnes der med et samlet areal på 400 m<sup>2</sup>

### Vurdering af priser og ydelser, solceller på carporttage

Ovenstående beregninger viser, at påbyggede solceller har den laveste relative pris på 7.304 kr. pr. netto kW. Det billigste af solcelletagene, fra Solartag.eu koster 15.516 kr. pr. netto kW, ud fra den forudsætning, at det erstatter ståltag, og at det oplægges med let undertag (banevare).

Det ses endvidere, at nettoeffekten er næsten ens for de forskellige løsninger.

#### V.5.2 Batteriløsninger

Der er to forskellige batteriløsninger, som kan overvejes i forbindelse med solcellerne. Den almindeligste type er lithium-ion batterier. Den nyere og mindre udbredte type er flowbatterier. Lithium-ion batterierne er billigst i anskaffelse og er umiddelbart de mest økonomiske set over en 10-årig periode.

Flowbatterier er dyrere i anskaffelse, men har væsentligt længere levetid. Set over hele levetiden (+20 år) er flowbatterier de billigste.

Batteriløsninger har ikke betydning for solcelleanlæggenes samlede ydelse, men alene for hvor stor en andel, som kan egenudnyttes i SB. Batterierne kan potentielt forbedre den samlede økonomi i solcelleprojektet, men dette belyses under den finansielle analyse.

## V.6 Sammenligninger økonomi, æstetik og klima

### V.6.1 Økonomi

Tabellen herunder sammenligner og rangordner de undersøgte løsninger i tilgang 3 i forhold til priser og ydelser i den valgte løsning af SB.

Rangordningen tager ikke hensyn til, at den samlede el-produktion er meget forskellig ved de forskellige løsninger. Dette spørgsmål vil blive analyseret i del B, hvor indtægterne ved at undgå at købe el samt indtægter ved salg af el til nettet medtages, El-produktionen fra de påbyggede solceller på hustagene er ca. 3 gange så stor som for de påbyggede solceller på carporttagene. Omvendt er el-produktionen ca. dobbelt så stor fra solcelletage på husene i forhold til de påbyggede solceller på hustagene. Nettoprisen på den producerede strøm afhænger af, hvor stor en andel, der kan egenudnyttes og hvor stor en andel, der skal sælges. Hvis der tages hensyn til dette, vil rangordningen ændre sig, se del B.

Solcelletype og fabrikat	Nr.	kr. pr kW - netto
Påbyggede solceller - hustage	1	7304
Påbyggede solceller - carporte	2	7317
SolcelleCarporte Danmark - carporte - dyr reference*)	3	8942
Nedbyggede solceller - hustage	4	9.198
Solcelletag, Solartag.eu - carporte	5	15.516
SolcelleCarporte Danmark - carporte - billig reference *)	6	15.875
Solcelletag, Ennogie - carporte	7	16.553
Solcelletag, Solartag.eu - hustage	8	26.103
Solcelletag, Ennogie - hustage	9	28.968
Solcelletag, Creaton PV Autarq - hustage	10	42.226

\*) I reference uden solceller indgår desuden bagvæg, skur og gravearbejde til nye carporte.

Den billigste solcelleløsning er påbyggede solceller, både på fælleshus og længehuse og på carporttage med en pris på 7.304 – 7.317 kr. pr. kW nettoeffekt.

For fælleshus og længehuse kan nedbyggede solceller også være en mulighed. Dette er en lidt dyrere løsning med en pris på 9.198 kr. pr. kW nettoeffekt.

Solcelletage er generelt en dyrere løsning. Merprisen afhænger af, hvilken tagtype, der erstattes og af hvilket undertag, der bruges. Hvis der sammenlignes med et tegltag, er prisen på solcelletag (med let undertag) ca. 70 % dyrere end påbyggede solceller, og hvis der sammenlignes med tag af betontagsten, som er den billigste løsning, er prisen på solcelletag (med fast undertag) ca. 350 % dyrere end påbyggede solceller.

## V.6.2 Æstetik

Beboerne i SB har på sit fællesmøde d. 26. september rangordnet de undersøgte løsninger i forhold til æstetik, se kapitel XII, da æstetiske forhold er individuelle.

Energitjenesten har herunder givet sin vurdering som input til de individuelle overvejelser:

- Solcelletage foretrækkes ofte af æstetiske årsager, da der her opnås en helt ensartet og ubrudt tagflade.
- Påbyggede og nedbyggede solceller giver en meget opbrudt og uens tagflade, nedbyggede dog i mindre grad end påbyggede.
- Lægges ovenstående til grund, vil rangordningen ud fra en æstetisk vurdering være ”omvendt” i forhold til ovenstående økonomiske rangordning.
- Solceller på carportene medfører, at taghældningen på carportene skal ”vendes”, hvilket betyder, at de skal forhøjes bagtil, hvilket i høj grad reducerer det frie udsyn fra de nærmeste boliger.

### V.6.3 Klima

- I forhold til maksimering af el-produktionen fra solcellerne, så opnås den højeste ydelse ved valg af solcelletag på fælleshus og lænehuse. Her er el-produktionen mere end dobbelt så høj som for de påbyggede solceller. Årsagen hertil er primært, at der er en større andel af tagfladerne, som kan være strømproducerende.
- For carporttagene opnås samme ydelse uanset valg af løsning, men samlet set kun ca. en tredjedel i forhold til påbyggede solceller på alle hustage.
- Den største klimaeffekt med den største CO<sub>2</sub>-reduktion opnås således med solcelletage og mindst klimaeffekt kun med solceller på carporttagene.

## VI. El-produktion, årsforbrug og el-priser

*Ansvarlig for VI.1 – VI.2: Ea Energianalyse*

*Ansvarlig for VI.3: Stavnsbåndet*

### VI.1 Estimering af el-produktion og årligt elforbrug

For at udregne solcellernes el-produktion på timebasis, som vil blive brugt til de økonomiske beregninger, indhentes data fra en solcellemodel udviklet til den Europæiske Kommission. Denne model indeholder solstråling i timeværdier for årrækken 2005-2020 for alle geografiske punkter på jorden, i en opløsning på 0,001 grader. For at udregne Stavnsbåndets hustages forventede årlige el-produktion på timebasis, er modellen blevet indstillet til Stavnsbåndets geografiske lokation.

Modelåret blev sat til 2014, så vejrprofilen anvendt i modellen, stemmer overens med vejrprofilen i Balmorel modellen. Derved sikres samtidighed mellem den estimerede elpris og den estimerede elproduktion. Dernæst blev modellen anvendt på seks repræsentative tagflader blandt Stavnsbåndets bygninger, dannet på baggrund hustagenes gruppering ud fra deres generelle orientering og hældning. Beregningen foregik ved, at gruppernes hældning og orientering blev indsat som en fast monteringsstype, systemtabet blev sat til 14%, og det forventes, at der anvendes solceller konstrueret af krystallinsk silicium, da den teknologi typisk anvendes kommercielt. Dernæst blev produktionen skaleret, i forhold til valget af solcelletag, pålagte eller nedsænkede solceller. Derudover forventes det, at solcellerne har en reduktion i deres produktionsevne på 0,5% per år.

Elproduktionen er angivet på timebasis i bagvedliggende regneark, som bruges til at udregne scenarierne.

Tabel 1 angiver herunder, hvad den årlige produktion vil være, hvis man vælger fuld mulig kapacitet af soltaget solartag.eu eller påbyggede solceller.

*Tabel 2 Potentiel el-produktion pr. år og dækningsgrad for påbyggede solceller og solcelletaget solartag.eu.*

Enhed	Pot. el-produktion	Dækningsgrad (1)
	MWh/år	%
Alle bygningstage, påbyggede	119	75
Alle carporttage, påbyggede	53	34
Alle tage, påbyggede	172	109
Alle bygningstage, Solartag.eu	354	224
Alle carporttage, påbyggede	53	34
Bygningstage, Solartag.eu + carporttage, påbyggede	407	258

#### Noter

1. Dækningsgrad er defineret som den potentielle el-produktion i forhold til samlet elforbrug (158 MWh/år), se herunder, forudsat fuldt udbygget med el-biler.



Tilsvarende opgøre herunder det årlige el-forbrug, der kan sammenstilles med den estimerede årlige maksimale el-produktion ovenfor, da forholdet mellem el-produktion og el-forbrug har stor betydning for dimensionering af solcelleanlægget, hvis der dimensioneres efter en økonomisk optimal løsning.

Den detaljerede analyse af Stavnsbåndets el-forbrug kan ses i kapitel IX.

El-forbrug i 2030	Årligt el-forbrug	Antal enheder	Enhedsforbrug
Enhed	MWh/år	Antal	MWh/enhed
Husstande	94	29	3,2
Fælleshus	14	1	14,0
Husstande + fælleshus	108	-	-
El-biler (20 biler)	50	20	2,5
Bygninger + el-biler	158	-	-

Den maksimale dækningsgrad, forudsat at alle hustage har solcelletag (solartag) og alle carportage har påbyggede solceller, og samlet el-forbrug (158 MWh/år) kan opgøres til 258%, se ovenfor.

Denne høje maksimale dækningsgrad indikerer, at såfremt alle Stavnsbåndets hustage anvendes fuldt ud til el-produktion, baseret på solcelletaget solartag, vil det ikke give økonomisk mening også at producere el fra solceller på carporte.

## VI.2 Estimering af el-produktionspriser

### VI.2.1 Forudsætninger

I denne delanalyse er der taget udgangspunkt i tilgang 2.

Projektperioden bliver regnet som værende 35 år og finansieringsperioden 30 år. En projektperiode på 35 år svarer til den typiske levetid for et solcelleanlæg og en finansieringsperiode på 30 år, svarende til den periode, der bruges i finansieringsanalysen, afsnit X.6.3.

Finansieringen forventes at have en årlig realrente på 3%, hvilket tilnærmelsesvis svarer til en obligationsrente på 5.25% fratrukket en inflation på 2.3%, værdier som blev observeret i året 2024. Men hvis inflationen falder fremadrettet, kan det forventes at obligationsrenten også falder, hvilket måske medfører at realrenten falder og finansieringsmuligheden bliver mere lukrativ.

Den gennemsnitlige elpris for DK2 fra 2025 til 2050, er angivet i intervaller på 5 år i Tabel 3. Priserne stammer fra Balmorel, som er en el-markedsprismodel, der tager udgangspunkt i nuværende rammer for energisektorens udvikling, i dette tilfælde indenfor forskellige Europæiske elmarkeder og udbygger derfra energi anlæg ud fra hvad der er økonomisk optimalt, når ældre anlæg lukkes eller ikke længere er konkurrencedygtige og sætter derfra elpriserne ud fra den forventelige time produktion.

Timeproduktionen er baseret på vejråret i 2014.

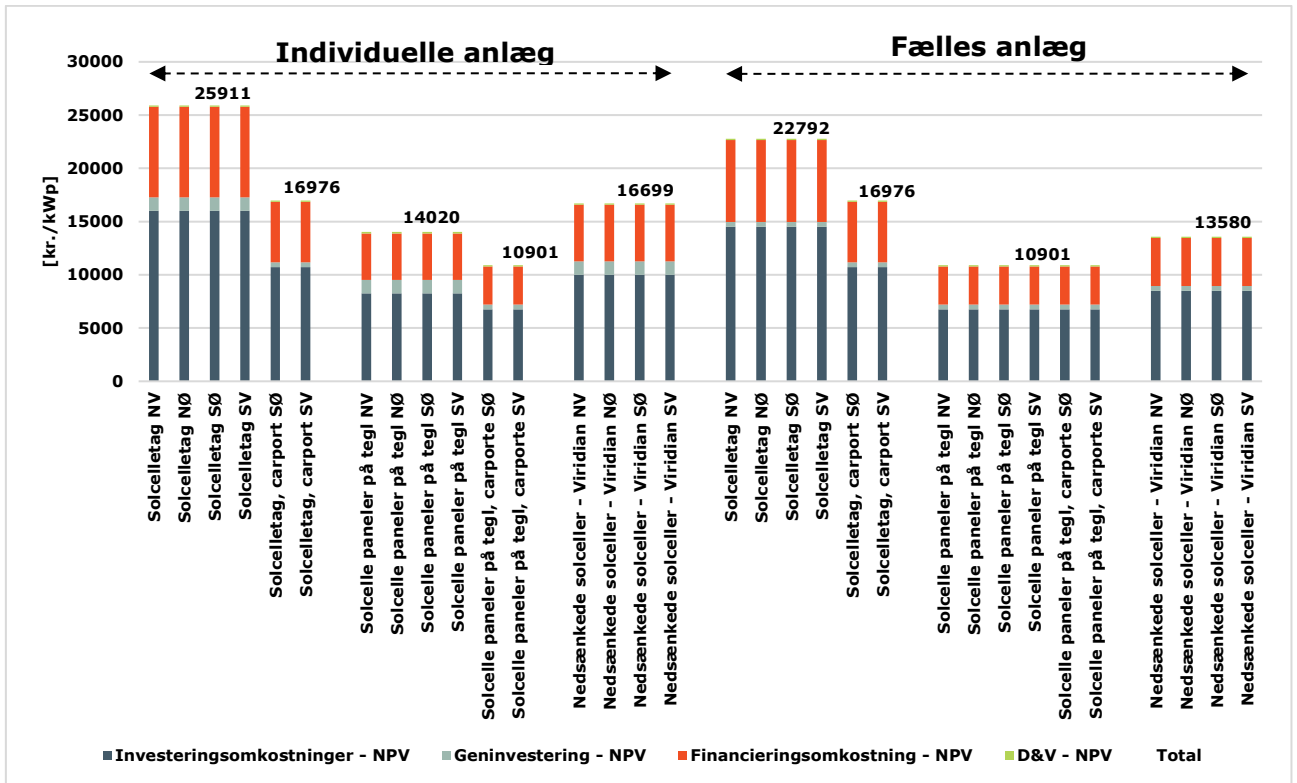
*Tabel 3 Angiver den gennemsnitlige elpris i forskellige år, i prisområdet DK2. Værdierne er baseret på udregninger foretaget via elmarkedsprismodellen Balmorel.*

År	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Pris - øre/kWh	59	56	51	45	43	42

## VI.2.2 Resultater

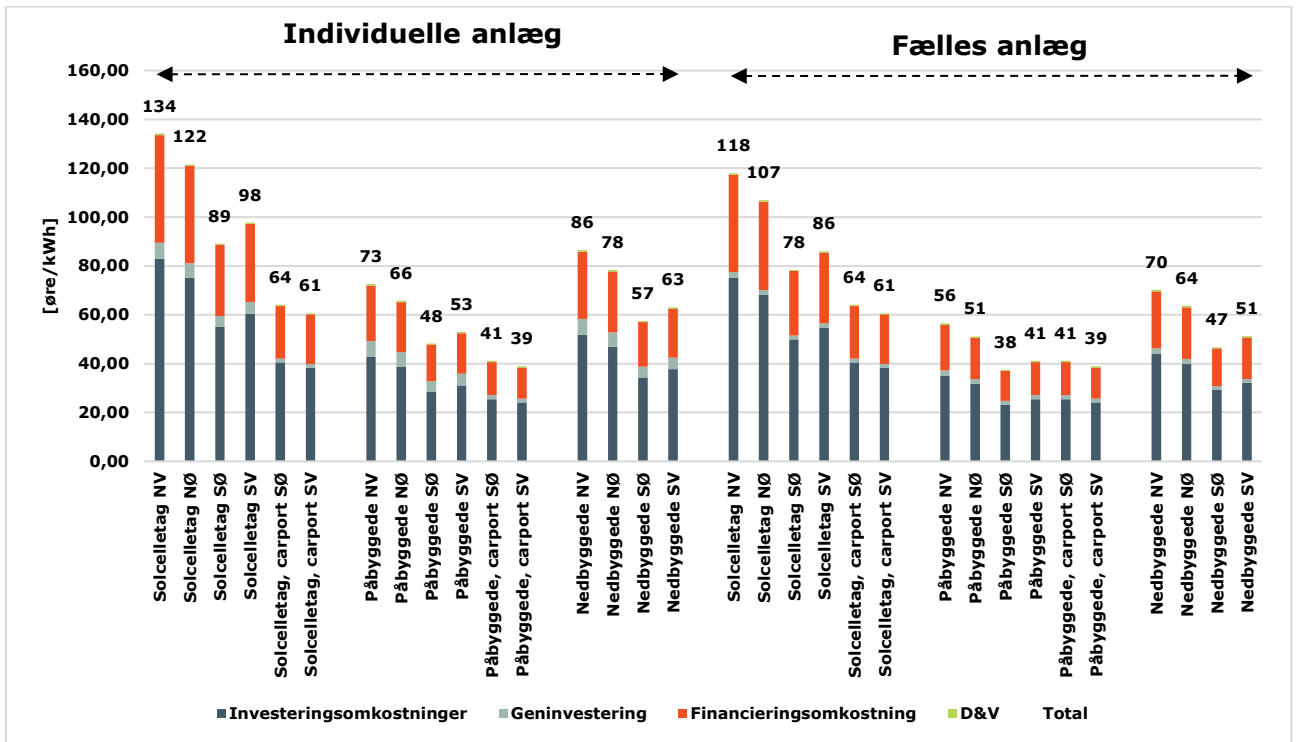
Figur 1 – Figur 4 på de næste sider angiver omkostningerne forbundet med etableringen af hver type solcelleanlæg på en given taggruppe. Investeringsomkostningerne, geninvesteringsomkostningerne og drift- & vedligeholdelsesomkostningerne baserer sig på informationer indhentet af Energitjenesten [reference til aktivitet]. Geninvesteringsomkostningerne reflekterer prisen for udskiftningen af solcellernes invertere. Finansieringsomkostningerne dækker alene over renteomkostningerne (realrenten) og ikke afdrag på lånet. Investeringsomkostningerne til køb af solpaneler eller solcelletag, opgøres som meromkostningen i forhold til en referenceløsning. For solpanelerne er dette den direkte ekstraudgift for købet af panelerne og etableringen af disse. Men for solcelletaget, beregnes investeringsomkostningerne som differencen mellem udgiften til købet af solcelletaget og et nyt betontagstenstag, da solcelletaget vil erstatte det tag, der ellers forudsættes købt, jv. diskussionen i kapitel V.

Yderligere tages der forbehold til hvorvidt anlægget etableres som et fællesanlæg eller et stort anlæg opdelt i moduler, som enkeltvis tilsluttes den enkelte bolig bagom måleren (individuelle anlæg). Hvis anlægget etableres bagom måleren, kan beboeren opnå afgiftsbesparelser. For de individuelle anlæg, foreligger der dog ekstraudgifter ved etableringen, da der skal laves en større mængde, ledningsarbejde og købes flere invertere. Derfor bliver investeringsomkostningerne for de individuelle anlæg højere.



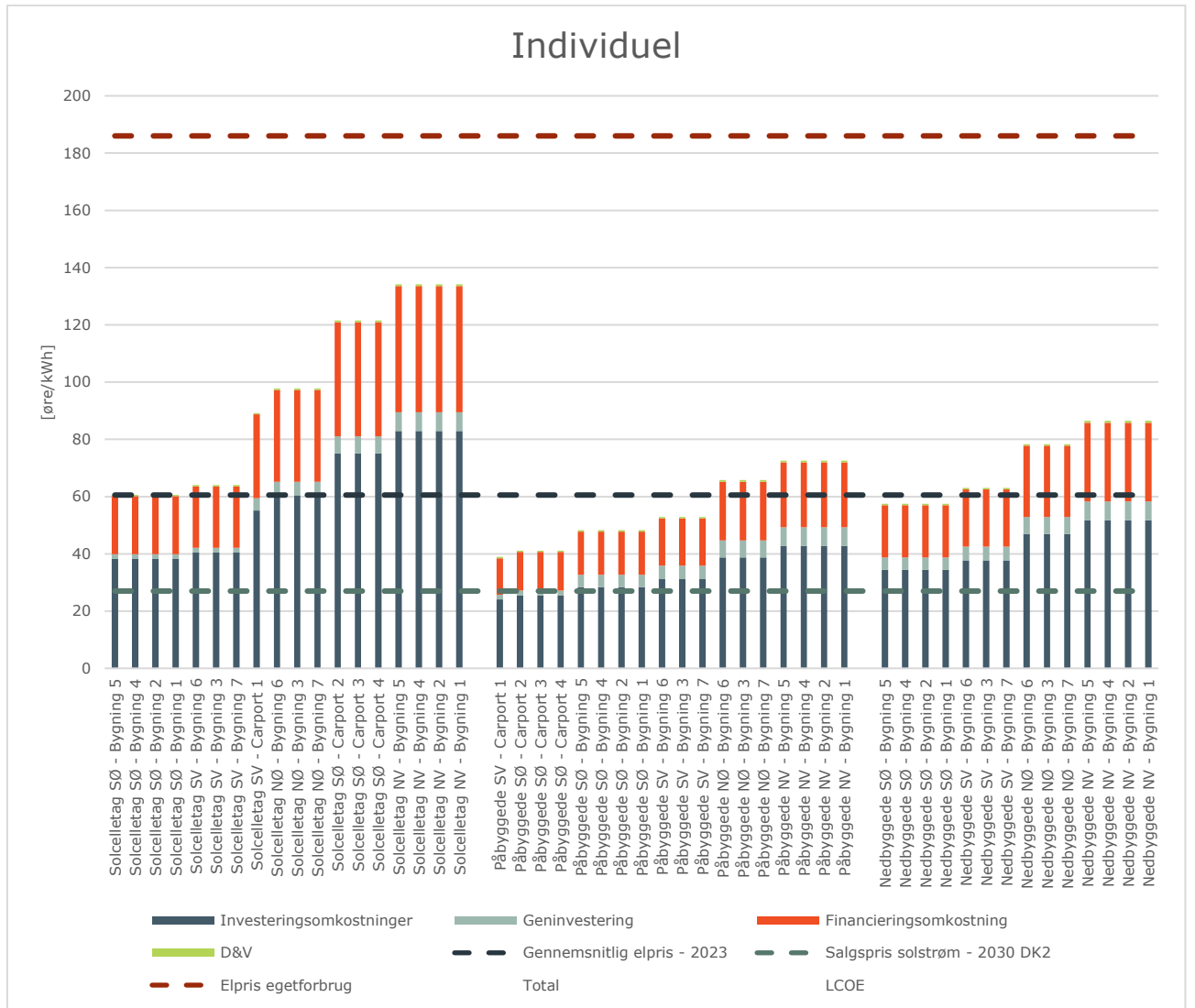
Figur 1: Angiver omkostninger forbundet med solcelleanlæggene på Stavnsbåndets tage, ved 100% kapacitetsudnyttelse. Omkostningerne fremkommer af ekstraudgifterne forbundet med at anlægge solpaneler, eller soltage kontra betontegltag.

For at udregne den såkaldte LCOE (Levelised Costs Of Electricity eller populært sagt den gennemsnitlige produktionspris pr. kWh strøm over projektets levetid) deles den totale omkostning angivet på Figur 1, med den totale forventede produktion for huslænger eller carporte, afhængig af tagenes retning (hustage mod NV, NØ, SV osv) og carporttage mod SØ eller SV).

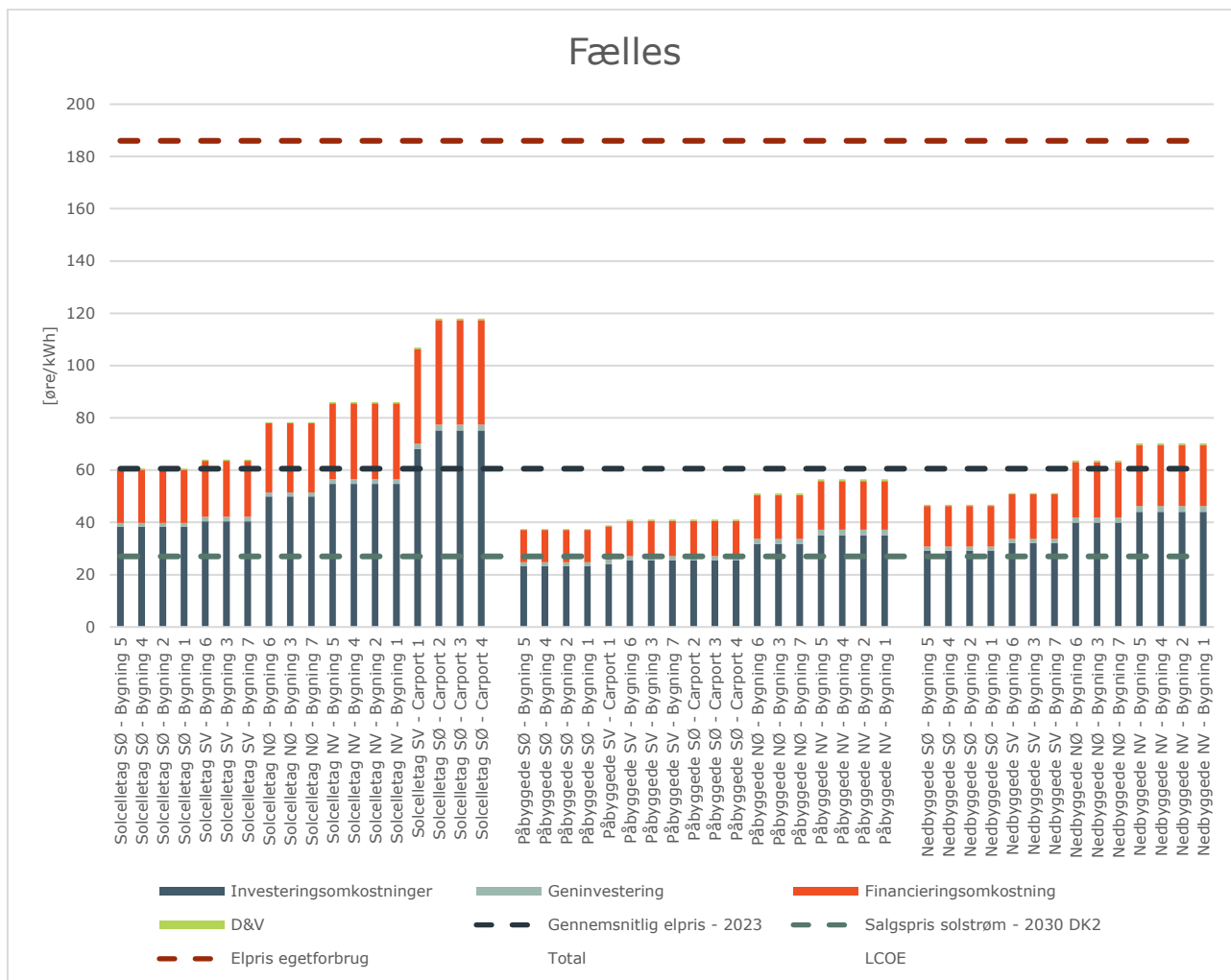


Figur 2: Angiver LCOE værdier for hver bygningsgruppes orientering og valg af solceller.

Via samme tilgang beregnes LCOE'en for hver bygnings forskellige tage. Disse resultater er angivet på Figur 2. Til sammenligning er BALMORELs gennemsnitlige elspotpris, den solvægtede gennemsnitlige elspotpris og den fulde elpris forventet i 2030, angivet sammen med LCOE beregningerne, i form af de stiplede linjer. Yderligere er LCOE'en blevet rangordnet på bygningsniveau og opdelt i individuelle løsninger og fællesløsninger, hvilket fremgår på Figur 3 og Figur 4.



Figur 3: Angiver LCOE beregningernes værdier i rangordnet rækkefølge, indenfor solcelletyperne Solartag.eu, Påbyggede- og Nedbyggede solceller, for hver bygnings tag. Dette er priserne for individuelle anlæg.



Figur 4: Angiver LCOE beregningernes værdier i rangordnet rækkefølge, indenfor solcelletyperne Solartag.eu, Påbyggede- og Nedbyggede solceller, for hver bygnings tag. Dette er priserne for et fælles anlæg.

Fra Figur 3 og Figur 4 fremgår det, at påbyggede solceller er det økonomisk optimale valg, samt at det er økonomisk optimalt at placere solpanelerne på de sydøst- og sydvest vendte tagflader. Baseret på LCOE beregningerne, vil udgifterne forbundet med de sydøst- og sydvest vendte solpaneler være billigere end elprisen i 2023, men være dyrere end den forventede elpris i 2030.

Dog fremgår det fra Figur 3, at der er betydelige afgifts- og momsbesparelser at hente, når der vælges en individuel løsning, som betyder, at der undgås at købe el, hvorved der spares el-afgifter og moms. Den samlede el-købspris er i 2030 estimeret til ca. 1,86 kr./kWh. Hvilket på Figur 3 og Figur 4 er angivet som den røde stiplede linje. Når LCOE beregningernes værdier sammenlignes med elprisen for egetforbruget, fremgår det at prisen for egenproduceret strøm er meget billigere end det som købes fra nettet. Overskydende el, der ikke kan bruges, er estimeret solgt til ca. 38 øre/kW i 2030 angivet som den grå stiplede linje. Hvilket angiver at hvis solcelleejerne ikke er hjemme når elektriciteten bliver produceret, så sælges det med et underskud.

På den anden side er der i den undersøgte fællesløsning, mulighed for momsbesparelser på fællesanlæggets investeringssomkostninger, som kan reducere el-produktionsprisen pr. kWh.

Yderligere opnås der en større besparelse på investeringsomkostningerne for invertere og elarbejdet. Til gengæld skal der betales skat af overskuddet i fællesløsningen. Denne problemstilling vil nøjere blive analyseret i del B.

De komplicerede afregningsforhold, tidsvarierende tariffer, afgiftsbetingelser, samtidighedseffekter mv har meget stor betydning for rentabiliteten af et solcelleprojekt på private hustage. Derfor er det nødvendigt at opstille en model, som kan simulere disse forskellige forudsætninger, når der gennem en scenarieanalyse undersøges forskellige kombinationer af,

1. på hvilke tage, der produceres el,
2. hvilke solcelleteknologier, der anvendes, og
3. hvilke el-forbrug, der knyttes sammen med el-produktionen, med mindre el-produktionen afsættes direkte til el-nettet.

Disse forhold undersøges ligeledes yderligere i del B.

### VI.3 Solcelleteknologier, der arbejdes videre med i del B

Som afslutning på del A tilkendegav Stavnshåndbogen ud fra oplæg fra projektgruppen på et fællesmøde d. 29. april, hvilke teknologier, der ønskes arbejdet videre med, og hvilke der fravælges, og hvor de prioriterede teknologier har et meget forskelligt produktionspotentiale. Se nærmere kapitel XII, hvor det er beskrevet, hvordan bofællerne er inddraget i projektforløbet, herunder når der har skullet træffes strategiske valg.

#### Konklusion:

På baggrund af analyserne i del A, som de blev fremlagt i april 2024 (Tilgang 1) og input fra fællesmødet d. 29. april har solcellegruppen konkluderet, at der i det videre analysearbejde i forhold til hustagene anvendes solcelletaget Solartag.eu, samt påbyggede solceller, mens der anvendes påbyggede solceller på carporttagene.

Solcellecarporte blev under afslutningen af del A også foreslået at indgå i del B, men en yderligere vurdering viste, at den løsning var for dyr.

## Del B. Kapitel VII - X



## VII. Indledning til del B

Opgavebeskrivelsen for projektet, herunder del B, blev udarbejdet i september 2023 i samarbejde med projektets aktører. Siden da er der sket meget. Der er opnået en mere præcis forståelse af problemstillinger og løsningsmuligheder gennem drøftelser det sidste halve år; el-selskaberne Radius/Cerius har offentliggjort et forslag til ny tarifmodel for kollektiv lokal tarifiering for energifællesskaber; der er opnået vigtige resultater gennem analysearbejdet i del A; og i maj 2024 har regeringen offentliggjort en ny solcellestrategi.

På baggrund af ovenstående er det fundet hensigtsmæssigt at opdatere og præcisere opgavebeskrivelsen for del B.

### VII.1 Formål med del B

Formålet med del B er at undersøge de økonomiske og klimamæssige konsekvenser ved at etablere forskellige energifællesskaber i Stavnsbåndet gennem scenarieteknik. Herved tilvejebringes en væsentlig del af grundlaget for, at Stavnsbåndet kan tage en beslutning om, hvorvidt der skal etableres solceller i SB i forbindelse med udskiftning af hustage og/eller carporte. Der vil i beslutningen også indgå andre hensyn, end dette projekt håndterer fuldt ud, fx æstetiske forhold.

Som præciseret under projektets hovedformål er Stavnsbåndet ikke forpligtet til at tage en investeringsbeslutning på basis af analyseprojektet.

## VIII. Beskrivelse af regulatoriske rammer og tariffer

- *Ansvarlig:* Foreningen Vedvarende Energi

### VIII.1 Indledning

Dette kapitel beskriver rammer og tariffer per juni 2024, og man skal være opmærksom på, at både regler og tariffer ændres jævnlige.

I praksis har elselskaber nogen mulighed for selv at sætte tilslutningsbetingelser lokalt, så for at vurdere de samlede rammer for et energifællesskab er det nødvendigt at indhente oplysninger og evt. tilbud fra det lokale el-distributionselskab.

I kapitlet beskrives de regulatoriske rammer og tariffer, der generelt er, både for scenarier på egen matrikel og på tværs af matrikelgrænser. Afsnittet vil kort beskrive og henvise til relevante regler i Elforsyningsloven, energifællesskabsbekendtgørelsen, bekendtgørelse for interne el-forbindelser, regler for moms og elafgifter, relevante tariffer (normal C-tarif, rådighedstarif, forslag til lokal kollektiv tarif) samt lidt om administrationen af dem.

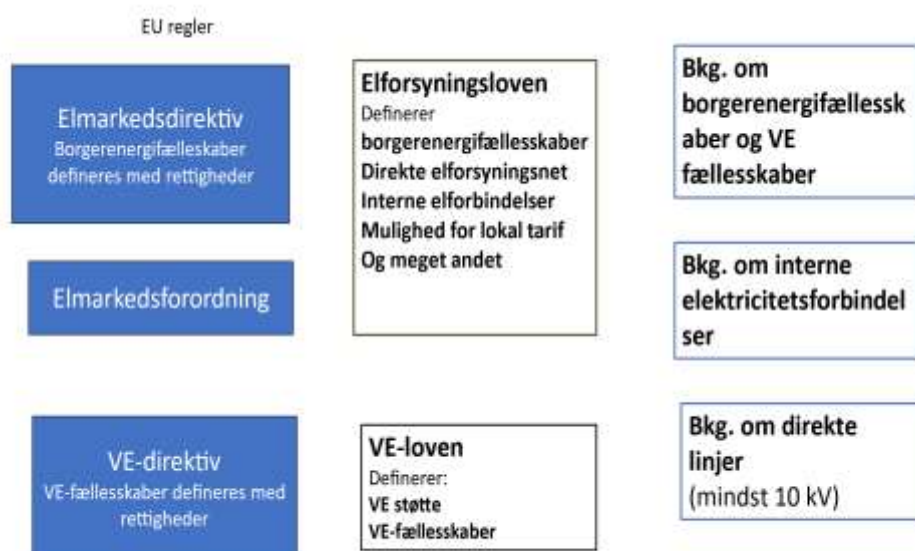
For hvert scenarie, der defineres i del B, vil betydningen af regler, forventede tariffer og relevante oplysninger om afgifter og momsforhold blive beskrevet scenariespecifikt, se afsnit X.7.

De vigtigste regulatoriske rammer og tariffer omfatter bygningslovgivning, elforsyningslovgivning inkl. lovgivning om vedvarende energi, skattelovgivning samt tariffer for el-netselskaber og el-handlere inkl. ladeoperatører. Denne beskrivelse vil ikke omfatte bygningslovgivning, som stiller krav om at de bærende konstruktioner i en bygning også kan bære nye installationer på tage.

## VIII.2 Relevant lovgivning

Den danske elforsyning er reguleret af EU direktiver og forordninger, danske love samt bekendtgørelser, der mere detaljeret regulerer en række områder.

Figuren herunder illustrerer de vigtigste love mm. for dansk elforsyning



EU-direktiver er ikke direkte gældende i Danmark, men gennemføres gennem dansk lovgivning. EU forordninger er direkte gældende i EU-landene. Danske love og bekendtgørelser giver regler for elforsyning med ret detaljerede regler for, hvordan man må tilsluttes til el-systemet og giver rammer for tariffer. Selve tarifferne er baseret på tarifmodeller, som udarbejdes af el-netselskaberne og som godkendes af Forsyningstilsynet. Desuden er skatteregler af betydning, både for betaling af elafgift og moms.

For Stavnsløbet er der både forslag om VE-anlæg med forbrug inden for den samme hovedmåler og med VE-anlæg, hvor el deles via det kollektive el-net. Da der er ret forskellige regler for de to former for deling, er beskrivelsen af regler opdelt for de to muligheder.

## VIII.3 Deling af strøm inden for hovedmåler

Man må som el-forbruger (i Elforsyningsloven benævnt el-kunde) fordele strøm til forbrug inden for egen installation bag en hovedmåler (i Elforsyningsloven benævnt målepunkt med aftagenummer). En installation (i elforsyningsloven benævnt forbrugssted) er defineret i elforsyningslovens §5 nr. 17 som punkt, hvorfra der aftages elektricitet til ét samlet matrikelnummer eller til sammenhængende bygninger fordelt på flere matrikelnumre med kun én forbruger af elektricitet.

Bekendtgørelsen for interne el-forbindelser angiver sammen med el-forsyningsloven, hvordan man kan forbinde forbrug og produktion inden for sin elinstallation. Heraf fremgår:

- at man må fordele el på egen grund til eget brug inden for egen matrikel eller bygning (en bygning kan ligge på flere sammenhængende matrikler). Man kan også fordele el mellem flere

bygninger fordelt på flere matrikler, hvis det kun er til eget forbrug, og bygningerne har en brugsmæssig sammenhæng;

- at man må forbinde et el-producerende anlæg med sin elinstallation, hvis anlægget står på en matrikel, der støder op til ens matrikel/bygning, hvis man råder over det samlede areal, og hvis afstanden mellem produktion og forbrugsinstallation er højst 500 m i fugleflugtslinje. El-produktionsanlægget må ikke levere til andre; men kan ejes eller forvaltes af en anden, hvis denne ikke selv bruger strøm fra anlægget, og man har instruktionsbeføjelser over anlægget;
- at man må fordele el i en bygning til flere forbrugere / el-kunder, både fra el-produktionsanlæg på og i forbindelse med bygningen.

Som en aktivitet må man levere strøm til elbiler fra egen installation, hvilket kræver, at man selv ejer ladestanderne; men man behøver ikke eje elbilerne. Man kan derfor drive på kommerciel eller non-profit basis et antal ladestandere. Dette fremgår ikke direkte af reglerne for elforsyning; men er en etableret praksis.

Som el-forbruger betaler man elafgift som privat husholdning eller offentlig forbruger; men hvis man er momsregistreret selskab med alene salg med moms (med profit eller non-profit, uanset selskabsform), betales kun den minimale EU minimums-elafgift på 0,8 øre/kWh. En særtilfælde er en virksomhed med både momsbelagt og momsfrit salg, som kan spare en andel af elafgiften, som svarer til andelen af det momsbelagte salg. Elafgiften er i 2024 76,1 øre/kWh + moms.

Kilde <https://skat.dk/erhverv/moms/fradrag-for-moms/udgifter-du-kan-faa-momsfradrag-for/fradrag-for-energiavgifter>

Som privat husholdning kan man fratække elafgift for forbrug udover 4000 kWh/år, hvis man har elvarme eller varmepumpe som hovedvarmekilde, dog undtaget minimumafgiften på 0,8 øre/kWh.

Som privat husholdning med elbil tilsluttet i egen installation, kan man trække afgiften for elbilen fra udover minimum på 0,8 øre/kWh, hvis man har en aftale med en ladeoperatør, som har adgang til at måle elforbruget gennem ens ladeboks med fjernafløsning. Det kræver til gengæld, at man har abonnement hos den valgte ladeoperatør. En typisk ladeoperatør er Clever, se <https://clever.dk/clever-box?type=0&charger=0&power=1>. Den reducerede elafgift for elbiler er en midlertidig ordning, som udløber i 2030.

Særlige forhold, der er værd at bemærke:

- Hvis man har solceller og betaler elafgift som privat husholdning, har man hidtil ikke kunne fradrage elafgift til elbil med ladestander i egen installation. En del af strømmen til elbilen vil i det tilfælde komme fra solcellerne og ved alene at måle på elforbrug gennem ladestanderen kan det ikke afgøres hvor meget, der kommer fra solcellerne. Derfor har SKAT ikke hidtil tilladt afgiftsrefusion på baggrund af måling af elforbrug gennem ladestanderen. Projektgruppen er bekendt med, at der ved projektets afslutning er aktører, der tilbyder dette "split", men er usikker på, om der er behov for en generel regelændring. Se fx [https://load.dk/solceller/?utm\\_source=facebook&utmhidtil\\_medium=paid\\_social&utm\\_campaign=s360\\_dk\\_conversions\\_Solceller\\_asc+Campaign&utm\\_content=Conversion\\_Solceller\\_Still\\_Skift\\_1A](https://load.dk/solceller/?utm_source=facebook&utmhidtil_medium=paid_social&utm_campaign=s360_dk_conversions_Solceller_asc+Campaign&utm_content=Conversion_Solceller_Still_Skift_1A)
- Hvis et selskab eller en forening er momsregistreret, kan man som en aktivitet sælge el til elbiler gennem egne ladestandere med alene minimumsafgift. Der skal så opkræves moms af den solgte el, og det anbefales at få afgiftsfritagelsen godkendt af SKAT på forhånd, da der ikke er firmaer udover ladeoperatører med denne type aktivitet.
- Man har balanceansvar som elproducent, hvilket normalt klares med en aftale med el-handler, som påtager sig balanceansvaret.

- Ikke alle el-handlere køber overskudsstrøm fra små el-producenter.
- Der kan være batterier i installationen. De kan tilsluttes gennem et solcelleanlægs inverter eller som selvstændige enheder. Hvis de tilsluttes gennem solcelleinverteren, kan de være med til at nedbringe et solcelleanlægs tilsluttede effekt og dermed dets produktionstilslutningsbidrag. Hvis batterier tilsluttes selvstændigt, skal det besluttes, om de styres, så installationens maksimale tilslutningseffekt øges, og der dermed skal betales ekstra tilslutningsbidrag. Batterier med en kapacitet over 100 kW kan i Radius' område indgå i reguleringen af el-nettet; hvilket bør aftales, før en investering foretages, hvis investeringsbeslutningen afhænger af indtægterne fra at deltage i reguleringen.
- Ovennævnte bekendtgørelse for direkte linjer tillader kun direkte linjer for spændinger på mindst 10 kV og er derfor ikke aktuelle for mindre el-forbrugere.

#### VIII.4 Deling af el foran hovedmålere

Man må dele el gennem det offentlige net med betaling af alle de nettariffer og afgifter, man normalt betaler ved køb af el, samt en tarif for salg af el gennem el-nettet (en indfødningsstarif) på 0,43 øre/kWh + moms. Det kræver, at man har en aftale med en el-handler, som sørger for:

- Fordeling af el mellem deltagerne i energifællesskabet
- Salg af overskydende el fra energifællesskabets el-producerende enhed(er)
- Køb af el, når egne enheder ikke producerer tilstrækkeligt.

Flere el-handelsselskaber har udtrykt interesse for at være el-handler for et energifællesskab; men der er ikke konkrete aftaler med nogen el-handlere om at påtage sig alle ovenstående tre opgaver.

Deltagere i deling af el gennem det kollektive net vil typisk gøre det gennem et energifællesskab, der som medlemmer kan have forbrugere med og uden egen el-produktion. Energifællesskabet kan også eje eller lease el-produktionsanlæg, hvorfra el-produktion delles mellem medlemmerne og overskud sælges.

Rettigheder for energifællesskaber stammer fra EU's el-markedsdirektiv og EU's VE-direktiv. De er i Danmark implementeret i Bekendtgørelsen om borgerenergifællesskaber og VE-fællesskaber. De danske regler har fokus på at beskytte distributionsselskabernes monopol og på at energifællesskaber ikke får nogen fordele, som kunne betyde at et energifællesskab ikke fuldt ud dækker sin andel af elnetselskabernes omkostninger. Beskyttelse af distributionsselskabernes monopol betyder at man i Danmark ikke har gennemført frivillige dele af direktivet, som angiver at et energifællesskab kan eje eller leje elnet.

#### VIII.5 El-tariffer og abonnemeter

Man betaler tariffer for brug af el-nettet til sit lokale el-distributionsselskab (for Stavnsbåndet er det Radius) og til Energinet, det fælles danske transmissionsselskab. Desuden betaler man abonnemeter til el-handlere og ladeoperatører. Ved nye el-tilslutninger betaler man tilslutningstariffer for hhv. forbrug og produktion.

Forbrugstariffen fra det kollektive el-net består af en el-distributionstarif til Radius, og en system-og el-transmissionstarif til Energinet. Radius' tarif, som svinger mellem lavlastperioder (nat), mellemlastperioder og højlastperioder samt mellem sommer og vinter, hvis man er almindelig kunde

tilsluttet i 400 V el-nettet (kaldet C-tarif). Hvis man er tilsluttet direkte til en 400 Volt/4 kV transformer, får man en lavere tarif (kaldet B-lav); men man skal så selv bekoste ledningen hen til transformatoren. Det er distributionselskabet, der afgør, om man skal tilsluttes på en af de to måder; men hvis man har en større elinstallation, kan der forhandles om det. Energinet opkræver for alt elforbrug fra det kollektive el-net en nettarif på 7,4 øre/kWh og en systemtarif på 5,1 øre/kWh, i alt 12,5 øre/kWh + moms i 2024. Desuden opkræver Energinet årligt abonnement på 180 kr pr. måler, der fjernaflæses til Energinets datahub.

Indfødningsstariffen til det kollektive elnet er 0,43 øre/kWh i 2024 og er ens i hele landet.

Rådighedstariffen er en tarif for eget forbrug af el. Den opkræves kun for el-producenter med anlæg over 50 kW el-produktion; men der er en ændring på vej, hvor Green Power Denmark foreslår, at den opkræves af alle med anlæg over 10 kW el-produktion, og at den ikke betales efter egetforbrug af el i kWh, men efter den installerede el-kapacitet med en fast årlig betaling pr. kW udover 10 kW. Forslaget behandles aktuelt af Forsyningstilsynet. For mindre el-producenter, aktuelt op til 50 kW tilsluttet effekt, betales et rådighedsabonnement på 65 kr/år til Radius. Der er ingen rådighedstarif til Energinet, kun til Radius. Man betaler et årligt abonnement til distributionselskabet, som for Radius er 537 kr for el-forbrugere og elproducenter; men 571 kr for forbrugere, der også er egen-producenter.

Med baggrund i lokale energifællesskabers mulige besparelser i elforsyningen er en "lokal kollektiv tarifiering" på vej, som skal gøre det billigere at dele strøm lokalt, hvis man på den måde kan reducere udbygning af - og tab i – el-nettet. Radius har foreslået en metode for en lokal kollektiv tarif, som begrænser den til 400 volt nettet, tilknyttet en 400 V/10kW transformer. I Radius forslag indgår, at størstedelen af distributionstariffen betales som en ny effektbetaling efter gennemsnit af de 10 højeste elforbrug i en time (spidsbelastningen) gennem de foregående 12 måneder. Desuden indgår en ekstra administrationsafgift udover almindelige faste afgifter for deltagerne i energifællesskabet. Status er at Radius har sendt metoden til godkendelse i Forsyningstilsynet, som pt. behandler den.

Med den foreslåede tarif skal distributionstariffen ændres så energitariffen, der er hovedparten i dag, kun kommer til at udgøre nettab + 25% af øvrige omkostninger mens de 75% af øvrige omkostninger dækkes af den nye effektbetaling. Desuden indføres et abonnement for at betale administration af den lokale tarif.

I nedenstående tabel ses en sammenligning af priselementer for distributionstarif ved nuværende C-tarif for Radius og ved forslaget fra Radius om lokal kollektiv tarif:

Nedennævnte beløb er uden moms.

	Nuværende C-tarif	Forslag til lokal kollektiv tarif
Effektbetaling	0	75% af elselskabs omkostninger udover nettab, Af Radius skønnet for Radius' område til 62 kr/kW per måned (744 kr/kW per år), opgjort ved det fælles afregningspunkt.
Energitarif, tidsdifferentieret	Varierer 11,45 – 103,02 øre/kWh, afregnes ved de enkelte forbrugere (Radius tariffier 2024)	Varierer, af Radius skønnet til 4,17 – 37,57 øre/kWh, samme variationsmønster som uden lokal tarif, afregnes kun for samlet forbrug i fælles målepunkt.
Abonnement for energifællesskab	Ikke relevant	Omkostningsbaseret, anslået af Radius til 2000 kr for hele energifællesskabet
Forbrugsabonnement per forbruger	473 kr/år for forbrugere, 509 kr/år for prosumers	Uændret
Indfødningsstarif	0,43 øre/kWh, afregnes ved elproducent	0,43 øre/kWh, afregnes i fælles målepunkt
Rådighedstarif	31,03 øre/kWh, kun for VE-anlæg over 50 kW tilsluttet i forbrugsanlæg. Ændring er foreslået til tarif baseret på produktionsanlægs effekt over 10 kW, f.eks. 150 kr/kW pr år	Bortfalder

Der er flere uafklarede spørgsmål i forslaget, bl.a. om der skal betales transmissionstariffer for el, der deles indenfor det fælles målepunkt.

Forslaget er attraktivt for energifællesskaber med meget jævnt forbrug fra elnettet ( i det fælles målepunkt), med stor andel el dækket af lokal produktion og med en vis størrelse, så det ekstra abonnement på 2000 kr ikke får væsentlig betydning for økonomien.

Tilslutningstariffer (kaldet tilslutningsbidrag) betales både for elforbrugstilslutninger og elproduktionstilslutninger, dog er man fritaget for produktionbidrag, hvis en installation allerede er tilsluttet med den ønskede kapacitet med en forbrugstilslutning. Dette gælder som minimum ved installationer op til 50 kW. Se tariffier for Radius på: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>.

El-handlere giver enten en fast elpris for en periode eller tilbyder at købe el fra el-børsen Nordpool og sælger overskudsøl samme sted med en mindre provision, på f.eks. 1 øre/kWh. Desuden kan el-handlere have et abonnement, fx. på 50 kr/måned.

## IX. Detailanalyse af Stavnsbåndets el-forbrug

- *Ansvarlig:* *Ea Energianalyse*

For at opgøre elforbruget af de individuelle boliger, fælleshuset og elbilerne i Stavnsbåndet på timebasis, af hensyn til beregning af mulighederne for at kunne opnå nettoafregning, trak Ea som tredjepart elforbruget fra Eloverblik.dk, som igen indhenter data fra Energinets DataHub. Alt elforbrug er målinger, som er foretaget på timebasis.

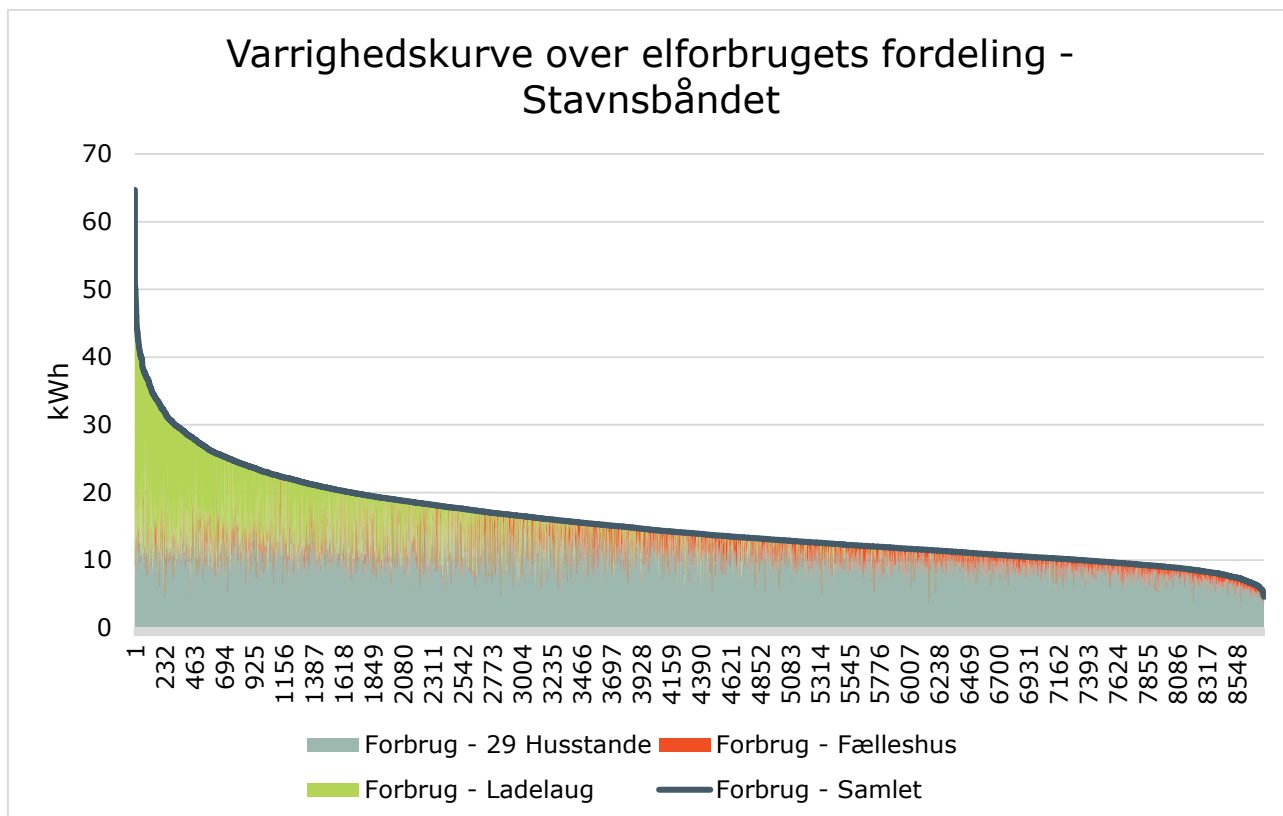
Elforbruget for Stavnsbåndets elbilsladelaug var givet for to målepunkter, der kunne lægges direkte sammen. Elbilsladelaugets elforbrug blev hentet for perioden d. 10. februar 2023 til og med d. 31. marts 2024. Fælleshusets elforbrug var givet i et målepunkt, hvor der ikke var behov for, at der skulle foretages noget yderligere. Fælleshusets elforbrug blev hentet for perioden d. 1. april 2020 til d. 1. marts 2024.

Elforbruget for Stavnsbåndets individuelle boliger kunne hentes for forskellige perioder afhængigt af, hvor længe den enkelte boligejer har boet i Stavnsbåndet. For at få det mest præcise elforbrug, blev der taget udgangspunkt i den forbrugsperiode, hvor der indgik flest målinger. Denne periode går mellem marts 2023 og marts 2024, hvilket svarer til en helt år. Selvom perioden går fra dele af året i 2023 ind i dele af 2024, vurderes det at være en passende løsning, fordi der er flere boliger som bidrager til effektudjævningen af elforbruget i Stavnsbåndet, hvilket vil medføre et mere realistisk forbrugsmønster, når området skal vurderes i sin helhed. Dette vurderes også som en mulig løsning, fordi varmforsyningen af Stavnsbåndet ikke er afhængigt af elforbruget, idet Stavnsbåndet forsynes med fjernvarme, hvilket betyder, at vejrets mønster i en større grad ikke påvirker elforbruget. Yderligere antages det, at elforbrugsmønstret af Stavnsbåndets beboere ikke vil variere signifikant fra år til år, fordi det antages, at individuelle vaner er fastholdte.

Hvert timebaserede elforbrug blev dernæst aggregeret for antallet af boliger, som indgik i forbrugsstatistikken og skaleret i forhold til det totale antal af boliger i Stavnsbåndet, hvilket er 29 boliger. Forbruget blev aggregeret ved at summere alt timebaseret forbrug på timebasis og derefter dividere med antallet af boliger, som indgik i den pågældende times sum. Dette dannede boligernes gennemsnitlige elforbrug på timebasis. Derefter blev gennemsnittet for boligernes elforbrug i perioden beregnet i forhold til det tilhørende antal boliger, som indgik i de pågældende timer, hvortil gennemsnittet blev beregnet. Dette blev gjort ved kun at beregne gennemsnittet for de timer, hvor antallet af boliger som indgik i summen, var lig hinanden. Dette ledte til et differentieret gennemsnit, afhængigt af hvor mange boliger som indgik. Til sidst blev den timebaserede sum divideret med gennemsnittet, der var opgjort ud for antallet af forbrugere, for at danne den endelige forbrugsprofil pr. inkluderet bolig. Denne forbrugsprofil kunne derefter ganges med antallet af boliger for at opnå det skalerede estimat af forbruget.

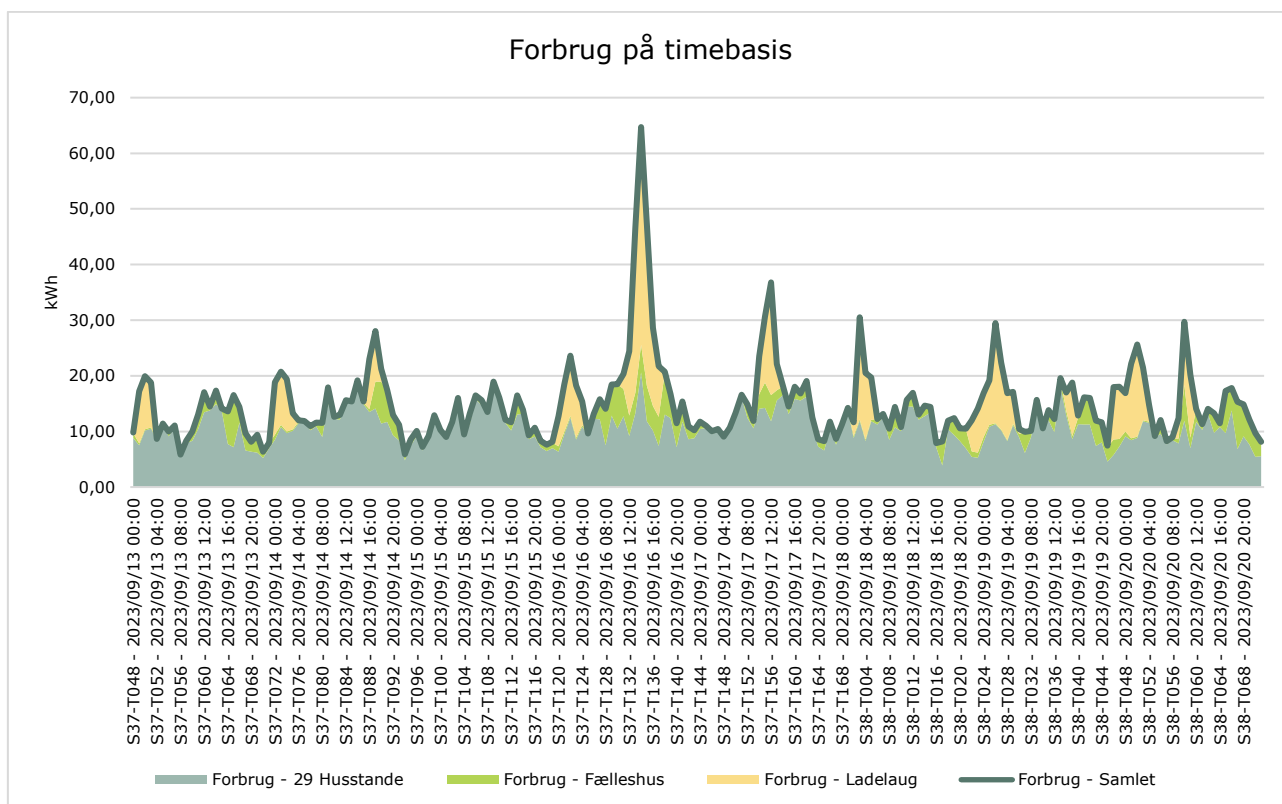
Det samlede elforbrug og det underliggende elforbrug er angivet i form af en varighedskurve på Figur 5. I en varighedskurve er timernes værdier sorteret fra højest til lavest. På Figur 5 er alle værdier sorteret i forhold til det samlede forbrugs højeste til laveste værdier. Yderligere er underkategorierne individuelle husstande, fælleshuset og ladelaugets stabled på hinanden for at vise sammensætningen, som skaber det totale forbrug.





Figur 5: Angiver Stavnsbåndets elforbrug i form af en varighedskurve.

Ud fra Figur 5 fremgår det, at elbilernes ladning bidrager til en stor andel af forbruget, som forekommer i spidslasttimerne.



Figur 6: Angiver Stavnsbåndets elforbrug på timebasis, for 1 uge omkring timen der blev observeret til at have den højeste spidsbelastning i den observerede periode.

Ud fra Figur 5 og Figur 6 fremgår det, at de 29 husstandes elforbrug fluktuerer relativt konstant, og at fælleshusets forbrug er småt og spontant. Yderligere fremgår det, at elbilerne har nogle få timer, hvor de lader, hvilket får spidsbelastningen til at stige ekstremt, som gør, at der kommer nye højder og tidspunkter for spidsbelastningen i forhold til tidligere erfaringer.

Elforbruget i Stavnsbåndets tre underkategorier er beregnet ved at summere timeforbruget i den observerede periode. For sammenligningens skyld opgøres det totale forbrug per forbruger. For husstandene er det 29 forbrugere, og for el-bilerne er det gennemsnitligt 11 elbiler for perioden. Elforbruget kan ses i Tabel 4.

Tabel 4 Angiver elforbruget på årsbasis og per forbruger. Læg mærke til at der ikke er vist decimaler, selvom disse indgår og har betydning for andre beregninger.

Taggruppe	Årligt elforbrug [kWh]	Elforbrug per forbruger [kWh]
Individuelle husstande	93.998	3.357
Fælleshuset	14.446	498
Ladelaug	27.347	2.486
Total	135.792	

Det forventes, at Stavnsbåndets bilpark vil overgå til i større grad at bestå af el-biler. Da kørselsmønstrene for husstandene, der endnu ikke har fået elbil, ikke kendes med sikkerhed, bliver det i analysen antaget, at de bilejere som overgår til at bruge elbil, vil have det samme kørselsmønster som de nuværende elbilejere. Derved det samme lademønster og forbrug som de eksisterende elbilejere – i modellen kan dette lademønster optimeres i forhold til forskellige forudsætninger. Argumentet for at forbruget og lademønstret er det samme, er at Stavnsbåndet ligger tæt på et bredt udvalg af arbejdspladser inden for de fleste brancher, hvilket gør at kørselsafstandene til arbejde er sammenlignelige. Der er en forventning om, at det gennemsnitlige elforbrug i ladelaugget, kan skaleres i forhold til antallet af elbiler i bilparken. På Tabel 4 kan det forventede antal elbiler ses per år, sammen med det forventede elforbrug af disse elbiler. Den yderligere CO<sub>2</sub> besparelse, opgøres som reduktionen af det benzinforbrug, som ellers var nødvendigt for at dække kørselsbehovet. Det antages, at alle biler i Stavnsbåndet er benzinbiler, da det ikke vides hvilken type af brændstof, beboernes biler anvender.

Da nogle beboere i Stavnsbåndet allerede har skiftet over til elbiler, medregnes deres besparelse ikke i denne analyse, fordi besparelsen allerede er opnået forinden. CO<sub>2</sub> udledningen i forbindelse med konstruktionen af elbilerne tages ikke i betragtning, for udslippet kan variere afhængigt af fabrikationsprocessen og brændselsmixet i den energi, som anvendes til fabrikationsprocesserne. Desuden vides det ikke, hvilken fabrikant Stavnsbåndets beboere vil vælge.

*Tabel 5: Angiver antallet af forventede elbiler i Stavnsbåndet og deres elforbrug ud for et givent år. Tabellen angiver også en yderligere reduktion af CO<sub>2</sub> udledningen, når flere i Stavnsbåndets bilpark overgår til elbiler. Bemærk at besparelsen opgøres som forskellen mellem 2023/2024 og det givne år.*

	2023 / 2024	2025	2030	2035
Antal elbiler	11	15	20	25
Elforbrug [kWh]	27.347	37.292	49.722	62.153
Yderligere CO <sub>2</sub> besparelse [ton]	0	6,41	14,43	22,45

## X. Scenarieanalyser

- *Ansvarlig for X.1 – X.6: Ea – Energianalyse i samarbejde med SB (med hensyn til analysedesign, scenariestruktur, den finansielle analyse m.v.)*
- *Ansvarlig for afsnit X.7: Vedvarende Energi*
- *Ansvarlig for afsnit X.8: SB*

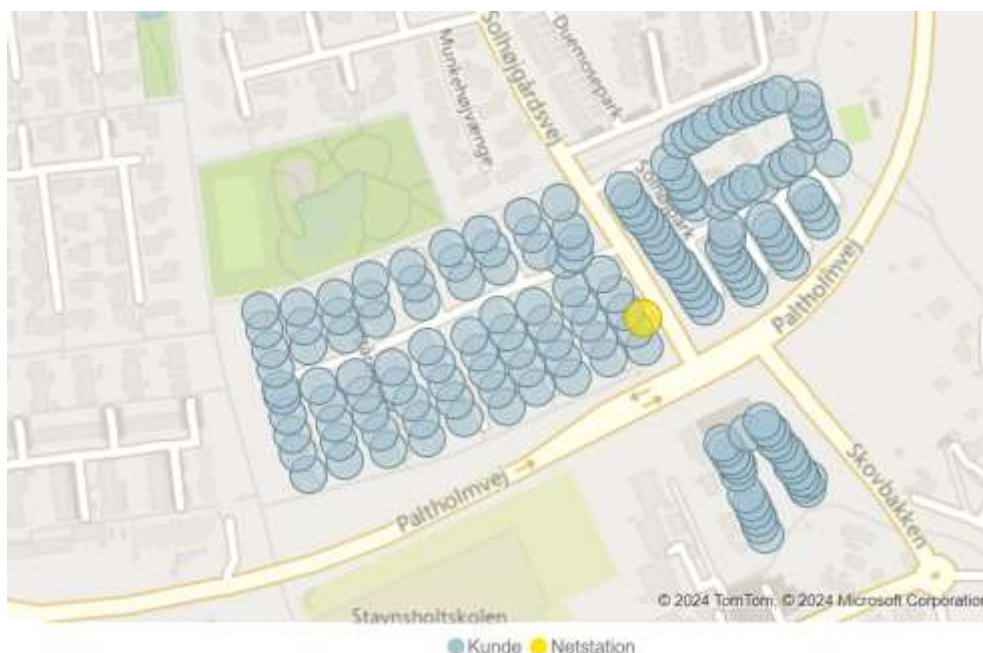
### X.1 Teknisk-økonomiske forudsætninger

#### X.1.1 El-nettets topologi

Stavnsbåndet har et fælles lokalt distributionsnet, der gør, at hver bygning kan betragtes med de samme forudsætninger hvad angår den lokale kollektive net-tarifering.

Herunder ses den overordnede topologi af el-nettet i Stavnsbåndet. Hver adresses tilslutning inden for samme net-område er angivet via et blå punkt, og selve transformerens placering er angivet via et gult punkt. Selve ledningernes placering i jorden er ikke angivet, men betragtes som værende irrelevant for analysen i dette projekt.

Hvis det bliver relevant at kende ledningernes placering, i tilfælde af at solcelleanlægget skal etableres, så kan ledningernes placering opnås via en forespørgsel i LER eller via en direkte forespørgsel hos Radius.



Figur 7: Angiver elnettets topologi for området i Stavnsbåndet (Radius, 2024).

Som det kan ses på Figur 7 ovenfor, indgår der flere andre boligområder indenfor samme lokale net, og som ikke er en del af Stavnsbåndet. Det drejer sig om Solhøjpark lige numre syd og vest for

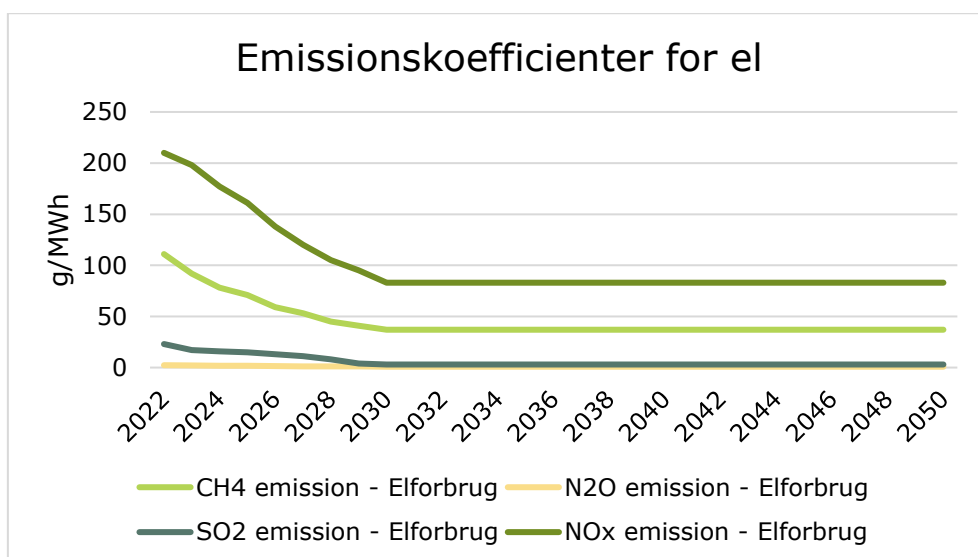
Stavnsbåndet, Ellegårdspark vest for Solhøjgårdsvej og endelig bofællesskabet Stavnsholthave syd for Palholmvej.

### X.1.2 CO<sub>2</sub>-udledning fra elforsyning

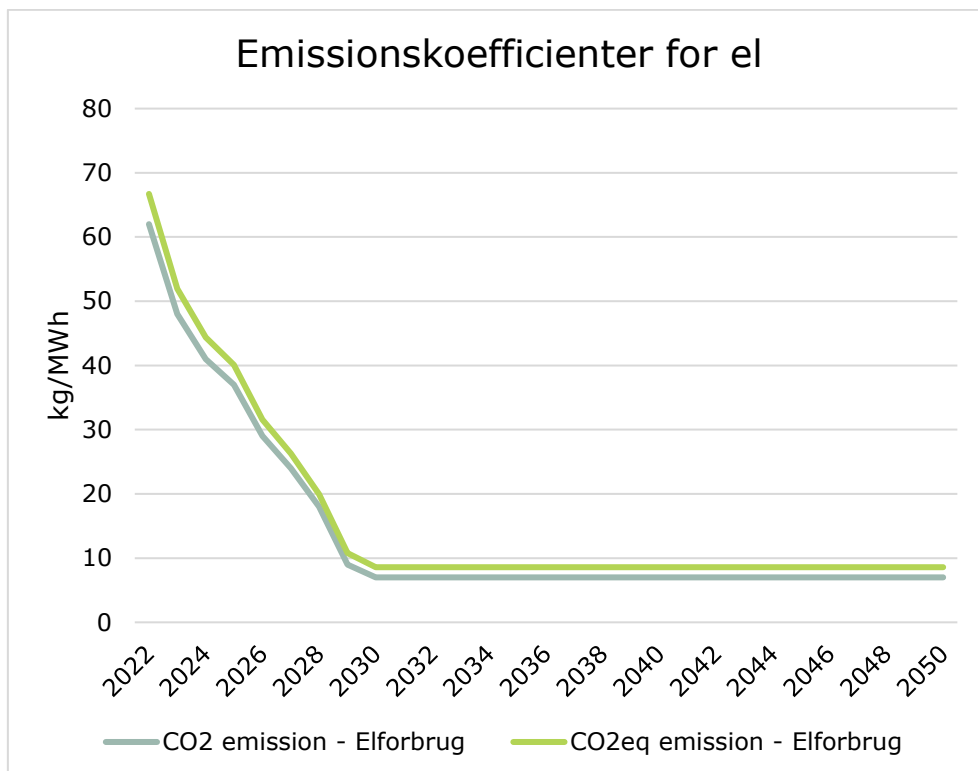
CO<sub>2</sub>-udledningen fra dansk elforsyningen forventes at blive reduceret til tæt på nul i 2030, jævnfør Energistyrelsens klimafremskrivninger. Dette sker i takt med, at det forventes at el-produktionen omstilles til vedvarende energi. El-systemets fremskrevne udledninger af metan, lattergas og kuldioxid kan ses på Figur 8 og Figur 9.

*Figur 8: Angiver den fremskrevne udledning af drivhusgasserne metan og lattergas, samt mængden af luftforurene stoffer svovldioxid og kvælstofoxider, i forhold til produktionen og forbruget af el (Energistyrelsen, 2022).*

I analysen af solcelleanlæggets klimaeffekt, udregnes klimaeffekten i CO<sub>2</sub> ækvivalenter. Dvs. at udledningen af metan og lattergasser ganges med en faktor på henholdsvis 36 og 310, for opgøre udledningerne i CO<sub>2</sub> ækvivalenter.



*Figur 8: Angiver den fremskrevne udledning af drivhusgasserne metan og lattergas, samt mængden af luftforurene stoffer svovldioxid og kvælstofoxider, i forhold til produktionen og forbruget af el (Energistyrelsen, 2022).*



Figur 9: Angiver den fremskrevne udledning af drivhusgassen kuldioxid, i forhold til produktionen og forbruget af el. Yderligere angives den CO2 ækvivalente udledning, når metan og lattergas medregnes.

Der foreligger en planlægningsmæssig udfordring i Danmark angående hvilke arealer, der skal anvendes til hvad, såsom hvilke områder, der skal anvendes til by, VE-anlæg, landbrug, skovbrug, fredskov, naturbeskyttede arealer m.m. Der kan derfor opstå en fremtidig problematik med, at der anlægges færre elektrolyseanlæg til PtX, fordi der er en mindre solcellekapacitet, end hvad der er teoretisk muligt - en teoretisk kapacitet, hvis forøgede produktion kan være medvirkende til at gøre en større kapacitet af elektrolyse anlæg økonomisk rentable og derved forøge mængden af producerede elektrofuels. Disse elektrofuels kan blive solgt på verdensmarkedet eller i Danmark og derved konkurrencemæssigt fortrænge fossile brændsler, hvilket vil medvirke til en reduceret CO2 emission.

Solceller på hustage medvirker til en forøget solcelleproduktionskapacitet samtidig med, at de ikke optager arealer, der planmæssigt ikke allerede er udstedt til noget andet. Det vil sige, at solceller på hustage kan medvirke til, at Danmark opnår en større solcelleproduktionskapacitet og derved en større kapacitet af PtX produktion og er derfor indirekte medvirkende til at fortrænge CO2 fra at blive udledt.

CO2-udledningen fra forbrændt olie er 266 g/kWh. Hvor virkningsgraden fra el til et produkt, som erstatter denne olie, ca. er 55%. Det betyder at 1 kWh ekstra produceret el, svarer til en fortrængning af 55% forbrugt olie, hvilket betyder 1 kWh ekstra produceret el, fortrænger 147 gram CO2. Denne CO2 fortrængning lægges direkte oven på emissionskoefficienten angivet på Figur 9. Dette gøres, fordi forbruget betragtes som at have en direkte udledning, men også en effekt på muligheden for at fortrænge forbruget af olie. Dette betyder, at hvis Stavnsbåndet etablerer et solcelleanlæg, så medfører hver egenproduceret kWh en reduceret CO2eq udledning både for reduktionen af strøm Stavnsbåndet modtager fra elnettet, men også for den strøm de sender ud på elnettet. I det første tilfælde, fordi den egenproducerede og forbrugte strøm tæller som en energibesparelse, som medfører et større overskud

af el på markedet som kan anvendes til PtX. Og i det andet tilfælde, fordi der direkte forsynes mere strøm til el-nettet, end hvad der ellers ville gjort.

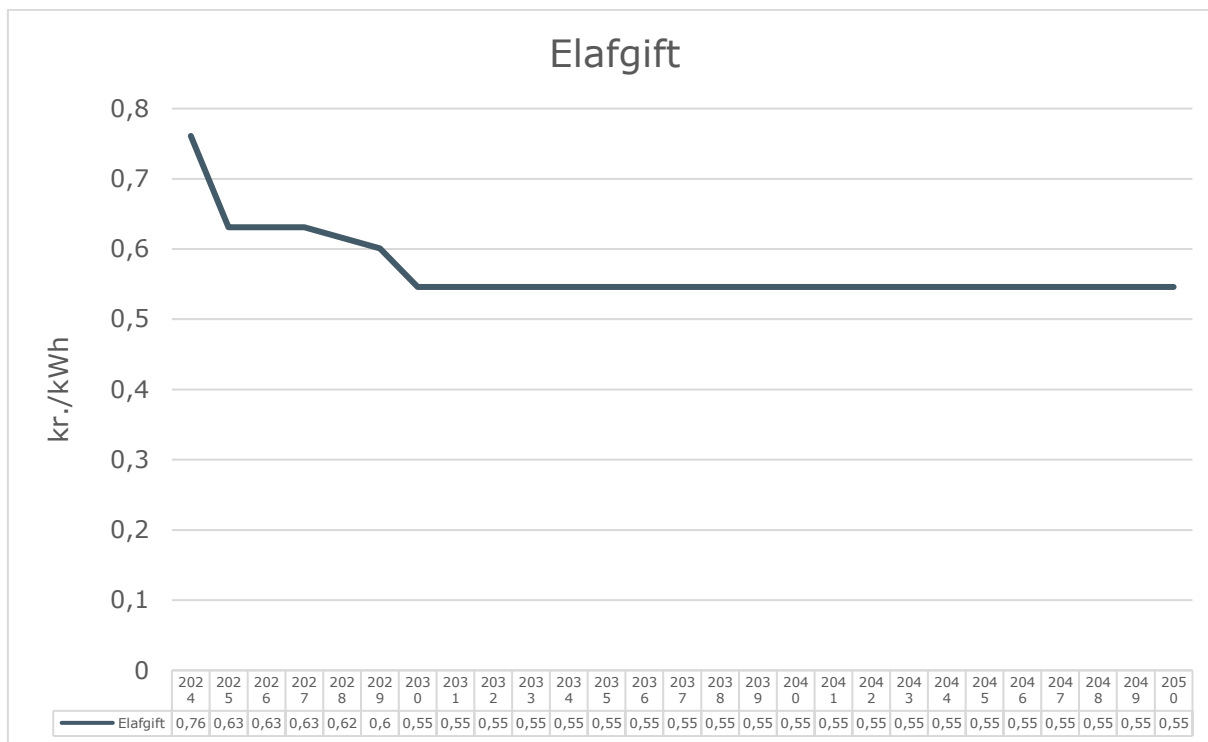
Sammenfattende vurderes reduktionen af klimabelastningen ved opsætning af solceller at være ca. 150 g/kWh. På kort sigt vil solcelleproduktionen erstatte gas og kul på kraftværker med potentielt større klimaeffekt, mens der ved vurdering af den langsigtede klimaeffekt er forudsat, at solcelleproduktionen bruges til fremstilling af Pt X- brændstoffer.

### X.1.3 Priser i elmarkedet

Den gennemsnitlige elpris fra 2025 til 2050, er angivet i intervaller på 5 år i Tabel 3. Priserne stammer fra Balmorel, som er en el-markedsprismodel, der tager udgangspunkt i nuværende rammer for energisektorens udvikling, i dette tilfælde inden for forskellige Europæiske el-markeder. Modellen udbygger energianlæg ud fra, hvad der er økonomisk optimalt, når ældre anlæg lukkes eller ikke længere er konkurrencedygtige og beregner derfra elpriserne time for time ud fra anlæggenes marginale produktionsomkostninger (eller forbrugernes betalingsvillighed). Timeproduktionen er baseret på vejråret i 2014. Elpriser time for time fremgår af Excel-arket med solcellemodellen, hvori beregningen af scenarierne også bliver foretaget.

### X.1.4 Elafgiftens udvikling

Skatteministeriet har i en tidligere udmelding angivet, hvordan elafgiften – med udgangspunkt i de energipolitiske aftaler – forventes udvikle sig til og med 2030. Der er ikke aftalt afgiftsned sættelser efter 2030, og derfor fastholdes elafgiften herefter på 2030-niveauet.



Figur 10 Angiver den forventede udvikling af elafgiften frem mod 2050, som anvendes i modellen.

## X.2 Modelberegninger

Koblingen mellem solcellebaseret el-produktion, opgjort i afsnit VI.1 og el-forbrug, opgjort i afsnit IX, er baseret på energimodelberegninger (tjemæssig simuleringer, baseret på standardiserede forbrugsprofiler for husstande og el-biler og tilsvarende estimerede tjemæssige produktionsprofiler for de opsatte solceller).

Ea Energianalyse har stillet et regnearksbaseret værktøj til rådighed for denne del analysen. Værktøjet er udviklet til tidligere analyser af solcelle business cases for Gladsaxe og Lyngby Taarbæk Kommuner. Værktøjet er videreudviklet til nærværende analyse.

Analyserne tilrettelægges, så man nemt kan justere modelberegningerne, når den nye tarifering er godkendt af Forsyningstilsynet.

Det bemærkes, at solceller har en ”kannibalerende effekt” i elmarkedet, som betyder at el-priserne generelt er lave, når der er meget solproduktion i el-systemet. Forklaringen er, at solcelleanlæggene fortrænger anlæg med højere (marginale) produktionsomkostninger på el-markedet. Denne sammenhæng vil blive endnu mere udpræget i fremtiden i takt med, at andelen af solcellestrøm i el-mixet øges. Det er derfor vigtigt, at elprisprofilerne, genereret med el-markedsmodellen Balmorel, er baseret på samme klimaår som solcelleproduktionsprofilerne.

Når analyseprojektet er afsluttet, stilles de anvendte hjælpeværktøjer, udfyldte regneark m.v. under del A og del B til rådighed for Stavnsbåndet. Dette vil bl.a. muliggøre, at Stavnsbåndet selv kan opdatere



beregningsresultater, såfremt andre scenarier i Stavnsbåndet senere ønskes analyseret. Det muliggør også, at analysedetaljer, fx el ind og ud af energifællesskaber, kan studeres nøjere.

### X.3 Overordnet scenariestruktur

Scenarieanalyserne opdeles i to grupper:

- Scenarier på egen matrikel, hvor el-forbrug og el-produktion kobles for afgrænsede fysiske enheder på samme matrikel
- Scenarier på tværs af matrikelgrænser, hvor el-forbrug og el-produktion ligeledes kobles, men hvor produktion og forbrug ikke nødvendigvis er placeret på samme matrikel / tilknyttet samme måler, og som vil kræve etablering af et energifællesskab for at dele produktionen mellem forskellige forbrugere.

Der indgår stationære batterier til at flytte el-produktion på døgnbasis fra dag til aften-nat-morgen i de scenarier, hvor det er en økonomisk fordel.

Scenarieanalyserne gennemføres i to runder, første og anden runde.

### X.4 Scenarieanalyser i første runde

#### X.4.1 Indledning

I første analyserunde er tilgang 2 med betontagsten som referencetag anvendt. For det valgte solcelletag Solartag.eu betyder det for det første, at merinvesteringen i forhold til tilgang 1 er større, og Solartag.eu vil derved fremstå mindre økonomisk favorabelt, end hvis Solartag.eu blev sammenlignet med et teglstenstag – tilgang 1. I modsætning til tilgang 3 har betontagstagnet i tilgang 2 ikke et fast undertag, hvilket for det andet betyder, at Solartag.eu i tilgang 2 vil fremstå mere økonomisk rentabelt, end hvis der blev taget udgangspunkt i tilgang 3.

Scenarierne er udvalgt, så de kan gennemføres efter gældende regler. Scenarierne er udvalgt ud fra den sammenligning og rangordning, der var opstillet til det første fællesmøde d. 29. april (tilgang 1), hvor solartag.eu taget faldt ud som den økonomisk mest effektive produktionsmetode, før der blev taget hensyn til indtægtssiden.

Analyserne i første runde gennemføres som et ”nedslag” (simplificeret analyse/screening) og omfatter følgende analyseparametre for hvert scenarie. (Analyseåret er 2030, hvis ikke andet er nævnt):

- Scenariets el-forbrug (MWh/år)
- Lokal el-produktion (MWh/år)
- Klimamæssig indikator:
  - Dækningsgrad (lokal el-produktion/samlet el-forbrug i SB) (%)
- Merinvestering (i startåret) (kr.)
- Indtægter (indtægter ved salg af el + besparelser ved løb af el (kr./år)
- Økonomisk indikator:
  - Hvor høj forrentning (”simpel intern rente” (%)

I forbindelse med udførelsen af beregningerne for scenarierne blev der foretaget flere forskellige optimeringsprocesser for scenariets tekniske sammensætning. Den tekniske sammensætning blev optimeret til at maksimere projektets nutidsværdi. Optimeringen foregik ved først at justere solcellernes kapacitet, indtil nutidsværdien ramte sit maksimum, dernæst at tilføje batterier og på samme måde justere batterikapaciteten, indtil nutidsværdien ramte et maksimum. Batteriet blev optimeret efter flere forskellige afladningsprofiler såsom at aflade, når der bliver brugt strøm i de dyreste perioder og såsom at aflade for at reducere belastningen på elnettet så meget som muligt. Batteriet blev i denne model kun opladet når solcelleanlægget producerede et overskud af strøm i forhold til forbruget. Ligeså blev alle disse optimeringsprocesser udført, hvor der blev anvendt fælles kollektiv net-tarifering for at undersøge, om der i scenariet ville være størst økonomisk fordel ved at fælles kollektiv net-tarifering i modsætning til normal C-tarif jf. Radius' tarifmodel 3.0. Optimeringen blev udført via. Excels solver i forlængelse af Excelmodellen.

#### X.4.2 Udvalgte scenarieanalyser

I første runde gennemføres scenarieanalyser af følgende kombinationer af produktionssted, solcelleteknologi, forbrugssted og tarifmodel, i alt 8 scenarier med to variationer mht. tarifmodel, se oversigtstabel herunder:

Scenarie-numre	Produktions-sted	Solcelleteknologier		Forbrugssteder *)			Salg dir. til el-net	Tarifmodel	
		Påbygg.	Solcelletage	Fælleshus	El-ladelaug	Indiv.		C-tarif	Lok. Kollektiv
1.1.	Fælleshustag	X	X	X				X	
1.2.	Indiv. hustage	X				X		X	
2.1.	Carpportage	X		X				X	
2.2.	Carpportage	X			X			X	
2.3. A (1)	Alle hustage	X		X		X		X	
2.3. B (1)	Alle hustage	X		X		X			X
2.3. A (2)	Alle hustage		X	X		X		X	
2.3. B (2)	Alle hustage		X	X		X			X
2.4.	Alle hustage		X				X		
*) Overskydende el sælges til el-nettet. Manglende el købes fra el-nettet									

I scenarie 1.1. undersøges økonomien og klimaeffekten for solcelleanlægget, som kun bygges på fælleshusets tag. Disse analyseparametre undersøges for brugen af påbyggede solceller og solcelletaget Solartag.eu. I scenarie 1.1. regnes der med, at el-produktionen fra fælleshusets solcelleanlæg kun bruges til at forsyne fælleshusets elforbrug, og at der tages udgangspunkt i Radius tarif model 3.0 C, som gør sig gældende for private husstande.

I scenarie 1.2. undersøges økonomien og klimaeffekten for solcelleanlægget, som kun bygges på boligernes tage. Disse analyseparametre undersøges kun for anvendelsen af påbyggede solceller, da de påbyggede solceller i del A sig at være den billigste løsning og en mulig løsning for enkelte husstande i tilfælde, hvor andre boligejere ikke vil deltage i et fælles projekt. I scenarie 1.2. regnes der med at el-produktionen fra boligernes solcelleanlæg kun bruges til at forsyne de individuelle husstandes elforbrug, og at der tages udgangspunkt i Radius tarif model 3.0 C, som gør sig gældende for private husstande. Yderligere skal det nævnes, at scenariet regnes for alle husstandenes samlede elforbrug og dermed viser klimaeffekt og økonomisk fordelagtighed for en gennemsnitlig individuel bolig.

I scenarie 2.1. undersøges økonomien og klimaeffekten for solcelleanlæg, som kun bygges på carportenes tage. Disse analyseparametre undersøges kun for anvendelsen af påbyggede solceller, da de påbyggede solceller i del A viste sig at være den billigste løsning og er mulige at placere direkte oven på carportenes tage. I scenarie 2.1. regnes der med at el-produktionen fra carportenes solcelleanlæg kun bruges til at forsyne fælleshusets elforbrug, og at der tages udgangspunkt i Radius tarif model 3.0 C, som gør sig gældende for private husstande.

I scenarie 2.2. undersøges som i 2.1. økonomien og klimaeffekten for solcelleanlægget, som kun bygges på carportenes tage. Disse analyseparametre undersøges kun for anvendelsen af påbyggede solceller, da de påbyggede solceller viste sig at være den billigste løsning og er mulige at placere direkte oven på carportenes tage. I scenarie 2.2. regnes der med at el-produktionen fra carportenes solcelleanlæg kun bruges til at forsyne elbilernes elforbrug, og at der tages udgangspunkt i Radius tarif model 3.0 C, som gør sig gældende for private husstande, dvs. at der ikke opnås den el-afgiftsrefusion, som der opnås fra el-bilsejere for den del af strømmen, som el-bilsejeren stadigvæk skal købe fra nettet, når der ikke produceres tilstrækkeligt el fra solcellerne.

I scenarie 2.3.A(1) og 2.3.A(2) undersøges økonomien og klimaeffekten henholdsvis for solcelleanlæg, som bygges på fælleshusets tag og alle boligernes tage 2.3.A(1) henholdsvis solcelletaget solartag.eu 2.3 A(2). I scenarie 2.3.A(1) og 2.3.A(2) regnes der med, at el-produktionen fra alle tagfladernes solcelleanlæg bruges til at forsyne fælleshusets og de individuelle boligens elforbrug, samt at der tages udgangspunkt i Radius tarif model 3.0 C, som gør sig gældende for private husstande.

Til forskel fra scenarie 2.3.A(1) og 2.3.A(2), tager scenarie 2.3.B(1) og 2.3.B(2) udgangspunkt i Radius lokale kollektive nettariferingsskema med henblik på at undersøge forskellen mellem anvendelsen af de to tariferingstyper.

I scenarie 2.4 undersøges økonomien og de potentielle stordriftsfordele ved at udnytte hele el-produktionspotentialet, som opstår ved anlæggelsen af solcelletaget fra Solartag.eu. Hvis Stavnsbåndet vælger at udnytte dette potentiale fuldt ud, vil produktionen overstige det interne elforbrug, hvilket gør det nødvendigt at afsætte overskydende strøm til el-nettet. I scenarie 2.4. undersøges økonomien med en antagelse om, at der kan opnås lavere investeringsomkostninger og stordriftsfordele ved at etablere et kollektivt el-produktionsselskab (et solcellelag), som sælger el "foran måleren" på samme måde som større vind- eller solcelleanlæg.

I scenarie 2.4. vil det kollektive selskab kun have brug for én fælles måler og inverter, og der skal kun installeres ét fælles batteri. Et momsfritaget selskab vil samtidig kunne reducere investeringsomkostningerne med 20%. Dog vil selskabets eventuelle overskud blive beskattet hos ejerne (beboerne i Stavnsbåndet).

I scenarie 2.4 er det vigtigt at bemærke, at det kun er solcellekomponenten af solcelletaget, der betragtes som momsfritagelig. Tagdelen, som ejes af enten de enkelte beboere eller bofællesskabet, skal derimod pålægges moms. I beregningerne i scenarie 2.4 er det for nemheds skyld antaget, at solcelledelen svarer til merinvesteringer i forhold til et betontagstenstag.

### X.4.3 Scenarieresultater

#### *Nordvendte tage*

Den økonomiske fordel ved at opsætte aktive solcelletage på nordvendte tage er undersøgt og er fundet positiv økonomisk set. Årsagen til at Solartagets aktive tagelementer skaleres op til den maksimale potentielle kapacitet skyldes, at den marginale merudgift ved aktive tagelementer i forhold til passive er så lav, at indtægten fra de aktive tagelementers el-salg direkte til el-nettet på nordvendte tage opvejer den ekstra investering i aktive i forhold til passive solceller. Dette måske lidt overraskende resultat skyldes primært, at Stavnsbåndets nordvendte tage er orienteret i en retning, som gør, at de stadig producerer strøm om aftenen i de sene forårsmåneder, om sommeren og i det tidlige efterår.

#### *Lokal kollektiv tarifering vs. normal C-tarif*

I udvalgte scenarier er undersøgt, om det nye tarifforslag fra Radius//Cerius er økonomisk interessant for Stavnsbåndet.

I alle de gennemførte sammenligninger viser det sig, at Radius/Cerius' C-tarif jf. tarifmodel 3.0 er den økonomisk optimale tarif for fælleshuset. Årsagen hertil er, at når forbruget i timerne med spidsbelastning bliver reduceret via et forudsat batteri, så forekommer der andre timer med en tilsvarende spidsbelastning, hvor forbruget ikke er muligt at reducere med batterier. Derved bliver der bare fundet nye spidsbelastningstimer, som stadig gør, at den kollektive lokale tarifering er dyrere. Dette skyldes, at den nye tarifering foreslås afregnet af Radius/Cerius som en effektbetaling ganget på gennemsnittet af de 10 timer, hvor forbruget var højest i en periode på 12 måneder. Med den nuværende algoritme for C-tariffen, som planlægger 24 timer fremad fra kl. 14:00, er det på nuværende tidspunkt svært at sørge for, at der forekommer en udjævning af forbruget på alle timerne i løbet af døgnet.

Selv om lokal kollektiv tarifering er fundet værende mindre økonomisk attraktivt end den normale C-tarif, er det stadig teoretisk muligt at få den lokale kollektive tarifering til at blive mere økonomisk attraktiv. Det kræver dog i Stavnsbåndets tilfælde, at der skal installeres batterier med en passende kapacitet, som automatisk drives via algoritmer, som økonomisk dels optimerer opladningen af batterier i forhold til de billigste elpriser, dels optimerer afladningen i forhold til en konstant effektudjævning, og dels bruger overskydende strøm fra solcellerne til at oplade batterierne. I de tilfælde, hvor der ikke bliver produceret nok strøm, skal batterierne "være på forkant" til at oplade fra el-nettet i billigere timer med mindre forbrug. I denne undersøgelse er det kun den sidste "væren på forkant algoritme", som mangler at blive tilføjet for at danne et fyldestgørende billede.

Det bemærkes, at selv hvis sidstnævnte algoritme tilføjes, vurderes, at batteriernes investeringspriser skal falde yderligere for, at kapacitetsforøgelsen og dertilhørende stigende omkostninger for batterierne kan blive opvejet af den teoretiske besparelse, der kan opnås ved at benytte lokal kollektiv net-tarifering.

### *Etablering af batterier*

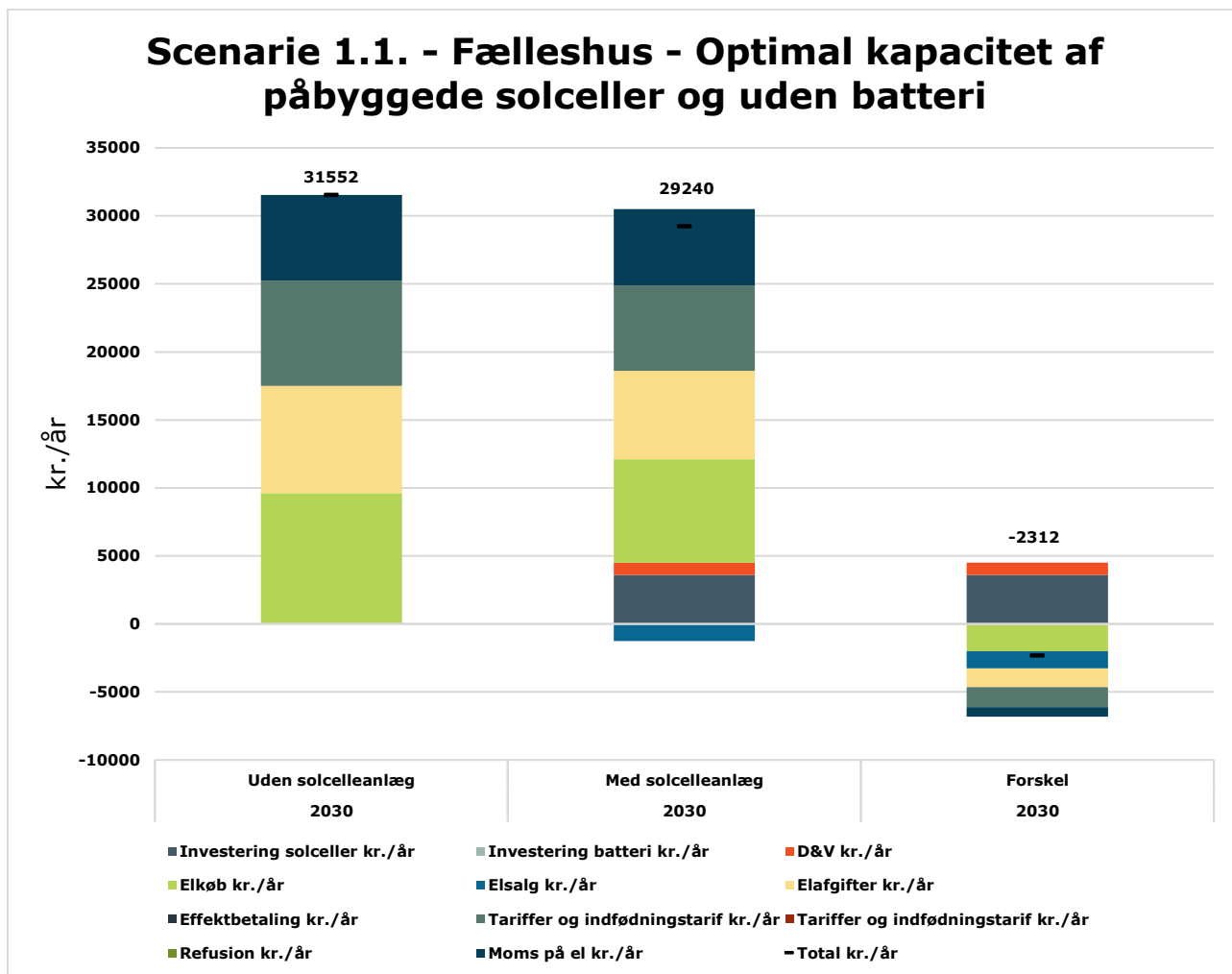
Batteriløsninger er, som det kan ses ovenfor, brugt ved sammenligningen af de to tarifmodeller ovenfor, hvor C-tariffen i alle tilfælde faldt økonomisk bedst ud

Etablering af batterier er som ”tarifmodelundersøgelsen” ovenfor undersøgt i et antal udvalgte scenarier. Resultaterne heraf viser generelt, at der er en lille økonomisk fordel ved at indkøbe batterier. I alle de undersøgte scenarier i fælleshuset og i de individuelle boliger vil et batteri imidlertid have en kapacitet under, hvad der er teknisk muligt at etablere, og batteriløsninger forudsættes derfor ikke etableret i nogen af scenarierne.

#### *Scenarie 1.1.*

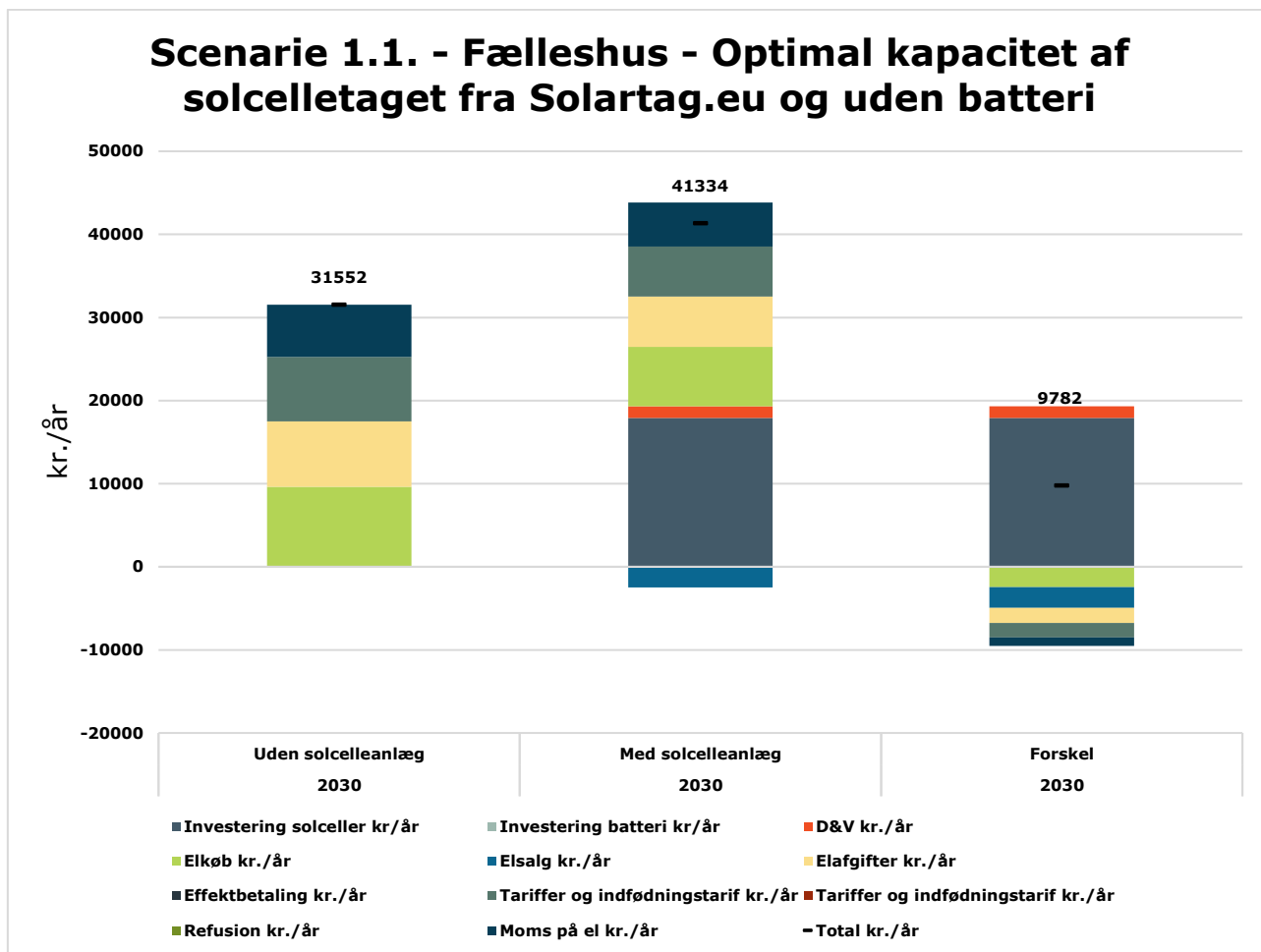
I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 11 kW er den optimale kapacitet for påbyggede solceller, der kun forsyner fælleshuset, og omkring 17 kW for solcelletaget fra Solartag.eu.

Scenariets økonomiske resultater kan ses på Figur 11, som angiver udgifterne, besparelserne og indtægterne i forskellige poster, ved at sammenligne et scenarie hvor der ikke etableres nogle solceller med det optimerede scenarie 1.1.



Figur 11: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 1.1., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

Figur 11 viser, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller, giver økonomisk fordel at etablere på Stavnsbåndets fælleshus. Det fremgår at besparelsen udgør omkring 2.300 kroner om året, hvilket svarer til et beløb på lidt under 80 kroner per husstand om året.

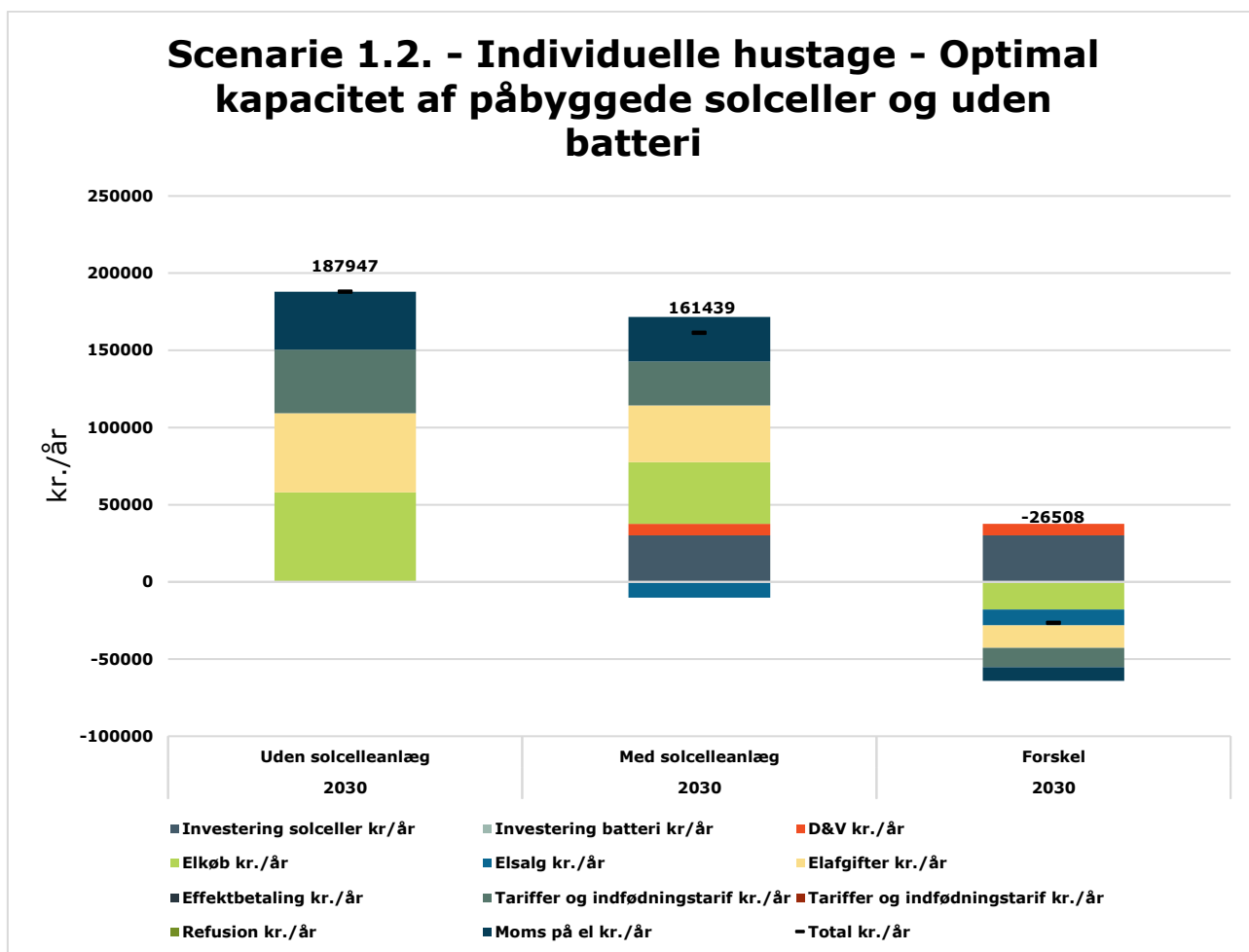


Figur 12: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 1.1., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu.

Figur 12 viser, at et solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu, ikke giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets fælleshus. Der skal betales omkring 337 kroner ekstra om året per husstand for det samme elforbrug, hvor størstedelen forsynes med egenproduceret grøn strøm.

#### Scenarie 1.2.

I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 92 kW er den optimale kapacitet for påbyggede solceller, der kun forsyner de individuelle husstande.



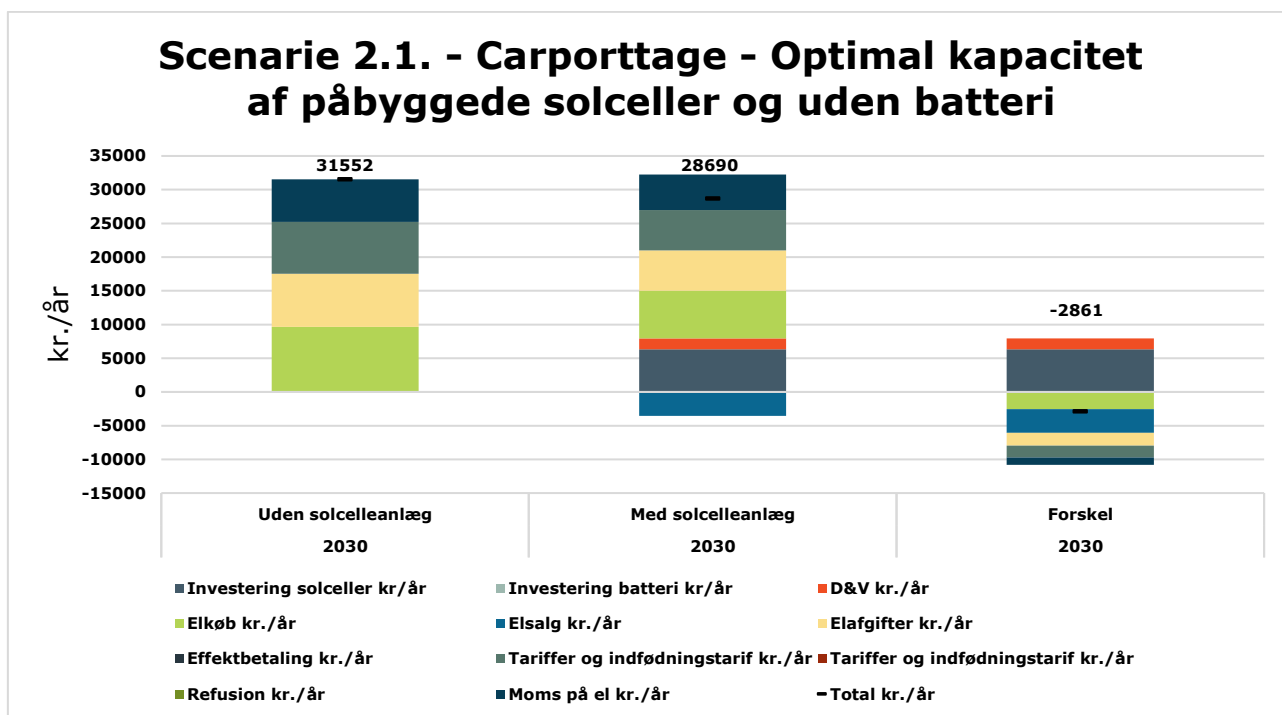
Figur 13: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 1.2., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

Ud fra Figur 13, fremgår det, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets individuelle hustage. Det fremgår, at besparelsen udgør omkring 26.500 kroner om året, hvilket svarer til et beløb på lidt under 914 kroner per husstand om året.

#### Scenarie 2.1.

I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 19kW, er den økonomisk optimale kapacitet for påbyggede solceller, der kun forsyner fælleshuset.





Figur 14: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.1., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

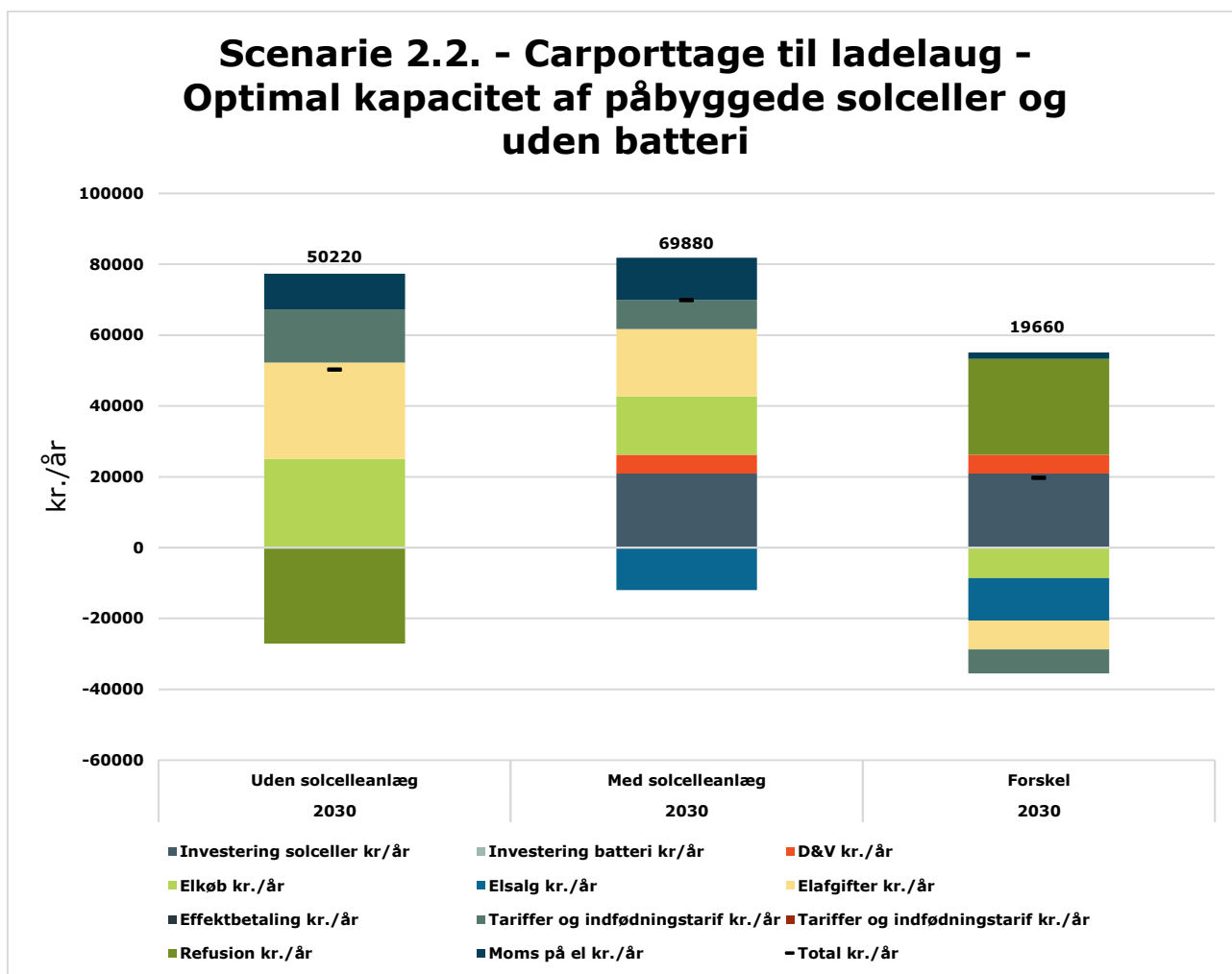
Ud fra Figur 14 fremgår det, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller, giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets carporte til at forsyne fælleshuset. Det fremgår at besparelsen udgør omkring 2.800 kroner om året, hvilket svarer til et beløb på lidt under 100 kroner per husstand om året.

#### Scenarie 2.2.

I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 64kW er den optimale kapacitet for påbyggede solceller, der kun forsyner Stavnsbåndets elbil-ladelaug. Konklusionen er for det første, at der ikke er en økonomisk fordel ved at tilføje batterier til den tekniske sammensætning.

Derudover viser Radius' C-tarif (tarifmodel 3.0) at være den økonomisk optimale tarif for elbils-ladelaug. Ud over de generelle årsager nævnt i scenarie 1.1, skal det nævnes, at Radius' tarifmodel 3.0 allerede belønner strømforbrug i timerne, hvor der typisk er et lavt forbrug og straffer strømforbruget i timer, hvor det generelle strømforbrug typisk er højt. Dette betyder, at når modellen allerede optimerer elbilernes ladning i forhold til den billigste elpris, er der allerede et prissignal om, at elbilerne skal lades om natten, og forbruget rykkes derfor til dette tidspunkt. Det vil sige, at når lokal kollektiv tarifering sammenlignes med Radius' C-tarif, så sammenlignes den forventede gevinst, som opstår som belønning for effektudjævning, med gevinsten for allerede at flytte forbruget til et lavforbrugstidspunkt, som er økonomisk rentabel pga. C-tariffen.

Ulempen ved den lokale kollektive net-tarifering er, at hvis der i de 12 måneder opstår timer med store ladespidser bag Stavnsbåndets 0,4 kV transformere på grund af, at medlemmerne af den kollektive net-tarifering vælger at lade samtidigt, kan tarifomkostningerne blive højere end ved brugen af C-tarif. Derfor kræves der en stram styring af elforbruget for at opnå de økonomiske fordele, som kan opstå ved anvendelsen af lokal kollektiv net-tarifering.

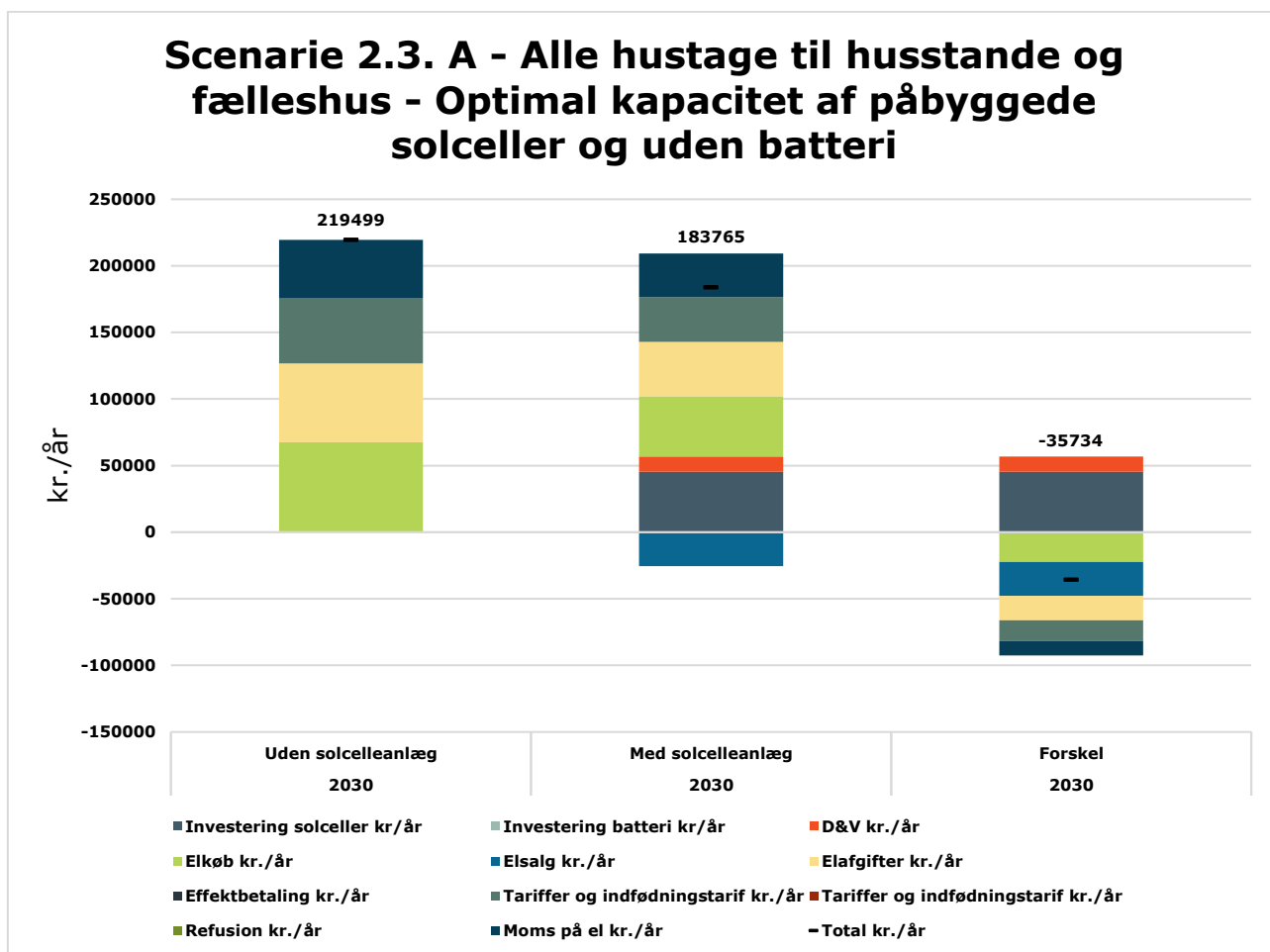


Figur 15: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.2., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

Ud fra Figur 15, fremgår det klart, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller, ikke giver økonomisk økononisk at etablere på Stavnsbåndets carporte til at forsyne elbilerne i el-ladelaug. Det fremgår at etableringen af solceller vil forøge Stavnsbåndets ladeomkostninger med lidt under 19.700 per år. Da Stavnsbåndets antal af elbiler forventes at være 20 i 2030, forventes meromkostningen at udgøre lidt under 985 kroner per elbilsejer om året. Årsagen til denne ekstraudgift, når der påmonteres solceller er, at når der etableres et solcelleanlæg til en bolig med elbil, så frafalder retten til afgiftsrefusion på elbilens strømforbrug. Dette betyder, at solcelleanlæggets pris pr. kWh skal konkurrere mod elprisens spotpris, og i tilfælde hvor solcellerne ikke producerer, vil elbilen blive opladet med strøm fra el-nettet, hvor der skal betales afgift på strømmen. Det betyder, at der kommer en meromkostning, som ikke ville være kommet, hvis man ikke påmonterede solceller på carporttagene. Se yderligere den skatte/energipolitiske følsomhedsanalyse i afsnit X.4.

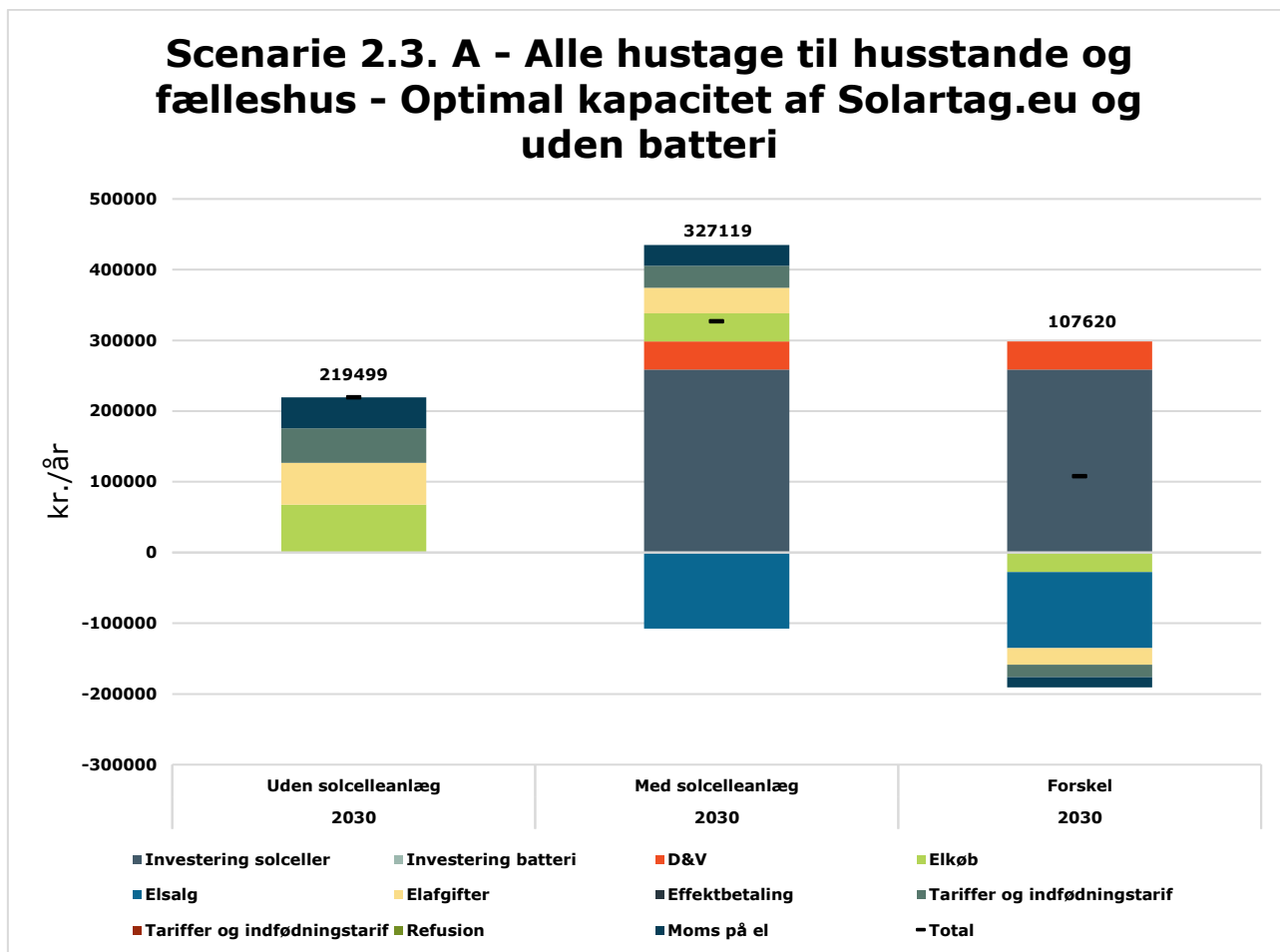
#### Scenarie 2.3. A

I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 139 kW er den optimale kapacitet for påbyggede solceller, der forsyner både fælleshuset og de individuelle husstande, og omkring 483 kW for solcelletaget fra Solartag.eu.



Figur 16: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.3. A, både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

Figur 16 viser, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller, giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets sydvest- og sydøstvendte tage til at forsyne fælleshuset og de individuelle husstande. Det fremgår, at besparelsen udgør lidt over 35.700 kroner om året, hvilket svarer til et beløb på lidt over 1.230 kroner per husstand om året.

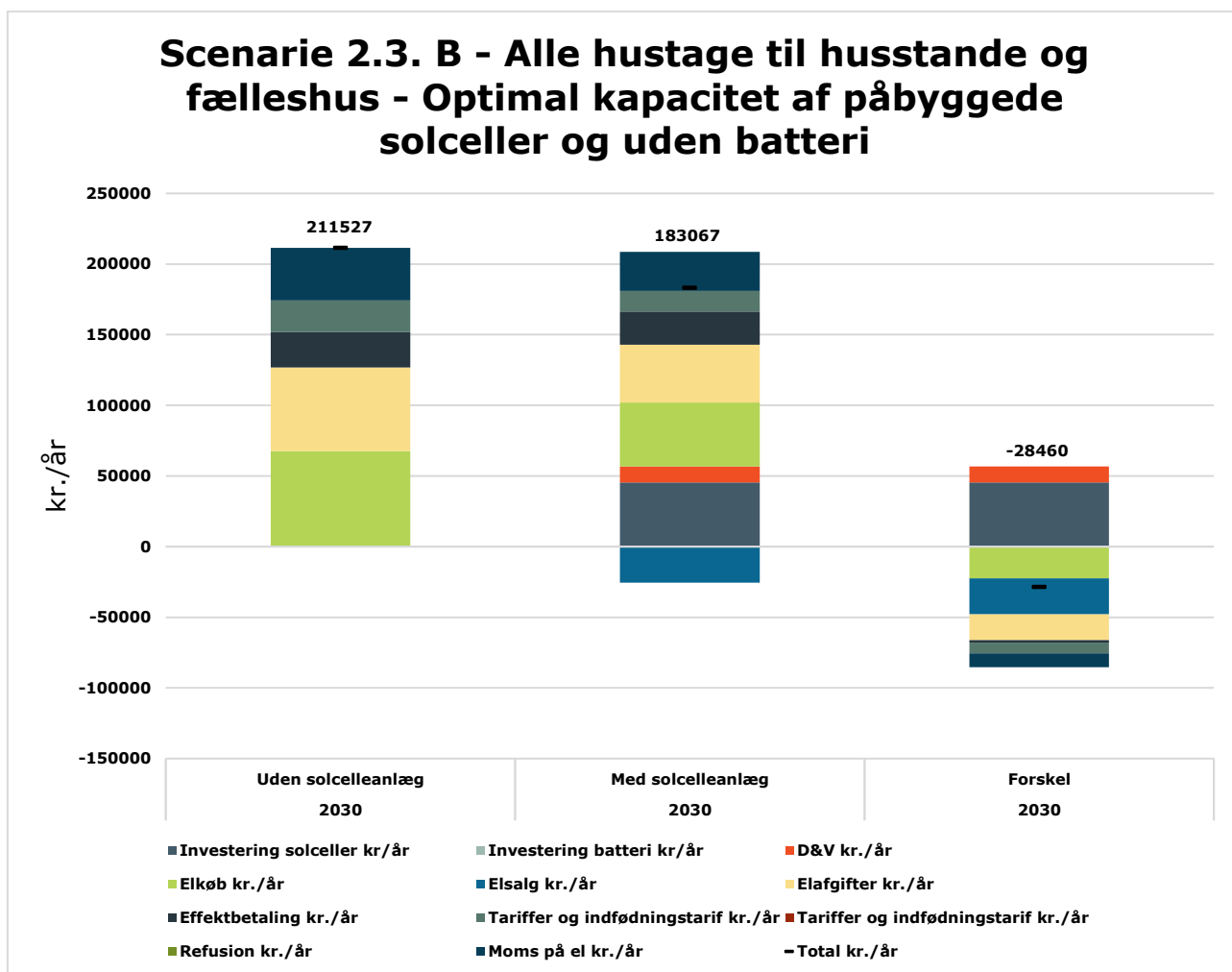


Figur 17: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.3. A, både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu.

Figur 17/12 viser, at et solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu, ikke giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets fælleshus og boligernes tage, svarende til omkring 3.711 kroner ekstra om året per husstand, for det samme elforbrug, hvor størstedelen forsynes med egenproduceret grøn strøm og dækningsgraden er lidt over 220% af Stavnsbåndets elforbrug.

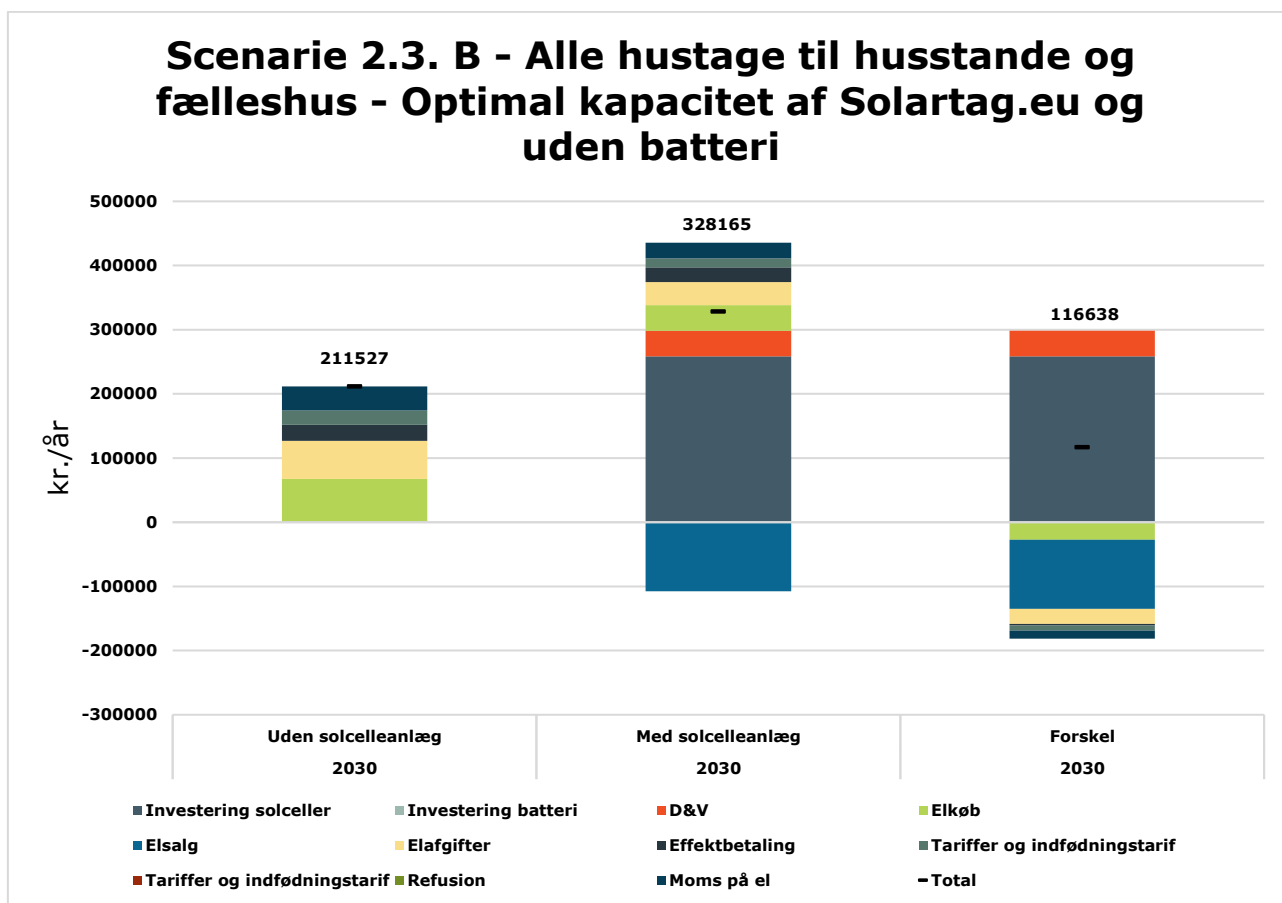
#### Scenarie 2.3. B

I scenarie 2.3. B tages der udgangspunkt i de samme analyseparametre som for scenarie 2.3. A, hvor den eneste forskel er at der anvendes kollektiv lokal nettarifering. Formålet er at belyse den økonomiske forskel, der kan være opstå mellem lokal kollektiv nettarifering og Radius' C-tarif, når der implementeres et solcelleanlæg.



Figur 18: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.3. B, både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller.

Figur 18 viser, at et solcelleanlæg, bestående af påbyggede solceller, giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets sydvest- og sydøstvendte tage til at forsyne fælleshuset og de individuelle husstande. Det fremgår at besparelsen udgør lidt under 28.500 kroner om året. Denne besparelse er cirka 7.200 mindre end hvis Stavnsbåndet valgte at blive afregnet via Radius' normale C-tarif.



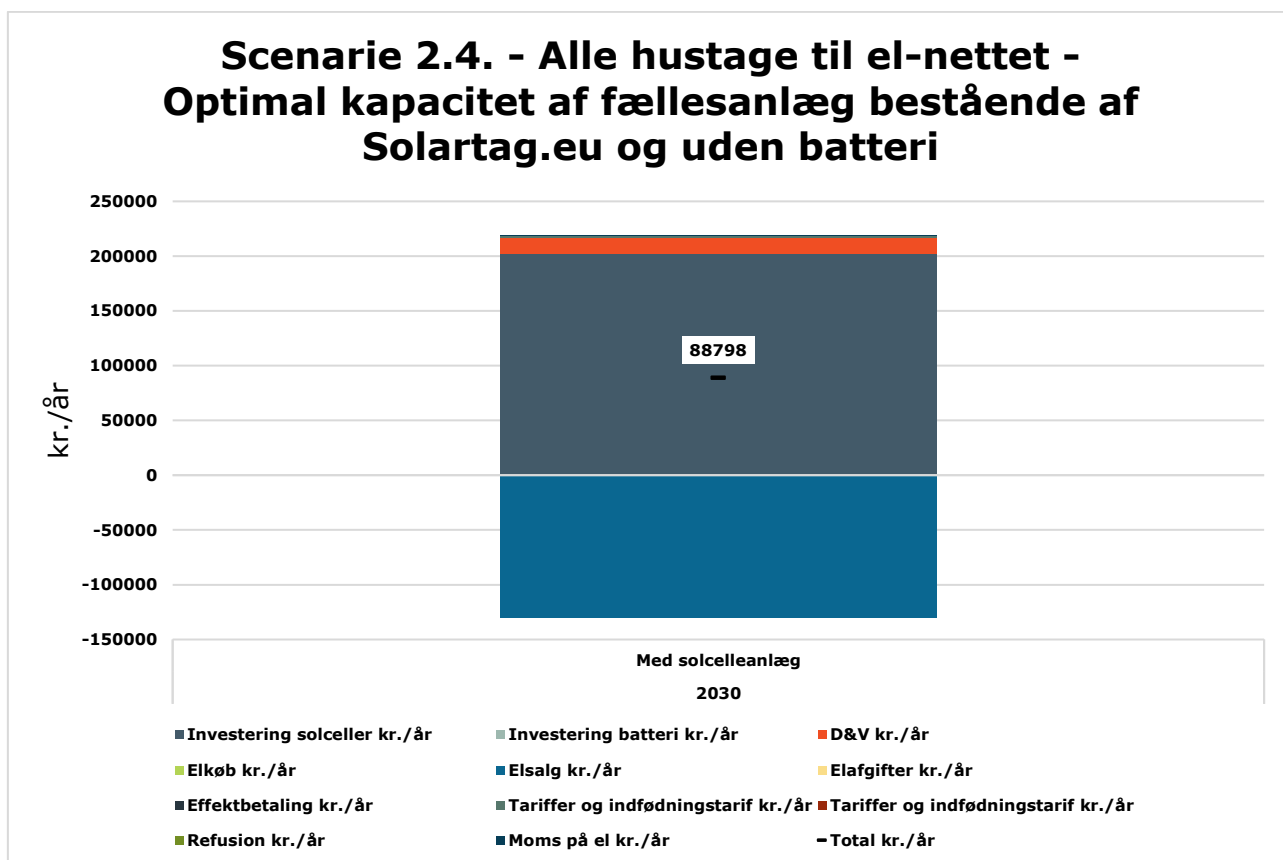
Figur 19: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.3. B, både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu.

Figur 19/12 viser, at et solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu giver økonomisk underskud at etablere på Stavnsbåndets fælleshus og boligernes tage. Yderligere får anvendelsen af den kollektive lokale nettarifiering, kontra anvendelsen af Radius' C-tarif, udgifterne for Stavnsbåndet til at stige med omkring 9.000 kroner.

#### Scenarie 2.4.

I analyseåret 2030 viser det sig, at en kapacitet på omkring 483kW er den optimale kapacitet for solcelletaget fra Solartag.eu, som i scenarie 2.4. kun anvendes til at sælge strøm til el-nettet. I dette særlige scenarie antages det, at solcelleelementet i Solartag.eu, dvs. meromkostningen for solcelledelen, kan momsfritages, hvis Stavnsbåndets beboere opretter en momsregistreret virksomhed, der ejer solcelledelen af tagstenen. Til gengæld skal der betales skat af overskuddet. Det er her forudsat, at Skat accepterer adskillelsen af solcelledelen af taget, så der kan etableres en momsregistreret virksomhed, der ejer solcelledelen, og endvidere skal fastlægges, hvor stor den andel udgør.

Yderligere forekommer der en reduktion i investeringsomkostningerne, fordi anlægget etableres som et fællesanlæg, hvor der skal trækkes færre ledninger, og der skal installeres færre inverttere.



Figur 20: Angiver de økonomiske resultater for scenarie 2.4., både med og uden et optimeret solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu.

Figur 20, Figur 19 og Figur 12 viser, at et moms fritaget fælles solcelleanlæg, bestående af solcelletaget fra Solartag.eu, ikke giver økonomisk overskud at etablere på Stavnsbåndets fælleshus og boligernes tage. Dette skyldes dels, at der ikke forekommer afgiftsbesparelser på den købte strøm, i forhold til, når elektriciteten føres bag måleren og bruges direkte af forbrugerne, dels at selvom fællesanlægget er billigere end individuelle anlæg og er fritaget fra moms, er investeringsprisen stadig for høj til at konkurrere mod strømmen, som sælges til spotpris, hvilket i de modellerede elpriser for 2030 i højere grad antages at være markbaserede solceller, som der derfor konkurreres med. Scenarie 2.4. bliver yderligere undersøgt i afsnit X.4. Skatte- og energipolitiske analyser.

## Opsamlende tabel, tilgang 2

Tabel 6: Angiver scenariernes resultater. Hvor Stavnsbåndets samlede el-forbrug er omkring 158MWh, hvilket er den værdi som dækningsgraden bliver sammenlignet med. Der er taget udgangspunkt i tagreference 2, for at beregne nedenstående værdier.

Scenarie	Produktionssted	Forbrugssted	Forbrug [MWh]	Solcelletype	Tariftype	Merinvestering [kr.]	Intern rente - 2030 El-priser	Indtægt / besparelse - 2030 El-priser [kr./år]	Simpel tilbagetalingstid - 2030 el-priser [år]	Lokal el-produktion [MWh]	Dækningsgrad
1.1.	Fælleshusets tag	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	77,198	9.3%	2,400	13	8	5.0%
1.1.	Fælleshusets tag	Fælleshuset	14	Solartag.eu	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	384,659	-0.7%	-9,700	Aldrig	12	7.7%
1.2.	Boligernes tage	Individuelle husstande	94	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	646,277	9.7%	26,500	11	68	42.7%
2.1.	Carporttage	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	136,182	7.2%	2,900	15	16	10.0%
2.2.	Carporttage	El-ladelaugtet	50	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	449,863	-4.0%	-19,700	Aldrig	53	33.5%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	976,842	8.9%	35,700	12	119	75.2%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	5,556,695	-0.3%	-107,600	Aldrig	354	224.2%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Lokal kollektiv tariffering	976,842	8.0%	28,400	13	119	75.2%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu	Lokal kollektiv tariffering	5,556,695	-0.6%	-116,700	Aldrig	354	224.2%
2.4.	Alle hustage	Direkte til el-nettet		Solartag.eu		4,348,725	-0.5%	-88,800	Aldrig	354	224.2%

Tabel 6 viser:

- Påbyggede solceller er i alle sammenligninger med solcelletaget solartag.eu langt mere rentable. I forhold til klimaeffekt falder sammenligningen ud modsat.
- Fælleshuset kan forsynes fra påbyggede solceller enten placeret på fælleshusets tag (scenarie 1.1.) eller placeret på carportene (scenarie 2.1.). Begge scenarier er økonomisk fordelagtige, men placeringen på fælleshusets tag er bedste løsning af de to muligheder, økonomisk set.
- Tarifmodel C er i alle sammenligninger mere rentable end lokal kollektiv tariffering.

Tabel 7 herunder viser en tidligere udgave af den samme tabel, gennemført ud fra tilgang 1. Denne tabel blev brugt på et fællesmøde i juni til at udvælge, at scenarie 2.3. (solceller på alle hustage) med hhv. solcelletaget fra Solartag.eu og med påbyggede solceller skulle undersøges nærmere i analyserunde 2 og i den finansielle analyse. Selv om forudsætningerne er ændret i tilgang 2, sammenlignet med tilgang 1 er der stadigvæk relevant at undersøge solartaget nærmere. Solartaget er af Stavnsbåndet vurderet pænere (se kapitel XII) og scorer endvidere bedre klimamæssigt end de påbyggede solceller.



## Opsamlende tabel, tilgang 1

Tabel 7: Angiver scenariernes resultater. Hvor Stavnshåndets samlede el-forbrug er omkring 158MWh, hvilket er den værdi som dækningsgraden bliver sammenlignet med. Der er taget udgangspunkt i tilgang 1, for at beregne nedenstående værdier. Yderligere er der ikke medregnet en gradvis aftagning af solcellernes produktionsevne, hvilket gør at elproduktionen er højere sammenlignet med Tabel 6.

Scenarie	Produktionssted	Forbrugssted	Forbrug [MWh]	Solcelletype	Tariftype	Merinvestering [kr.]	Intern rente - 2030 El-priser	Indtægt / besparelse - 2030 El-priser [kr./år]	Simpel tilbagetalingsstid - 2030 el-priser [år]	Lokal el-produktion [MWh]	Dækningsgrad
1.1.	Fælleshuset tag	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	161,161	7.3%	3,900	14	20	12.6%
1.1.	Fælleshuset tag	Fælleshuset	14	Solartag.eu	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	247,107	6.4%	4,800	15	36	22.6%
1.2.	Boligernes tage	Individuelle husstande	94	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	661,259	9.8%	27,400	11	71	44.8%
2.1.	Carporttage	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	146,458	7.1%	3,100	15	17	11.0%
2.2.	Carporttage	El-ladelaugget	50	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	533,046	-1.9%	-18,500	Aldrig	64	40.5%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	1,045,456	8.7%	37,200	12	130	82.5%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu & 15 kWh batteri	Tarifmode 13.0 - C-Kunde	3,564,611	4.7%	31,400	18	510	322.7%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Lokal kollektiv tarifering	1,045,456	7.8%	29,700	13	130	82.5%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu	Lokal kollektiv tarifering	3,564,611	4.3%	20,900	19	510	322.7%
2.4.	Alle hustage	Direkte til el-nettet	0	Solartag.eu		2,651,962	5.4%	40,500	16	510	322.7%

## Opsamlende tabel, tilgang 1

Tabel 7 viser, sammenholdt med Tabel 6,

- at påbyggede solceller, hvis tilgang 1 anvendes, stadigvæk er mere rentable end solartag.eu i alle sammenligninger, men at forskellen nu er meget mindre.

at når der medregnes en reduktion i de påbyggede solcellers produktionsevne (tilgang 2), så forværres økonomien, hvilket gør, at når der optimeres i forhold til nutidsværdien, så skrues der ned for kapaciteten af påbyggede solceller. Derfor opnås der et større forhold mellem elproduktionen og elforbruget. Dette gør at der ikke er en stor afhængighed af el-salget til el-nettet, men at der er en større afhængighed af besparelsen på el-indkøb. Specielt for fælleshuset, betyder dette at den interne rente stiger fra 7.3% (scenarie 1.1. i

## Opsamlende tabel, tilgang 1

Tabel 7) til 9,3% (scenarie 1.1. i Tabel 6). For de påbyggede solceller på boligernes tage har medregningen af solcellernes gradvise aftag i produktionsevnen en mindre betydning for skaleringen af kapaciteten, som gør at kapaciteten og den tilhørende merinvestering falder en lille smule.

Den gennemgående og betydelige forskel mellem Tabel 6 og Tabel 7, er, at merinvesteringsomkostningen stiger markant, når taget fra Solartag.eu sammenlignes med et billigere tag.

Tabelsammelingen viser, hvor vigtigt det er at vide, hvilket type af tag, som vælges som tagreference.

Til brug for de interne prioriteringer i kapitel XII er løsningerne i tabel 6 rangordnet efter klimaeffekt, indikeret ved produceret lokal el-produktion, og efter økonomisk fordelagtighed ud fra den beregnede interne rente.

#### X.4.4 Skatte – og energipolitiske analyser

De overordnede problemstillinger for de skatte- og energipolitisk analyser er beskrevet i afsnit II.5. Analyserne er generelt gennemført som følsomhedsanalyser på scenarieanalyserne i analyserunde 1, dvs. tilgang 2 (med betontagstenstag som reference). Der er derudover gennemført en enkelt følsomhed ud fra tilgang 1 (teglstenstag som reference). Der er i alt gennemført fem følsomhedsanalyser F1 – F5.

##### **Følsomhed til scenarie 2.2. (Påbyggede solceller på carporttage forsyner SB's el-biler):**

I følsomhed F1 forudsættes den del af el-bilernes elforbrug, der købes fra nettet, at kunne opnå den samme afgiftsreduktion som andre el-bil ejere, der ikke har solceller. Den del, der aftages fra solcellerne på carportene, får som andre solcelleejere ingen afgiftsfritagelse.

##### **Følsomheder til scenarie 2.4. (solartag.eu på alle hustage - leverer al el direkte til el-nettet):**

Der gennemføres følgende følsomheder til scenarie 2.4.:

I følsomhed F2 forudsættes, at kollektiv nettoafregning muliggøres med betontagstenstag som reference (tilgang 2).

I følsomhed F3 forudsættes, at kollektiv nettoafregning muliggøres med teglstenstag som reference (tilgang 1).

I følsomhed F4 forudsættes, at kollektiv nettoafregning fortsat ikke er muligt. Til gengæld forudsættes, at der kan opnås anlægstilskud på et niveau, så energifællesskaber ligestilles økonomisk med husstande, der kan opnå individuel nettoafregning. Det analyseres, hvor stort et anlægstilskud skal være for, at scenarie 2.4. opnår samme forrentning som scenarie 2.3. A2 med individuel nettoafregning hos den enkelte husstand.

##### **Følsomhed til scenarie 1.2. (Påbyggede solceller på individuelle hustage – forsyner SB's individuelle boliger):**

I følsomhed F5 forudsættes, at en boligejer kan anvende nettoafregning, hvis der afregnes bag måler (som i dag), men kan opnå momsfrigørelse, hvis boligejeren sælger direkte til el-nettet (foran måleren). Der forudsættes i F5, at sparet købt el i 2030 har en værdi på 1,85 kr/kWh, mens overskuds-el ligeledes i 2030 kan sælges til 0,56 kr/kWh, tillagt en feed-in præmie på 0,10 kr/kWh, svarende til værdien af momsfrigørelse.

Resultaterne af de skatte/energipolitiske analyser er opsummeret herunder:

	Referencetag	Produktionssted	Forbrugssted	Solcelletype	Merinvest.	Indtægt/ besparelse	Intern rente 2030-elpriser	Tilbage- betaling
					Kr.	Kr. i 2020	%	År
<b>Scenarie 2.2. - analyser</b>								
Scenarie 2.2.	Ståltage	Carpportage	El-biler	Påbyggede	449,863	- 19,700	-4.0	-
Følsomhedsanalyse F1	Ståltage	Carpportage	El-biler	Påbyggede	449,863	1,600	4.7	20
<b>Scenarie 2.4. - analyser</b>								
Scenarie 2.4.	Betontagsten	Alle hustage	Alle huse	solartag.eu	4,348,725	- 88,800	-0.5	-
Følsomhedsanalyse F2 (kollektiv nettoafregning)	Betontagsten	Alle hustage	Alle huse	solartag.eu	4,348,725	- 25,900	2.1	-
Følsomhedsanalyse F3 (kollektiv nettoafregning)	Teglsten	Alle hustage	Alle huse	solartag.eu	1.969.845	84,800	4.9	11
Følsomhedsanalyse F4 (anlægstilskud)	Betontagsten	Alle hustage	Alle huse	solartag.eu	1.646.440	35,700	6.3	Tilskud (kr.) 3.789.467

## Resultater

- Følsomhed F1 viser, at hvis elbilsjere får mulighed for at bevare deres afgiftsrefusion for strøm optaget fra el-nettet til ladning af deres elbil, når de får installeret et solcelleanlæg til at dække deres eget elforbrug, vil solcelleanlægget give økonomisk overskud. For Stavnsbåndet vil medlemmerne i ladelaugene spare 1.600 kroner om året, hvilket svarer til lidt over 106 kroner om året pr. medlem. Den interne rente går fra at være negativ (-4,0 %) til 4,7%.
- Følsomhed F2 med betontagstenstag som reference (tilgang 2) viser at den interne rente øges fra -0,5% til 2,1 før skat, hvis et solcellelaug kan opnå kollektiv nettoafregning,

Følsomhed F3 med teglstenstag som reference (tilgang 1) viser at den interne rente øges fra -4,7 % til 8,4 % før skat, hvis et solcellelaug kan opnå kollektiv nettoafregning.

Følsomhed F4 viser, at der kræves et anlægstilskud på ca. 3,8 mio. kr. for at opnå samme økonomiske fordel, som hvis solcellelaug'et havde opnået mulighed for kollektiv nettoafregning.

- Følsomhed F5 viser, at momsfrigtagelsesmodellen med salg direkte til el-nettet (foran måleren) kun vil være attraktiv for el-forbrugere, der nettoafregner mindre end 10% af deres el-produktion.

## X.5 Scenarieanalyser i anden runde

I anden analyserunde er tilgang 3 anvendt, dvs. betontagstenstag uden undertag er valgt som reference, mens der er forudsat fast undertag med tagpap under solartag.

### X.5.1 Solcelleløsninger, der arbejdes videre med i anden runde

- *Ansvarlig:* SB (Oplæg til fællesmøde og valg)

På baggrund af scenarieanalyserne i “første runde” i afsnit VI.5 blev der på fællesmødet torsdag d. 24. juni identificeret følgende to scenarier, der analyseres i “anden runde” i afsnit VI.6.:

- Scenarie 2.3. A1. Påbyggede solceller på alle syv huslænger til forsyning af fælleshus og individuelle huse. Normal tarif
- Scenarie 2.3. A2. Solartag.eu på alle syv huslænger til forsyning af fælleshus og individuelle huse. Normal tarif

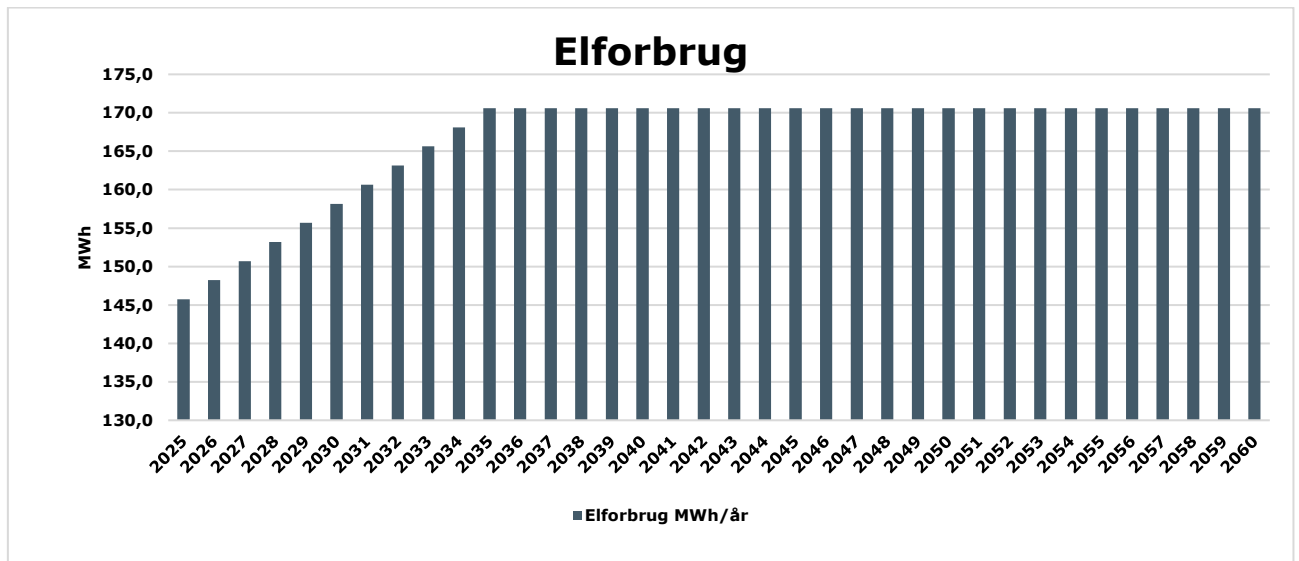
Mens første runde scenarier anvender et “nedslagsår i år 2030”, anvender scenarierne i anden runde data for hele planperioden, der er på 35 år. Der er herved bl.a. mulighed for at kvalitetssikre de økonomiske analyser fra første runde for de påbyggede solceller, lige som klimaeffekten kan diskuteres nøjere, når der ses på hele planlægningsperioden på 35 år.

For de to udvalgte scenarier opgøres for hele planperioden:

- Klimaeffekter:
  - El-forbrug (MWh/år)
  - Lokal produktion (MWh/år)
  - Dækningsgrad i % (el-produktion/el-forbrug)
  - Klimaeffekt (tons reduceret CO<sub>2</sub>-ækvivalenter)
- Økonomisk rentabilitet:
  - Merinvesteringer i startår og opstilling af betalingsrækker før finansiering for hvert år i planperioden på udgiftssiden og indtægtssiden (merinvesteringer, reinvesteringer og d&v-udgifter; salgsindtægter og sparede købsudgifter)
  - Økonomiske indikatorer:
    - Akkumuleret nutidsværdiskurve (Nutidsværdien starter i startåret som negativ værdi med den initiale merinvestering). Kurven viser, hvornår X-aksen krydses og illustrerer dermed, hvornår investeringen er betalt tilbage med den forudsatte realrente – hvis investeringen kan betales tilbage.
    - Intern rente (%), hvis den er defineret.
    - Robusthedsanalyser af de valgte økonomiske forudsætninger.

## X.5.2 Scenarieresultater, anden analyserunde

Elforbrug

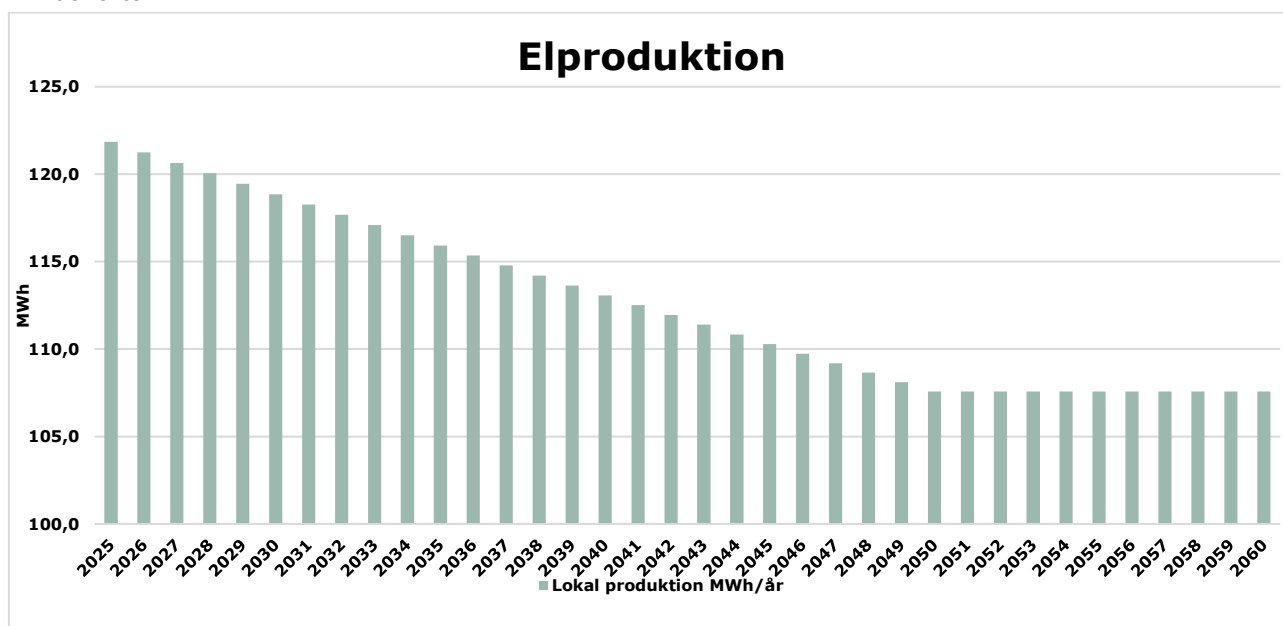


Figur 21: Angiver udviklingen af Stavnsbåndets totale elforbrug.

Figur 21 viser at Stavnsbåndets elforbrug stiger frem og indtil 2035. Denne stigning er baseret på en antagelse om, at flere af Stavnsbåndets beboere får elbil, mens det stationære el-forbrug i fælleshus og i de individuelle huse holdes konstant i hele planperioden.

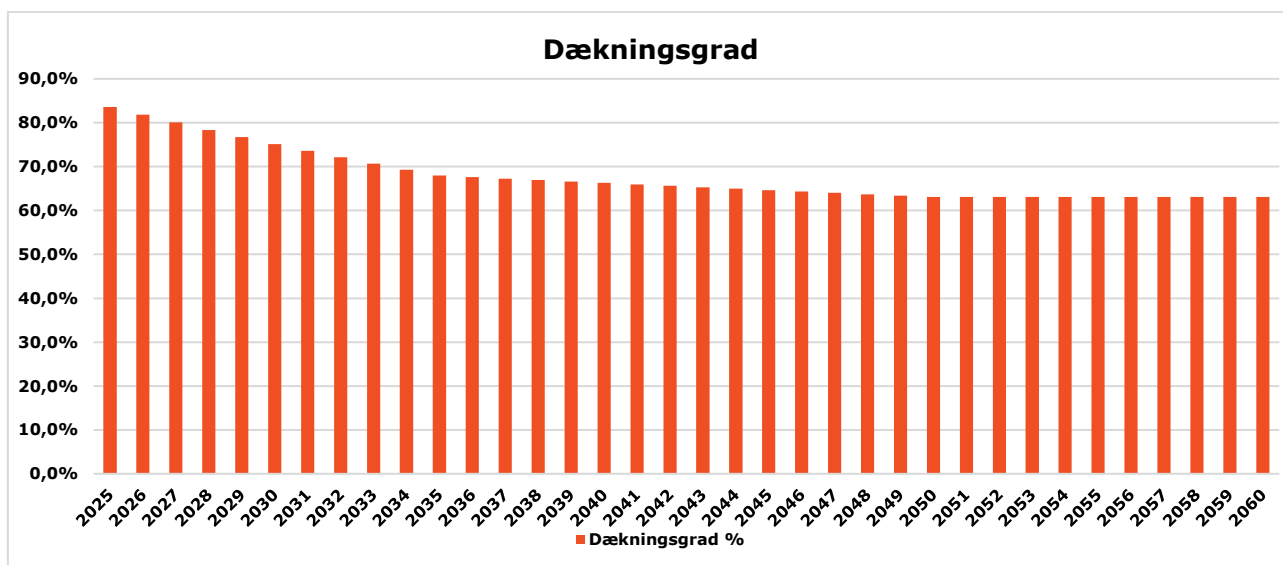
## Påbyggede solceller – Anden analyserunde

Klimaeffekter



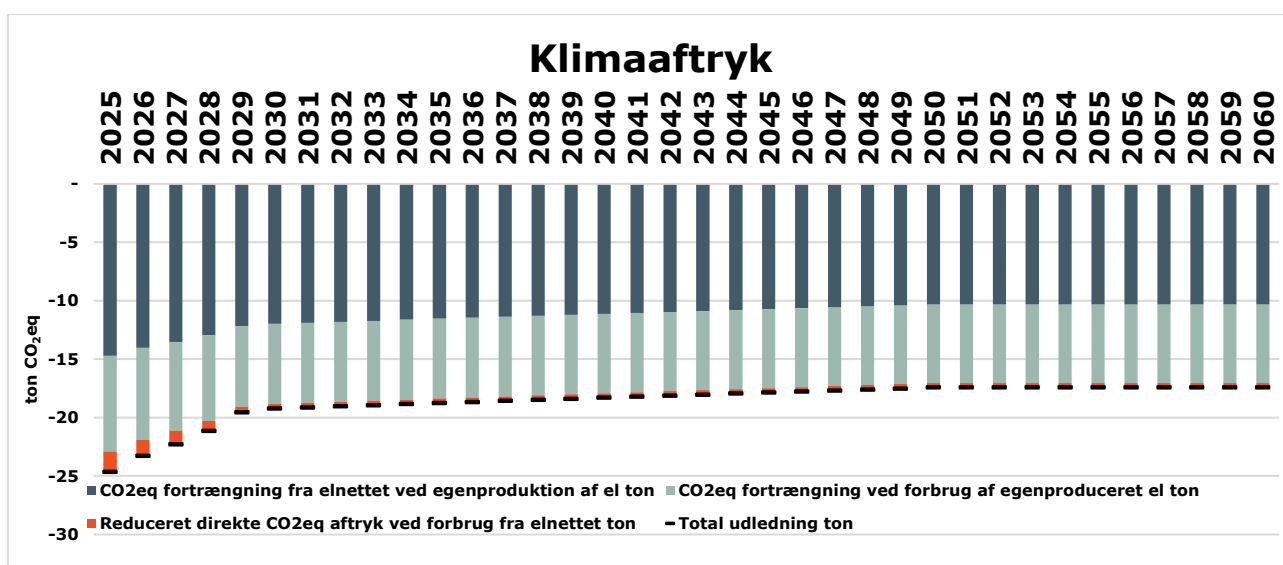
Figur 22: Angiver den forventede udvikling af Stavnbåndets elproduktion, ved implementering af påbyggede solceller.

El-produktionen angivet på Figur 22 angiver, at de påbyggede solcellers el-produktion vil falde frem til og med 2050. Dette skyldes at der i modellen regnes med en reduktion i produktionsevnen på 0,5% per år. Årsagen til at el-produktionen ikke reduceres mere efter 2050, er, fordi modellen kun beregner til og med 2050, og årene derefter er en ekstrapolering af resultaterne fra 2050.



Figur 23: Angiver de påbyggede solcellers dækningsgrad af elforbruget.

Dækningsgraden (lokal el-produktion/el-forbrug på Figur 23 falder støt i starten, fordi elforbruget stiger meget i forhold til faldet i el-produktionen. Fra 2035 falder dækningsgraden mindre, fordi dækningsgraden følger reduktionen i den lokale el-produktion.



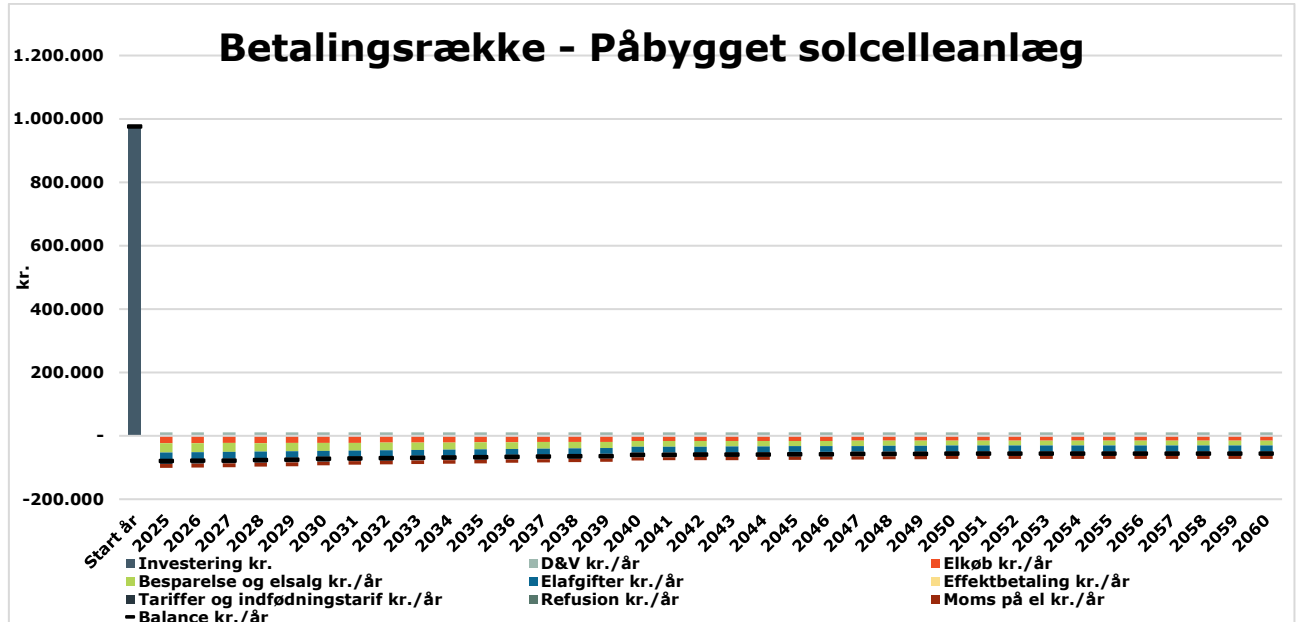
Figur 24: Angiver det påbyggede solcelleanlægs klimaaftryk på baggrund af scenariets produktion, forbrug og antagelserne beskrevet i afsnit X.1.2.

Med ”klimaaftryk” forstås her ”klimaeffekt” eller reduktionen af Stavnsbåndets drivhusgasemissioner fra el-produktionen fra solceller (sparede udledninger som følge af egetforbrug, dels salg af overskuds-el).

Figur 24 angiver klimaaftrykket for solcellerne er faldende, hvilket primært skyldes, at CO<sub>2</sub> udledningen forbundet med elektricitetsens produktion, falder frem mod 2030. Forudsætningerne for estimatet af CO<sub>2</sub> udledningen pr. kWh produceret el, er angivet i afsnit X.1.2. CO<sub>2</sub>-udledning fra elforsyning.

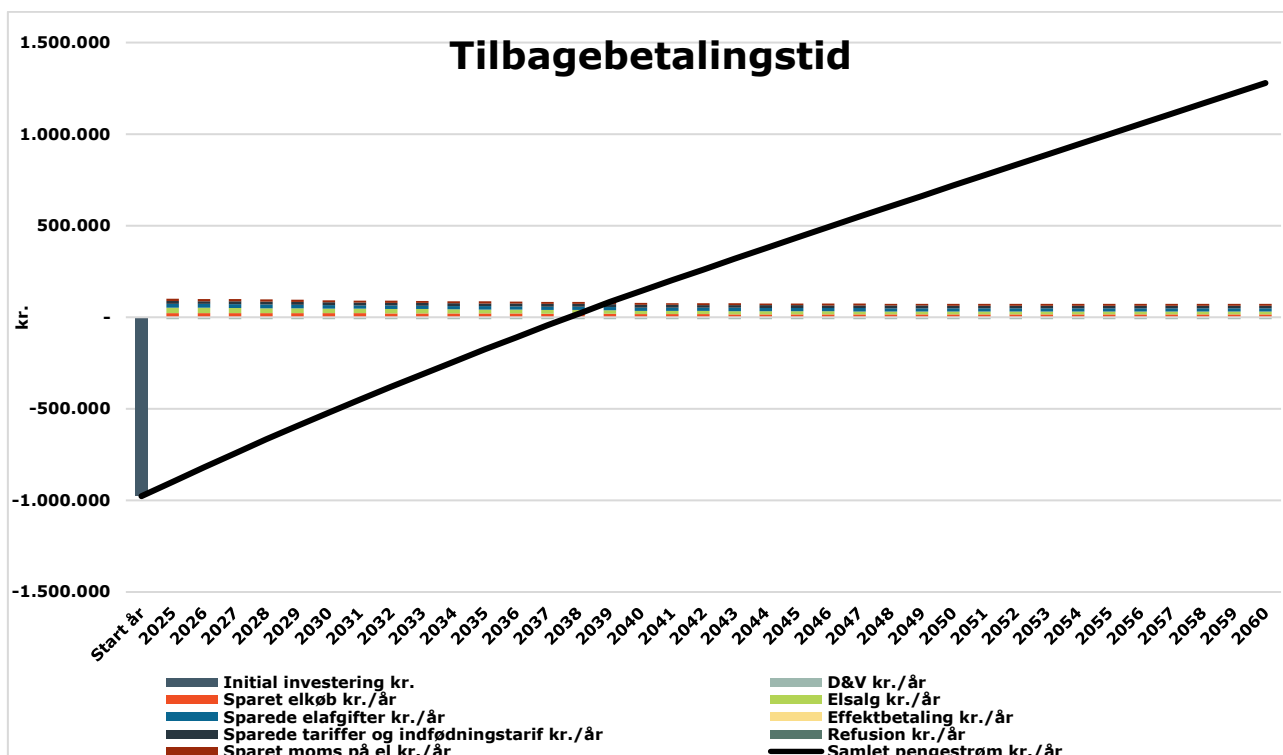
Klimaeffekten på lang sigt forudsætter at solcellerne strøm anvendes til produktion af PtX-brændstoffer. På kort sigt fortrænges gas og kul på kraftværker. Dette giver en større klimaeffekt på den korte bane frem mod 2030. Hvis anlægget starter sin produktion i 2025, vil det medføre en akkumuleret reduktion på lidt under 670 ton CO<sub>2</sub>eq i løbet af sin levetid.

### Økonomisk rentabilitet



Figur 25: Angiver solcelleanlæggets merinvestering, samt forskellen i udgifter mellem scenariet med og uden et solcelleanlæg.





Figur 26: Angiver betalingsrækken fra Figur 25, men med akkumuleret tilbagebetaling af merinvesteringen, som er angivet i form af den sorte streg.

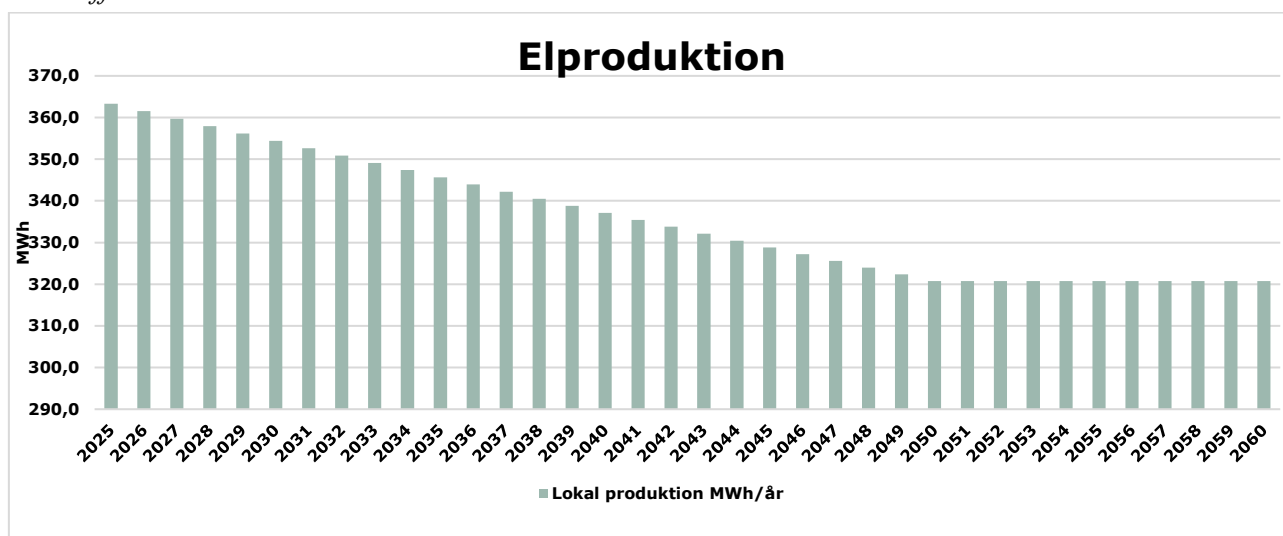
Figur 26 angiver at det påbyggede solcelleanlæg på alle hustage vil være tilbagebetalt i år 2038, altså 13 år efter at de påbyggede solceller er blevet implementeret. I screeningen i første analyserunde blev tilsvarende beregnet en tilbagebetalingstid på 12 år, hvilket indikerer, at screeningerne i første runde var rimeligt præcise.

Pengesummen som forventes at være tilbage ved projektets udløb, er et positivt beløb på lidt under 1,279,000 kroner.

I de økonomiske analyser i anden analyserunde regnes i faste priser og er før finansiering, hvilket er almindelig praksis ved sammenligninger af investeringer i investeringsplanlægning. I den finansielle analyse er der derimod forudsat en finansiering af investeringerne i solcelleanlæg.

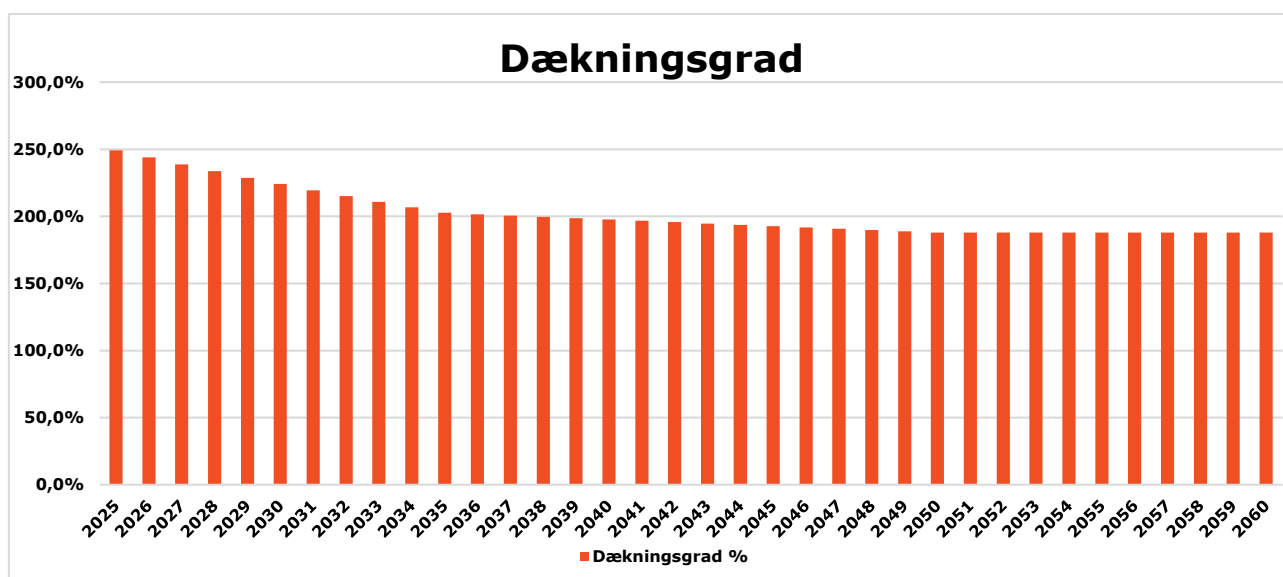
## Solcelletaget fra Solartag.eu – Anden analyserunde

### Klimaeffekter



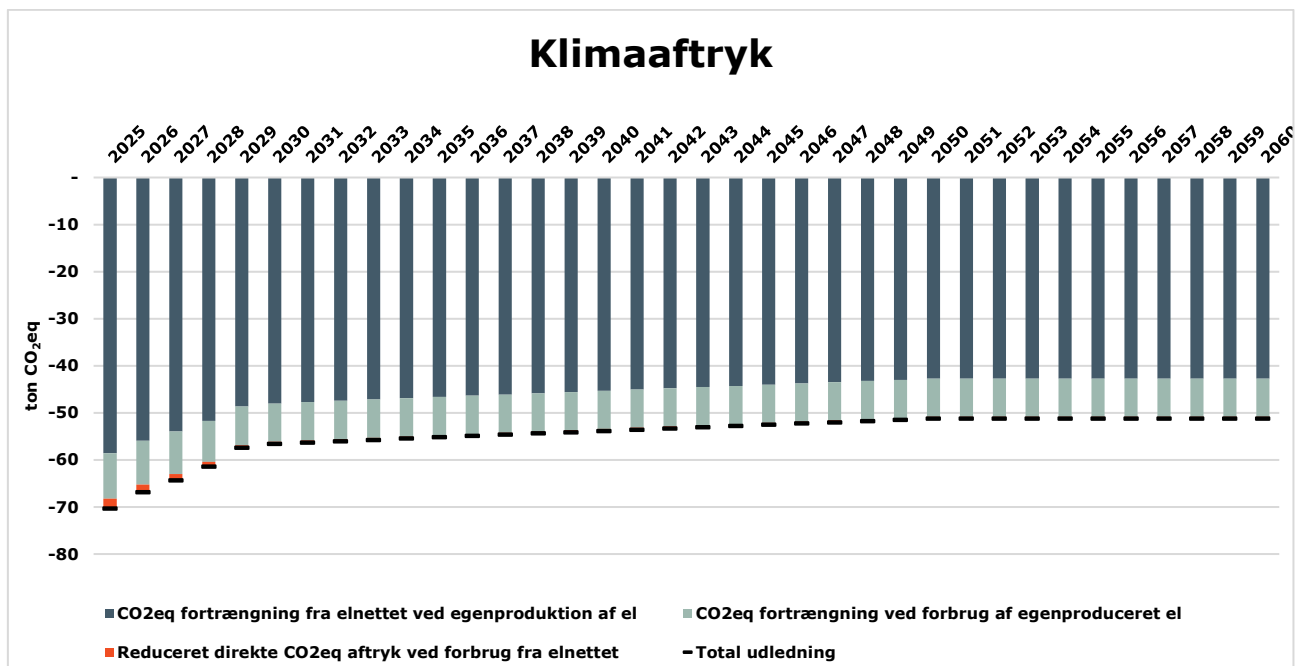
Figur 27: Angiver den forventede udvikling af Stavnbåndets elproduktion, ved implementering af Solartag.eu.

El-produktionen på Figur 27 angiver, at Solartagets el-produktion vil falde frem til og med 2050. Dette skyldes som allerede nævnt, at der i modellen regnes med en reduktion i produktionsevnen på 0,5% per år. Efter 2050 reduceres el-produktionen kun lidt, fordi modellen kun beregner til og med 2050, og årene derefter er en ekstrapolering af resultaterne fra 2050.



Figur 28: Angiver de Solartagets dækningsgrad af elforbruget.

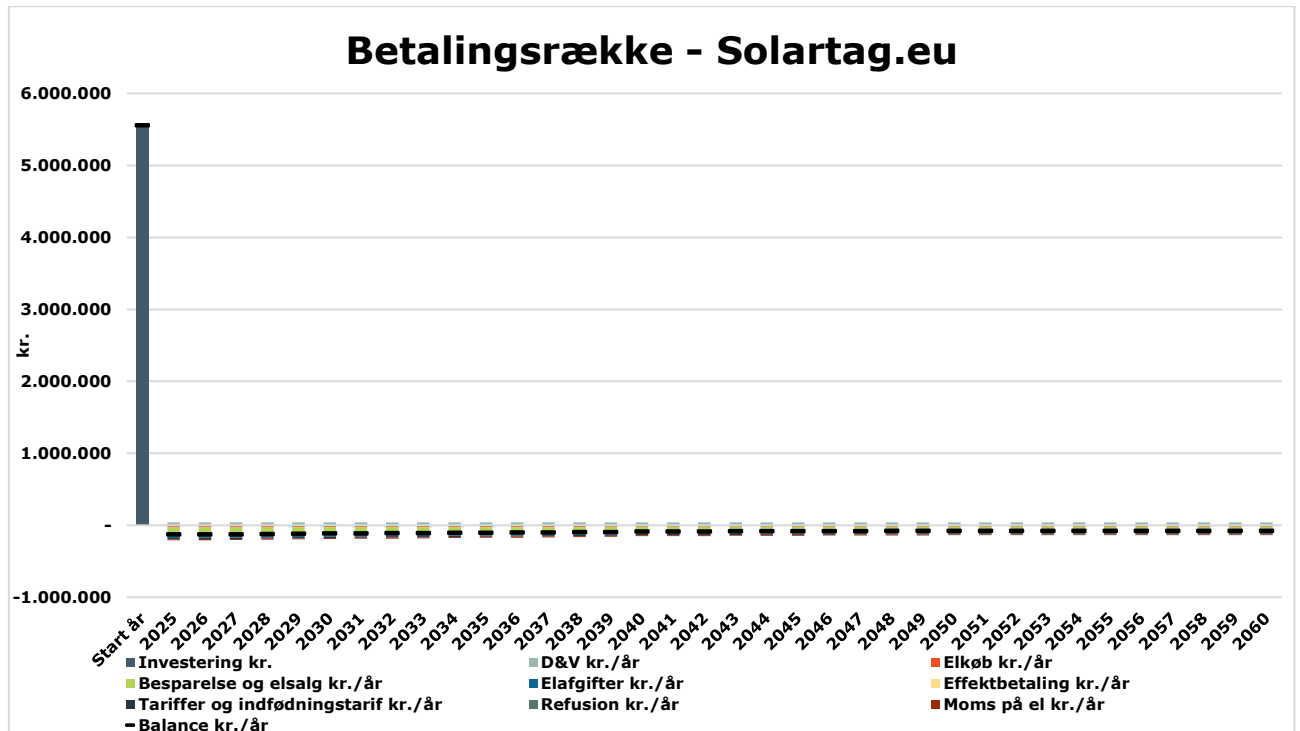
Dækningsgraden på Figur 28, falder støt i starten, fordi elforbruget stiger mere på grund af flere el-biler i SB i forhold til faldet i el-produktionen. Fra 2035 falder dækningsgraden mindre, fordi dækningsgraden bare følger reduktionen i el-produktionen.



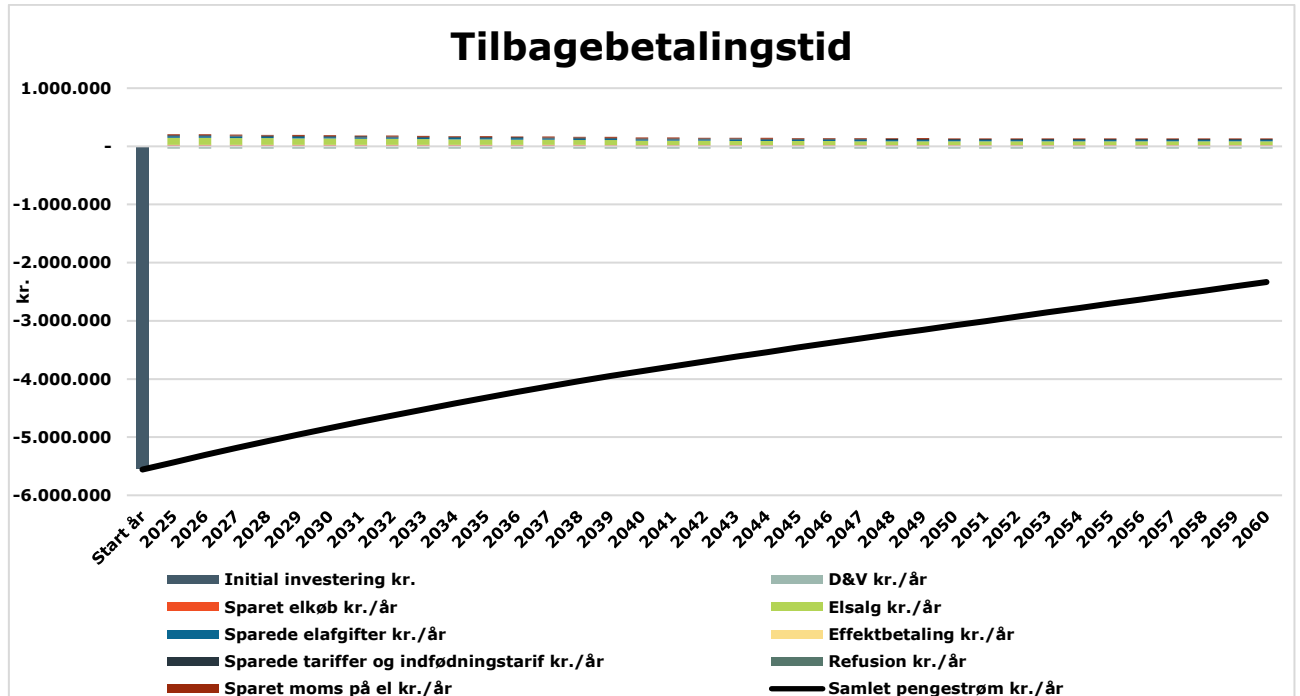
Figur 29: Angiver Solartagets klimaaftryk på baggrund af scenariets produktion, forbrug og antagelserne beskrevet i afsnit X.1.2.

Figur 29 angiver klimaaftrykket for solcellerne er faldende, hvilket primært skyldes, at CO<sub>2</sub> udledningen forbundet med el-produktionen falder frem mod 2030, dernæst at solcelleanlæggets produktion falder. Hvis anlægget starter sin produktion i 2025, vil det medføre en akkumuleret reduktion på lidt under 1965 ton CO<sub>2</sub>eq i løbet af sin levetid.

## Økonomisk rentabilitet



Figur 30: Angiver solcelleanlæggets merinvestering, samt forskellen i udgifter mellem scenariet med og uden et solcelleanlæg.



Figur 31: Angiver betalingsrækken fra Figur 30, men med akkumuleret tilbagebetaling af merinvesteringen, som er angivet i form af den sorte streg.

Figur 31 angiver at merinvesteringen for Solartaget i forhold til betontagsten som reference ikke vil blive tilbagebetalt over projektets levetid. Pengesummen, der forventes at være tilbage ved projektperiodens afslutning efter 35 år, er et negativt beløb på 2,332,880 kroner.

Der gennemføres i anden runde robusthedsanalyser på følgende parametre:

- El-pris, køb og salg (+/- 20%)
- El-afgifters størrelse (+/- 20%) samt udfasning af el-afgifter
- Merinvesteringens størrelse på henholdsvis påbyggede solceller og solcelletaget (+/- 20%) i forhold til nye tage uden solceller (1:1 løsningen - nye tage med betontagsten).

Der er her anvendt de samme forudsætninger, som er opsummeret i den finansielle analyse i afsnit X.6.1 og X.6.2.

#### Påbyggede solceller – Sensitivitet

*Tabel 8: Angiver nutidsværdien for solcelleanlægget, når forskellige parametre justeres med en angiven størrelsesorden eller ned til en angivet værdi. En besparelse for Stavnsbåndets beboere angives som en negativ værdi.*

Sensitivitets-analyser. Nutidsværdi i kroner	Elpris (-20%)	Elpris (+20%)	Minimumstakst for el-afgift	El-afgifter (-20%)	El-afgifter (+20%)	Merinvestering (-20%)	Merinvestering (+20%)
Total for betalingsrækken – Forskel: Betalingsrækken med finansiering og diskontering	-468417	-785066	-110593	-526279	-737846	-793225	-460257

Tabel 8 angiver, at et udsving i elprisen har næsten samme betydning, som et lignende udsving for merinvesteringen, og at et udsving i el-afgiften ikke har ligeså stor betydning som investeringsomkostningerne og elprisen. Yderligere viser tabellen at hvis el-afgiften sættes ned til EU's minimum på 0,8 øre kWh, vil det påbyggede solcelleanlæg stadig give en gevinst på lidt over 110.000 over projektets periode. Hvilket svarer til lidt under 3.700 kroner per husstand.

Robusthedsanalyserne viser, at påbyggede solceller i alle de gennemførte følsomheder vil være en økonomisk attraktiv løsning.

*Solcelletaget fra Solartag.eu – Sensitivitet*

*Tabel 9: Angiver nutidsværdien for solcelleanlægget, når forskellige parameter justeres med en angiven størrelsesorden eller ned til en angivet værdi. En besparelse for Stavnsbåndets beboere angives som en negative værdi.*

Sensitivitets-analyser. Nutidsværdi i kroner	Elpris (-20%)	Elpris (+20%)	El-afgift	El-afgifter (-20%)	El-afgifter (+20%)	Mer-investering (-20%)	Mer-investering (+20%)
Total for betalingsrækken – Forskel: Betalingsrækken med finansiering og diskontering	2984023	2236125	3275549	2739426	2466561	1663042	3557107

Tabel 9 viser, at udsving for merinvesteringen har den største betydning for nutidsværdien. Dernæst er det reduktionen i el-afgiften som har størst betydning for nutidsværdien i forhold til reduktionen af elprisen, men at dette er omvendt for sensitiviteten. hvor elafgiften og elprisen stiger i samme størrelsesgrad.

Robusthedsanalyserne viser, at solartaget ikke vil være en økonomisk attraktiv løsning i nogen af de gennemførte følsomhedsanalyser. Det vil ikke være muligt at få en økonomisk rentabel løsning, hvis betontagsten uden undertag er valgt som reference og med fast undertag under solartaget (tilgang 3).

Sammenholdes denne konklusion med tabel 6 (tilgang 2) i afsnit X.4.3, kan det yderligere konkluderes, at det heller ikke vil være muligt at få en økonomisk rentabel løsning med betontagstenstag som referencetag og samme undertag under referencetag og solartag. Vælges derimod teglstenstag som reference og samme undertag under referencetag og solartag, viser tabel 7 (tilgang 1) ligeledes i afsnit X.4.3, at løsningen kan blive økonomisk rentabel (intern rente på 4,7% og tilbagebetalingstid på 18 år).

## X.6 Finansiell analyse

### X.6.1 Introduktion

I den finansielle analyse er tilgang 3 anvendt, dvs. betontagstenstag uden undertag er valgt som reference, mens der er forudsat fast undertag med tagpap, både under solartag og under teglstenstag.

Alle økonomiske analyser i denne rapport bortset fra den finansielle analyse i dette afsnit (og robusthedsanalysen ovenfor) er gennemført uden, at der er valgt en konkret finansiering og fokuserer som nævnt på de sædvanlige økonomiske kriterier, der bruges i investeringsplanlægning (nutidsværdi, tilbagebetalingstid samt intern rente) Endvidere analyseres i den øvrige del af rapporten merinvesteringer og driftsbesparelser ved valg af solceller på nye tage i forhold til, at der ikke vælges solceller på nye hustage.

Den finansielle analyse adskiller sig fra de øvrige økonomiske analyser på ovennævnte to parametre:

- Der er i finansieringsanalysen forudsat, en konkret lånefinansiering med et annuitetslån med løbetid på 30 år og en realrente (nominel rente, renset for inflation) på 3%. Der er ikke forudsat nogen udbetaling.
- Der sammenlignes og analyseres finansieringen af en samlet investering med henblik på, at bofællesskabet kan få et overblik over, hvor stor en årlig bruttoydelse de undersøgte tagudskiftninger vil medføre med en lånefinansiering samlet set for alle bofæller. Den årlige bruttoydelse som følge af investering og lånevilkår modregnes herefter med skattefordele ved rentefradrag på lånet og driftsindtægter ved el-produktion minus vedligeholdelsesudgifter, således at en årlig nettoudgift kan beregnes samlet set, hvis alle hustage udskiftes.

Finansieringsanalyserne gennemføres i fire situationer, der sammenlignes:

- Den totale investering i nye betontagstenstage uden solceller (1:1 løsning)
- Den totale investering i nye teglstenstag uden solceller
- Den totale investering i nye betontagstenstage med påbyggede solceller
- Den totale investering i nye tage med integrerede solcelletage af fabrikatet solartag.eu

### X.6.2 Beregningsgang

- Der opstilles et samlet investeringsoverslag for ovennævnte fire situationer.
- Der opstilles betalingsrækker før finansiering for hvert år i planperioden på udgiftssiden og indtægtssiden for to tagløsninger uden solceller og de to solcellescenarier (totalinvesteringer, reinvesteringer og d&v-udgifter; salgsindtægter og sparede købsudgifter).
- Der forudsættes, at der optages individuelle lån.
- Samlet årlig bruttoydelse opgøres for alle 35 år på annuitetslån med løbetid på 30 år og med totalinvesteringer i faste priser (konstant i løbende priser) efter finansiering med den valgte reale rente på 3 %. Endvidere opgøres årlige nettoudgifter før skat, hvor både udgifter og indtægter medtages.
- For to udvalgte år, år 1 og år 21 estimeres årlige nettoudgifter efter skat.

### X.6.3 Resultater for alle hustage

#### Samlet investering i tagløsninger uden og med solceller, alle hustage

Samlet investering i tage, uden og med solceller	Enhedspriser	Enhed	Antal (10)	Enhed	Prisoverslag 1000 kr Incl. moms
<b>Investeringskomponenter:</b>					
<b>Nyt Betontagstenstag (1:1) uden solceller</b>					
Basispris, Melander & Dam					14.216
Nye vinduer	20000	kr/vindue	220		4.400
<b>I alt</b>					<b>18.616</b>
<b>Nyt teglstenstag uden solceller</b>					
Basispris, Melander & Dam					17.662
Nye vinduer	20000	kr/vindue	220		4.400
<b>I alt</b>					<b>22.062</b>
<b>Nyt betontagstenstag med påbyggede solceller</b>					
Basispris, Melander & Dam					14.216
Nye vinduer	20000	kr/vindue	220		4.400
Påbyggede solceller og målere (Individuelle husstande)	1090	kr. pr. m2	779		849
Invertere (Individuelle husstande)	400	kr. pr. m2	779		312
Kabler og el-installation (Individuelle husstande)	40	kr. pr. m2	779		31
<b>I alt</b>					<b>19.777</b>
<b>Nyt integreret solcelletag (solartag.eu)</b>					
Basispris, Melander & Dam					14.216
Nye vinduer	20000	kr/vindue	220		4.400
Minus køb og montering af betontagstenstag	1116	kr/m2 tagareal	-3776		- 4.214
Plus køb og montering af solartag.eu	2400	kr/m2 tagareal	3776		9.062
Plus undertag (ikke med i basispris for betontagsten)	900		3776		3.398
<b>I alt</b>					<b>26.863</b>

Tabellen viser investeringsoverslag for de fire løsninger. Overslagene er baseret på de investeringsoverslag, som Stavnsbåndets tagrådgiver Melander & Dam har udarbejdet for de to tagløsninger uden solceller, suppleret med investeringsoverslag for solcelletag og påbyggede solceller, udarbejdet af Energitjenesten. Investeringsoverslaget for solcelletaget er opgjort ved at tage udgangspunkt i Melander & Dams basispris for betontagstenstag, fratække prisen for et betontagstenstag og dernæst addere prisen for et solartag.

Tabellen viser, at den billigste løsning er at fortsætte med betontagsten, som Stavnsbåndet har i dag (18,6 mio. kr.). Påbygges der solceller på betontagstenstagnet (eller på teglstenstaget), øges investeringen med ca. 1 mio. kr. Nye teglstenstag er ca. 3,5 mio. kr. dyrere end betontagstenstagnet, hvor en del af forskellen skyldes fast undertag på teglstenstaget og intet undertag på betontagstenstagnet. Endelig er solartag.eu - taget ca. 8 mio. kroner dyrere end betontagstenstagnet og ca. 4,5 mio. kr. dyrere end teglstenstaget.



**Årlige udgifter og indtægter ved investering i nye tage uden solceller og med solceller**  
 - alle hustage

Årlige indtægter og udgifter ved investering i nye tage uden og med solceller. Kroner/år	Nyt beton-tagstenstag uden solceller	Nyt teglstenstag uden solceller	Nyt beton-tagstenstag m. påbyggede solceller	Solcelletag solartag.eu
<b>Samlet investering</b>	18.616.000	22.062.000	19.777.000	26.863.000
<b>År 1</b>				
Årlig bruttoydelse på lån	949.775	1.125.587	1.009.008	1.370.530
Årlige indtægter ved el-prod.	0	0	78.718	124.478
Årlige nettoudgifter før skat	949.775	1.125.587	930.290	1.246.052
Skattefordel af rentefradrag	43.394	51.427	46.100	62.618
Årlige nettoudgifter efter skat	906.381	1.074.160	884.190	1.183.434
<b>Index, nettoudgifter efter skat</b>	100	119	98	131
<b>År 21</b>				
Årlig bruttoydelse på lån	949.775	1.125.587	1.009.008	1.370.530
Årlige indtægter ved el-prod.	0	0	57.761	78.524
Årlige nettoudgifter før skat	949.775	1.125.587	951.247	1.292.006
Skattefordel af rentefradrag	18.885	22.381	20.063	27.251
Årlige nettoudgifter efter skat	930.890	1.103.206	931.184	1.264.755
<b>Index, nettoudgifter efter skat</b>	100	119	100	136

Tabellen viser de årlige udgifter, de årlige indtægter og dermed de årlige nettoudgifter ved en lånefinansiering af investering i nye tage uden solceller og med solceller for samtlige hustage i Stavnsbåndet. Der er vist økonomiske nøgletal i år 1 og i år 21, bl.a. fordi rentefradrag er forskellige ved starten af låneperioden, sammenlignet med situationen, hvor 2/3 af låneperioden er gået. El-priser og el-afgifter er også ændret.

De årlige nettoudgifter er herefter indekseret, således, at løsningerne kan sammenlignes af bofællerne ved deres prioritering af de undersøgte alternativer. Se kapitel 12. Indeks 100 er 1:1 – udskiftningen med betontagstenstag.

Tabellen viser, at den løsning, der resulterer i den laveste nettoudgift, er at påbygge solceller på et nyt betontagstenstag, svarende til det tag, som Stavnsbåndet har i dag (18,6 mio. kr.). Betontagstenstag uden solceller er 2 procentpoints dyrere i år 1 og resulterer i samme nettoydelse i år 21. Teglstenstage resulterer i 19% højere nettoydelse end betontagstagen, både i år 1 og i år 21, mens solartaget resulterer i henholdsvis 31% og 36% højere nettoydelse end betontagsten i år 1 og i år 21.

## X.7 Scenariet specifikke regulatoriske rammer og tariffer

- *Ansvarlig:* Vedvarende Energi

Som angivet i afsnit X.3. analyseres følgende scenarier i del B:

Scenarie- numre	Produktions- sted	Solcelleteknologier		Forbrugssteder *)			Salg dir. til el-net	Tarifmodel	
		Påbygg.	Solcelletage	Fælleshus	El-ladelaug	Indiv.		C-tarif	Lok. Kollektiv
1.1.	Fælleshustag	X	X	X				X	
1.2.	Indiv. hustage	X				X		X	
2.1.	Carpporttage	X		X				X	
2.2.	Carpporttage	X			X			X	
2.3. A (1)	Alle hustage	X		X		X		X	
2.3. B (1)	Alle hustage	X		X		X			X
2.3. A (2)	Alle hustage		X	X		X		X	
2.3. B (2)	Alle hustage		X	X		X			X
2.4.	Alle hustage		X				X		
*) Overskydende el sælges til el-nettet. Manglende el købes fra el-nettet									

For regler og tariffer har den valgte teknologi ingen betydning, så der er mht. regler og tariffer følgende scenarier, der kommenteres herunder:

- 1.1. og 2.1. Solceller på fælleshustag eller på carpporttage, el bruges i fælleshus
- 1.2. Solceller på individuelle hustage, el bruges individuelt bag hovedmålere
- 2.2. Solceller på carpporttage, el bruges i ladelaug bag hovedmålere
- 2.3. Alle hustage, el bruges i fælleshus og individuelt bag hovedmålere
- 2.4. Alle hustage, el fordeles gennem det kollektive elnet.

### Scenarie 1.1 og 2.1. Solceller på fælleshustag eller på carpporttage, el bruges i fælleshus

I dette scenarie er alle solceller placeret i eksisterende fælleshusinstallation bag hovedmålere.

Solceller på carpporttage forbindes til installationen med interne elforbindelser, hvorfor der kun må være et matrikelskel mellem carpportenes grunde og fælleshusets grund og en afstand mindre end 500 meter. Der kan installeres batterier i installationen, enten sammen med solcelleinverteren eller som selvstændig enhed.

Såfremt den eksisterende forbrugsinstallation ikke har kapacitet nok, betales produktionstilslutningsbidrag for udvidelsen af nettilslutningen. Radius kan kræve, at installationen overgår fra C tilslutning til B-lav tilslutning. Hvorvidt det er tilfældet, kræver en dialog med Radius, når behovet for udvidelse er fastlagt.

Der skal betales rådighedstarif af egetforbrug. Det er aktuelt tilfælde for en samlet solcellekapacitet på 50 kW eller højere; men det kan i fremtiden nedsættes til 10 kW, ligesom rådighedsbetalingen kan ændres fra energitarif for egetforbrug til en kapacitetstarif for solcelleanlægget udover 10 kW.

Fælleshuset kan indgå i et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til f.eks. nærliggende boliger. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere (typisk boliger) tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer deltage i et energifællesskab sammen med fælleshuset.

### Scenarie 2.1. Solceller på individuelle hustage, el bruges individuelt bag hovedmålere

I dette scenarie er alle solceller placeret i eksisterende installationer bag hovedmåler og det antages at alle solceller tilsluttes den bolig, de er placeret på. Der kan installeres batterier i installationerne, enten sammen med solcelleinverteren eller som selvstændige enheder.

Det antages at de eksisterende forbrugsinstallationer har kapacitet nok. Der er derfor ikke behov for at betale produktionstilslutningsbidrag for udvidelser af nettilslutningerne.

Da det antages at den enkelte solcelleinstallation er op til 10 KW, skal der hverken nu eller i fremtiden betales rådighedstarif, udover en fast årlig minimumsbetaling på 65 kr, samt en ekstraomkostning til hovedmåler på 34 kr, begge dele excl. moms,

Fælleshuset kan indgå i et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til f.eks. nærliggende boliger. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere (typisk boliger) tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer deltage i et energifællesskab sammen med fælleshuset.

### Scenarie 1.2. Solceller på individuelle hustage, el bruges individuelt bag hovedmålere

I dette scenarie er alle solceller placeret i eksisterende installationer bag hovedmåler og det antages at alle solceller tilsluttes den bolig, de er placeret på. Der kan installeres batterier i installationerne, enten sammen med solcelleinverteren eller som selvstændige enheder.

Det antages at de eksisterende forbrugsinstallationer har kapacitet nok. Der er derfor ikke behov for at betale produktionstilslutningsbidrag for udvidelser af nettilslutningerne.

Da det antages at den enkelte solcelleinstallation er op til 10 KW, skal der hverken nu eller i fremtiden betales rådighedstarif, udover en fast årlig minimumsbetaling på 65 kr, samt en ekstraomkostning til hovedmåler på 34 kr, begge dele excl. moms,

Installationerne kan indgå i et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til f.eks. nærliggende boliger. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere (typisk boliger) tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer deltage i energifællesskabet.

### Scenarie 2.2. Solceller på carporttage, el bruges i ladelaug bag hovedmålere

I dette scenarie kobles solcelleanlæg sammen med eksisterende ladelaug. Det forudsættes her at ladelaug har en eksisterende elinstallation med en hovedmåler.

Solceller på carporttage forbindes til installationen med interne elforbindelser, hvorfor der kun må være et matrikelskel mellem carportes grund og ladelaugets installation og en afstand mindre end 500 meter.

Der kan installeres batterier i installationen, enten sammen med solcelleinverteren eller som selvstændig enhed.

Såfremt den eksisterende forbrugsinstallation ikke har kapacitet nok, betales produktionstilslutningsbidrag for udvidelsen af nettilslutningen. Hvis der er en C-tilslutning, kan Radius ved en udvidelse kræve at installationen overgår fra C tilslutning til B-lav tilslutning, hvorvidt det er tilfældet kræver en dialog med Radius, når behovet for udvidelse er fastlagt.

Der skal betales rådighedstarif af egetforbrug. Det er aktuelt tilfælde for en samlet solcellekapacitet på 50 kW eller højere; men det kan i fremtiden nedsættes til 10 kW ligesom rådighedsbetalingen kan ændres fra energitarif for egetforbrug til en kapacitetstarif for solcelleanlægget udover 10 kW.

For at der kan opnås afgiftsrefusion for elafgift skal ladelaugene være momsregistreret og selv eje ladestandere. Afgiftsrefusion bør sikres med en forespørgsel til SKAT for investering.

Ladelaugene vil kunne indgå i et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til f.eks. nærliggende boliger. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere (typisk boliger) tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer deltage med fælleshuset.

Scenarie 2.3. Alle hustage bruges til solceller, el bruges i fælleshus og individuelt bag hovedmålere

Det antages at alle solceller tilsluttes den installation, de er placeret over. Dermed er der for dette scenarie samme regler som for scenarie 1.2. Fælleshuset indgår på samme måde som en bolig.

Sc. 2.4. Alle hustage bruges til solceller, el fordeles gennem det kollektive elnet.

I dette scenarie oprette en produktionstilslutning, som alle solceller forbindes med.

Reglerne for interne el-forbindelser gælder ikke for en ren produktionstilslutning; men det er muligt at Radius alligevel vil kræve, at tilsvarende regler skal anvendes, så der ikke må være mere end et matrikelskel mellem hovedmåler og solceller.

Der betales produktionstilslutningsbidrag og indfødningsstarif..

Der betales ikke rådighedstarif

Det er sandsynligt at Radius vil kræve en B-lav tilslutning.

Der kan tilsluttes batteri, enten i solcelleinverteren eller som selvstændig enhed. Batteriet med kapacitet over 100 kW kan indgå i elsystemets regulering.

Installationen kan være ejet af et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til nærliggende boliger, fælleshus, ladelaug. Energifællesskabet bør være momsregistreret. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer få strøm fra anlægget med den lokale tarif.

Installationen kan være ejet af et energifællesskab, som fordeler strøm fra solcellerne til nærliggende boliger, fælleshus, ladelaug. Energifællesskabet bør være momsregistreret. Hvis der indføres en lokal, kollektiv tarif, kan forbrugere tilsluttet samme 400 V/10 kV transformer få strøm fra anlægget med den lokale tarif.

## X.8 Solhøjpark lige numre

- *Ansvarlig:* *Stavnsbåndet*

Seks husstande i nabobebyggelsen Solhøjpark lige numre har deltaget i planlægningen af energifællesskabet i Stavnsbåndet gennem dette projekt. Projektets resultater er brugt til at vurdere, om det giver mening, at disse husstande fortsætter med at deltage i den videre planlægning.

Der kan konkluderes:

1. Det er juridisk set ikke muligt at forsyne husstandene i Solhøjpark's lige numre fysisk med el fra Stavnsbåndets solceller og dermed få mulighed for afgiftsfritagelse med øjebliksafregning "bagved måleren". Det er således ikke muligt at etablere et fysisk energifællesskab med nabobebyggelsen.
2. Den anden mulighed er, om der kan være et perspektiv for disse husstande af at være en del af et virtuelt fællesskab. Da resultatet af analysearbejdet er, at der ikke er en økonomisk fordel ved at anvende Radius nye tariforslag om kollektiv lokal tarifiering for den el af el-regningen, som betales til Radius som distributionsselskab, er den problemstilling heller ikke relevant for Solhøjpark lige.

På baggrund heraf konkluderes, at der ikke med de nuværende forudsætninger er grund til, at husstandene i nabobebyggelsen fortsætter med at deltage i den videre planlægning af et evt. energifællesskab i Stavnsbåndet.

Hvis det på et tidspunkt muliggøres, jv. diskussionen i afsnit II.5., at et virtuelt energifællesskab kan opnå kollektiv nettoafregning på øjebliksbasis, kunne beboere i Solhøjpark lige og andre nabobebyggelser inden for samme lokale el-net, jv. afsnit X.1.1. indgå i et energifællesskab, hvor SB producerer el fra solceller, selv om nabobebyggelserne ikke er fysisk tilknyttet solcelleproduktionen. Dette vil betyde, at det lokale el-forbrug, der kan dækkes med el-produktion fra SB's solceller, vil blive meget højere, hvorved andelen af el-forbruget, der kan nettoafregnes, vil blive tilsvarende højere. Dermed forbedres rentabiliteten ved etablering af solcelletage, som med nuværende afregningsregler ikke kan konkurrere med påbyggede solceller i Stavnsbåndet.

## Del C. Kapitel XI

## XI. Forberedelse af implementering

### XI.1 Formål med del C

Dette analyseprojekt omfatter ikke analysearbejde efter, at der er truffet en principbeslutning om evt. at implementere et fælles solcelleprojekt i Stavnsbåndet som afslutning på dette analyseprojekt.

Alligvel tages der med dette kapitel ”hul på implementeringen”. Del C har således til formål at beskrive problemstillinger og emner, der skal arbejdes videre med på vej med en implementering.

### XI.2 Forberedelse af projektering

- *Ansvarlig:* *Energitjenesten*

I forbindelse med opsætning af solcelleanlæg er der en række forhold, som bør iagttages. Forholdene er forskellig for de respektive solcelleløsninger, henholdsvis solcelletag og påbyggede solceller på husene og på carportene, som er de to solcelletyper, der efter afslutningen af del A blev besluttet, at der skulle analyseres nøjere i del B.

#### XI.2.1 Solcelletag

Forud for montering af solceller eller solcelletag vil det være nødvendigt at foretage en undersøgelse af den eksisterende konstruktion.

Ved montering af solcelletag i stedet for eksisterende tag af betontegl vil vægten ikke øges, tværtimod ses der her ikke at være et behov for forstærkning af konstruktionen.

Solcelletaget lægges i stedet for andet tag og fungerer dermed som en del af klimaskærmen. Det er derfor vigtigt, at arbejdet udføres omhyggeligt og efter producentens forskrifter, så der ikke opstår risiko for indtrængning af regnvand eller fygesne. I modsætning til påbyggede solceller er der her ingen gennemboringer, som potentielt kan give utætheder.

#### Æstetik

Ved lægning af et solcelletag anvendes en kombination af aktive tagplader med indbyggede solceller og passive tagplader uden solceller. De to typer tagplader er ens i deres udtryk, hvilket giver en meget ensartet og sammenhængende tagflade. Der er således ikke særlige hensyn til æstetik ved denne løsning.

#### XI.2.2 Påbyggede solceller på hustage

Forud for montering af solceller eller solcelletag vil det være nødvendigt at foretage en undersøgelse af den eksisterende konstruktion.

Ved montering af påbyggede solceller øges vægtbelastningen på taget. Ofte vil der ikke være behov for forstærkning af konstruktionen, men dette bør kontrolleres inden montering. Ved vurdering af konstruktionens bæreevne skal det også vurderes, om der over årene er sket forringelser på den

eksisterende konstruktion, så den aktuelle bæreevne er ringere end den oprindeligt beregnede bæreevne (byggetekniske belastningsevne).

Inden montering af påbyggede solceller bør levetiden for det underliggende tag (inkl. evt. undertag) også vurderes. Levetiden på taget bør ideelt set være lige så lang som levetiden på solpanelerne for at undgå en unødigt nedtagning og genmontering af de påbyggede solceller.

#### Utætheder i taget

I forbindelse med montering af påbyggede solpaneler er det vigtigt at være opmærksom på risikoen for, at der kommer utætheder i taget. De beslag, der bliver brugt, skal være udviklet, så de kan opnå fuld tæthed, så der ikke kan ske vandindtrængning. Beslag og type af befæstelse skal passe til tagtypen. Beslag og befæstninger skal desuden være robuste, så de kan modstå vindbelastning af taget og panelerne.

#### Placering af solceller

I forhold til placering af solceller kan der være æstetiske og praktiske overvejelser. I forhold til det æstetiske, så anbefales det at lave en simpel visualisering på et tidligt tidspunkt i processen. Ved visualiseringen ”indtegnes” de enkelte solpaneler på tagfladen. Der opnås generelt et mere harmonisk og roligt udtryk, hvis panelerne opsættes med respekt for gennemgående linjer og ikke blot placeres, hvor der er ledig plads. Det kan overvejes at placere solpanelerne i hele rækker, så vidt det er muligt.

#### Fremtidssikring ved renovering af boligenheder

Der er nogle af boligerne, hvor der er monteret et eller flere ekstra ovenlysvinduer ovenfor den gennemgående vinduesrække, som længehusene er ”født med”. Et vigtigt spørgsmål for de opdeltede huse er, hvordan øvrige beboere stilles efter montering af solpaneler på tagfladen, hvis der senere opstår ønske om at renovere overetagen i deres boliger og i den forbindelse montere et ekstra vindue:

- Skal solpanelerne placeres således, at alle boliger har samme mulighed for at montere et ekstra ovenlysvindue?
- Eller kan solcellerne tilkobles således, at det er muligt at fjerne et eller to paneler for at give plads til et nyt ovenlysvindue, hvis dette i fremtiden måtte være et ønske?

### XI.2.3 Påbyggede solceller på carporte

Tagene på carporten er ikke egnede til montering af solpaneler, som de fremstår nu. Hældningen er væk fra solen, og der er meget lav hældning.

Det er derfor nødvendigt at ombygge tagene på carportene, så de får hældning mod solen (mod syd eller vest), og så de får tilstrækkelig hældning til at være selvrensende, dvs. med en hældning på minimum 10 grader. Denne pointe er i fuld overensstemmelse med, at evt. opsætning af solceller på carporttage først planlægges i forbindelse med udskiftning af carportene.

Vær opmærksom på, at når taghældningen ”vendes” og øges, så øges også den totale højde på carporttagene, hvilket kan medføre gener for de nærmeste beboere i form af reduceret udsyn fra vinduer i opholdsrum.

I forbindelse med ombygning af carporttagene skal det også sikres, at konstruktionen er stærk nok til at bære den ekstra vægt fra solpanelerne. Den ekstra vægt svarer normalt til mellem 13 og 15 kg pr. m<sup>2</sup> solpanel.



Der er en del beplantning tæt på carportene, og noget af denne beplantning vurderes at kaste skygge på dele af tagfladen. Det vil være nødvendigt at beskære eller evt. fælde udvalgte træer og buske, som skygger for at opnå den ønskede ydelse fra solpanelerne. Vær også opmærksom på, om omkringstående beplantning kan kaste mange blade ned på panelerne, hvilket også kan reducere ydelsen.

Vær endelig opmærksom på risikoen for nedfaldne grene, som potentielt kan ødelægge panelerne.

#### XI.2.4 Generelt vedr. montering og installation af solceller

I forbindelse med montering og installation af solcelleanlægget bør der desuden være opmærksomhed på følgende forhold:

- Træk af ledninger:

Ledningerne skal trækkes efter forskrifter fra Sikkerhedsstyrelsen og producenten.

Eventuel overskydende ledning skal placeres således, at de ikke slides i stykker i forbindelse med vindpåvirkning.

- Placering af inverter:

Inverter skal placeres i et tørt og frostfrit rum. Den optimale placering er tæt på eltavle og højst 20 – 30 meter fra solpanelerne. Der kan forekomme støj fra inverter, så denne anbefales ikke placeret tæt ved sove- og opholdsrum.

Vær opmærksom på, at inverter kan blive varm. Den bør derfor ikke placeres på lofter med risiko for overtemperaturer eller i direkte sollys. Inverter bør aldrig tildækkes. Hvis der er risiko herfor, kan der monteres et gitter, som holder eventuelle effekter på afstand.

Der henvises i øvrigt til Sikkerhedsstyrelsens vejledning ”Sikre installationer ved solcelleanlæg”, maj 2013, [www.sik.dk](http://www.sik.dk). Vejledningen rummer bl.a. anvisninger i forhold til fejlstrømsafbryder, jordforbindelse, afbrydere på DC og AC siden af inverter mv.

#### XI.2.5 Vedligehold

Solceller kræver generelt ingen eller kun minimal vedligeholdelse. Herunder er beskrevet de forhold, som det kan være aktuelt at være opmærksomme på.

##### Hvordan sikres det, at produktionen fremover er optimal?

- Fokus på skygge eller partiel skygge:

Ved monteringen af solcellerne skal der naturligvis tages hensyn til de eksisterende elementer, som kan kaste skygge på dele af solpanelerne (skorstene, udluftningshætter (som ikke kan flyttes til områder uden solceller)), dels ved placering af panelerne, dels ved valg af paneler med bypass (skyggeoptimering).

- Kan der fremover opstå skygge fra træer og anden beplantning?

Det kan anbefales at gennemgå alle paneler på både hustage og carporttage mindst en gang årligt, enten forår efter løvspring eller efterår før løvfald (dvs. på årstider, hvor solen står lavt, og hvor der derfor er størst risiko for skyggekast) om træer og anden beplantning giver skygge på dele af solcellearealet. Det vurderes her, om der er behov og mulighed for beskæring eller eventuelt fældning. Overvej eventuelt i god tid at foretage ny beplantning på steder, hvor der ikke er risiko for skyggekast, så denne beplantning gradvist kan overtage i stedet for den beplantning, som nu eller senere kan give ”problemer”.

- Er panelerne rene?

Hvis panelerne har en hældning på mindst 10 grader, så regnes de normalt som selvrensende, men det anbefales alligevel at kontrollere paneler med lav hældning, som står i nærheden af træer og buske. Kontrollen udføres i løbet af efterår/vinter, når løvfaldet er helt afsluttet.

- Er ydelsen som forventet?

Hold øje med elproduktionen og sammenlign med tidligere år. Hvis der ses et tydeligt fald i produktionen, kan årsagen være fejl på solpaneler eller inverter, eksempelvis løse forbindelser. En konkret fejlfinding kræver besøg af tekniker med det rette måleudstyr.

- Er der opstået utætheder i taget?

Beslagene til solpanelerne er monteres med skruer eller bolte, som går gennem taget. Der er her risiko for utætheder, enten i forbindelse med monteringen eller på et senere tidspunkt, f.eks. efter en kraftig storm.

Inspicer tagrummet under solcellerne på tidspunkt, hvor det regner, hvis der er adgang hertil. Hvis solcellerne placeres over skråvægge på udnyttede overetager, er der ikke mulighed for inspektion indefra. Hold øje med udefra, om der er revnede tagsten.

Vær også opmærksom på, om der opstår misfarvninger eller evt. angreb af skimmelsvamp indvendig på skråvæggene. Dette vil eventuelt kunne skyldes indtrængende fugt fra gennemboringer til bolte og beslag eller andre utætheder.

### XI.3 Muligheder for afregning ved deling af el-forbrug

- *Ansvarlig:* *Monta*

Firmaet Monta assisterer i dag Stavnsbåndets el-ladelaug med afregning i forbindelse med, at el-bilsejerne i SB køber el fra nettet med afgiftsrefusion.

Monta vil, hvis og når der etableres en fælles solcelleløsning i Stavnsbåndet på SB's hustage eller carporte, evt. kunne udvide sin nuværende service til ladelaug'et til bofællesskabet, dog afhængig af, hvilke(n) løsning(er), Stavnsbåndet vælger.

Afregningen af el-bilernes opladninger vil foregå via den allerede etablerede Monta Charge applikation til smartphones. I det tilfælde, der kobles solcelleproduktion til de etablerede elbilsopladningsmålepunkter vil Monta opsætte Watts Live målere mellem Kamstrup-måleren og solcellerne. Disse produktionsdata vil sammenholdes med det faktiske forbrug under opladningen. I forbindelse med afregningen af kunden vil den eventuelle refusion fra elektricitet taget fra hovednettet blive bestemt ved at fratække den andel af strømmen, som blev produceret fra egne solceller. Denne praksis er vurderet at være mulig med gældende lovgivning, da Monta kan dokumentere, hvilken andel af strømmen, der er refusionsberettiget via validerede måledatapunkter, så der ikke udbetales refusion for el produceret på lokale solcellepaneler, tilsluttet bag hovedmåleren.

## XI.4 Forberedelse af myndighedsgodkendelse

- *Ansvarlig: Furesø Kommune*

### Bestemmelser i lokalplanen:

Bebyggelsen er omfattet af Lokalplan 24.1 - [20\\_1074545\\_1671200740085.pdf](#).

Forvaltningen vurderer udelukkende forhold, der reguleres i lokalplanlægningen.

Lokalplanen regulerer bebyggelsens ydre fremtræden med følgende bestemmelser:

#### § 8.2.

Blanke og reflekterende tagmaterialer må ikke anvendes.

#### § 8.3.

Til udvendige bygnings sider samt tagplader må ikke anvendes materialer, som efter Byrådets skøn virker skæmmende

Hvad angår § 8.3 vurderer forvaltningen, at bestemmelsen ikke er administrérbar, da det ikke på sagligt grundlag kan vurderes hvad der virker *skæmmende*.

Der er således ikke i Lokalplan 24.1 bestemmelser, der stiller krav om bestemte tagmaterialer, men alene til materialets egenskaber.

Forvaltningen har praksis for at indgå i dialog med ejendomsejere, om et konkret solcelleprojekt er i overensstemmelse med en lokalplan, eller om det vil kræve en dispensation.

De røde markeringer herunder viser, hvor de nuværende individuelle påbyggede solceller er placeret.



## XI.5 Modeller for finansiering af nye hustage

- *Ansvarlig:* *Stavnsbåndet*

### XI.5.1 Indledning

Dette afsnit diskuterer forskellige muligheder for finansiering af nye tage. Afsnittet forholder sig ikke til, hvilke nye tage, der skal opsættes. Og, om nye tage skal være uden eller med solceller. Der indgår i informationsmateriale til beboerne p.t. et beregningseksempel med en samlet investering på 22 mil. kr., incl moms, svarende til som regneeksempel, at der investeres i et teglstenstag, der ligger i midten af mulighederne.

Afhængig af, hvilke valg, der træffes, kan tallet blive større eller mindre, jv. opstillingen med samlede investeringstal for fire situationer (betontagstenstage uden solceller, betontagstenstage med påbyggede solceller, integrerede solcelletage (solartag.eu) samt teglstenstag uden solceller) i afsnit X.VI.3.

Det interne informationsmateriale har brugt ovennævnte beregningseksempel til at illustrere, hvad den månedlige nettoydelse vil blive for den enkelte boligejer, afhængig af hvilken boligstørrelse man ejer (såkaldte 9'ere, 8'ere, 7'ere og 6'ere, der henviser til hvor mange moduler, der er i betondækket mellem stuen og første sal i boligen). Nedbrydes de 22 mio. kr. i forhold til husstørrelse, fås følgende investeringsbehov, incl. den enkeltes betaling til fælleshuset:

- 6 moduler: 694.000 kr.
- 7 moduler: 796.000 kr.
- 8 moduler: 898.000 kr.
- 9 moduler: 999.900 kr.

Dette afsnit fokuserer på mulige måder, som bofællesskabet eller den enkelte bofælle kan få finansieret nye tage. for alle husstande, herunder husstande, der kan have vanskeligheder ved at optage lån.

Diskussionen af mulige finansieringsmodeller drøftes i Stavnsbåndet, og der vil på basis heraf blive arbejdet videre med én eller flere af modellerne frem mod en investeringsbeslutning.

### XI.5.2 Banklån med solidarisk hæftelse for alle bofæller

Bofællesskabet optager et lån til dækning af alle de nye tage. Alternativt optages et lån på det samlede beløb, bofællerne ønsker at låne. Alle er med, men man låner kun det beløb, som ikke dækkes af de enkelte bofællers egen opsparing.

Modellen er diskuteret modellen med Danske Bank og med Merkur Bank. Modellen kræver ikke deltagelse fra alle bofæller, men en bred tilslutning er nødvendig.

Den form for låntagning har nogle ulemper:

- Det skal tinglyses hos alle bofæller - som ved individuelle lån.
- Stavnsbåndets vedtægter skal ændres med advokathjælp.
- Der er ikke rentefradrag på den type lån. Muligvis kan det lade sig gøre, hvis en revisor kommer ind over.

- Danske Bank kræver, at vi flytter alle vores bankforretninger over til dem. Merkur er mindre rigide her.
- Lånevilkårene er ikke bedre end for individuelle lån. Det er dyrere end et individuelt lån, fordi rentefradrag ikke er muligt på den type lån.

### XI.5.3 Individuelle lån

De bofæller, som har behov og mulighed for det, optager et lån på det nødvendige beløb hos deres egen bank, eller omprioriterer så der frigives det nødvendige beløb.

I nedenstående regneeksempel forudsættes, at hvert hus skal bruge i gennemsnit 650 000 kr. til et nyt tag. Måske med, måske uden solceller. For de store huse bliver det lidt dyrere, for de små lidt billigere. Samlet investering:  $26 \times 650\,000 = 16,9$  mill kr. Tallet vil afhænge af, hvilken tagløsning, der vælges.

Det er ikke kun vores eget hus, men også fælleshuset som får nyt tag for det beløb. Et obligationslån på 650.000 kr. koster, efter rentefradrag, ca. 3000 kr pr. måned (4% fast rente, med afdrag, 30 år).

### XI.5.4 Alle 29 husstande yder private lån til nogle få bofæller

Dette er en mulig model hvis der er få bofæller, som ikke kan opnå lån hos deres egen bank. Modellen ("Stigs model", som blev drøftet på bondemøde for et par år siden) består i at bofællesskabet låner de bofæller, der evt. ikke har mulighed for at lånefinansiere en tagudskiftning (uden eller med solceller). De pågældende låner penge, initeret af bofællesskabet, på faste, tinglyste vilkår. Lånet forfalder, når huset sælges, eller efter en aftalt tidsperiode. Måske 5 år.

Hvis f.eks. 2 huse nødsages til at bruge denne model, betyder det at bofællesskabet skal låne dem  $2 \times 650\,000 = 1,3$  mill kr. Det bliver 50 000 kr for hvert af de 26 huse - også de to som får lånet. Hvis beløbet deles mellem 29 husstande, bliver det 45 000 kr. pr. husstand.

Lånet skal forrentes, så udlånere får dækket omkostninger ved det ekstra lån. Det kan fx være 5%, som skal betales af låntagerne. Rentebeløbet kan betales kontant til udlånerne, eller det kan tillægges det oprindelige lån.

Det skal også aftales, hvad der skal ske, hvis lånet ikke kan tilbagebetales til bofællerne ved salg af huset, fx fordi husprisen er faldet så meget, at der ikke er nogen friværdi.

### XI.5.5 Individuelle, private lån mellem enkelte bofæller

Velhavende bofæller tilbyder at låne til bofæller som ikke kan opnå et banklån. Lånets vilkår aftales mellem de to parter og er bofællesskabet uvedkommende (lige som alle andre private låneaftaler).

### XI.5.6 Kan enkelte huse helt undlade tagprojektet?

Bofællesskabet kan i henhold til Stavnbandets vedtægter ikke tvinge bofæller til at være med i et stort selcelleprojekt, der omfatter individuelle boliger. Investeringer i fælleshuset og carportene skal bofæller deltage i investeringen af, hvis der er truffet beslutning i bofællesskabet herom ifølge vores vedtægter.

Der ligger dog et stort pres i, at det kommer til at se "weird ud" med enkelte gamle betontage mellem røde teglstenstage eller sorte solcelletage, hvis én af de to tage besluttes. Der vil også være tekniske og

udførelsmæssige udfordringer, der skal undersøges nærmere. Kan der eksempelvis komme vandindtrængning i grænsefladen mellem nye tage og enkelte oprindelige betontagstenstage.

En senere tagudskiftning vil også blive dyrere end det fælles projekt.

## XI.6 Betydning af ejerforhold

- *Ansvarlig:* *Stavnsbåndet*

Nedenstående noter er skrevet ud fra en telefonsamtale med fuldmægtig Tonny Kofoed Olsen, Energistyrelsen, der blandt andet har energifællesskaber som sagsområde.

Som angivet i afsnit X.4.2 analyseres følgende scenarier i del B:

Scenarie-numre	Produktionssted	Solcelleteknologier		Forbrugssteder *)			Salg dir. til el-net	Tarifmodel	
		Påbygg.	Solcelletage	Fælleshus	El-ladelaug	Indiv.		C-tarif	Lok. Kollektiv
1.1.	Fælleshustag	X	X	X				X	
1.2.	Indiv. hustage	X				X		X	
2.1.	Carporttage	X		X				X	
2.2.	Carporttage	X			X			X	
2.3. A (1)	Alle hustage	X		X		X		X	
2.3. B (1)	Alle hustage	X		X		X			X
2.3. A (2)	Alle hustage		X	X		X		X	
2.3. B (2)	Alle hustage		X	X		X			X
2.4.	Alle hustage		X				X		
*) Overskydende el sælges til el-nettet. Manglende el købes fra el-nettet									

Ingen af de scenarieberegninger, der analyseres i del B, vil omfatte mere end ét forbrugssted. Et forbrugssted er i denne forbindelse enten en bygning (Fælleshuset eller hver af de seks huslænger) eller hver af Stavnsbåndets husstande, der både kan have et el-forbrug i sin bolig og et el-forbrug gennem ejerskab af en el-bil. Produktionssteder for solcellestrøm må ligge op til 500 meter fra et forbrugssted.

Ved en evt. implementering af en eller flere scenarier vil hvert scenarie skulle behandles specifikt i forhold til, hvem, der investerer; hvordan ejerforholdene er; og hvem der har råderet over solcellerne, og det vil i nogle tilfælde være nødvendigt at udarbejde kontrakter mellem involverede parter. Denne specifikke behandling vurderes at være nødvendig på grund af ejerforholdene i SB:

- De 26 huse (29 husstande) ejer hver 1/26 af fælleshus, fællesarealer og andre fællesfaciliteter, herunder carporte.
- Bofællesskabet SB ejer formelt ikke noget, men investerer og har fuld råderet over fællesfaciliteterne og pålægger medlemmerne af SB at afholde de investeringer og driftsudgifter for fællesskabet, som der vedtages på fællesmøder.
- El-ladelaug'et er en forening, hvor alle 29 husstande kan blive optaget som medlemmer, hvis de ønsker det, typisk, når de bliver ejere af en el-bil.
- El-ladelaug'et investerer i infrastrukturen til at oplade el-bilerne (el-målere, ladestandere og el-kabler) og er ejere heraf.

I scenarie 2.1, hvor solceller på carportene forsyner fælleshuset, vil bofællesskabet Stavnsbåndet investere og pålægge hvert hus at betale 1/26 af investeringen. Hvert hus vil eje 1/26 af solcellerne på carporttagene på samme måde som andre fællesinvesteringer.

I scenarie 2.2, hvor solcellerne på carportene forsyner el-biler, vil det derimod være de husstande, der ejer el-biler, der vil være investorer i solcellerne. I den situation vil der skulle laves én type rådhedsaftaler mellem solcelleejerne og el-ladelaug'et i forhold til ladelaug'ets el-infrastruktur, og en anden type rådhedsaftaler mellem solcelleejerne og bofællesskabet vil være nødvendig, så solcelleejerne får adgang til at opsætte solceller på carporttagene, som bofællesskabet har råderet over.

I scenarie 2.3 vil bofællesskabet blive opdelt i syv forbrugssteder (hver af de syv bygninger). I de seks længer med boliger vil det være husstandene, der hver for sig investerer i solceller på deres egne hustage, enten påbyggede eller solcelletage. Husstandene producerer el i forhold til det tagareal, hver husstand ejer, og hver husstand har ligeledes individuel nettoafregning på øjebliksbasis. I den syvende bygning (Fælleshuset) med solceller eller solcelletag på fælleshuset, vil bofællesskabet Stavnsbåndet også her være investor og pålægge hvert hus at betale 1/26 af investeringen. Hvert hus vil også her eje 1/26 af solcellerne på fælleshuset på samme måde som andre fællesinvesteringer. I scenarie 2.3. kan hver af de syv forbrugssteder fortsætte med nuværende tarifering (scenarie 2.3.A), eller der kan vælges at etablere ét energifællesskab, der overgår til lokal kollektiv tarifering, der dækker alle stavnsbåndets syv bygninger (scenarie 2.3. B).

I scenarie 2.4 vil der blive dannet ét el-produktionsselskab, der leverer hele el-produktionen samlet til nettet, hvorved der etableres kabelfremføring fra solcelletagene til el-nettet, og der skal kun etableres én eller nogle få fælles målere og invertere og evt. stationære batterier for at drage fordel af den kollektive lokale tarifering, der anvendes i scenarie 2.4. Udgifter og indtægter vil blive fordelt mellem medlemmerne af SB efter en nærmere aftalt fordelingsnøgle.

## XII. Beslutningsprocessen i Stavnsbåndet

### XII.1 Indledning

Der er igennem projektføreløbet afholdt tre fællesmøder, hvor beboerne i Stavnsbåndet er blevet opdateret på status for projektets afvikling, og hvor man på mødet er blevet bedt om at forholde sig til strategiske spørgsmål for det videre projektføreløb som følger:

- På fællesmødet mandag d. 29. april blev konkluderet, hvilke af de solcelleteknologier, der er analyseret i del A, som Stavnsbåndet ønskede, at der skulle arbejdes videre med i del B.
- På fællesmødet torsdag d. 20. juni blev konkluderet, hvilke to solcelleløsninger blandt dem, der var analyseret i første analyserunde, som Stavnsbåndet ønskede, at der skulle arbejdes videre med i anden analyserunde.
- På fællesmødet torsdag d. 26. september blev konkluderet, hvilken foretrukken løsning på det foreliggende grundlag, som Stavnsbåndet ønsker implementeret, når der på et tidspunkt tages en investeringsbeslutning om udskiftning af tage.

### XII.2 Fællesmøde mandag d. 29. april

På fællesmødet mandag d. 29. april blev der givet en grundig status for projektets afvikling samt analyseresultater for del A. Der blev endvidere foreslået, hvilke udvælgelseskriterier, der skulle lægges til grund ved det tredje og afsluttende fællesmøde. Der blev oplistet følgende kriterier til kommentering:

- Størst mulig klimaeffekt
- Bedste økonomi
- Æstetisk pæneste løsning
- Holdbarhed og teknologisk stade
- Frihedsgrader som konsekvens af den beslutning, der tages
- Andre forhold.

Efter en præsentation blev nedsat 5 ”bordgrupper”, der drøftede solcellegruppens oplæg og fællesmødets hovedspørgsmål, og der er udarbejdet referat fra fællesmødet fra den fælles del, suppleret med korte referater fra de 5 grupper.



### Konklusion:

På baggrund af fællesmødets drøftelser har solcellegruppen konkluderet, at der i det videre analysearbejde i forhold til hustagene anvendes solcelletaget Solartag.eu, samt påbyggede solceller, mens der anvendes påbyggede solceller på carporttagene.

Solcellecarporte blev under afslutningen af del A også foreslået at indgå i del B, men en yderligere vurdering viste, at den løsning var for dyr.

## XII.3 Fællesmøde torsdag d. 20. juni

På fællesmødet mandag d. 20. juni blev der givet en status for projektets afvikling samt analyseresultater fra første analyserunde i del B. Der blev i første analyserunde analyseret gennem en screening otte scenarier og to varianter (på tarifsiden), der er rangordnet efter henholdsvis klimahensyn og økonomiske hensyn. De analyseresultater, der blev diskuteret, tog udgangspunkt i tilgang 1.

Der blev opsummeret, hvad vi gerne vil opnå med projektet, og hvordan beboerne i Stavnsbåndet bliver inddraget i forløbet. Endvidere hvilke hensyn, der bør tages ved stillingtagen til, hvilke to scenarier, der skal analyseres i anden analyserunde. Der blev opsummeret, at det primært er en afvejning mellem følgende tre hensyn: Reduktion af drivhusgasser, æstetiske forhold og økonomi.

På baggrund af scenarieanalyserne i "første runde" blev der på fællesmødet identificeret følgende to scenarier, der ønskes analyseres i "anden runde":

- Scenarie 2.3. A1. Påbyggede solceller på alle syv huslænger til forsyning af fælleshus og individuelle huse. Normal tarif
- Scenarie 2.3. A2. Solartag.eu på alle syv huslænger til forsyning af fælleshus og individuelle huse. Normal tarif

## XII.4 Fællesmøde torsdag d. 26. september

### XII.4.1 Spørgeskemaundersøgelse

I forbindelse med fællesmødet torsdag d. 26. september blev der udleveret skriftligt afstemningsmateriale med følgende introduktion:

*"Vedlagte materiale udfyldes af alle voksne bofæller. Udgangspunkt er de analyser, der er gennemført i Stavnsbåndets solcelleprojekt i perioden januar – september 2024. Grundlaget for den skriftlige afstemning gennemgås på et afsluttende fællesmøde om solcelleprojektet torsdag d. 26. september. Den gennemgåede power point præsentation vil efter mødet blive lagt på Stavnsbåndets intranet. Der vil blive rundsendt et link.*

*I vedlagte materiale indgår ni løsninger (A-I), både tagløsninger uden solceller og tagløsninger med solceller, der enten er rangordnet eller skal rangordnes i prioriteret rækkefølge fra 1 – 9. Rangordning "nr. 1" betyder således, at løsningen er prioriteret højst, rangordning "nr. 9" betyder lavest prioriterede løsning.*

*Materialet består af følgende 6 tabeller (tabel 1-6):*

- *Tabel 1. Oversigt over løsninger (scenarier) der skal prioriteres*
- *Tabel 2. Prioritering i forhold til æstetiske forhold (alle bofæller udfylder og påfører navn og husnummer)*
- *Tabel 3. Rangordning i forhold til klimaeffekt (er gjort)*
- *Rangordning i forhold til økonomisk rentabilitet (er gjort)*
  - *Tabel 4. Merudgifter i.f.t. betontagstene*
  - *Tabel 5. Totaludgifter, incl. modregnede indtægter fra el-produktionen*
- *Tabel 6. Samlet prioritering i forhold til alle tre parametre – æstetik, klima og økonomi (alle bofæller udfylder og påfører navn og husnummer).*

*Alle bofæller over 12 år har én stemme og afleverer sine prioriteringer senest søndag d. 29. september til Ole i solcellegruppen. Bemærk, der er tale om en holdningstilkendegivelse, der ikke på er bindende”.*

Tabel 3-4 tog udgangspunkt i tilgang 2, mens tabel 5 tog udgangspunkt i tilgang 3.

Det bemærkes, at de ni scenarier er de samme scenarier, som er analyseret i del B, dels i første analyserunde, dels i den finansielle analyse. Løsningerne er forenklet, så der kun vises den mest fordelagtige tarifmodel (C-tariffen). Endvidere udgår i den interne prioriteringsproces scenarie 1.2., der omhandler de individuelle boligens klimaeffekt og økonomi.

De seks tabeller er vist og introduceret kort på de næste sider, og herefter er hovedresultaterne opsummeret.

Tabel 1 herunder viser de scenarier, der skal prioriteres. De to første søjler viser sammenhængen mellem scenarienumrene i spørgeskemaet og i kapitel X.

Tabel 1. Analyserede scenarier, som vi skal prioritere

Scenariernr.	Scenariernr.	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted *)
Spørgeskema	Kapitel X				
A	Ingen	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted
B	Ingen	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted
C	1.1.	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus
D	1.1.	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus
E	2.1.	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	Fælleshus
F	2.2.	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	El-bilerne
G	2.3.A1	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse
H	2.3.A2	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse
I **)	2.4.	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet

\*) Overskydende el sælges til el-nettet. Manglende el købes fra el-nettet  
 \*\*) Kollektiv løsning (solcellelaug), momsregistreret selskab, der ejer solcellerne. Beskattes af overskud.

Tabel 2 skal udfyldes af beboerne i SB, da der er tale om en individuel vurdering.

Tabel 2. Prioritering efter æstetiske forhold \*)

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Indiv. rangordning
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	
D **)	Solartag (sorte)	Fælleshustag	Solartag	Udgår
E	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	
F ***)	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	Udgår
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	
*) Det foruds				
***) Udgår, d				
Foretrækker				
Sorte sten				
Røde sten				
Ligeglad				
Navn og hus				

I nedenstående tabel er scenarierne rangordnet efter klimaeffekt ud fra resultaterne i analyserunde 1.

Tabel 3. Rangordning efter klimaeffekt

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Dækningsgrad *)	Rangordning
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet		
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse		
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse		
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne		
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus		
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus		
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus		
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted		
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted		
Husstandenes, fælleshusets og el-ladelaug'ets forventede samlede elforbrug i 2030: 158 MWh/år						
*) Dækningsgrad defineret som lokal elproduktion / samlet elforbrug alle tage						

I nedenstående tabel er scenarierne rangordnet efter økonomisk rentabilitet ud fra resultaterne i analyserunde 1.

**Tabel 4. Rangordning efter økonomisk rentabilitet (merinvesteringer i solceller ift. betontagstenstag uden solceller)**

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Forrenting (%) *	Tilbagebet.tid (år)	Rangordning
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus	9,3%	12	1
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse	8,9%	13	2
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus	7,2%	15	3
H	Solartag **)	Alle hustage	Solartag	Alle huse	-0,3%	-	4
I	Solartag **)	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet	-0,5%	-	5
D	Solartag **)	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus	-0,7%	-	6
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne	-4,0%	-	7
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	Ikke defineret	Ikke defineret	Udgår
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	Ikke defineret	Ikke defineret	Udgår

\*) Estimeret ud fra opgjorte merinvesteringer i etableringsåret og årlige indtægter og udgifter i 2030.

NB. Hvis forrentningen beregnes med teglstenstag som reference, vil forrentningen blive forøget med ca. 2,8 procentpoints, beregnet for scenarie I.

I nedenstående tabel er scenarierne rangordnet efter økonomisk rentabilitet ud fra resultaterne af den finansielle analyse.

**Tabel 5. Rangordning efter økonomisk rentabilitet (totaludgifter efter lånefinansiering) \*)**

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Index, år 1	Rangordning
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse		
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted		
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted		
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse		
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus		
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus		
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus		
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne		
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet		
*) For nærm						

Tabel 6 skal udfyldes af beboerne i SB, da der er tale om en individuel vurdering og en samlet prioritering.

Tabel 6. Samlet prioritering

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Indiv. rangordning
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	
E	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	
F	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	
Navn og husnr.				

#### XII.4.1 Resultater

Beboerne blev bedt om at prioritere ni forskellige løsninger, dels hvis æstetik var eneste kriterium i dels samlet set, hvor klima, æstetik og økonomi/finansiering afvejes. 39 beboere ud af 44 har deltaget i den skriftlige afstemning.

I forhold til æstetik alene er prioriteret, at der enten ikke er solceller på tagene, eller at der vælges solcelletaget solartag.eu. Der er en lille overvægt til at foretrække røde tage frem for sorte tage.

Resultatet af den samlede prioritering viser, at de fleste beboere (32 ud af 39) ønsker, at der investeres i solceller i forbindelse med tagudskiftning, 14 prioriterer påbyggede solceller højst på alle hustage, mens lidt færre, 12 prioriterer det dansk udviklede solcelletag solartag.eu på alle hustage højst ved en tagudskiftning. 6 prioriterer påbyggede solceller højst på fælleshuset. Med dette valg vil det være op til de enkelte husejere at vælge, om de individuelt derudover vil opsætte solceller på deres egne huse (på samme måde som i dag).

Afstemningen viser endelig, at der lægges vægt på fælles løsninger, som giver lige muligheder for alle til at bidrage til den grønne omstilling.

### XIII. AAU's understøttelse af Stavnsbåndets beslutningsproces

Flere studerende på Institut for Bæredygtighed og Planlægning på Aalborg Universitet har i foråret 2024 arbejdet med udgangspunkt i Bofællesskabet Stavnsbåndets energifællesskabsprojekt.

Wiktorija Anna Zielinska har skrevet bachelorprojektet 'Bæredygtigt bofællesskab – Stavnsbåndet' med lektor Kristian Borch som vejleder. Projektet har været tilrettelagt således, at det har suppleret rådgivernes analyser i forhold til bredere bæredygtighedsbetragtninger. Wiktorija har været meget aktiv i processen, hun har deltaget i følgegruppemøder, i det ekstraordinære bondemøde (fællesmøde) mandag d. 29. april, i Stavnsbåndets forårsarbejdsdag, og hun har desuden foretaget interviews, herunder et fokusgruppeinterview, samt foretaget en spørgeskemaundersøgelse af stavnsbøndernes kriterier for valg af tekniske løsninger.

Hun konkluderer, at stavnsbøndernes primære drivkraft er fællesskabet og den mulighed, de ser for, at et lokalt energifællesskab vil styrke det eksisterende fællesskab i Stavnsbåndet. Klima og miljø er vigtigt for Stavnsbåndet, og ud fra spørgeskemaundersøgelsen m.v. ses det, at klimaeffekter vægtes over økonomi. Det er et vigtigt succeskriterie for stavnsbønderne, at CO<sub>2</sub>-reduktionen er høj. Spørgeskemaundersøgelsen viser også, at der er mange stavnsbønder, der prioriterer æstetikken højt. Økonomien slår primært igennem i relationen til det udsagn, som mange af stavnsbønderne kommer med: at alle skal kunne være med. Her tænkes der primært på, at der kan være stavnsbønder, der kan have svært ved at låne til et nyt tag (uden eller) med solcelleløsninger. Endelig påpeger Wiktorija også vigtigheden af, at beslutningsprocesserne også fremover tilrettelægges på en måde, så alle stavnsbønder føler sig inkluderet.

Eloy Miñano Álvarez og Zahra Sheidaei Karambasti har skrevet specialet: Empowering Orø: Innovative Solutions for a Sustainable and Community-Driven Energy Transition med lektor Birgitte Hoffmann som vejleder. De har gennemført to interviews med repræsentanter fra Stavnsbåndet om bofællesskabet og den proces, der er i gang i bofællesskabet med henblik på eventuelt at kunne overføre erfaringerne til udvikling af et lokalt energifællesskab på Orø.

De studerende konkluderer blandt andet, at beboerne på Orø muligvis ikke har de nødvendige ressourcer til at få skrevet en ansøgning til Energistyrelsens "Pulje til lokale energifællesskaber og lokal forankring af klimaomstilling".

## XIV. Videre undersøgelser frem mod en beslutning

Den skriftlige afstemning viste, at der på det foreliggende grundlag ikke kan samles opbakning om én løsning. Der er derfor behov for yderligere undersøgelser, inden der kan identificeres en løsning, som Stavnsbåndet kan samles om. Der er et udtrykt ønske om at undersøge mulighederne for at reducere investeringsbehovet og/eller øge driftsindtægterne ved el-produktion fra solcellerne, så den samlede årlige nettoudgift for bofællerne kan blive reduceret.

Generelt skal anføres, at investeringstal i denne rapport er listepriser, hvor endelige priser først kendes efter, at et udbud er afholdt. Imidlertid vurderes det nødvendigt at komme tættere på de endelige priser, inden beslutning tages, så der kan træffes en investeringsbeslutning på et oplyst grundlag.

Kvalificering og optimering af de økonomiske konsekvenser af tagudskiftning og solcellekomponenten kan opdeles i 1) ændring af investeringsomfanget og 2) forøgelse af el-indtægterne ved el-produktionen. Ændring af investeringsomfanget kan yderligere opdeles i indkøb af materialer og arbejdskraft (håndværkerudgifter). Det vurderes, at der kan være væsentlige optimeringsmuligheder inden for alle tre områder.

Herunder er identificeret en række emner, hvor der kan være behov for yderligere undersøgelser og afklaringer:

### Ændring af investeringsomfang

#### Materialeled

- På materialesiden kan der være muligheder for billigere tagtyper end de undersøgte, eller Stavnsbåndet kan gennem kontakt med tag- og solcellefabrikanter komme tættere på en endelig pris.
- Der kan vælges billigere undertagsløsninger end faste undertage (banevareundertage eller slet ingen) på de forskelligt undersøgte tagtyper.
- Konsekvenserne af, at nogle af solartagene er passive og andre aktive. Vælges, at en andel af solartagene er passive, vil det reducere investeringen. Dermed kan opnås et mindre investeringsbehov samt en fleksibilitet for de enkelte boligejere, om de ønsker at deltage i lokal el-produktion eller ikke. Analysen i projektet af de nordvendte tage viste ud fra en marginalbetragtning, at indtægten ved el-salg til nettet fra de dårligst placerede tage overstiger merudgifterne ved at opsætte aktive tage frem for passive tage med de forudsatte priser på tage, så umiddelbart kan der næppe forventes en bedre rentabilitet ved at vælge passive tage.

#### Arbejdskraftdel

- Håndværkerudgifter udgør en væsentlig del af investeringer i nye tage for betontagstenstage og for teglstenstag. Det er derfor endvidere vigtigt at se på mulighederne for at reducere udgifterne i byggeperioden. Der kan eksempelvis være væsentlige besparelsesmuligheder, afhængig af monteringsmetoden. Fx kan vælges ikke at overdække bygninger i perioder uden regnvejr (og lægge presenning på, hvis der er udsigt til regnvejr).



- Behov for at undersøge tekniske forhold og økonomiske meromkostninger, hvis nogen boligejere ønsker at udskifte før eller efter, at hovedprojektet for det store flertal besluttet gennemført. Stavnbandet er en ejerforening, hvilket betyder, at den enkelte boligejer selv kan vælge, hvornår tag ønskes udskiftet. Udskiftning af fællehusets tag besluttet derimod af bofællesskabet.

#### Øgede indtægter fra el-produktionen

- Muligheder for yderligere driftsindtægterne bør undersøges. I projektets analyser indgår batterier til at flytte el-produktion fra perioder med stor solindstråling og lavt elforbrug (typisk i dagtimer) til perioder med højt elforbrug og lav solindstråling (typisk i aftentimer og morgentimer), mens den supplerende økonomiske gevinst ved opladning af de forudsatte batterier i analyserne, når el-priserne er lave, og afladning, når el-priserne er høje, ikke er ikke undersøgt.

## XV. Hvordan kommer andre boligforeninger i gang?

Ét af formålene med projektet er at virke som illustrationseksempel for andre bebyggelser, der overvejer at gennemføre en lignende analyse som SB for at tilvejebringe et beslutningsgrundlag for evt. at etablere et fælles solcelleprojekt i forbindelse med udskiftning af hustage eller carporte.

Herunder er opstillet i pindeform resultater, der kan være af generelt interesse:

### Før I går i gang:

- Fastlæg så præcist som muligt, hvad I ønsker at opnå med et energifællesskab (hvilken vedvarende energiproduktion, hvilke elforbrug ønskes dækket, og hvilke formål, der har høj prioritet (reduktion af klimabelastning, økonomi, æstetik, andet)).
- Undersøg muligheder for at få økonomisk støtte fra stat, kommune og private fonde til planlægning af jeres projekt. Hvis ej muligt => køb hjælp uden økonomisk støtte.
- Hvis mulighed for støtte, udvælg allerede i ansøgningsfasen samarbejdspartnere.
- Skriv en så præcis projektbeskrivelse som muligt i ansøgningsfasen. Få samarbejdspartnere til at kvalificere ansøgning og aftal budget med hver enkelt – under forudsætning af, at midler bevilges.
- Tilpas ambitionsniveau med tilskudsmuligheden.

### Når I er i gang:

- Bliv inspireret af, hvad der findes af lignende undersøgelser af generel interesse, herunder SB's analyse (fx. teknologimuligheder, regulatoriske forhold, analytisk fremgangsmåde, hvordan beboere i boligforeningen kan inddrages ved strategiske valg og prioriteringer).
- Indhent oplysninger om el-forbrug, opdelt på timebasis, for boliger, evt. fælleshus og el-biler. Kan tage lidt tid.
- Estimér forholdet mellem nuværende og kommende el-forbrug og potentiel lokal el-produktion, inden potentielle løsninger analyseres. Flere el-biler kan fx øge elforbruget over tid.
- Analyse af tagudskiftningsmuligheder og energiløsninger bør gennemføres sideløbende. Vær opmærksom på, at valg af tagreference kan betyde meget for økonomisk rentabilitet, når der regnes på merinvesteringer. Opgørelse af merinvesteringer og merudgifter er velegnede til økonomisk prioritering *mellem* løsninger
- Supplér ”merinvesteringsanalysen” med en ”totalinvesteringsanalyse”. Opgørelse af totalinvesteringer og samlede omkostninger er velegnede til at vurdere *samlede årlige økonomiske udgifter, og forskellige tagløsninger uden og med solceller kan derudover også sammenlignes økonomisk.*

## XVI. Bilag

### Bilag 1.

#### Om påbyggede og nedbyggede solceller på fælleshus og længehuse

Begge består af almindelige solcellepaneler, som enten lægges ovenpå eksisterende tag eller nedbygges og derved erstatter et område af det eksisterende tag (men erstatter ikke hele taget).

Der monteres kun **solceller** på de 7 af tagfladerne, som får allermest sol:

Markeret med **GRØN** på kortet nedenfor.

På de resterende 7 tagflader er der kun almindeligt tag (uden nogen markering).



Disse 7 tagflader har et bruttoareal på 1.829 m<sup>2</sup>.

For de påbyggede solcellepaneler vurderes det at netto ca. 43 % af tagfladerne kan udnyttes til solceller, når der tages praktiske og æstetiske hensyn, som beskrevet ovenfor.

For de nedbyggede solcellepaneler vurderes det, at netto ca. 37 % af tagfladerne kan udnyttes til solceller, når der tages praktiske og æstetiske hensyn, som beskrevet ovenfor.

### **Om solcelletag på fælleshus og længehuse**

Solcelletaget består af aktive tagelementer, som producerer strøm, samt passive tagelementer, som egentligt bare er et almindeligt tag, men med samme udtryk som de aktive tagelementer.

Der lægges solcelletag på alle 14 tagflader for at få et ensartet og harmonisk udtryk.

Men kun **aktive tagelementer (med solceller)** på de 10 af tagfladerne, hvor der kommer mest sol:

Markeret med **GUL** på kortet nedenfor

Der lægges passive tagelementer på de sidste 4 tagflader, som får mindst sol:

Markeret med **GRÅ** på kortet nedenfor.



De 10 tagflader, hvor der lægges aktive tagelementer (med solceller), har et bruttoareal på 2559 m<sup>2</sup>. Det vurderes, at netto kun ca. 78 % af disse tagflader kan udnyttes til solceller pga. vinduer, tilskæringer mv.

**Tagflader og ydelser**

Hustage	Bygn 1	Bygn 2	Bygn 3	Bygn 4	Bygn 5	Bygn 6	Bygn 7 (fælleshus)	Sum m2
Tagareal i alt	465	781	569	421	503	649	256	<b>3644</b>
Tagareal øst-syd-vest-vendt (til solceller)	233	390	294	210	251	322	128	1829
Tagareal ØNØ - NØ (til solcelletag)			274			327	128	730
Tagareal nordvendt (uden solceller)	233	390		210	251			1085
Valme (uden solceller)	0	0	0	0	0	0	0	0
S								<b>0</b>
SØ/SV	233			210	251	322	128	<b>1145</b>
VSV/ØSØ			294					<b>294</b>
SSV/SSØ		390						<b>390</b>
ØNØ			274					<b>274</b>
NØ						327	128	<b>455</b>
SUM	233	390	569	210	251	649	256	<b>2559</b>

**Ydelse Solcelletag**

Orientering	Forholdstal	Ydelse pr. m2	Ydelse i alt	
S	1	175 W/m2	- W	<i>ref. Ennogie</i>
SØ / SV	0,93	163 W/m2	186.302 W	
SSØ /SSV	0,96	168 W/m2	9.424 W	
VSV / ØSV	0,88	154 W/m2	60.112 W	
ØNØ	0,65	114 W/m2	31.221 W	
NØ	0,45	79 W/m2	35.851 W	
<b>Sum</b>			<b>362.910 W</b>	ved hele tagfladen

**Ydelse påbyggede solceller**

Orientering	Forholdstal	Ydelse pr. m2	Ydelse i alt	
S	1	200 W/m2	- W	
SØ / SV	0,93	186 W/m2	212.916 W	
SSØ /SSV	0,96	192 W/m2	56.484 W	
VSV / ØSV	0,88	176 W/m2	68.699 W	
<b>Sum</b>			<b>338.100 W</b>	ved hele tagfladen

**Ydelse nedbyggede solceller**

Orientering	Forholdstal	Ydelse pr. m2	Ydelse i alt	
S	1	200 W/m2	- W	
SØ / SV	0,93	186 W/m2	212.916 W	
SSØ /SSV	0,96	192 W/m2	56.484 W	
VSV / ØSV	0,88	176 W/m2	68.699 W	
<b>Sum</b>			<b>338.100 W</b>	ved hele tagfladen

**Carporte**

Arealer og ydelser

Areal tagflader	Tagflade 1	Tagflade 2	Tagflade 3	Tagflade 4	SUM
VSV	175				175 m2
SSØ		50	75	100	225 m2
					400 m2

**Ydelse Solcelletag**

Orientering	Forholdstal	Ydelse pr. m2	Ydelse i alt
S	1	175 W/m2	0 W
SSØ	0,94	164,5 W/m2	37.013 W
VSV	0,9	157,5 W/m2	27.563 W
Sum			64.575 W

**Ydelse påbyggede solceller**

Orientering	Forholdstal	Ydelse pr. m2	Ydelse i alt
S	1	200 W/m2	- W
SSØ	0,94	188 W/m2	42.300 W
VSV	0,9	180 W/m2	31.500 W
Sum			73.800 W

28. november 2024/ Stavnsbåndet

## Notat

Bofællesskabet Stavnsbåndet som energifællesskab – teknologivurdering og analyse af solceller på Stavnsbåndets tage

### **Projektorganisationens formidling og offentliggørelse af skriftlig og mundtlig information fra projektet**

Det fremgår af Energistyrelsens ansøgningsvejledning punkt 6.6.1.2, at der skal dokumenteres, hvordan projektorganisationen har formidlet og offentliggjort skriftlig og mundtlig information om formål, indhold og resultater fra projektet. Dokumentationen skal have en form, så den kan offentliggøres på Energistyrelsens hjemmeside.

Under punkt 6.2.2. fremgår endvidere, at den offentlige formidling som minimum skal indeholde en skriftlig og mundtlig del med det formål at udbrede projektets erfaringer mest muligt.

Afsnit 1 i dette notat opsummerer den planlagte formidling som angivet i ansøgningen, mens afsnit 2 dels opsummerer den afholdte formidling, dels angiver planlagt formidling, der fortsætter efter projektafslutningen pr. 30.11.2024.

Der vedlægges følgende dokumentation for offentliggjort henholdsvis mundtlige og skriftlige formidling, jv. punkt 6.2.2. i ansøgningsvejledningen:

- Power point præsentation, der blev gennemgået af Bjarne Juul-Kristensen, Stavnsbåndet, og drøftet på offentligt møde torsdag d. 3. oktober 2024
- Omtale i Furesø Kommunes online-avis ”Alt om Furesø”, af journalist Mikkel Kjølby i d. 20/10/2024.

#### **1. Planlagt formidling i ansøgningen**

Punkt 14 i ansøgningen angav følgende kommunikationsplan:

*”Der planlægges, at kommunikationsplanen indebærer følgende offentlige formidling:*

- *Projektrapport, der trykkes i et tilstrækkeligt antal.*
- *Afsluttende offentligt møde med deltagelse og præsentationer af projektets resultater. Mødested er ikke fastlagt, men kan eksempelvis blive afholdt i Stavnsbåndets fælleshus, på Værløse Rådhus eller i forbindelse med Furesø Kommunes Klimafolkemøde 2024.*
- *Deltagelse i Furesø Klimafolkemøde 2024 og evt. deltagelse i SparEnergis møder til kommunens borgere.*
- *Omtale i Furesø Avis”.*

Endvidere fremgår det af ansøgningen, at foreningen Vedvarende Energi og Landsforeningen for bofællesskaber i Danmark, foreningen Bofællesskab.dk derudover har påtaget sig at formidle projektets resultater.

## **2. Oversigt over gennemført og planlagt formidling efter projektafslutning**

Afholdte formidlingsaktiviteter er gennemført i oktober og november 2024.

### **2.1. Stavnsbåndet**

#### Offentligt møde torsdag d. 3. oktober på Furesø Rådhus i Værløse

Det offentlige møde blev efter ønske fra Furesø Kommune blevet fremrykket fra ultimo november til primo oktober.

Stavnsbåndet har i samarbejde med Furesø Kommune og projektets følgegruppe afholdt et offentligt møde, hvor projektets baggrund, formål, indhold og resultater blev gennemgået.

Ved afslutningen af mødet deltog borgmester Ole Bondo Christensen, Socialdemokratiet. På mødet tilbød Ole Bondo Christensen at rejse de barrierer, som bofællesskabet er stødt på for at realisere projektet, over for skatteminister Rasmus Stoklund, der er valgt i Nordsjælland. Projektgruppen har derfor udarbejdet en notits om identificerede barrierer, som borgmesteren vil overlevere til ministeren. Projektgruppen tilbyder at uddybe problemstillingerne på et møde, eksemplificeret med analyseresultater med Stavnsbåndet som case, hvis der er ønske herom.

#### Deltagelse i Furesø Kommunes klimaevent onsdag d. 6. november

Projektgruppen har deltaget i kommunens klimaevent (se program herunder) og har stillet sig til rådighed for at svare på spørgsmål om projektet fra interesserede borgere.

#### Offentliggørelse

Projektets sammenfatning som pdf-fil er lagt ud på bofællesskabets hjemmeside på den offentlige del.

Link: <https://stavnsbaandet.dk/om-stavnsbaandet/energif-llesskab-2024>



## **2.2. Furesø Kommune**

Furesø Kommune har deltaget meget aktivt i formidlingen af projektets resultater. Kommunens klimasekretariat har således forberedt og informeret om projektet både op til og efter det offentlige møde torsdag d. 3. oktober og i forbindelse med kommunens klimaevent onsdag d. 6. november.

### Offentligt møde torsdag d. 3. oktober på Furesø Rådhus i Værløse

Furesø Kommune var vært for det offentlige møde torsdag d. 3. oktober, kl. 18.30 – 20.30.

Kommunens klimasekretariat har gennemført følgende formidlingsaktiviteter i forbindelse med det offentlige møde:

- Der er lagt en nyhed på Kommunens hjemmeside
- Program for det offentlige møde og omtale er lagt på kommunens hjemmeside
- Nyheden er delt på LinkedIn og i 38 facebookgrupper
- Endvidere har kommunen sørget for vedlagte omtale i Furesø Kommunes online-avis ”Alt om Furesø”. Artiklen kan også ses ved at aktivere vedlagte link:  
<https://altomfuresoe.dk/stavnsbaandet-vil-have-solceller-men-det-er-ikke-saa-let/til>

### Furesø Kommunes klimaevent, onsdag d. 6. november på Værløse Bibliotek (Galaksen)

Furesø Kommune bad Stavnsbåndet om at deltage. Der var en række aktiviteter for børn og voksne som følger:

- 14.40-17.30: Markedsplads med mange forskellige aktiviteter for børn og voksne
- 15.05-15.35: Klima standup ved komiker Niels Forsberg
- 16.30-18.30: Lær at blive Klimafamilie

Bjarne fra Stavnsbåndet fik en stand på event’et med navneskilt, så interesserede borgere kunne stille spørgsmål til projektet.

## **Foreningen Vedvarende Energi**

Vedvarende Energi har planlagt følgende aktiviteter efter projektafslutning:

- Vedvarende Energi (VE) vil dele rapporten via Facebook.
- VE vil tilføje et link på Vedvarende Energi’s side om energifællesskaber til rapporten på Stavnsbåndets hjemmeside.

## **2.3. Landsforeningen for bofællesskaber i Danmark, foreningen Bofællesskab.dk**

foreningen Bofællesskab.dk har planlagt følgende aktiviteter efter projektafslutning:

- Omtale af projektet over for deres medlemmer.
- Formidling om projektet til andre bofællesskaber bl.a. via egen hjemmeside, herunder med link til Stavnsbåndets hjemmeside.

# **Bofællesskabet Stavnsbåndet som energifællesskab**

**– Teknologivurdering og analyse af  
solceller på Stavnsbåndets tage**

**Præsentation på borgermøde  
torsdag d. 3.10.24., kl. 18.30 – 20.30,  
Furesø Rådhus, Værløse**

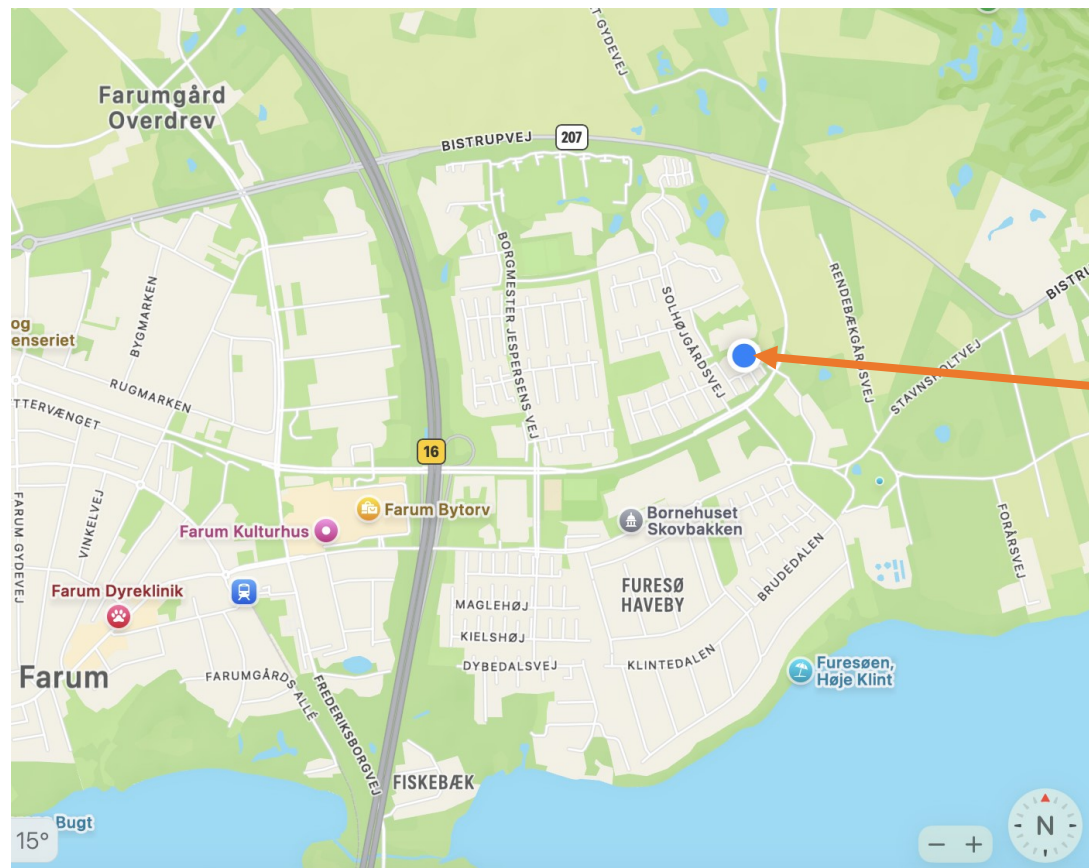
# Sommerbillede fra Stavnsbåndet (SB)



# Disposition til borgermødet

- Hvor og hvem er Stavnsbåndet?
- Hvorfor projektet?
- Formål med projektet
- Stavnsbåndets samarbejdspartnere
- Nedslag i SB's beslutningsgrundlag og konklusioner
- Supplerende finansiel analyse
- SB's afstemning efter fællesmøde 26. september
- Tre barrierer i reguleringen – og tre forslag til ændringer
- Hvordan kommer andre boligforeninger i gang?

# Hvor er Stavnsbåndet?



# Hvem er Stavnsbåndet (1)?



# Hvem er Stavnsbåndet (2)?

- Bofællesskabet Stavnsbåndet blev oprettet i 1979; boligforening, der består af 29 boliger samt fællesfaciliteter i form af et fælleshus, udearealer samt 26 carporte.
- Boligerne er ejerboliger; hver boligejer ejer en andel af fællesfaciliteterne ud over egen bolig.
- Boligerne er placeret omkring to gårde – Østgården og Vestgården; seks længer af rækkehuse, hvor tagene vender både syd-nord og øst-vest; fælleshuset i centrum; fælleshusets tag vender øst-vest.
- Carportene ligger i randen af bebyggelsen og vender mod syd eller vest.

# Seks gode grunde til projektet netop nu

1. Tradition for grønne investeringer: Møllelaug og fællesmølle i Kollerød; fællesindkøb af 8 individuelle solceller i 2012; tilskud/lån til at etablere el-ladestandere og kabler; 11 husstande har el-biler – flere vil komme.
  2. Tagene på fælleshus og individuelle hustage 45 år gamle; udskiftes inden for få år; tilsvarende for carporte.
  3. Interessant teknologisk udvikling for solceller: Øget el-produktion, lavere priser
  4. Ændring af Elforsyningsloven i 2023: Formål at fremme ”energifællesskaber”. Ny tarifmodel foreslået af Radius.
  5. Støttemulighed til at analysere energifællesskaber i Energistyrelsen.
  6. Ny pulje på vej i 2025 til vedvarende energi, herunder solceller, placeret andre steder end i det åbne land, fx ”tagarealer i bymæssig bebyggelse som boligforeninger” (regeringens solcellestrategi, maj 2024).
- => Timing for analysen i 2024 synes god .



# Formål med projektet

## Internt formål for Stavnsbåndet (SB):

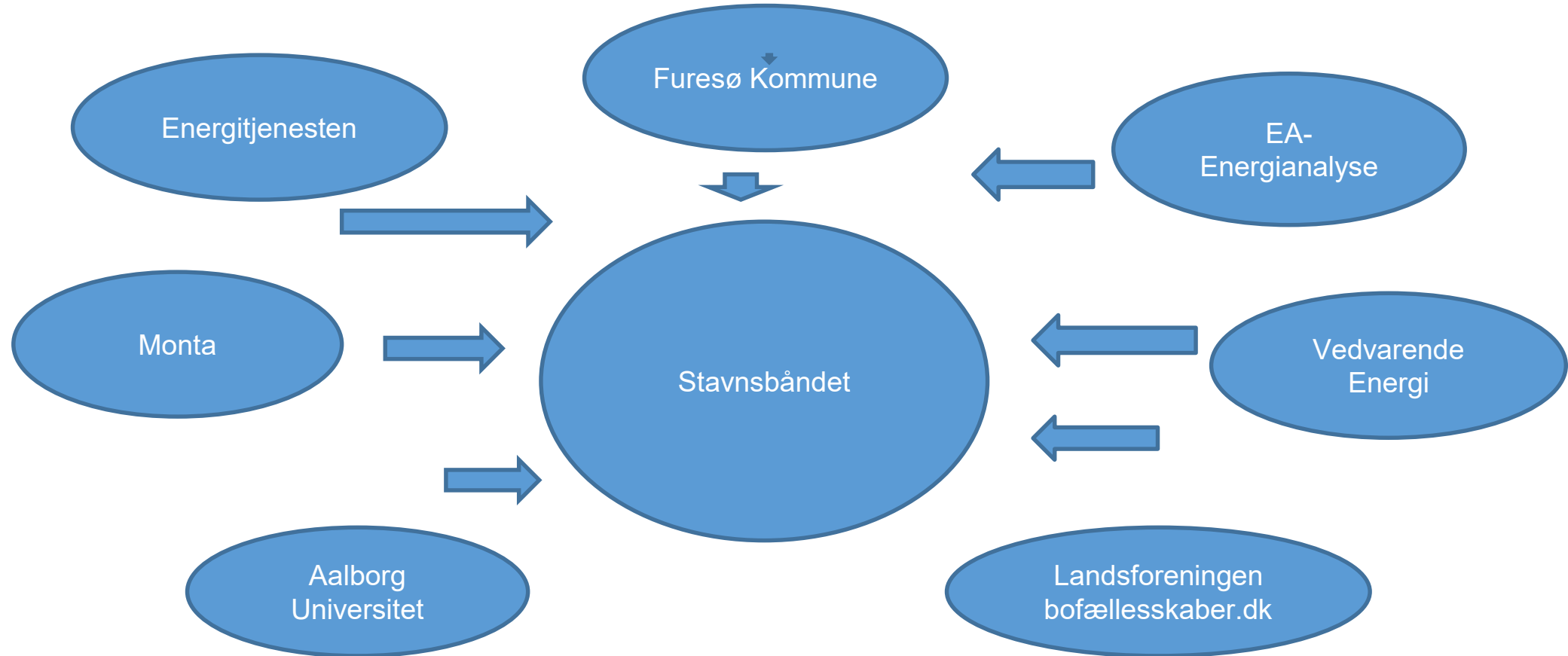
- Forberede et beslutningsgrundlag for, at bofællesskabet Stavnsbåndet kan producere og forbruge el fra solceller til at dække bofællernes fælles og individuelle el-forbrug – *når SB på et tidspunkt skal udskifte deres tage.*
- SB forventer *ikke*, at der tages en endelig investeringsbeslutning på basis af projektet.

## Eksternt formål for Energistyrelsen:

- Projektet skal virke som *inspirationseksempel mhp. at øge viden om projekter, der kan etableres som energifællesskab*

# Stavnsbåndets samarbejdspartnere

x



# Mange detailspørgsmål

- Hvilke tage indgår? Hvilke tage producerer bedst solcellestrøm?
- Hvilke solcelleteknologier scorer højest på klima og økonomi? Hvilke er pæneste?
- Hvilke el-forbrug forsynes økonomisk bedst med solcellestrøm, hvis el-produktionen *ikke* sælges direkte til nettet?
- Er det økonomisk attraktivt, at al el sælges til nettet gennem et solcelleaug (ligesom vindmøller eller solceller på landbrugsarealer)?
- Er kollektiv eller individuel afregning af den producerede strøm bedst?
- Er det en fordel at investere i stationære batterier?
- Er det fordelagtigt at anvende Radius/Cerius nye tarifforslag, kaldet “kollektiv lokal tarifiering”?
- Kan projektet pege på uhensigtsmæssigheder i nuværende regulering og foreslå løsninger, der evt. kan rejses i Folketinget?
- Hvordan kommer andre boligforeninger i gang?

# Del A. Vurdering af mulige solcelleteknologier

Mulige solcelle-løsninger til bygningerne:

1. **Solcelletag** (hvor solcelletaget helt erstatter eksisterende tag) (Forskelligt design)
2. Traditionelle solcellepaneler, **påbygget** eksisterende tag
3. Traditionelle solcellepaneler, **nedbygget** i taget

Mulige solcelle-løsninger til carportene:

1. Solcelletag (hvor **solcelletag** helt erstatter eksisterende tag)
2. Traditionelle solcellepaneler, **påbygget** eksisterende tag
3. Solcellecarporte

Alle fabrikater er med monokrystalinske solceller, som er de mest effektive (20 – 22%) Silicium baserede solceller, beskyttet af glas. Normalt sorte, men fås også i andre farver.

# 1. Solcelletage på boliger /fælleshus

Består af aktive (el producerende) tagelementer og passive tagelementer, der ikke producerer el, samme udtryk.

Forudsætninger:

Elementer, som skal tilskæres (ved vinduer, gavle, taghætter/skorsten, mv.) er passive. Der antages at være op til **90 %** aktive elementer på de "aktive tage".

Solcelletage bliver gradvist mere almindelige, stadig et nicheprodukt.

Langtidsholdbarhed? Garanti på klimaskærm (tagene) på 40 år. Forventet levetid 80 år. Derudover ydelsesgaranti på el-produktion (-10% efter 10 år; -20% efter 25 år) – hvis firmaet lever.

Solcelletage placeres (efter særlig undersøgelse) på alle hustage.

# 1. Solcelletage på boliger /fælleshus

Ensartet tagflade. Samme udtryk på alle sider af bygningen.

Forskellige fabrikater med forskelligt design:

**Eks. Ennogie**  
("sort glas")



**Eks. Solartag.eu**  
("sort glas")



**Eks. Creaton PV-Autarq**  
("rød tegl")



## 2. Påbyggede paneler på boliger / fælleshus

### Forudsætninger:

- Der monteres paneler i to rækker over de nederste ovenlysvinduer
- Mellem de øverste ovenlysvinduer, men ikke mellem de nederste vinduer
- Panelerne måler ca. H= 1,7 m, B= ca. 1 m.
- Det er kun muligt at anvende hele paneler, så derfor er der en del "spildplads".
- Der antages at være op til **35 %** areal med solcellepaneler på de "aktive tage".

I princippet samme type, som vi har på 8 hustage.

Traditionelle solcellepaneler masseproduceres og falder fortsat i pris. Levetid ca. 40 år.

Påbyggede paneler placeres på sydvendte og vestvendte hustage (som de 8 nuværende).

## 2. Påbyggede paneler på rækkehuslænge





### 3. Nedbyggede paneler på boliger / fælleshus

Forudsætninger:

Der monteres paneler i større firkantede felter (to rækker) mellem de øverste ovenlysvinduer og over de nederste ovenlysvinduer

Panelerne måler ca. H= 1,7 m, B= ca. 1 m.

Det er kun muligt at anvende hele paneler, så derfor er der en del "spildplads".

Der antages at være op til **30 %** areal med solcellepaneler på de "aktive tage".

Der anvendes alm. masseproducerede paneler, kun montering er anderledes. Derfor samme levetid (ca. 40 år).

Nedbyggede paneler placeres på sydvendte og vestvendte hustage (som de 8 nuværende).

# 3. Nedbyggede solceller på boliger / fælleshus

Der vælges denne opsætning – sat op på sydsiden på samme længe.



# Vurderinger og konklusioner, forventede levetider

- Påbyggede solceller, nedbyggede solceller og solcelletage bygger alle på velafprøvede teknologier med lang levetid.
- Levetiden for tegltag regnes normalt som 100 år eller længere.
- Levetiden for betontegl regnes normalt som ca. det halve, op til 50 år.
- Solcelletage vurderes at have en levetid på mindst 80 år som klimaskærm betragtet, solcelledelen ca. 40 år (som andre solceller)
- Påbyggede og nedbyggede solceller vurderes at have en levetid på ca. 40 år.

# Øvrige konklusioner, Energitjenesten

- Påbyggede solceller både på hustage og carporttage er den økonomisk mest fordelagtige løsning i forhold til ydelsen af solcellerne (kr./kW).
- Nedbyggede solceller scorer lidt lavere i forhold til økonomi og ydelse, sammenlignet med påbyggede solceller.
- Solcelletage er den dyreste løsning i forhold til ydelsen, men nettoprisen for solcelletaget afhænger i meget høj grad af, hvilket type tag, der erstattes ved kommende tagudskiftning.
- Med den udformning, som hustagene har på SB, kan der opnås næsten dobbelt så høj effekt ved solcelletage som ved påbyggede og nedbyggede solceller. Solcelletaget vil således producere næsten dobbelt så mange kWh-el som de øvrige løsninger og vil dermed være den løsning, som reducerer CO<sub>2</sub>-udledningen mest.
- Rent økonomisk er påbyggede solceller på carporttagene en billig løsning. Solceller på carporttagene vil imidlertid kræve en ombygning med ændret hældning. Denne løsning vil påvirke det frie udsyn for en række beboere.

# Hvilke solcelleteknologier arbejdes der videre med i del B?

SB's konklusioner på basis af fællesmøde mandag d. 29. april:

## På hustagene:

- Påbyggede solceller
- Integrerede solceller af mærket solartag.eu. (mest omkostningseffektivt blandt de undersøgte fabrikater)

## På carporttagene:

- Påbyggede solceller

Som sammenligning ved analyse af merinvesteringer bruges nye betontagstenstage uden undertag, som i dag.

# Centrale regulatoriske forhold (forsimplet)

1. Grundprincip: Brug af egenproduceret el er mulig inden for egen matrikel eller bygning (med flere matrikler). Erstatte indkøbt dyr el.
2. Brug af egenproduceret el (nettoafregningsprincippet) skal fremover være øjeblikkelig (inden for et minut) og skal være individuel. Overskydende el sælges til nettet (til meget lavere pris end købspris)
3. El-produktion må ikke deles mellem flere bygninger med mindre "forbrugsmæssig sammenhæng".
4. El-produktion må finde sted op til 500 m fra et el-forbrugssted.
5. Anvendes solceller, fx på carporttag, til at forsyne el-bil delvis, kan man ikke opnå el-afgiftsfritagelse på den el, der købes fra el-nettet.

# El-forbrug og potentiel max. el-produktion

*Dækningsgrad: Potentiel el-produktion i.f.t. samlet el-forbrug 2023*

El-forbrug	Årligt el-forbrug	Ant. enheder	Enhedsforbrug
Enhed	MWh/år	Antal	MWh/enhed
Husstande	94	29	3,2
Fælleshus	14	1	14,0
Ladelaug (12 biler)	27	12	2,3
I alt	136		

	Pot. el-produktion	Dækningsgrad
Enhed	MWh/år	%
Alle bygningstage, påbyggede	119	88
Alle bygningstage, Solartag.eu	374	275
Alle carporte, påbyggede	25	18
Alle tage, påbyggede	144	106
Alle tage, Solartag.eu	399	293

NB. Med dækningsgrader for alle bygningstage på henholdsvis 275% og 88% er der ingen grund til også at sætte solceller på carportene (hvis alle bygningstage udnyttes).



# Analyserede scenarier

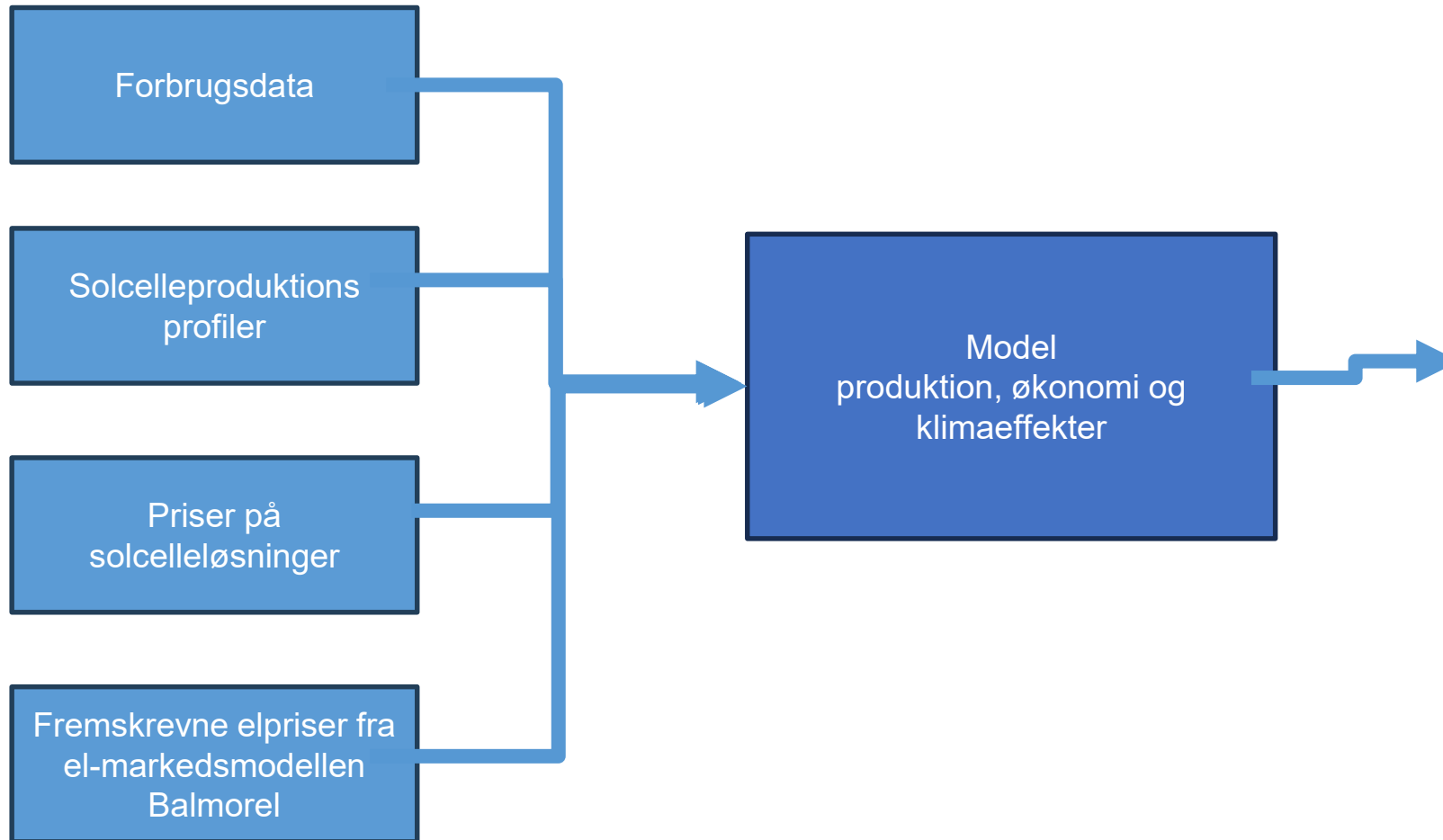
Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted *)
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus
E	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	Fælleshus
F	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	El-bilerne
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse
I **)	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet

\*) Overskydende el sælges til el-nettet. Manglende el købes fra el-nettet

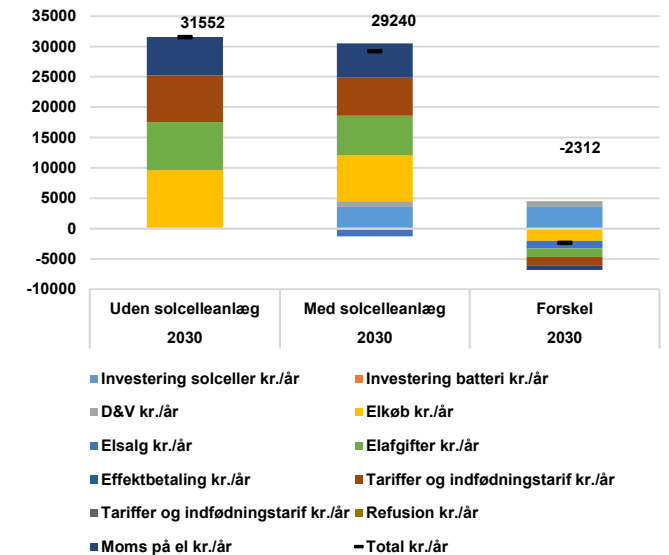
\*\*) Kollektiv løsning (solcellelaug), momsregistreret selskab, der ejer solcellerne. Beskattes af overskud.



# Metode, Ea Energianalyse



Scenarie 1.1. - Fælleshus - Optimal kapacitet af påbyggede solceller og uden batteri



# Konklusioner, Ea Energianalyse, del B (1)

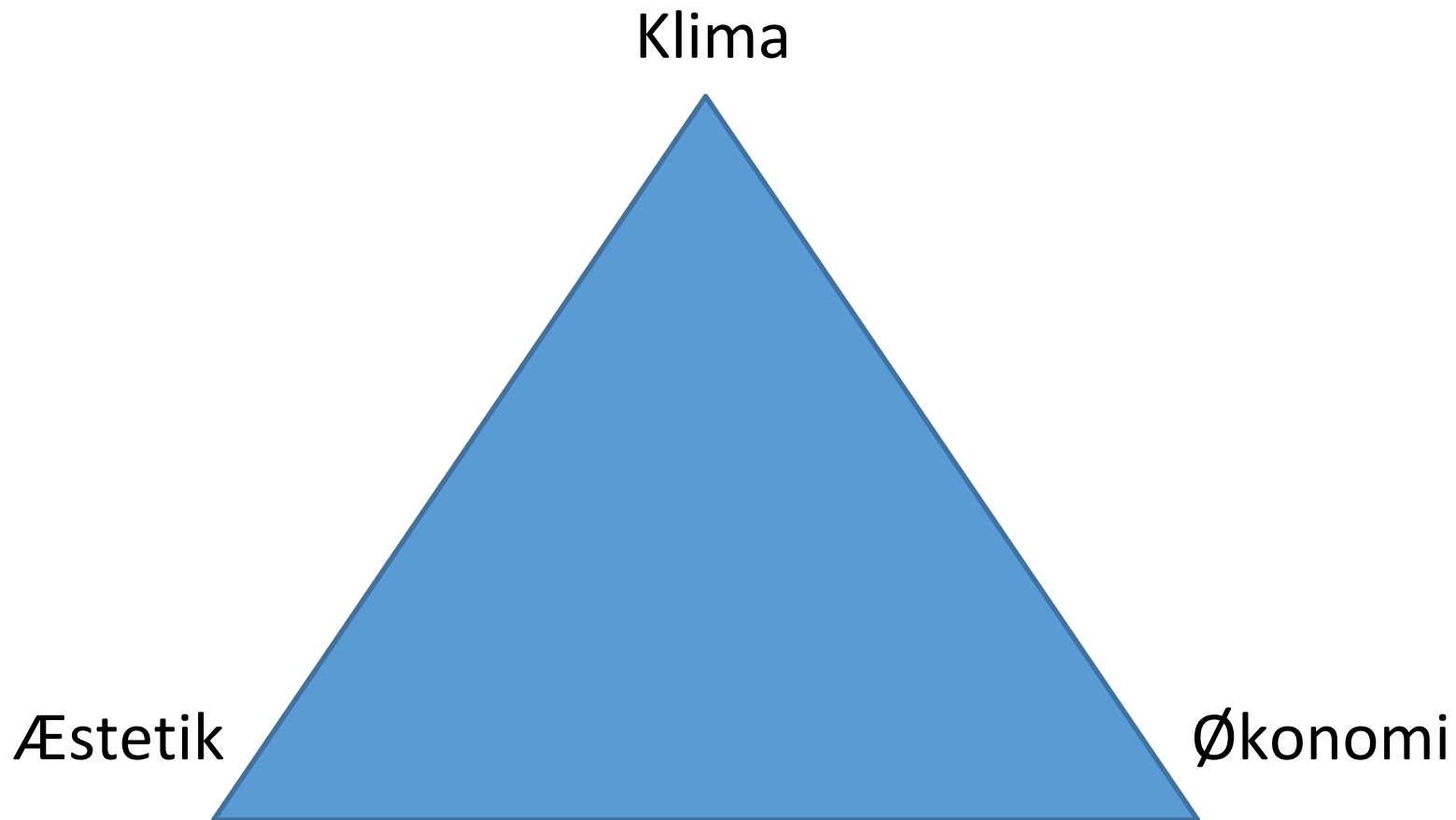
- Påbyggede solceller er mere rentable end solcelletage.
  - SB har - hvis økonomisk optimering - et “for lavt el-forbrug” til at opsætte solcelletage.
- Solcelleløsninger på tage er dyrere at etablere end solceller på mark
  - Tilslutningsomkostninger er dog lavere, fordi solcellerne placeres tæt på forbrug. Netto vil solceller på mark dog i reglen være billigere at etablere.
- De fremtidige el-priser vil blive fastlagt ud fra prisen på at etablere solceller på mark. Derfor bliver el-salgsprisen for solceller forholdsvis lav omkring 30-40 øre/kWh
- El-købsprisen er meget højere – omkring 1,86 kr./kWh i 2030
- Derfor stor gevinst ved at bruge strømmen til egetforbrug, selvom dette kan medføre ekstra omkostninger til invertere og ledningsnet.
  - Forudsætter en fortsat høj elafgift. Reduceres el-afgiften, reduceres også gevinsten ved at sælge til egetforbrug
  - Solceller bidrager ikke til sparet netudbygning, fordi solcelleproduktionen er minimal på de tidspunkter, hvor nettet er mest belastet
  - Solcelleejeren opnår i dag en vis besparelse på tariffer, men disse besparelser kan blive mindre fremover, hvis tarifferne omlægges.



# Konklusioner, Ea Energianalyse, del B (2)

- Batteriløsninger ligger lige på vippen økonomisk
  - Med faldende batteripriser kan batterier blive mere attraktive.
  - Individuel afregning medfører meget små batterier i de enkelte huse – ikke medtaget i scenarierne.
  - Eftermontering på senere tidspunkt også en mulighed.
- Ikke attraktiv for Stavnsbåndet at anvende Radius forslag til kollektiv lokal tarifering (i et energifællesskab).
- Ikke attraktivt at forsyne elbiler med solceller, fordi det medfører tab af retten til afgiftsrefusion på elbilens strømforbrug
- Klimaeffekten af opsætning af solceller estimeres til omkring 150 g/kWh
  - Klimaeffekten på lang sigt forudsætter at solcellerne strøm anvendes til produktion PtX-brændstoffer.
  - På kort sigt fortrænges gas og kul på kraftværker. Dette giver en større klimaeffekt

Hovedspørgsmål for SB:  
Hvor i trekanten placerer Stavnsbåndet sig?



# Beregnet rangordning efter klimaeffekt

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Dækningsgrad *)	Rangordning
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet	224,2%	1
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse	224,2%	1
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse	75,2%	2
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne	33,5%	3
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus	10,0%	4
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus	10,0%	4
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus	5,0%	5
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	0,0%	6
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	0,0%	6

Husstandenes, fælleshusets og el-ladelaug'ets forventede samlede elforbrug i 2030: 158 MWh/år

\*) Dækningsgrad i procent er defineret som lokal elproduktion i det pågældende scenarie / samlet forventede elforbrug i SB i 2030.



# Beregnet rangordning efter økonomisk rentabilitet (merinvesteringer i solceller ift. betontagstenstag uden solceller)

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Forrenting (%) *)	Tilbagebet.tid (år)	Rangordning
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus	9,3%	12	1
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse	8,9%	13	2
E	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	Fælleshus	7,2%	15	3
H	Solartag **)	Alle hustage	Solartag	Alle huse	-0,3%	-	4
I	Solartag **)	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet	-0,5%	-	5
D	Solartag **)	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus	-0,7%	-	6
F	Carpporttag	Carpporttag	Påbyggede	El-bilerne	-4,0%	-	7
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	Ikke defineret	Ikke defineret	Udgår
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	Ikke defineret	Ikke defineret	Udgår

\*) Estimeret ud fra opgjorte merinvesteringer i etableringsåret og årlige indtægter og udgifter i 2030.

NB. Hvis forrentningen beregnes med teglstenstag som reference, vil forrentningen blive forøget med ca. 2,8 procentpoints, beregnet for scenarie I.



# Supplerende finansiel analyse - totalinvesteringer

## Metode:

- Modeller for finansiering
- Investeringsoverslag for fire løsninger (tage uden og med solceller – totalinvesteringer)
- Lånefinansiering af investeringen
- Sammenligning af samlede årlige nettoudgifter for fire løsninger
- Nedbrydning af nettoudgifter på husstørrelser i SB

# Sammenligning af årlige nettoudgifter – totaludgifter

	<b>Situation 1.</b>	<b>Situation 2.</b>	<b>Situation 3</b>	<b>Situation 4</b>
	Nyt beton-tagstenstag u. solceller	Nyt beton-tagstenstag m. påbyggede solceller	Solcelletag solartag.eu	Nyt teglstenstag
<b>Kroner</b>				
<b>Samlet investering</b>	18.616.000	19.777.000	26.863.000	22.062.000
<b>År 1</b>				
<b>Årlig bruttoydelse på lån</b>	949.775	1.009.008	1.370.530	1.125.587
<b>Årlige indtægter ved el-prod.</b>	0	78.718	124.478	0
<b>Årlige nettoudgifter før skat</b>	949.775	930.290	1.246.052	1.125.587
<b>Skattefordel af rentefradrag</b>	43.394	46.100	62.618	51.427
<b>Årlige nettoudgifter efter skat</b>	906.381	884.190	1.183.434	1.074.160
<b>Index, nettoudgifter efter skat</b>	100	98	131	119





# Rangordning efter økonomisk rentabilitet (totaludgifter efter lånefinansiering) \*)

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Index, år 1	Rangordning
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse	98	1
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	100	2
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	119	3
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse	131	4
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus	Ikke beregnet	-
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus	Ikke beregnet	-
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus	Ikke beregnet	-
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne	Ikke beregnet	-
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet	Ikke beregnet	-

\*) Vedrørende "Index, år 1", se foregående slide.



# Konklusioner – æstetiske forhold

- Ingen solceller på tagene eller solartaget vurderes pæneste.
- Der er en lille overvægt til at foretrække røde tage.

# Prioritering efter æstetiske forhold

Det forudsættes, at alle hustage og alle carporte har samme tagløsning

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Indiv. rangordning efter 1. prioritet
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	1
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	1
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	2
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	3
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	3
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	3
D	Solartag (sorte)	Fælleshustag	Solartag	Dækket af H
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Dækket af E
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Dækket af H

Foretrækker du sorte eller røde tage hvis betontagsten eller teglsten? Sæt kryds.

Sorte sten	12
Røde sten	15
Ligeglad	13

# Konklusioner – samlet prioritering

- De fleste ønsker solceller (31 ud af 38 stemmer) som første prioritet.
- 13 prioriterer påbyggede solceller på alle hustage højst, mens 12 prioriterer solcelletaget solartag på hustage højst.
- 6 prioriterer påbyggede solceller højst på fælleshuset. Det er så op til de enkelte husejere at vælge, om de individuelt derudover vil opsætte solceller på deres egne huse (på samme måde som i dag).

# Samlet prioritering

Scenarier	Tagtype	Produktionssted	Solcelleteknologi	Forbrugssted	Indiv. rangordning efter 1. prioritet
G	Betontagsten eller teglsten	Alle hustage	Påbyggede	Alle huse	1
C	Betontagsten eller teglsten	Fælleshustag	Påbyggede	Fælleshus	2
H	Solartag	Alle hustage	Solartag	Alle huse	2
I	Solartag	Alle hustage	Solartag	Al salg til nettet	2
B	Teglsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	3
A	Betontagsten	Alle hustage	Ingen	Intet forbrugssted	4
D	Solartag	Fælleshustag	Solartag	Fælleshus	5
E	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	Fælleshus	Ingen stemmer
F	Carporttag	Carporttag	Påbyggede	El-bilerne	Ingen stemmer

# Tre barrierer i reguleringen

1. El-bilsejere mister afgiftsrefusion ved køb af el fra nettet, hvis de aftager el fra solceller, fx placeret på carporttage.
  - Carporttage kan i praksis ikke levere el til el-biler (men kan godt levere til boliger).
2. Energifællesskaber forskelsbehandles i forhold til enfamiljehuse
  - Nødvendiggør individuelle invertere og flere kabler => dårligere økonomi, ingen kollektive batterier og dermed mindre effektudjævning.
3. Princippet om nettoafregning - at egetforbrug af el er mest indbringende - blokerer for fuld udnyttelse af tagarealer
  - Ud fra økonomisk optimering vil kun en del af tagarealerne blive udnyttet.
  - Langt størstedelen af udbygning med solceller vil fortsætte med at foregå kun på landbrugsarealer.

# Tre løsningsforslag

1. Giv el-bilsejere afgiftsrefusion ved køb af el fra nettet (vinter/nat), selv om de aftager el fra solceller (sommer/dag)

Case: Et meget urentabelt carportscenarie med en forrentning på -4,0% ændres til et scenarie med en forrentning på +4,8%.

2. Muliggør kollektiv nettoafregning for energifællesskaber

Case: Skat godkender et momsregistreret solcellelaug, som sælger direkte til nettet; momsfrigørelse på investeringer med beskættning af overskud; "kollektiv nettoafregning" forudsættes mulig. Forrentning af solartagsscenarioet øges med 2,4 %-points (fra -0,5 % til 2,1%).

3. Erstat "kollektiv nettoafregning" med "direkte statstilskud"

Case: Ovennævnte case med kollektiv nettoafregning konverteres til et anlægstilskud på ca. 25% for det momsregistrerede solcellelaug, hvilket giver samme støtteelement som forslag 1. (Kunne også være et el-produktionstilskud – såkaldt feed-in tarif).

# Hvordan kommer andre boligforeninger i gang (1)?

## Oplæg til gruppearbejde på borgermødet

### Før I går i gang:

- Fastlæg så præcist som muligt, hvad I ønsker at opnå med et energifællesskab i form af hvilken vedvarende energiproduktion, forbrug som ønskes dækket, reduktion af klimabelastning, økonomi, æstetik, andet.
- Undersøg muligheder for at få økonomisk støtte fra stat, kommune og private fonde til planlægning af jeres projekt. Hvis ej muligt => køb hjælp uden økonomisk støtte.
- Hvis mulighed for støtte, udvælg allerede i ansøgningsfasen samarbejdspartnere.
- Skriv en så præcis projektbeskrivelse som muligt i ansøgningsfasen. Få samarbejdspartnere til at kvalificere ansøgning og aftal budget med hver enkelt – under forudsætning af, at midler bevilges.
- Tilpas ambitionsniveau med tilskudsmuligheden.



# Hvordan kommer andre boligforeninger i gang (2)?

## Oplæg til gruppearbejde på borgermødet

### Når I er i gang:

- Bliv inspireret af, hvad der findes af lignende undersøgelser af generel interesse, herunder SB's analyse (fx. teknologimuligheder, regulatoriske forhold, analytisk fremgangsmåde, deltagelse af alle beboere i boligforeningen ved strategiske valg og prioriteringer).
- Indhent oplysninger om el-forbrug, opdelt på timebasis, for boliger, evt. fælleshus og el-biler. Kan tage lidt tid.
- Estimér forholdet mellem nuværende og kommende el-forbrug og potentiel lokal el-produktion, inden potentielle løsninger analyseres. Flere el-biler kan fx øge elforbruget over tid.
- Tagudskiftningsproces og energiproces bør gennemføres sideløbende. Vær opmærksom på, at valg af tagreference kan betyde meget for økonomisk rentabilitet, når der regnes på merinvesteringer, der er velegnet til økonomisk prioritering *mellem* løsninger
- Supplér "merinvesteringsanalysen" med en "totalinvesteringsanalyse". Velegnet til at vurdere *samlede årlige økonomiske udgifter, og forskellige tagløsninger uden og med solceller kan nu også sammenlignes.*

Ekstra slides

# Overblik SB' beslutningsgrundlag (del A)

- Hoved- og detailspørgsmål

## Del A. Analyse af teknologier og placingsmuligheder

- Viden om teknologiske løsningsmuligheder
  - Hvilke?
  - Udseende
  - Forventede levetider
- Viden om tagflader
  - Tagarealer, tagfladegeometri, hældning, retning, skygge m.v.

- Eksempler, indpasning af løsninger
  - Hustage
  - Carporte
- Omkostningseffektivitet (kr/kW)
  - Valg af sammenligningstag/ reference: Betontagstenstag eller teglstenstag
  - Økonomisk sammenligning (uden hensyn til indtægtssiden)
- Smlgn. af el-priser (øre/kWh)
  - El-produktionspris for alle tage; el-købspris for sparet køb; salgspris for overskuds-el
- El-produktion ift. el-forbrug
- Fravalg af teknologier i det videre analysearbejde (møde 29. april)

# Overblik SB' beslutningsgrundlag (del B+C)

## Del B. Analyse af energifællesskaber

- Regulatoriske rammer generelt og scenariospecifikt
  - Regler for deling, nettoafregning, el-afgiftsfritagelser
- Detailanalyse af SB's el-forbrug
  - Forbrugsfordeling på timebasis og årsbasis
  - Kobling af el-forbrug med el-produktion på timebasis
  - CO2-udledninger fra el-forsyningen
- Scenarieanalyser (merudgifter)
  - Delundersøgelser (nordvendte tage, batterier, kollektiv lokal tarifering)

- Hvilke løsninger screenes i.f.t klima og økonomi
- Detailanalyser af to scenarier
- Finansiell analyse (totaludgifter)
  - Modeller for finansiering
  - Investeringsoverslag for fire løsninger (to tage uden og to med solceller – totalinvesteringer)
  - Samlede årlige nettoudgifter
  - Nedbrydning af nettoudgifter på husstørrelser i SB
- Del C. Forberedelse af implementering
  - Projekteringsovervejelser, afregning, myndighedsforhold, ejerforhold

## 2. Påbyggede paneler på boliger / fælleshus

Der foreslås denne opsætning.



ikke denne . . . . .

(Bemærk, at panelerne alene sidder på sydsiden af huslængde for hus 5-10 (bygning 2).



# Valg af referencetag

(der regnes i meromkostninger)

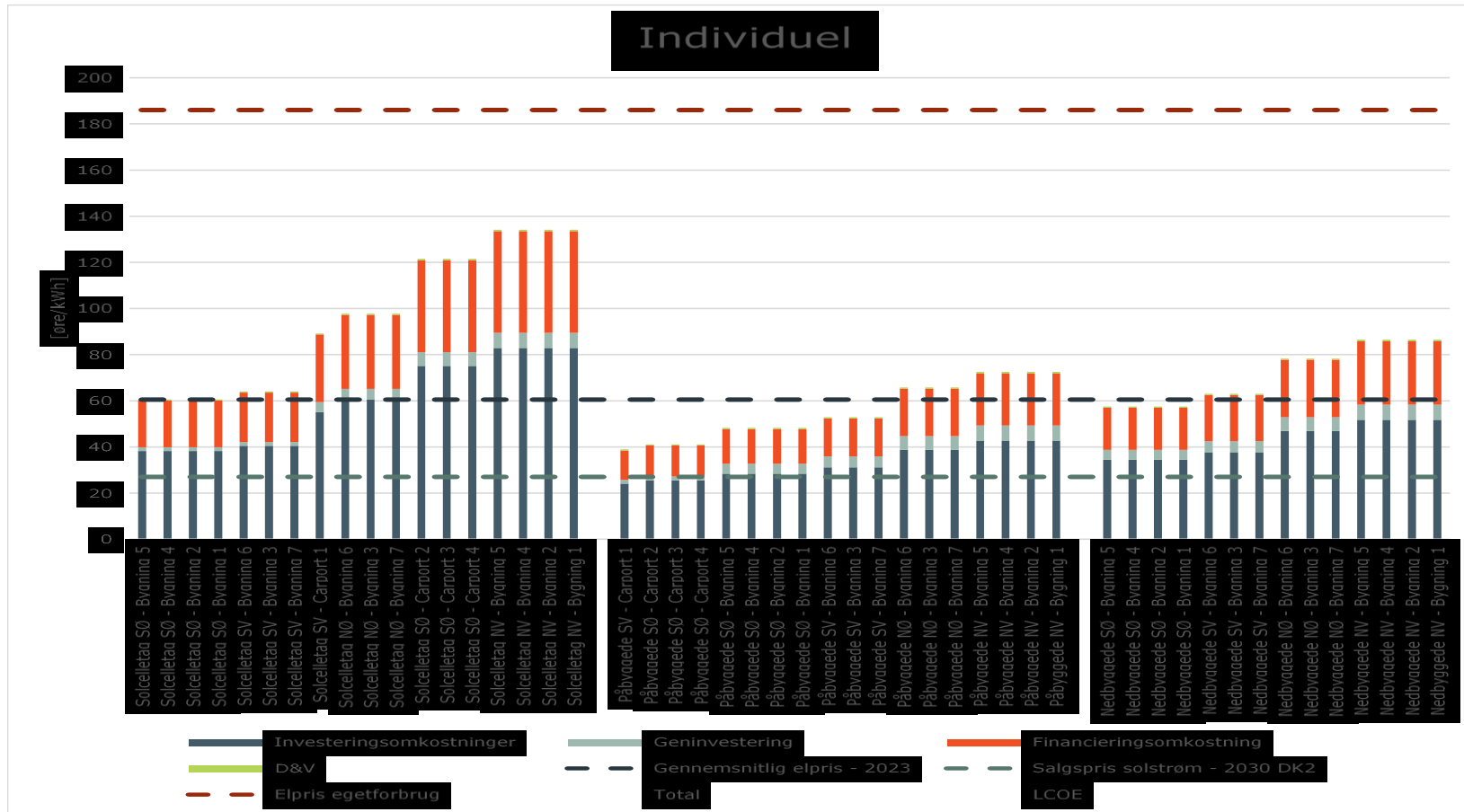
Hvilket referencetag	Nyt teglstenstag	Nyt betontagstenstag (som eksisterende tag)
Levetider og prisniveau	Referencetag har samme levetid (over 80 år) som solcelletag (tagdelen). Teglsten er dyrest (ca. 20% dyrere end betontagsten)	Referencetag har halvt så lang levetid (40-50 år) som solcelletag (tagdelen). Betontagsten er billigst
Undertag	Fast undertag af træ med tagpap for både teglstenstag og solcelletag.	Intet undertag (som i dag) for betontagstenstag
Valgt reference	<b>Ikke valgt</b> som reference, men regnet igennem som alternativ reference – få resultater vist. Lille prisforsk. til solcelletag.	<b>Valgt</b> som reference (1:1 udskiftning er en normal betragtning)). Stor prisforskel til solcelletag.

# Rangordning efter omkostningseffektivitet

(uden hensyn til indtægtssiden)

Rangordning - pris/ydelse (kr/kW) (Uden hensyn til indtægtssiden)	Betontagstenstag som reference	Teglstenstag som reference
Påbyggede solceller - hustage	1	2
Påbyggede solceller - carporte	2	3
SolcelleCarporte Danmark - carporte - dyr reference	3	5
Nedbyggede solceller - hustage	4	6
Solcelletag, Solartag.eu - carporte	5	7
SolcelleCarporte Danmark - carporte - billig reference	6	8
Solcelletag, Ennogie - carporte	7	9
Solcelletag, Solartag.eu - hustage	8	1
Solcelletag, Ennogie - hustage	9	4
Solcelletag, Creaton PV Autarq - hustage	10	10

# El-produktionspriser sammenlignet med priser for undgået el-køb samt el-salg





Scenarie	Produktionssted	Forbrugssted	Forbrug [MWh]	Solcelletype	Tariftype	Merinvestering [kr.]	Simpel tilbagetalin gstid - 2030 el-priser [år]	Produktion [MWh]	Dækningsgrad
1.1.	Fælleshusets tag	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	77,198	13	8	5.0%
1.1.	Fælleshusets tag	Fælleshuset	14	Solartag.eu	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	384,659	Aldrig	12	7.7%
1.2.	Boligernes tage	Individuelle husstande	94	Påbyggede solceller	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	646,277	11	68	42.7%
2.1.	Carpporttage	Fælleshuset	14	Påbyggede solceller	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	136,182	15	16	10.0%
2.2.	Carpporttage	El-ladelaugget	50	Påbyggede solceller	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	449,863	Aldrig	53	33.5%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	976,842	12	119	75.2%
2.3. A.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu	Tarifmodel 3.0 - C-Kunde	5,556,695	Aldrig	354	224.2%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Påbyggede solceller	Lokal kollektiv tarifiering	976,842	13	119	75.2%
2.3. B.	Alle hustage	Fælleshuset & Individuelle husstande	108	Solartag.eu	Lokal kollektiv tarifiering	5,556,695	Aldrig	354	224.2%
2.4.	Alle hustage	Direkte til el-nettet		Solartag.eu		4,348,725	Aldrig	354	224.2%



# Stavnsbåndet vil have solceller – men det er ikke så let

- Af journalist Mikkel Kjølby i "Alt om Furesø" d. 20/10/2024
- Bofællesskabet Stavnsbåndet, Solcelleanlæg



Enkelte huse i Bofællesskabet Stavnsbåndet har allerede solcelleanlæg, men at skabe et fælles anlæg er en kæmpe udfordring.

## **Beboerne i Bofællesskabet Stavnsbåndet vil gerne have solcelleanlæg, men støder på tre store forhindringer.**

Helt ude ved Skolelandbruget i Stavnsbåndet finder man Bofællesskabet Stavnsbåndet. Det blev bygget i 1979 og nu vil hovedparten af de 80 beboere fordelt på 26 rækkehuse gerne have solcelleanlæg. Det er desværre ikke så let, som det lyder!

Bofællesskabet Stavnsbåndet delte erfaringerne ved et borgermøde på Furesø Rådhus. Projektleder Bjarne Juul-Kristensen fortalte om udfordringerne.

– Vi har undersøgt mulighederne for at etablere et lokalt energifællesskab og investere i solceller på tagene. Langt de fleste af beboerne vil gerne investere i solceller, og mange prioriterer at få en maksimal klimaeffekt. Som reglerne er nu, tvinges beboerne imidlertid til at vælge individuelle løsninger frem for de fælles løsninger, som de gerne vil have. Det er hverken teknisk, klimamæssigt eller samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt. For at fremme borgernes involvering i den grønne omstilling bør lokale energifællesskaber derfor have samme vilkår som enfamiliehuse, hvor egenproduceret el kan erstatte dyrt indkøbt el, fortalte Bjarne Juul-Kristensen.

En afstemning blandt beboerne i Stavnsbåndet viser, at 31 ud af 38 ønsker, at der investeres i solceller i forbindelse med tagudskiftning. Afstemningen viste også, at der lægges vægt på fælles løsninger, som giver lige muligheder for alle til at bidrage til den grønne omstilling.

Arbejdet med solcelleanlægget har illustreret tre store barrierer, som der skal arbejdes med politisk for at eliminere.

1. El-bilsejere mister afgiftsrefusion ved køb af el fra nettet, hvis de aftager el fra solceller, fx placeret på carporttage. Denne afgiftsregel medfører, at solceller på Stavnsbåndets carporttage ikke kan levere økonomisk rentabelt el til el-biler. Hvis det gøres muligt, at el-afgiftsrefusionen opretholdes for den el, der købes fra nettet, selvom der også aftages el fra solceller til el-bilerne, vil det resultere i en god business case. Stavnsbåndet peger på at,

der bør kunne findes en løsning teknisk og juridisk, så der kan skelnes mellem solcellestrøm og strøm fra el-nettet.

2. Energifællesskaber forskelsbehandles i forhold til en-familieboliger. Energifællesskaber har ikke som enfamiliehuse mulighed for, at egenproduceret el kan erstatte dyrt indkøbt el til at dække boligernes elforbrug (nettoafregning på øjebliksbasis). Et solcelleprojekt i Stavnsbåndet er derfor nødt til at blive udformet som 30 individuelle projekter (én for hver af de 29 boliger og én for fælleshuset) med individuelle invertere og ekstra kabelføring som betingelse for, at beboerne kan nettoafregne. Denne løsning er samfundsøkonomisk ressourcspild. Endvidere modvirker denne individuelle model indkøb af større fællesbatterier, hvilket giver færre muligheder for effektudjævning og resulterer dermed ikke i mindre belastning af el-distributionsnettet – i direkte modstrid med intentionerne ved at etablere et energifællesskab.

3. Solcelleprojekter for boliger forskelsbehandles i forhold til solcellerparker, etableret af kommercielle virksomheder. Kommercielle virksomheder er momsregistrerede og investerer i energianlæg uden at skulle betale moms af investeringen og sælger den producerede el på el-markedet Nord-pool. En boligejer skal betale moms af sine energiinvesteringer, men skal på trods heraf afsætte sin el på el-markedet på samme vilkår som de kommercielle operatører. Denne forskelsbehandling kunne en kommende pulje ligeledes rette op på.