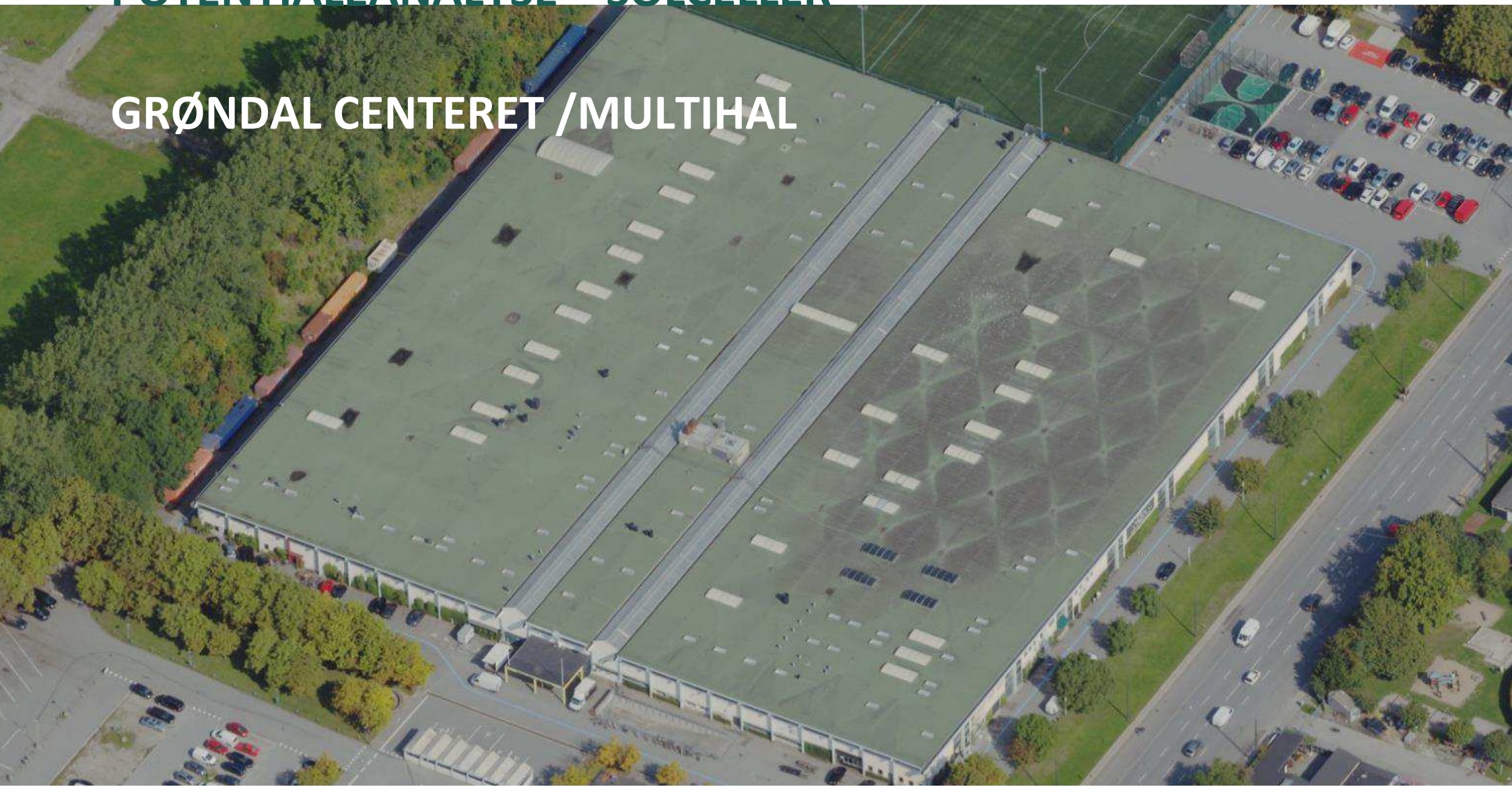


# POTENTIALANALYSE – SOLCELLER

## GRØNDAL CENTERET /MULTIHAL



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>10</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	10
<b>Konklusion .....</b>	<b>11</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>13</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Grøndalscenteret.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af et selskabsudskilt solcelleanlæg på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

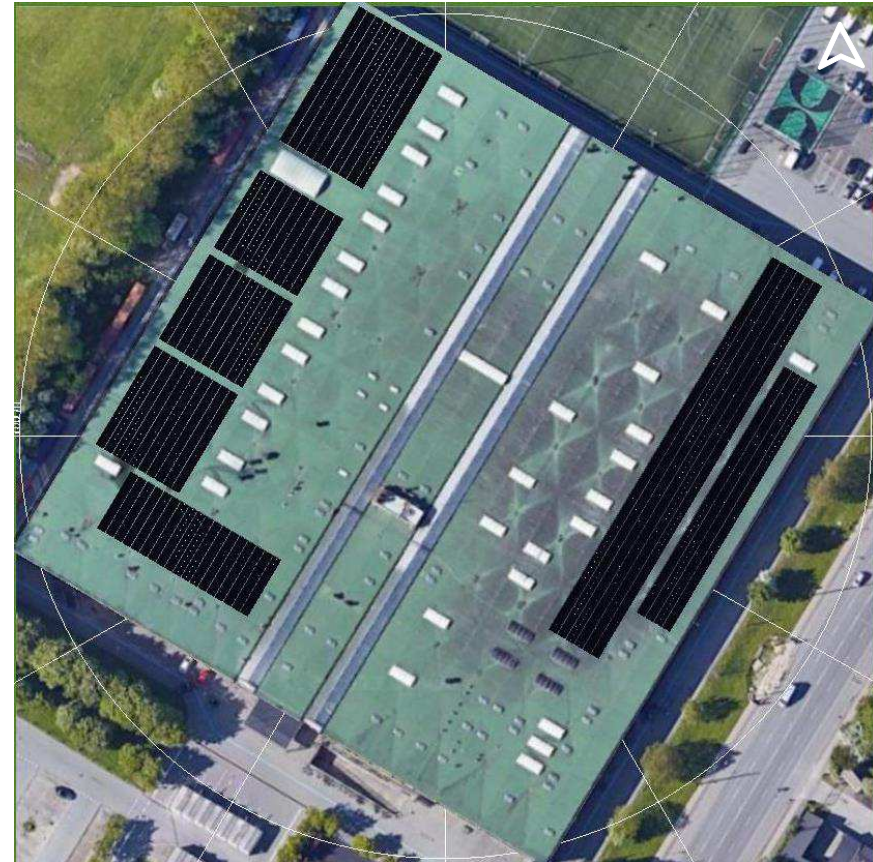
## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af tilstandsvurdering fra 2022, luftfotos, snittegninger af byggeriet samt besigtigelse af ejendommen.

Bygningen har et fladt tag i tagkassetter med grønt tagpap. Tagfladens beskaffenhed vurderes som velegnet til opsætning af solceller, med minimal risiko for negativ påvirkning af ejendommens visuelle udtryk.

De sort graverede felter i figur 2 afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens elforbrug. En fuld udnyttelse af tagfladen vurderes ikke at være tilrådeligt hvis der er et ønske om at bygningen selv kan aftage størstedelen af den producerede strøm.

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør 21.740 m<sup>2</sup>. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Taget er udskiftet i 2005 og fremstår i det store hele intakt og i rimelig stand. Det vurderes at tagpapbelægningen har en estimeret restlevetid på omkring 10 år.

Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det at udskifte tagbelægningen, hvilket estimeret betyder en udgift på 800 kr/m<sup>2</sup>.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Såfremt den ekstra vægt der tilføjes tagfladen udgør under 5% af den samlede vægt af tagkonstruktionen, er der i mindre grad behov for at lave totale statiske beregninger af certificeret statiker. Dette skal dog stadig eftervises, og da der er tale om en stor tagflade uden detaljerede tegninger vurderes det, at der skal afsættes 60.000 kr. ekskl. moms til at lave en statisk vurdering ved projektopstart.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Såfremt bygningsejer står for 50% af udgiften til klargøring af tagfladen, vil det kommunale solcelleselskab have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Tagpap 8,7 mio. kr.

Statiske beregning 0,06 mio. kr

Evt. forstærkning af tag vurderes ikke som værende relevant og er derfor ikke prissat.



Figur 3: Billede af tagbelægning.

Kilde: Tilstandsvurdering 2022



Figur 4: Facadeudsnit..

Kilde: GoogleMaps

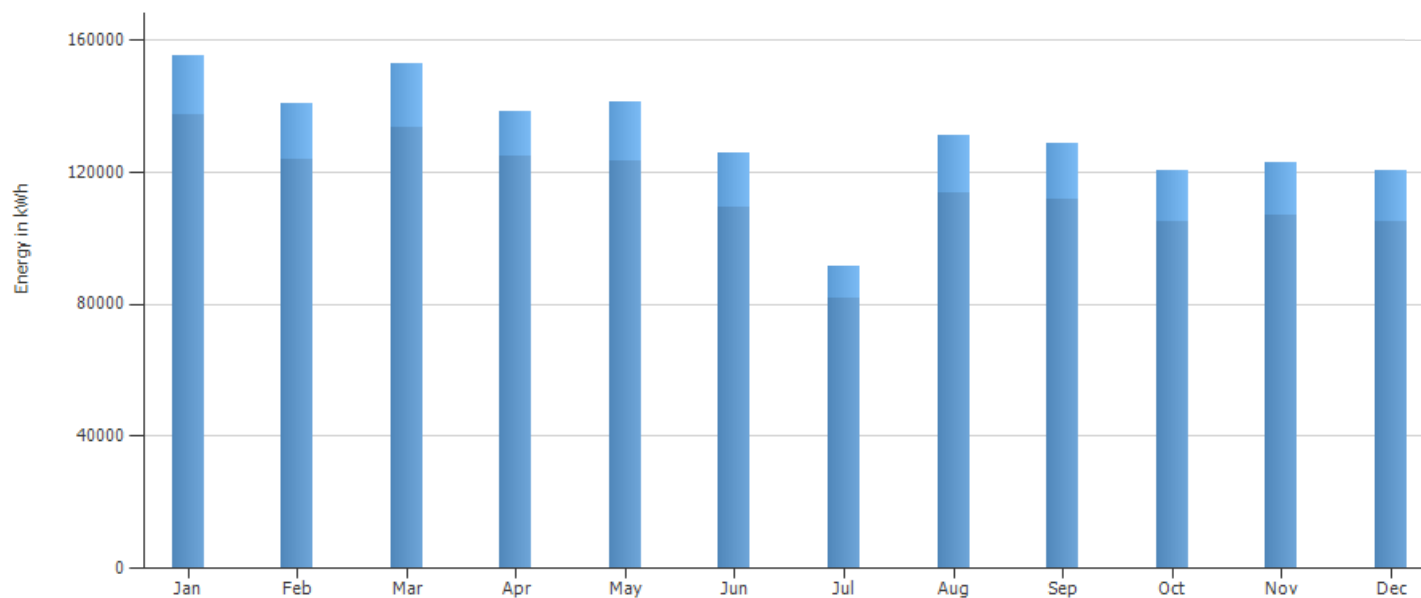
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161104578997	B-Høj	1.374.301
571313161104774931	B-lav	192.407



**Total  
årsforbrug  
1.566.700  
kWh/år**

01 - 571313161104578997 01\_2 - 571313161104774931

Figur 3: Forbrugsmønster summeret på månedsbasis for 2022. Baseret på timebaseret målerdata fra eloverblik.dk med målerID som illustreret i Tabel 1.



# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-Høj Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,1425	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1076	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh i
Antaget levetid for inverter i	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	60.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	8.696.000	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	4,24	12,71	25,43	
Sommertarif (april – september)	4,24	12,71	25,43	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	10,76	10,76	10,76	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>				
Hverdage	Lav last	Spids last	Høj last	
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>				
Hverdage	Lav last	Høj last		
Weekend & helligdage	Lav last			
	00.00-06.00	06.00-24.00		

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer. Fordelen ved disse systemer er at de har en lav hældning på 10-15 grader som sikrer lave vindlaste som gør montagen via ballast lettere, de er svære at se fra gadeniveau, de skygger ikke for hinanden og de producerer strøm med en produktionskurve som dækker et større del af dagen end sydvendte solceller.

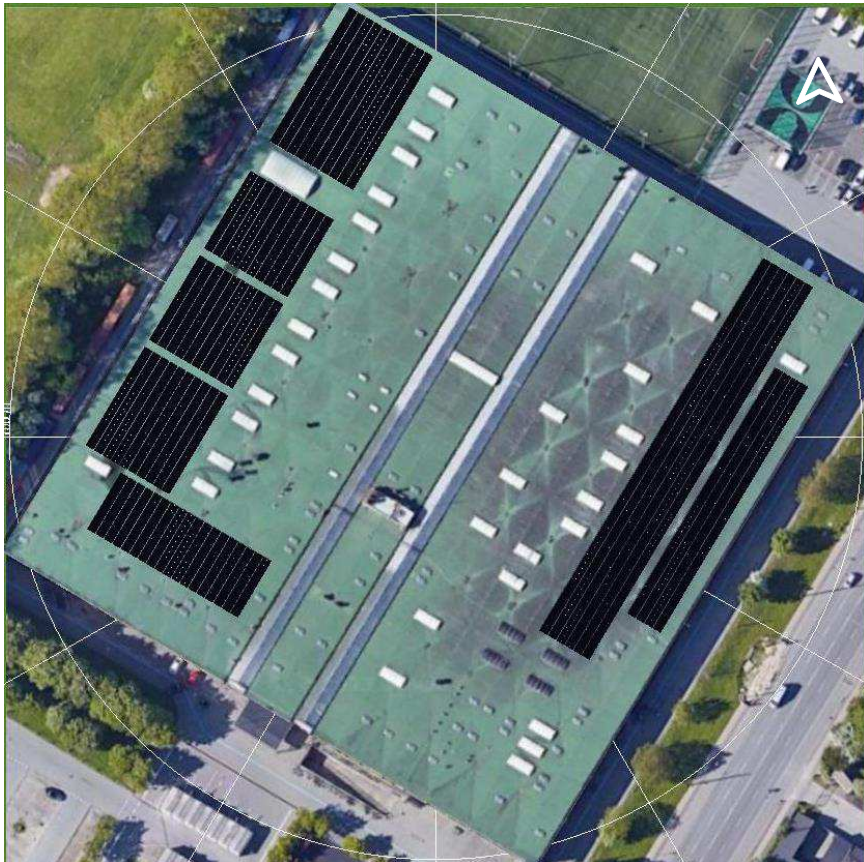
Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.



### 3.3 Simuleret forslag

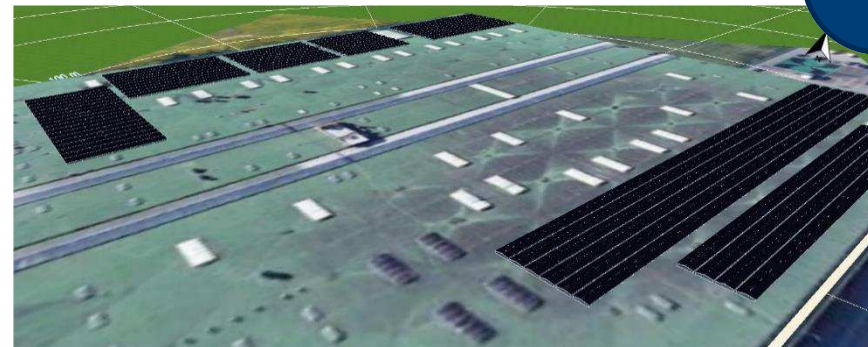
Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom at tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



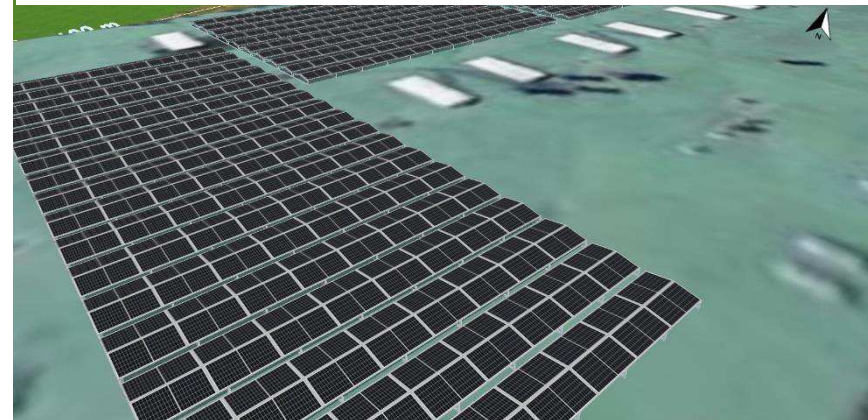
Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Simuleringsresultater fra PV\*SOL samt beregnet CO<sub>2</sub> besparelse 1. år

Resultater		1. FORSLAG
	Enhed	Grøndal multihal
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	4.590
Antal solcellepaneler	stk.	2.324
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>883</b>
PV output (AC net)	kWh / år	814.251
Egetforbrug	kWh / år	544.231
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	270.020
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
Selvforsyningsgrad	%	35%
<b>CO<sub>2</sub> besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>54,0</b>

\*Energinets miljødeklaration DK2 for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)



# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		1. FORSLAG
	Enhed	Grøndal multihal
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	7.785.012
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	9.794.098
Årlig indtjening	Kr.	311.400

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		1. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Grøndal multihal
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>883</b>
Antal solcellepaneler	stk.	2.324
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	4.590
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>921</b>
PV output (AC net)	kWh / år	814.251
Egetforbrug	kWh / år	544.231
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	270.020
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
<hr/>		
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	7.064.960
Inverter	kr.	529.872
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	60.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	8.696.000
Uforudsete udgifter	kr.	1.636.683
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>18.003.515</b>
<hr/>		
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	70.650
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	21.602
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	58.559
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	77.557
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	1.088.462
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	189.014
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>1.193.722</b>
<hr/>		
Selvforsyningsgrad	%	35%
CO2 besparelse	Tons / år	54,0
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>15,1</b>
<hr/>		
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	20.386
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	<b>1,06</b>

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 18 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 814.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 1.2 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 54 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen, såfremt det besluttes at lægge nyt tagpap på. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til det tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger:

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		1. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Grøndal multihal
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	883
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	8.696.000
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	7.064.960
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	18.003.515
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	4.590
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	20.386
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	921
PV output (AC net)	kWh / år	814.251
Egetforbrug	kWh / år	544.231
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	270.020
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	67%
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	1.193.722
Selvforsyningsgrad	%	35%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år	54,0
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	15,1
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,1



# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	4.590	m <sup>2</sup>
Effekt	883,12	kWp
Produktion/kWp	921,23	kWh/kWp
Produktion	814.251	kWh/år
Anskaffelse + montering	17.943.515	kr.
Projektledelse + rådgivning	60.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>18.003.515</b>	kr.

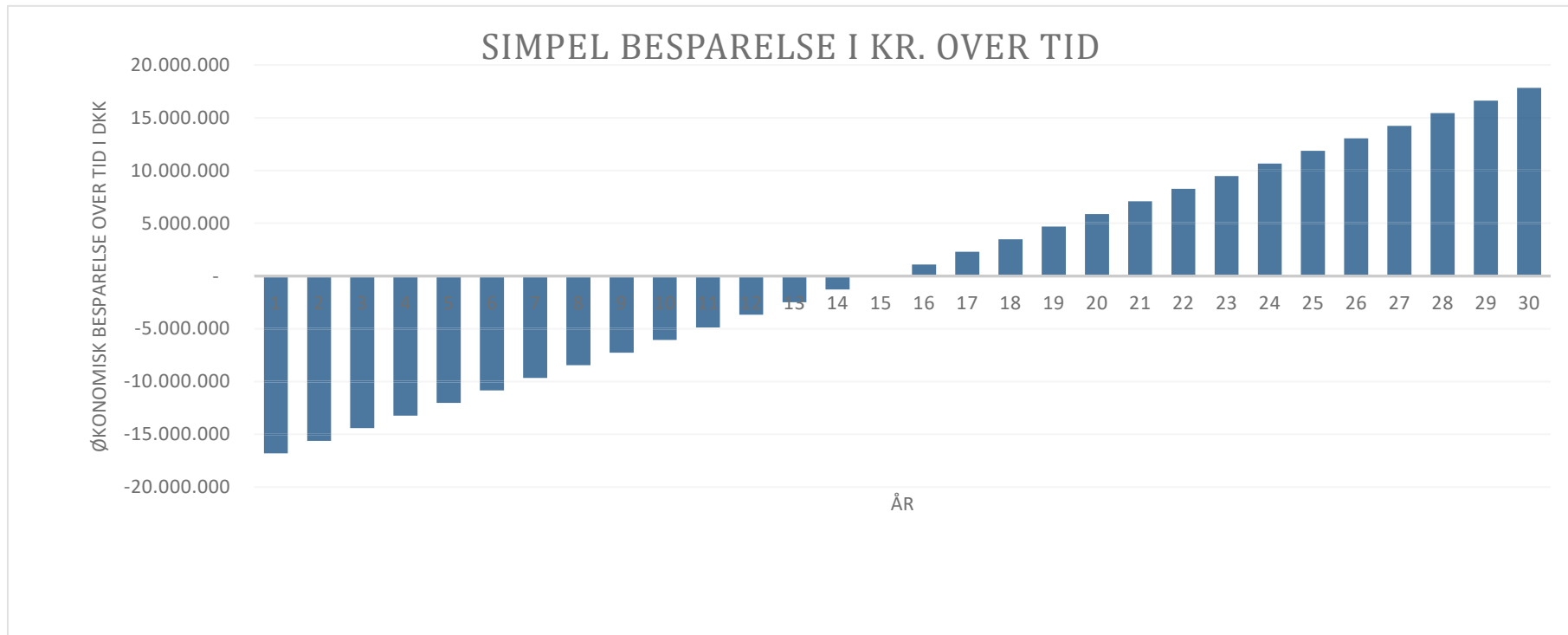
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	529.872	kr.
Andel egenproduktion	67%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc..)	0,143	kr/kwt
<i>Rådighedstarif (betales over 50 kW)</i>	<i>0,1076</i>	<i>kr/kwt</i>
Indfødningstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	54.693	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	65.193	kr/år

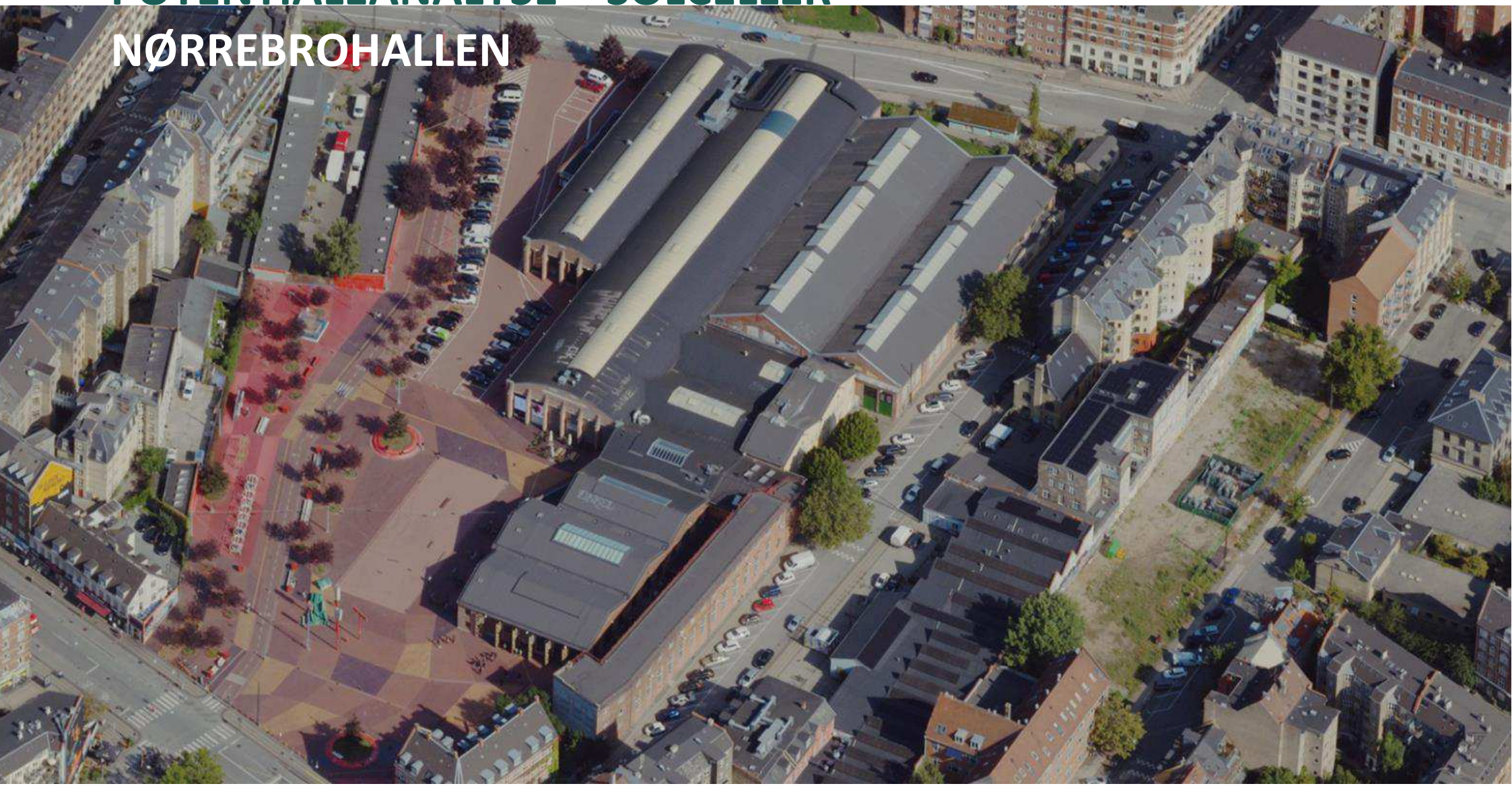
## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## NØRREBROHALLEN



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>4</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>

<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Nørrebrohallen.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af et selskabsudskilt solcelleanlæg på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.  
Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af luftfotos, snittegninger af byggeriet samt besigtigelse af ejendommen.

Det vurderes at de sydlige bygningers konstruktion er bedst egnet til opsætning af solceller grundet en kortere spær afstand end på de nordlige haller.

De sydlige bygninger som rummer biblioteket og klatrehallen har dels sadeltage og dels en længere bygning med fladt tag. Bygningerne med sadeltag i den sydlige del af bebyggelsen har været gennem en renovering og det formodes, at der ikke er behov for ny tagpap. Sadeltagene har arealer med rytterlys.

Tagfladerne vurderes til at være velegnet til opsætning af solceller, og solcellerne vil ikke ændre ejendommens visuelle udtryk, da de ikke er synlige. Det skyldes at anlæggende dels foreslås etableret på de dele af sadeltagene, som ikke er synlige fra gaden, og dels på bygningen med fladt tag. Det vurderes af den grund også at solceller ikke vil skabe problemer med genskin.



Figur 2 Foto fra 3D simulering i PV\*SOL

Arealerne med solceller afsejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes kun en mindre andel af tagets areal til solceller.

De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Tagbelægningen på sadeltagene formodes at være mindre end 5 år gammel, og det vurderes at der ikke er behov for etablering af ny tagbelægning i forbindelse med solcelleanlægget.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger


Det forventes at der er behov for statiske beregninger da solcellerne vil veje mere end 5% af eksisterende tag jf. Figur . Prisen vurderes til 50.000 kr. Der foreligger allerede statiske beregninger af saddeltagene over café og bibliotek som letter omkostningerne til beregningerne.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Ved etablering af solceller på taget udgør omkostninger til klargøring følgende:


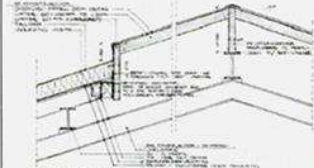
Statiske beregning 0,05 mio. kr.

Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.

 Buro Happold	Beregning ref.	A1-A4-1.1	side 1 af 1			
	Projekt	Nørrebrohallen	Udført af	AB	dato	17/05/2010
	Projektnummer	026904	Kontrolleret af	KLK	dato	26/05/2010
	Laster	Egenlast eksisterende tagopbygning	Lodsejdt af	TH	dato	26/05/2010

<b>Eksisterende tagkonstruktion</b>	
Egenvægten af den eksisterende tagopbygning (mellem dragerne) er beregnet ud fra tegningsmateriale samt hvad der er set ved bygningsbesøg.	
Tagpap	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Isolering 143mm	0,06 kN/m <sup>2</sup>
Tagpap	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Bræddebeklædning, 20mm	0,12 kN/m <sup>2</sup>
As, træ 100x50 per 900 mm	0,04 kN/m <sup>2</sup>
As, stål profil per 2200 mm. Antag 0,4kN/m	0,18 kN/m <sup>2</sup>
Installationer, el, vvs	0,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>T alt</b>	<b>0,60 kN/m<sup>2</sup></b>

Figur 3: udklip fra Bilag 4 – Egenlaster fra byggesag 2018. Hentet fra Københavns Kommunes Byggesagsarkiv. Det kan ses at egenlasten fra tagkonstruktionen er 0,60 kN/m<sup>2</sup> mens et solcelleanlæg typisk vil veje 0,12 kN/m<sup>2</sup>



Figur 4: Tagkonstruktion i biblioteket, nørrebrohallen. Foto: Sebastian DH

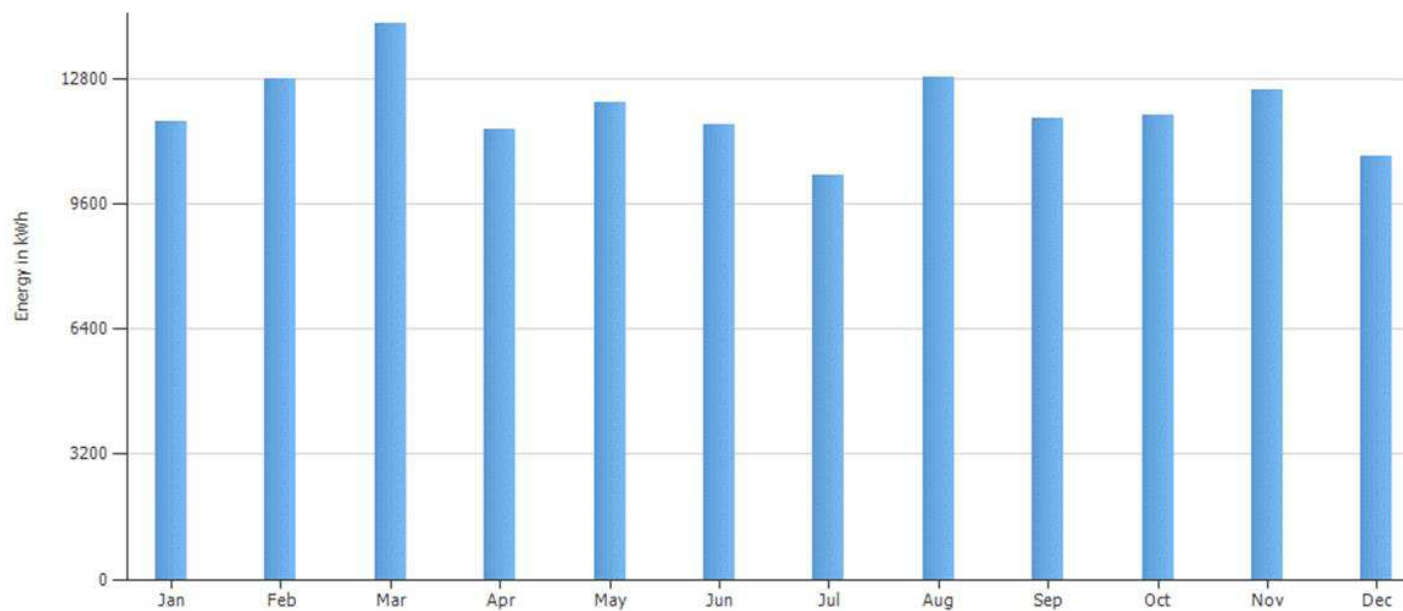
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313179100220000	C	144.018



571313179100220000 - 02

Figur 4: Forbrugsmønster summeret på månedsbasis for 2022. Baseret på timebaseret målerdata fra eloverblik.dk med målerID som illustreret i Tabel 1.



# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius C Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,3589	kr / kWh
Rådighedstarif	0,3226	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	50.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	0	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>	<b>Lavlast</b>	<b>Højlast</b>	<b>Spidslast</b>	
Vintertarif (oktober – marts)	15,09	45,28	135,84	
Sommertarif (april – september)	15,09	22,64	58,87	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	32,26	32,26	32,26	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med affagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes kun for egenproducenter med selvstændig måler på produktionsanlægget – typisk anlæg større end 50 kWh.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
Vinter   alle dage	Lav last	Høj last	Spids last	Høj last
Sommer   alle dage	Lav last	Høj last	Spids last	Høj last
	00.00-06.00	06.00-17.00	17.00-21.00	21.00-24.00

Figur 5 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%. Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



*Figur 6:* Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer.

Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

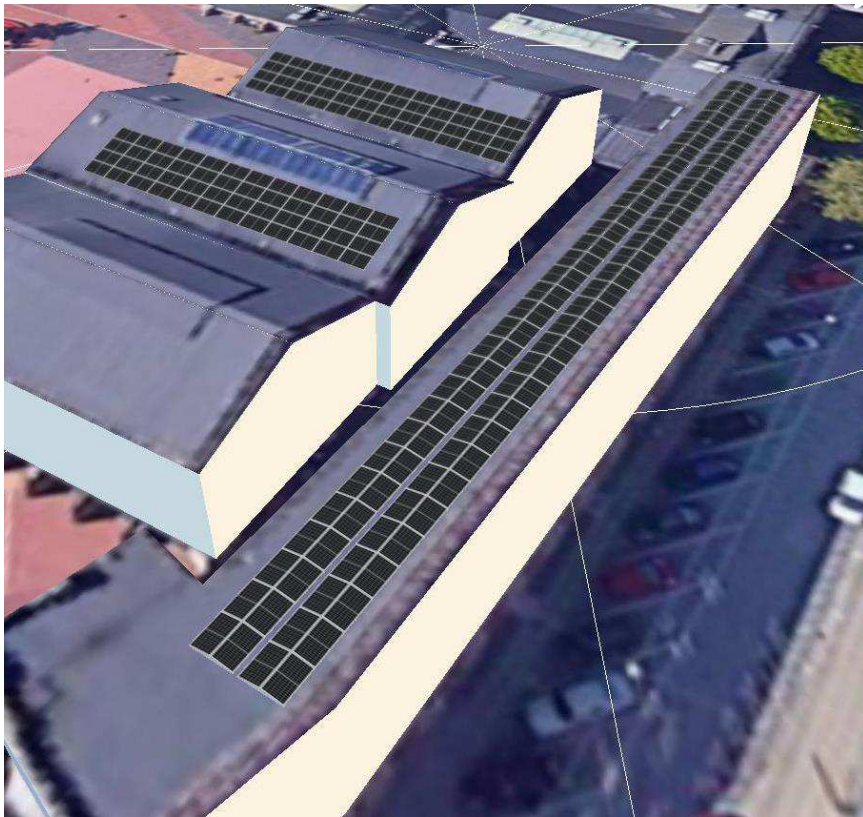


*Figur 7:* Billede; CIRKEL ENERGI WEBSHOP. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres i tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.



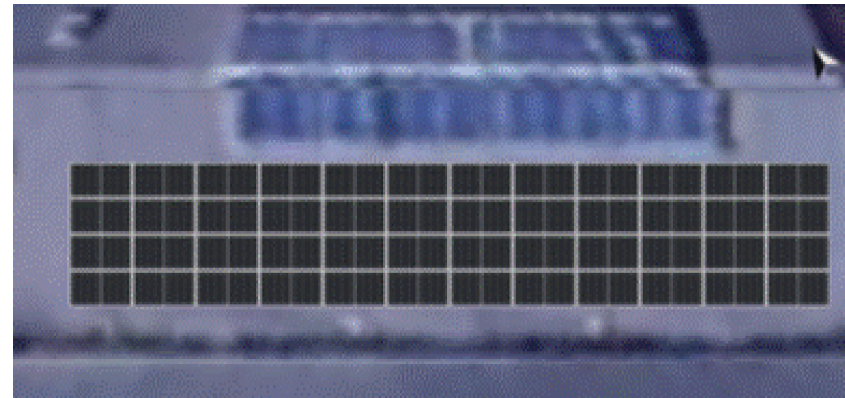
### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom at tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler. Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

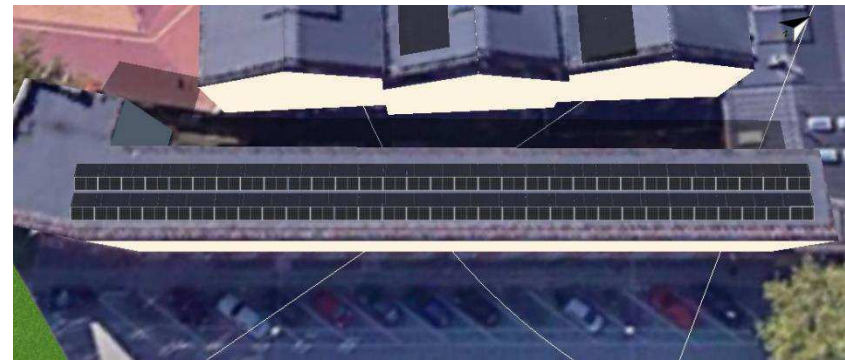


Figur 8 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I tabellen ovenfor ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

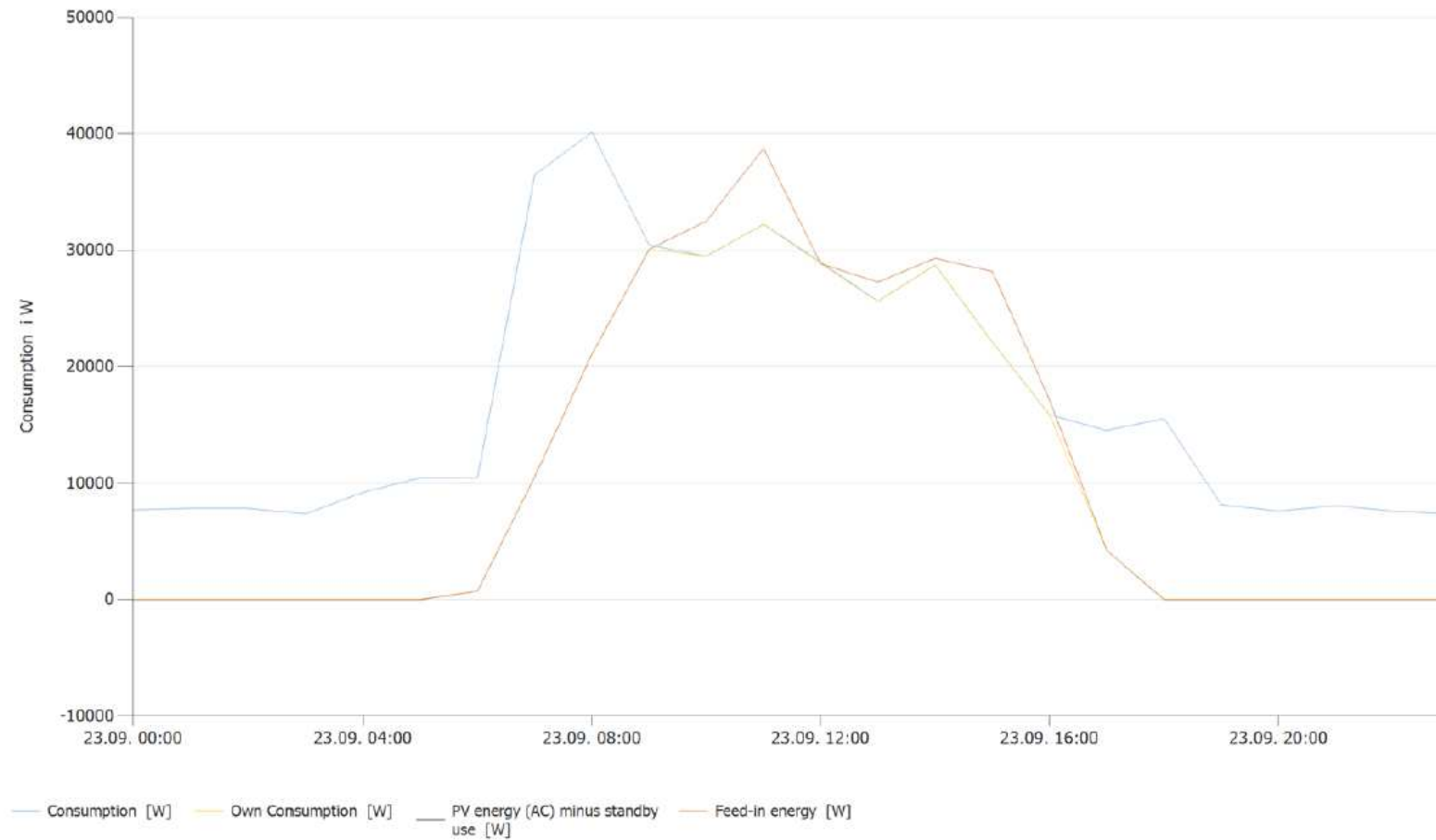
Resultater		2. FORSLAG
	Enhed	Nørrebrohallen
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	858
Antal solcellepaneler	stk.	434
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>84</b>
PV output (AC net)	kWh / år	78.105
Egetforbrug	kWh / år	55.694
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	22.411
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
Selvforsyningsgrad	%	39%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>5,2</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.





Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		2. FORSLAG
	Enhed	Nørrebrohallen
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	1.503.164
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	1.609.782
Årlig indtjening	Kr.	60.127

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		2. FORSLAG
	Enhed	Nørrebrohallen
Anlægstype	Enhed	Nørrebrohallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	84
Antal solcellepaneler	stk.	220
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	434
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	932
PV output (AC net)	kWh / år	78.105
Egetforbrug	kWh / år	55.694
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	22.411
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	71%
<hr/>		
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	752.400
Inverter	kr.	50.160
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	50.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Uforudsete udgifter	kr.	86.856
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	955.416
<hr/>		
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	7.106
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	1.793
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	17.967
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	19.988
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	111.388
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	15.688
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	109.698
<hr/>		
Selvforsyningsgrad	%	39%
CO2 besparelse	Tons / år	5,2
<b>Simplet tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	8,7
<hr/>		
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.428
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	0,71

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 0,96 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 78.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,11 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 5,2 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		2. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Nørrebrohallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>84</b>
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	752.400
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>955.416</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	434
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.428
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>932</b>
PV output (AC net)	kWh / år	78.105
Egetforbrug	kWh / år	55.694
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	22.411
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>109.698</b>
Selvforsyningsgrad	%	39%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år	5,2
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>8,7</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	0,7



# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	434,4912	m <sup>2</sup>
Effekt	83,6	kWp
Produktion/kWp	932,05	kWh/kWp
Produktion	78.105	kWh/år
Anskaffelse + montering	905.416	kr.
Projektledelse + rådgivning	50.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>955.416</b>	kr.

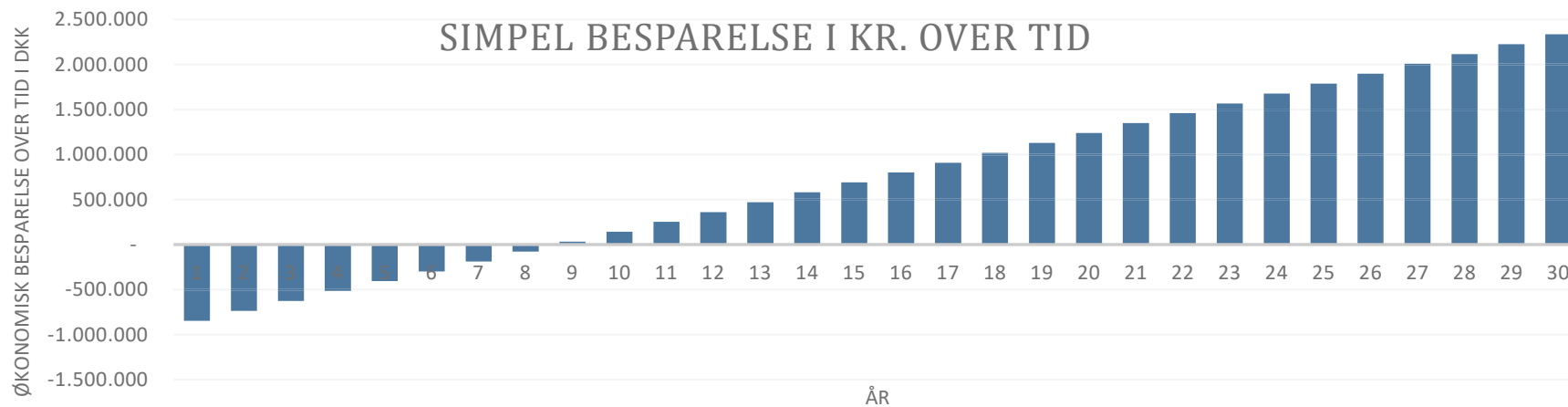
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	50.160	kr.
Andel egenproduktion	71%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, ect.)	0,359	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,3226	kr/kwt
Indfødningsstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningsstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	1.433	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, ect.	10.000	kr/år
total drift	11.933	kr/år

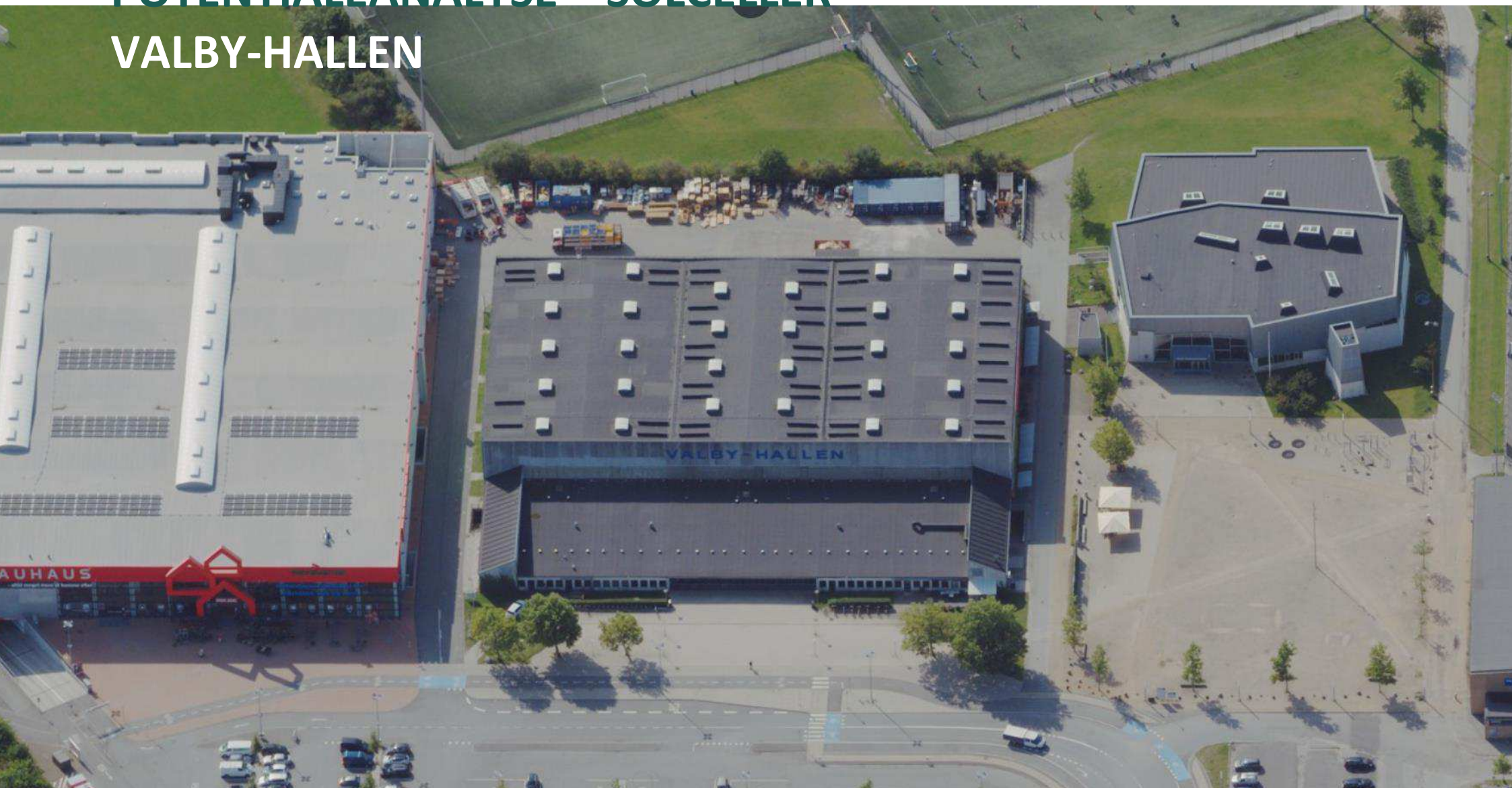
## BILAG 2



Figur 9: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALANALYSE – SOLCELLER

## VALBY-HALLEN



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Valby-hallen.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 Luftfoto.

Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af luftfotos, snittegninger af byggeriet samt besigtigelse af ejendommen. Tillige har der været dialog med Københavns Solcellelaug.

Valbyhallen består af selve hallen, samt foyearealer mv. mod nord ud til Ellebjergvej, samt to mindre tilstødende bygninger på sydsiden. Alle bygninger har tagpaptage. Bygningen mod nord har en lavere højde end selve hallen og taget hælder mod nord, og er derfor ikke velegnet til solceller. Selve hallen har fladt tag og er velegnet til solceller, og vil ikke ændre ejendommens visuelle udtryk eller skabe problemer med genskin.

Der er allerede etablerede solcelleanlæg på de to tilbygninger på Valbyhallens sydlige side (19,1 kWp). De blev sat op i forbindelse med Vandkulturhusets realisering. Derudover har Københavns Solcellelaug et solcelleanlæg på 40 kWp, der er fordelt på hele Valbyhallens tag. Baggrunden for den placering er at anlægget sat op med ballastkasser, og er fordelt på hele taget for at belaste taget mindst muligt.

Solcellelauget har en aftale om overpris på solcellestrømmen med DONG Energy/ Ørsted frem til 2024, og herefter kan anlægget muligvis nedtages.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Arealerne til et fremtidigt solcelleanlæg afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes hele tagets areal til solceller. (se figur 2.)

Der er tvivl om tagets bæreevne jf. dialogen med Københavns Solcellelaug og deres anlægs nuværende placering.

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Tagbelægningen vurderes at have en restlevetid på mindre end 10 år. Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det at udskifte tagbelægningen, hvilket vil være en omkostning på ca. 800 kr.pr.kv. meter og en samlet pris på 3,0 mio. kr. hvoraf selskabet holder 50%

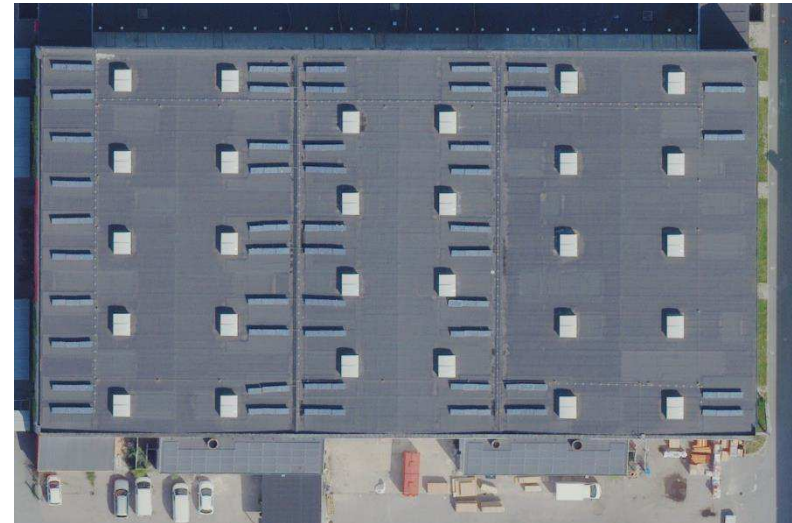
## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Som nævnt har Københavns Solcellelaug i øjeblikket et 40 kWp på taget, der er spredt over hele taget for at belaste taget mindst muligt. Ved etableringen Københavns Solcellelaugs anlæg blev der foretaget statiske beregninger og konstruktionen blev forstærket. Der eksisterer dermed statiske beregninger af tagets bæreevne, men der er ikke adgang til de beregninger via byggesagsarkivet, da de er undtaget offentlighed. Der er ved etablering af et nyt og større solcelleanlæg behov for at genbesøge de beregninger for at vurdere muligheden for et større anlæg. Der vurderes at omkostninger til beregninger maksimalt udgør 30.000 kr.

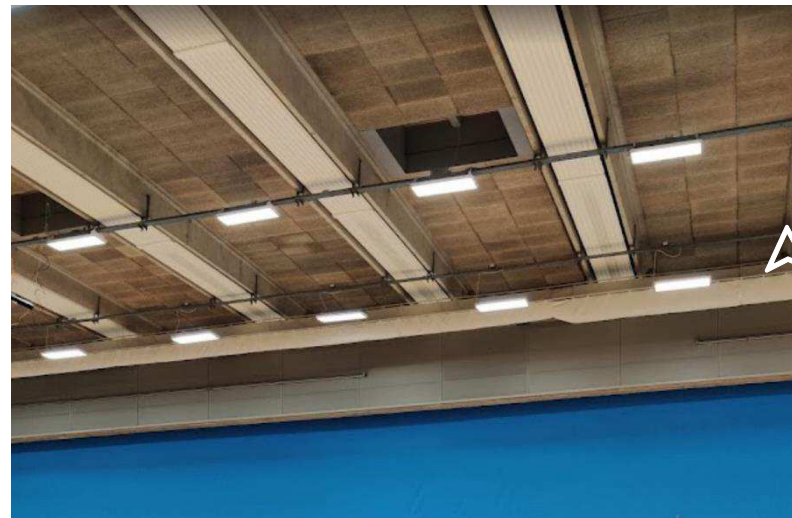
## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Ved etablering af solceller på taget udgør omkostninger til klargøring følgende:

Tagpap	1,50 mio. kr.
Statiske beregninger	0,05 mio. kr.
Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.	



Figur 3: Billede af tagbelægning.  
Kilde: Skråfoto 31-08-2021



Figur 4: Tagkonstruktion Valby Hallen  
Kilde: GoogleMaps aug. 2022

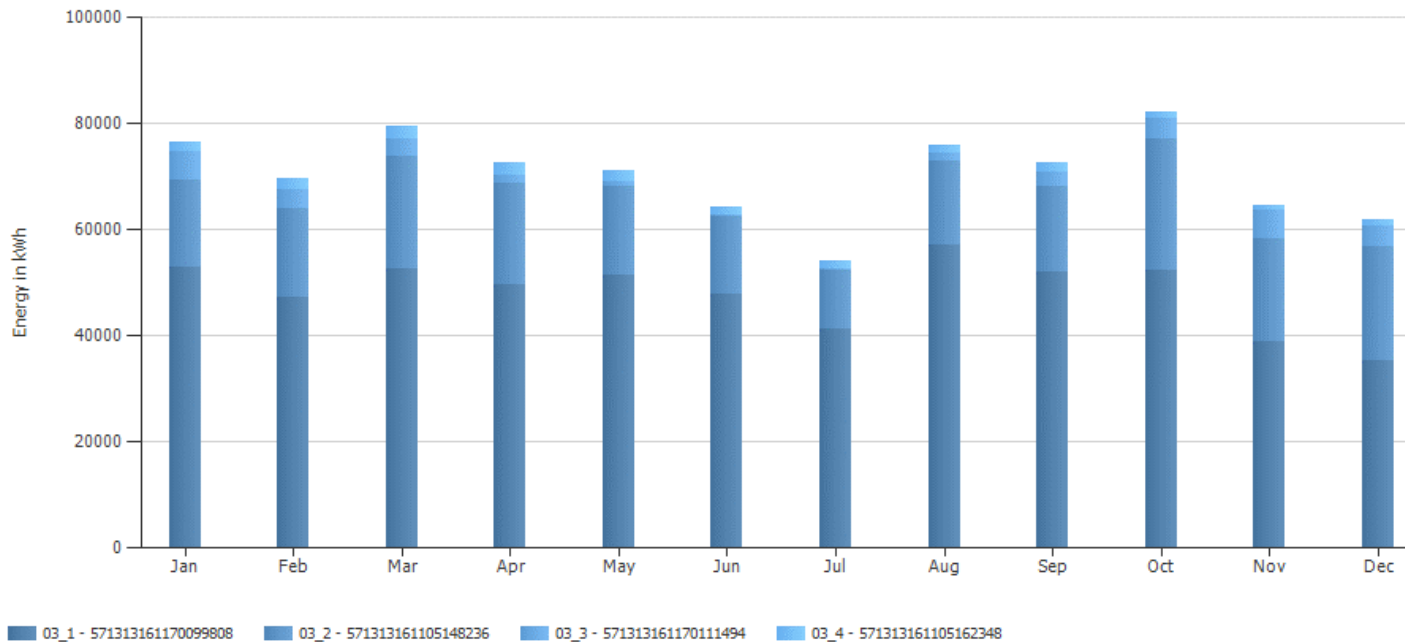
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161170099808	B-lav	577.348
571313179100210339	B-lav	213.684
571313161170111494	C time	32.402
571313161105162348	C time	20.061



**Total  
årsforbrug**

**843.500  
kWh/år**

Figur 3: Forbrugsmønster for samtlige målere i bygningen.



# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,1958	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	30.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	1.514.436	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget befaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>				
Hverdage	Lav last	Spids last	Høj last	
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>				
Hverdage	Lav last	Høj last		
Weekend & helligdage	Lav last			
	00.00-06.00	06.00-24.00		

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer. Fordelen ved disse systemer er at de har en lav hældning på 10-15 grader som sikrer lave vindlaste som gør montagen via ballast lettere, de er svære at se fra gadeniveau, de skygger ikke for hinanden og de producerer strøm med en produktionskurve som dækker et større del af dagen end sydvendte solceller.

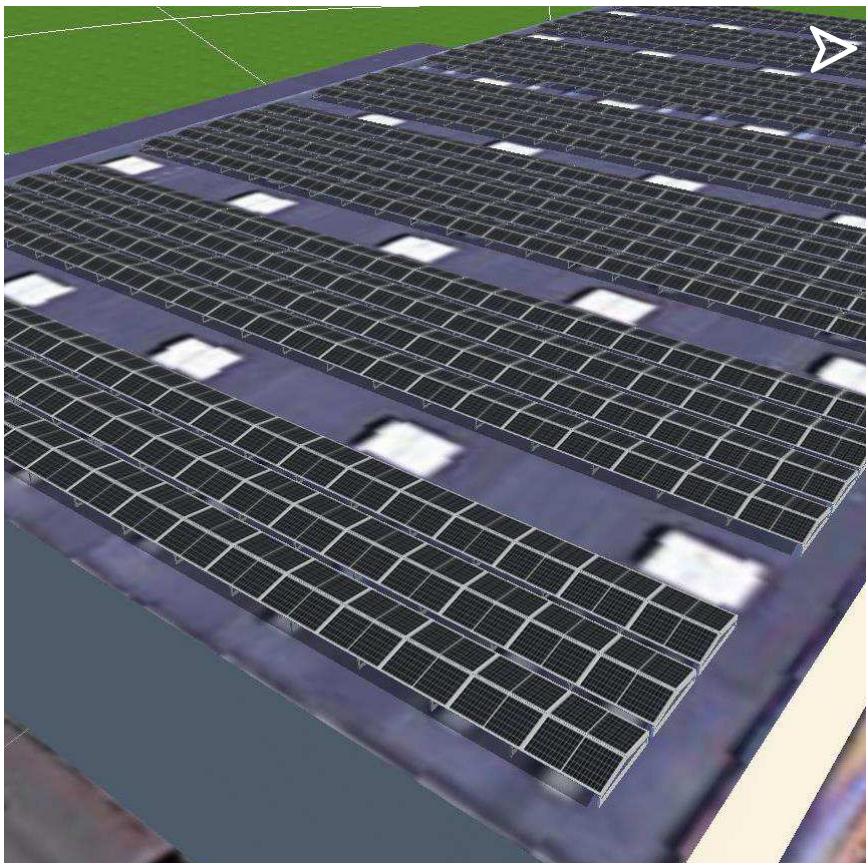
Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.



### 3.3 Simuleret forslag

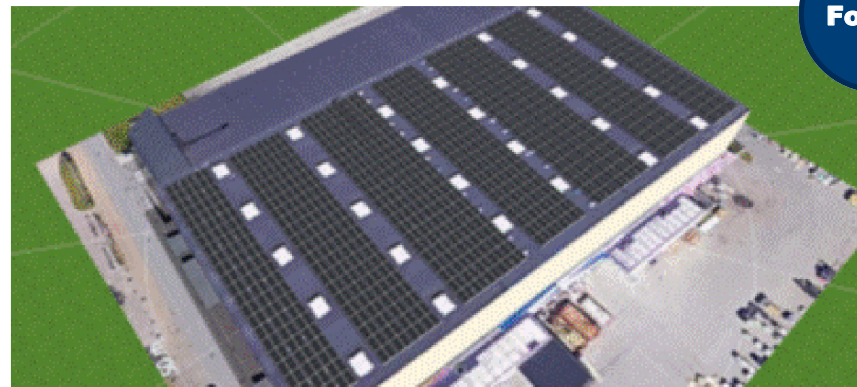
Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 *Simuleringsresultater fra PV\*SOL samt beregnet CO<sub>2</sub> besparelse 1. år*

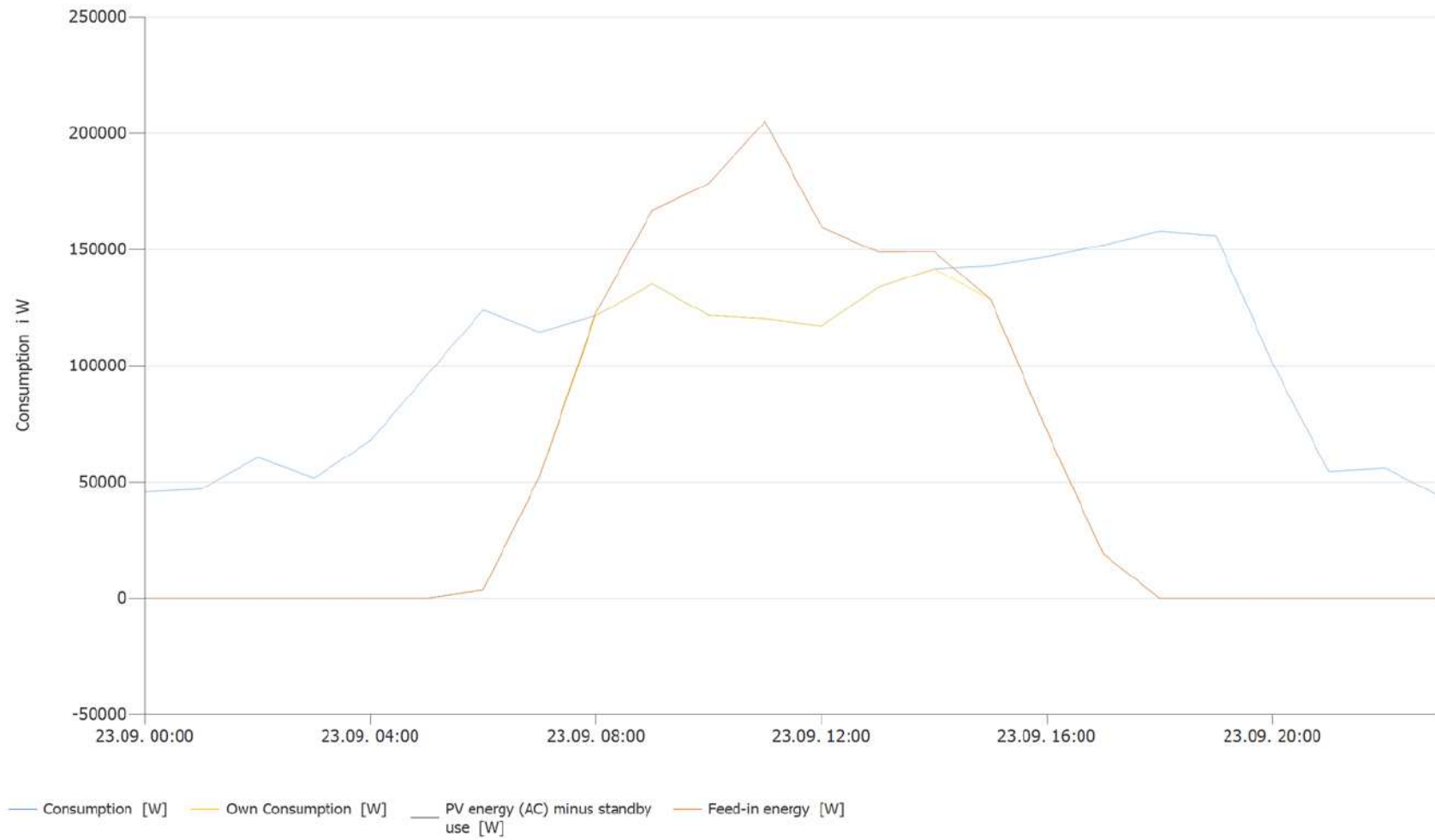
Resultater		3. FORSLAG
	Enhed	Valby hallen
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	4.805
Antal solcellepaneler	stk.	2.433
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>468</b>
PV output (AC net)	kWh / år	431.673
Egetforbrug	kWh / år	290.685
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	140.988
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
Selvforsyningsgrad	%	35%
<b>CO<sub>2</sub> besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>28,7</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.





Figur 11 Diagrammer af energiforbrug (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		3. FORSLAG
	Enhed	Valby hallen
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	7.414.985
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	8.158.229
Årlig indtjening	Kr.	296.599

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		3. FORSLAG
Anlægstype	Valby hallen	Valby hallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	468
Antal solcellepaneler	stk.	1.232
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	2.433
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	922
PV output (AC net)	kWh / år	431.673
Egetforbrug	kWh / år	290.685
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	140.988
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	67%
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	4.213.440
Inverter	kr.	280.896
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	30.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	1.514.436
Uforudsete udgifter	kr.	605.477
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	6.660.249
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	39.794
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	11.279
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	40.696
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	56.921
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	581.370
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	98.692
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	634.714
Selvforsyningsgrad	%	35%
CO2 besparelse	Tons / år*	28,7
<b>Simplet tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	10,5
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	14.226
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	0,75

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene have en samlet forventet anlægspris på omkring 6,6 mio. kr. excl. moms. Der vil produceres ca. 431.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,63 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 28,7 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. Dog skal der være et særligt fokus på tagets bæreevne sammenholdt med den yderligere last fra solcellepanelerne. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen, såfremt det besluttet at lægge nyt tagpap på. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Hvis de statiske vurderinger viser ikke at kunne bære solcelleanlægget uden yderligere understøtning, kan et mindre anlæg etableres.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		4. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Valby hallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	468
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	1.514.436
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	4.213.440
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>6.660.249</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	2.433
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	14.226
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>922</b>
PV output (AC net)	kWh / år	431.673
Egetforbrug	kWh / år	290.685
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	140.988
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>634.714</b>
Selvforsyningsgrad	%	35%
CO2 besparelse	Tons / år*	28,7
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>10,5</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	0,8

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	2433,15072	m2
Effekt	468,16	kWp
Produktion/kWp	921,68	kWh/kWp
Produktion	431.673	kWh/år
Anskaffelse + montering	6.630.249	kr.
Projektledelse + rådgivning	30.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>6.660.249</b>	kr.

### Forudsætninger

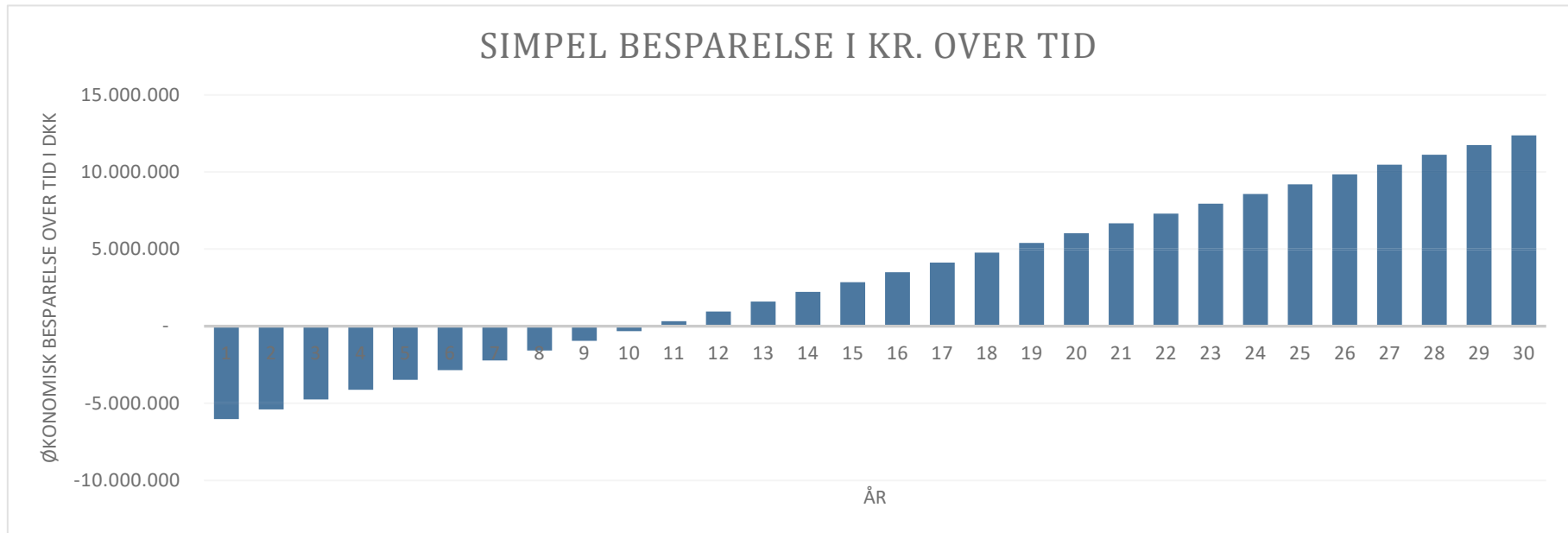
Inverterskift efter 15 år	280.896	kr.
Andel egenproduktion	67%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, ect.)	0,196	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	14.575	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, ect.	10.000	kr/år
total drift	25.075	kr/år



## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.



# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## BAVNEHØJHALLEN



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>4</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Bavnehøjhallen.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.  
Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Ud fra luftfotos, snittegninger og google streetview fotos af byggeriet vurderes det, at ejendommen er velegnet til montering af solceller, med forbehold for tagets bæreevne.

Der er taget afsæt i montering af solcellepaneler på hallen med sadeltag og på en del af tilbygningen til hallen, da disse vurderes bedst egnede for den gældende el forbrugskurve for ejendommen. Det vurderes at tagfladerne er godt velegnede for opsætning af et større antal solcellepaneler.

Arealerne til et fremtidigt solcelleanlæg afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes de mest velegnede dele af tagets areal til solceller. (se figur 2.)

Ved opsætning af solceller på ejendommens tage, vil ejendommens visuelle udtryk ikke forvandles. Der skønnes ikke at være udfordringer mht. genskin fra solcellepanelerne.

De skitserede placeringer er vejledende. Der forekommer muligvis taghætter, udluftninger o.l. som skal indtænkes i den endelige placering og montering af solpanelerne, men umiddelbart ser det ud til at være tagflader, der udelukkende består af hele tagpapflader.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Det vurderes at tagpapbelægningen har en estimeret restlevetid på mere end 10 år.

Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det at udskifte tagbelægningen, hvilket estimeret betyder en udgift på 800 kr./m<sup>2</sup>. Anvendes bygningsintegrerede solceller hvor solcellerne udgør en tæt tagbelægning kan denne udgift dog spares.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Såfremt den ekstra vægt der tilføjes tagfladen udgør under 5% af den samlede vægt af tagkonstruktionen er der i mindre grad for at lave totale statiske beregninger af certificeret statiker. Dette skal dog stadig eftervises og da der er tale om en stor tagflade uden detaljerede tegninger vurderes det at der skal afsættes 75.000 kr. ekskl. moms til at lave en statisk vurdering ved projektopstart.

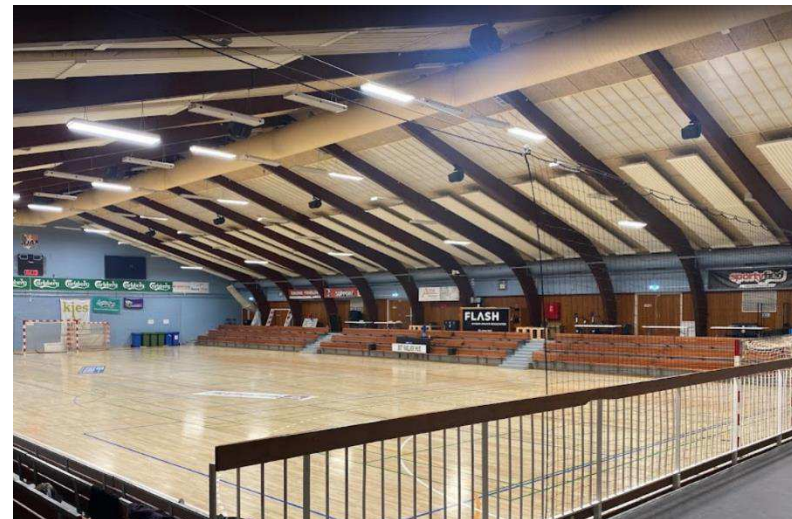
## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Såfremt bygningsejer står for 50% af udgifter til klargøring af tagfladen, vil det kommunale solcelleselskab have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Tagpap	0,53 mio. kr.
Statiske beregning	0,08 mio. kr.



Figur 3: Billede af tagbelægning.  
Kilde: GoogleMaps juli 2020



Figur 4: Tagkonstruktion.  
Kilde: GoogleMaps januar 2023

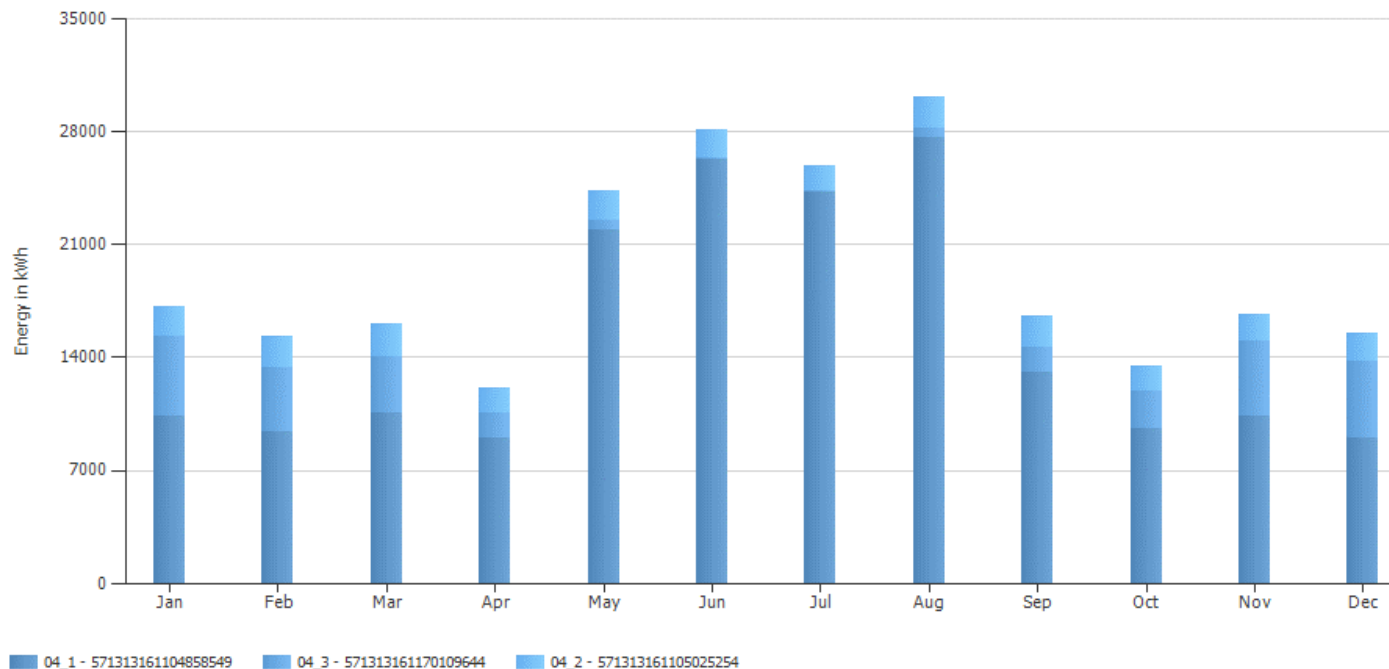
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161104858549	B-lav	181.389
571313161170109644	C time	28.692
571313161105025254	C time	21.297



**Total  
årsforbrug  
231.000  
kWh/år**

Figur 3: Forbrugsmønstre for samtlige målere i bygningen.



# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-Lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,1925	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	75.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	534.404	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Aktuelle priser (øre/kWh)</th> <th>Lavlast</th> <th>Højlast</th> <th>Spidslast</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vintertarif (oktober – marts)</td> <td>5,93</td> <td>17,78</td> <td>35,57</td> </tr> <tr> <td>Sommertarif (april – september)</td> <td>5,93</td> <td>17,78</td> <td>35,57</td> </tr> <tr> <td>Indfødningsstarif<sup>1</sup> (hele året)</td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Rådighedstarif<sup>2</sup></td> <td>14,00</td> <td>14,00</td> <td>14,00</td> </tr> <tr> <td>Elafgift<sup>3</sup></td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> </tr> </tbody> </table>					Aktuelle priser (øre/kWh)	Lavlast	Højlast	Spidslast	Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80								
Aktuelle priser (øre/kWh)	Lavlast	Højlast	Spidslast																																	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57																																	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57																																	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80																																	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00																																	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80																																	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for af få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>																																				
<h3>Lastperioder</h3> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Vinter</th> <th>Lav last</th> <th>Spids last</th> <th>Høj last</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hverdage</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weekend &amp; helligdage</td> <td>Lav last</td> <td>Høj last</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>00.00-06.00</td> <td>06.00-21.00</td> <td>21.00-24.00</td> </tr> <tr> <th>Sommer</th> <th>Lav last</th> <th>Høj last</th> <td></td> </tr> <tr> <td>Hverdage</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Weekend &amp; helligdage</td> <td>Lav last</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>00.00-06.00</td> <td>06.00-24.00</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Vinter	Lav last	Spids last	Høj last	Hverdage				Weekend & helligdage	Lav last	Høj last			00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	Sommer	Lav last	Høj last		Hverdage				Weekend & helligdage	Lav last				00.00-06.00	06.00-24.00	
Vinter	Lav last	Spids last	Høj last																																	
Hverdage																																				
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last																																		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00																																	
Sommer	Lav last	Høj last																																		
Hverdage																																				
Weekend & helligdage	Lav last																																			
	00.00-06.00	06.00-24.00																																		

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%. Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; CIRKEL ENERGI WEBSHOP. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres i tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

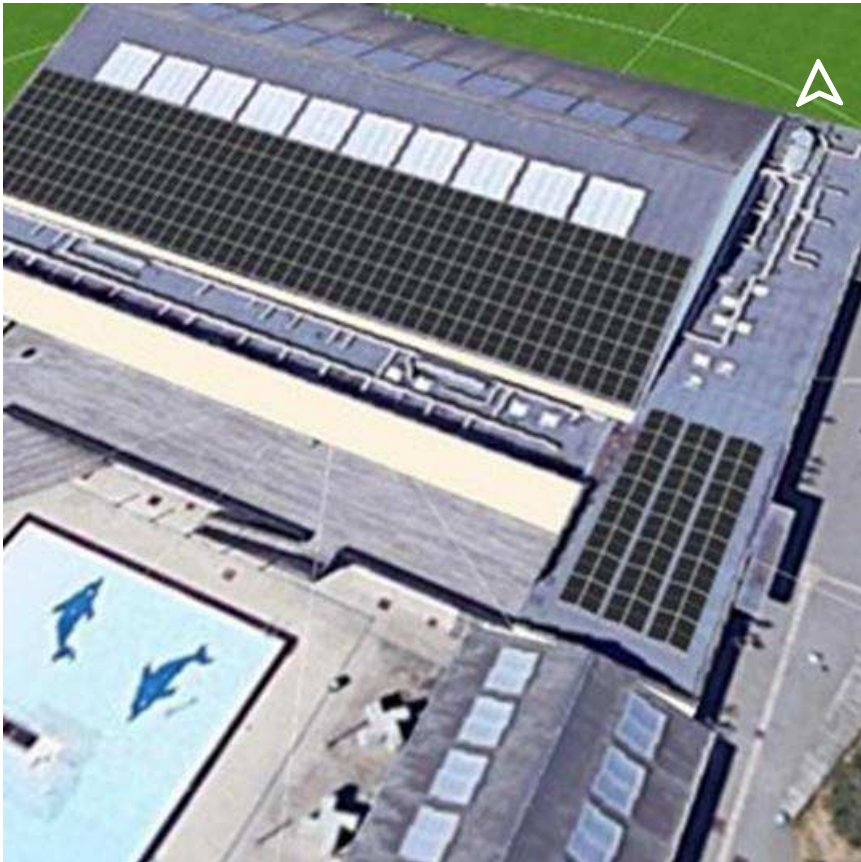
## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For tagkonstruktioner med taghældning anvendes montagesystemer som befæstes gennem tagmembranen ned til tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom at tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.

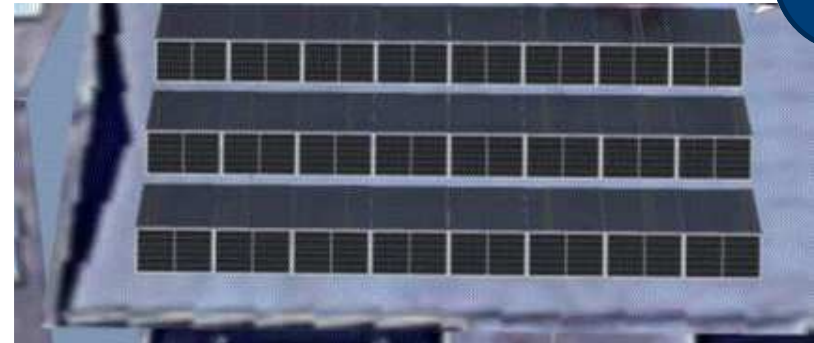


Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

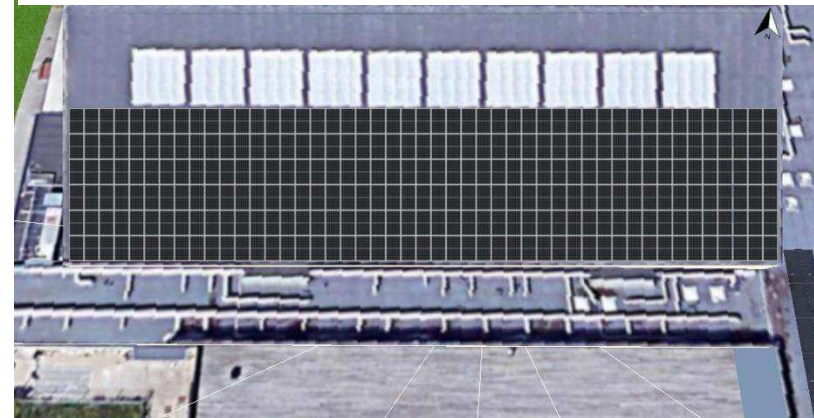
Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.

**Forslag**



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

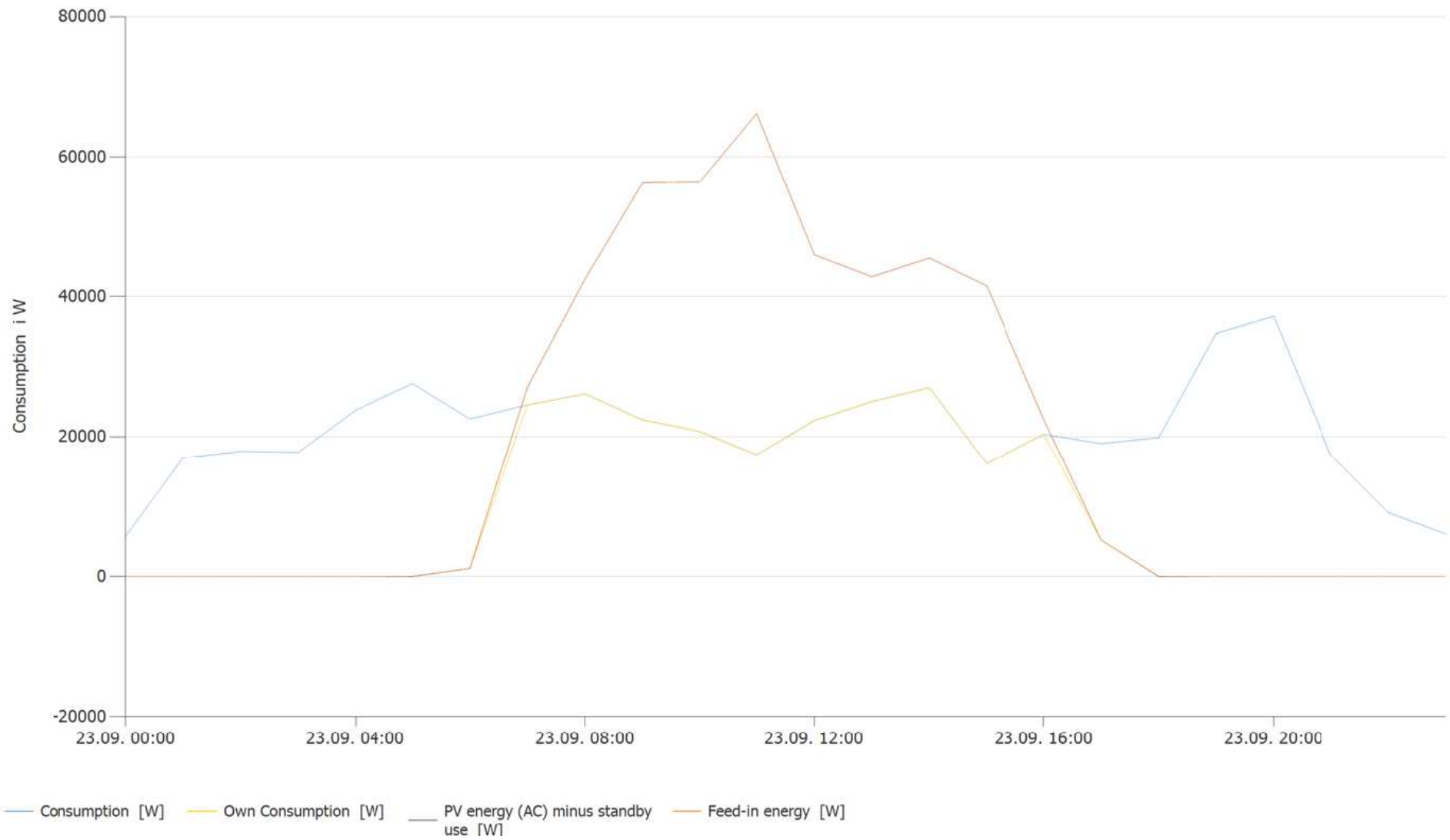
Resultater		4. FORSLAG
	Enhed	Bavnehøjhallen
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	1.287
Antal solcellepaneler	stk.	652
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>125</b>
PV output (AC net)	kWh / år	124.870
Egetforbrug	kWh / år	84.837
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	40.033
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>68%</b>
Selvforsyningsgrad	%	37%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>8,3</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.





Figur 11 Diagrammer af energiforbrug (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		4. FORSLAG
	Enhed	Bavnehøjhallen
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	1.443.766
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	1.714.492
Årlig indtjening	Kr.	57.751

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Sammenligning af resultater		4. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Bavnehøjhallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>125</b>
Antal solcellepaneler	stk.	330
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	652
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>995</b>
PV output (AC net)	kWh / år	124.870
Egetforbrug	kWh / år	84.837
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	40.033
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>68%</b>
<b>Solcelle etableringsomkostninger</b>		
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.504.800
Inverter	kr.	75.240
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	75.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	534.404
Uforudsete udgifter	kr.	220.544
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>2.425.988</b>
<b>Udgifter til drift og vedligeholdelse</b>		
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	12.540
Udgift til indfødningstariffer af overproduktion	kr. / år	3.203
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	11.877
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	16.327
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	169.674
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	28.023
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>175.904</b>
Selvforsyningsgrad	%	37%
CO2 besparelse	Tons / år*	8,3
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>13,8</b>
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	19.346
<b>Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. / kWh</b>	<b>1,01</b>

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 2,4 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 124.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,17 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 8,3 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen, såfremt det besluttes at lægge nyt tagpap på. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til det totale areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		4. FOR 4. FORSLAG SLAG
Anlægstype	Enhed	Bavnehøjhallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	125
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	534.404
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.504.800
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>2.425.988</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	652
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	19.346
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>995</b>
PV output (AC net)	kWh / år	124.870
Egetforbrug	kWh / år	84.837
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	40.033
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>68%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>175.904</b>
Selvforsyningsgrad	%	37%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år*	8,3
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>13,8</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,0

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	651,7368	m <sup>2</sup>
Effekt	125,4	kWp
Produktion/kWp	995,14	kWh/kWp
Produktion	124.870	kWh/år
Anskaffelse + montering	2.350.988	kr.
Projektledelse + rådgivning	75.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>2.425.988</b>	kr.

### Forudsætninger

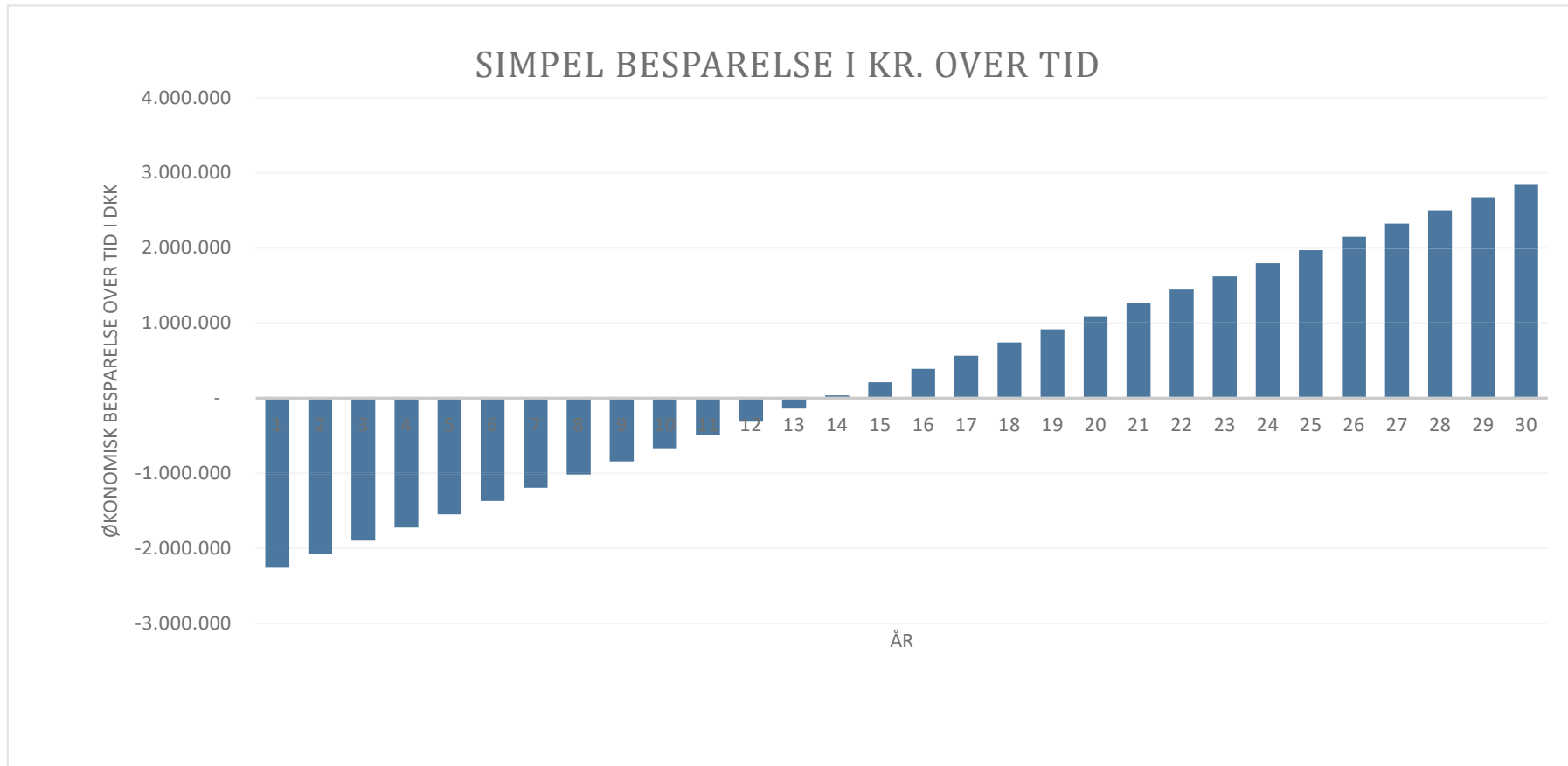
Inverterskift efter 15 år	75.240	kr.
Andel egenproduktion	68%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,192	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningsfarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	7.114	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	17.614	kr/år



## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## VIGERSLEV ALLÉ 1A



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>4</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Vigerslev Allé 1A.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk



# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Ud fra luftfotos og snittegninger af ejendommen vurderes det, at ejendommen er velegnet til montering af solceller.

Der er gode muligheder for montage af solceller på de flade tage da der her er små spænd for spær. Der er dog et lille forbrug hvorfor der kun behøves solceller på et areal svarende til 200 m<sup>2</sup> af taget.

Arealerne til et fremtidigt solcelleanlæg afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes de mest velegnede dele af tagets areal til solceller. (se figur 2.)

Ved opsætning af solceller på ejendommens tage, vil ejendommens visuelle udtryk ikke forvandles. Der skønnes ikke at være udfordringer mht. genskin fra solcellepanelerne.

De skitserede placeringer er vejledende. Der forekommer muligvis taghætter, udluftninger o.l. som skal indtænkes i den endelige placering og montering af solpanelerne, men umiddelbart ser det ud til at være tagflader, der udelukkende består af hele tagpapflader.



Figur 2 Modulflader med solceller.

Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det at brænde et ekstra lag tagpap på lokalt hvor solcellepanelerne monteres. Dette estimeret til et areal på ca. 200 m<sup>2</sup> til en udgift på 800 kr./m<sup>2</sup>.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Det vurderes at solcelleanlægget vægt udgør mindre end 5% af tagets vægt, og der er derfor behov for en mindre statisk beregning til omkring 25.000 kr.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Såfremt bygningsejer står for 50% af udgifter til klargøring af tagfladen, vil det kommunale solcelleselskab have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Tagpap	0,077 mio. kr.
Statiske beregning	0,025 mio. kr.
Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.	



Figur 4 Luftfoto.  
Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk



Figur 5  
Kilde: GoogleMaps

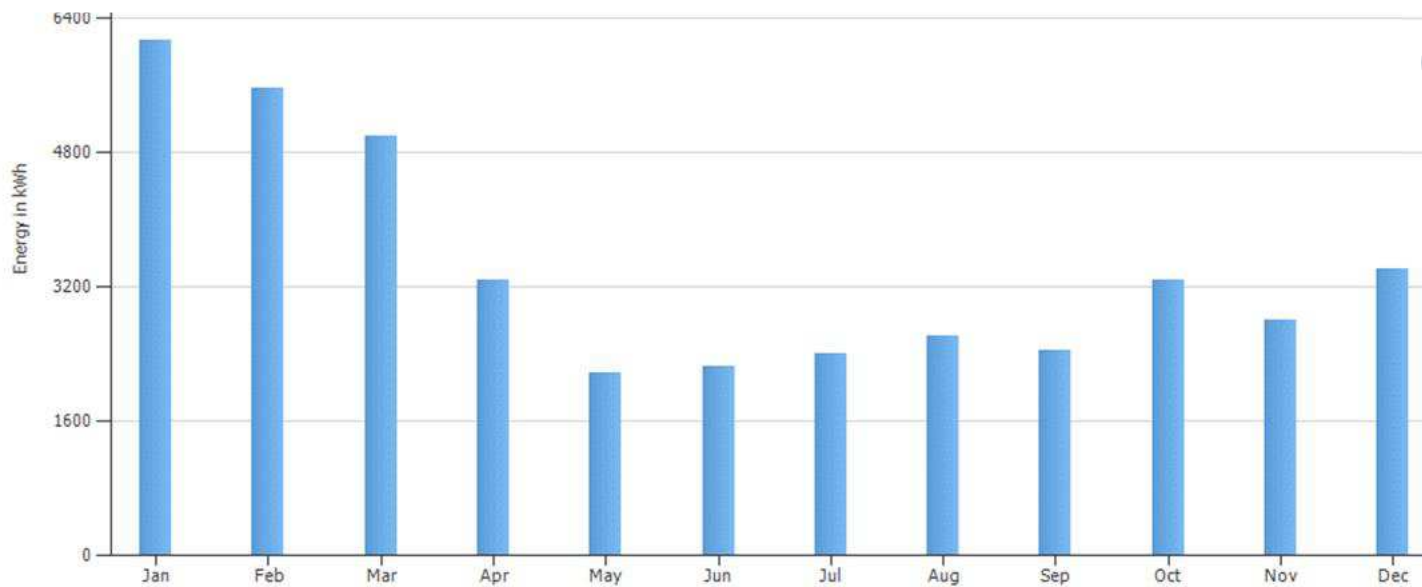
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161105586731	C time	41.230



**Total  
årsforbrug  
41.230  
kWh/år**

04\_5\_Vigerslev Allé 1A -  
571313161105586731

Figur 6: Forbrugsmønster summeret på månedsbasis for 2022. Baseret på timebaseret målerdata fra eloverblik.dk med målerID som illustreret i Tabel 1.

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius C Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,3531	kr / kWh
Rådighedstarif	0,3226	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	25.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	76.800	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>	<b>Lavlast</b>	<b>Højlast</b>	<b>Spidslast</b>	
Vintertarif (oktober – marts)	15,09	45,28	135,84	
Sommertarif (april – september)	15,09	22,64	58,87	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	32,26	32,26	32,26	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	

1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med affagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.  
 2. Rådighedstariffen anvendes kun for egenproducenter med selvstændig måler på produktionsanlægget – typisk anlæg større end 50 kWh.  
 3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. [Læs mere her](#)

### Lastperioder

Vinter   alle dage	Lav last	Høj last	Spids last	Høj last
Sommer   alle dage	Lav last	Høj last	Spids last	Høj last
	00.00-06.00	06.00-17.00	17.00-21.00	21.00-24.00

Figur 7 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnemement/>



# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 8: Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer. Fordelen ved disse systemer er at de har en lav hældning på 10-15 grader som sikrer lave vindlaste som gør montagen via ballast lettere, de er svære at se fra gadeniveau, de skygger ikke for hinanden og de producerer strøm med en produktionskurve som dækker et større del af dagen end sydvendte solceller.

Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom at tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.

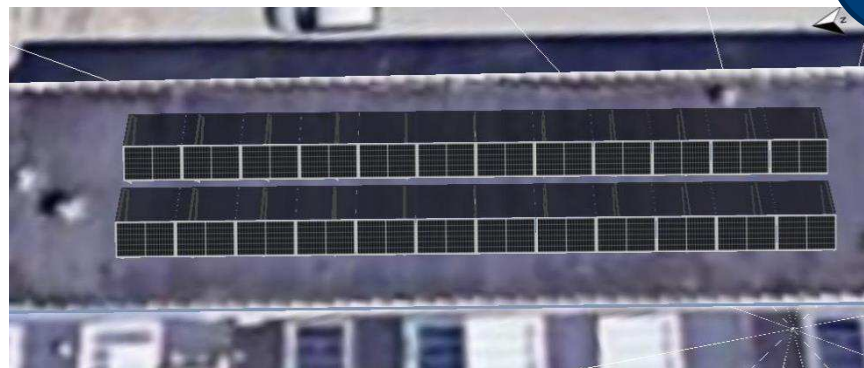


Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

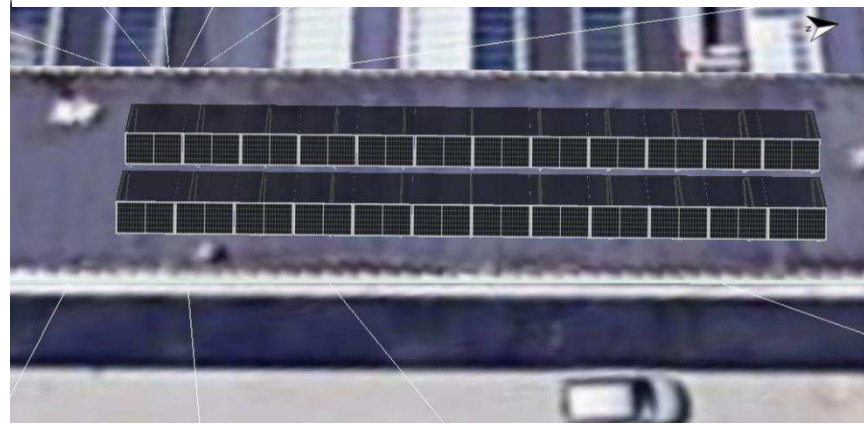
Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.

**Forslag**



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

**I Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

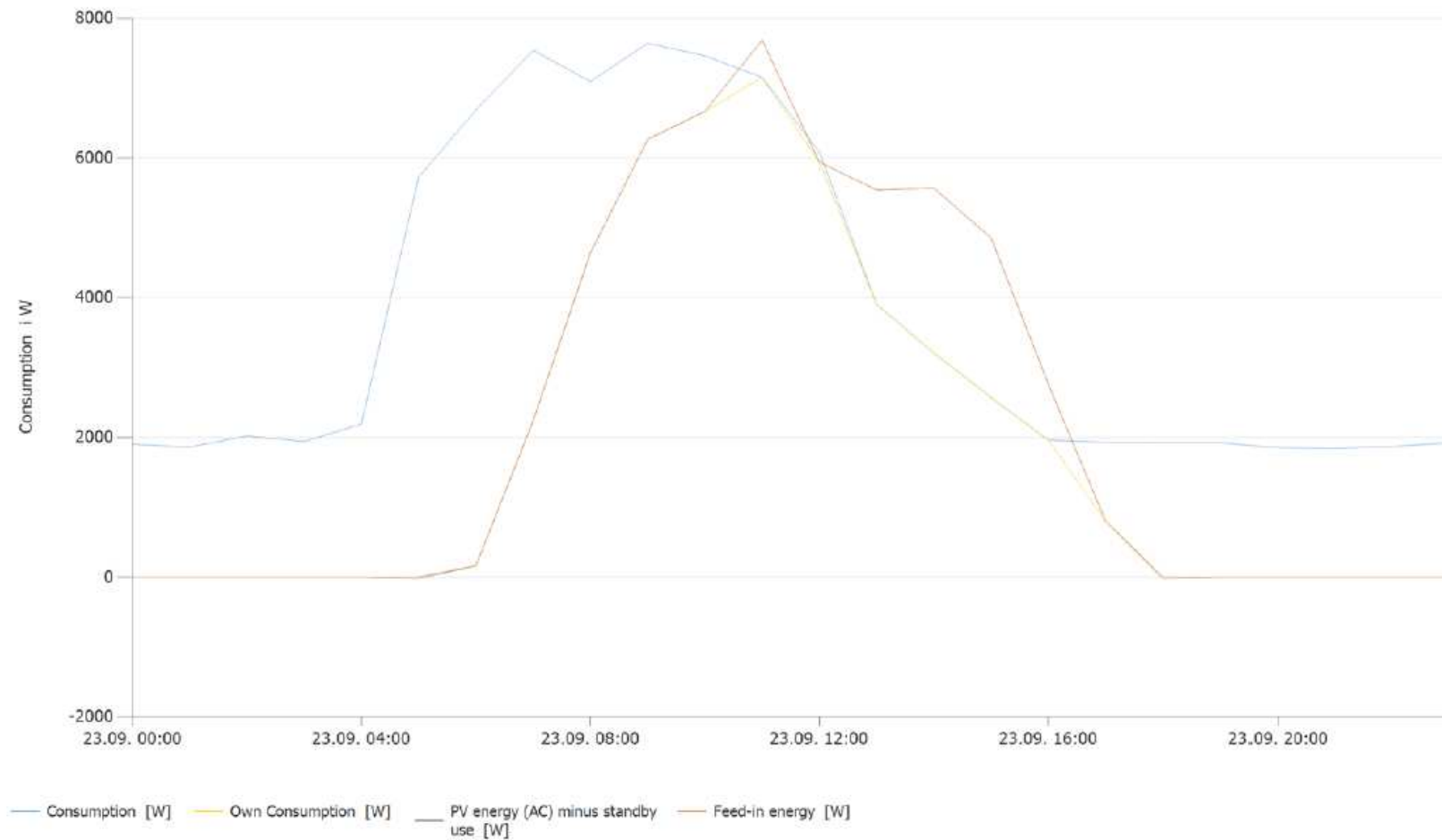
Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		4.1 FORSLAG
	Enhed	Vigerslev Allé 1A
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	187
Antal solcellepaneler	stk.	95
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>18</b>
PV output (AC net)	kWh / år	16.242
Egetforbrug	kWh / år	10.827
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	5.415
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
Selvforsyningsgrad	%	26%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>1,1</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

**Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug (tidserier)



# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		4.1 FORSLAG
	Enhed	Vigerslev Allé 1A
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	-6.096
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	27.620
Årlig indtjening	Kr.	-244

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		4.1 FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Vigerslev Allé 1A
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>18</b>
Antal solcellepaneler	stk.	48
Solcelleareal	m2	95
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>889</b>
PV output (AC net)	kWh / år	16.242
Egetforbrug	kWh / år	10.827
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	5.415
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	145.920
Inverter	kr.	10.944
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	25.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	76.800
Uforudsete udgifter	kr.	27.466
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>302.130</b>
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	1.459
Udgift til Indfødningstariffer af overproduktion	kr. / år	433
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	-
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	3.823
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	21.654
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	3.791
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>16.875</b>
Selvforsyningsgrad	%	26%
CO2 besparelse	Tons / år*	1,1
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>17,9</b>
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	16.564
<b>Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	<b>1,57</b>

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 0,3 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 16.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 16.800 kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 1,1 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at anlægget har en relativt lang tilbagebetalingstid, da der ikke opnås stordriftsfordele grundet det lille årsforbrug og det relativt lille solcelleanlæg.

Forsynes flere hovedmålere vil anlægget kunne udvides og rentabiliteten vil blive bedre. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen, såfremt det besluttet at lægge nyt tagpap på. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold den det reelle areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed hvis der forsynes flere hovedmålere eller ved eventuelt at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		4.1 FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Vigerslev Allé 1A
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>18</b>
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	76.800
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	145.920
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>302.130</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	95
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	16.564
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>889</b>
PV output (AC net)	kWh / år	16.242
Egetforbrug	kWh / år	10.827
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	5.415
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>16.875</b>
Selvforsyningsgrad	%	26%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år*	1,1
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>17,9</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,6

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	95	m2
Effekt	18,24	kWp
Produktion/kWp	888,79	kWh/kWp
Produktion	16.242	kWh/år
Anskaffelse + montering	277.130	kr.
Projektledelse + rådgivning	25.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	302.130	kr.

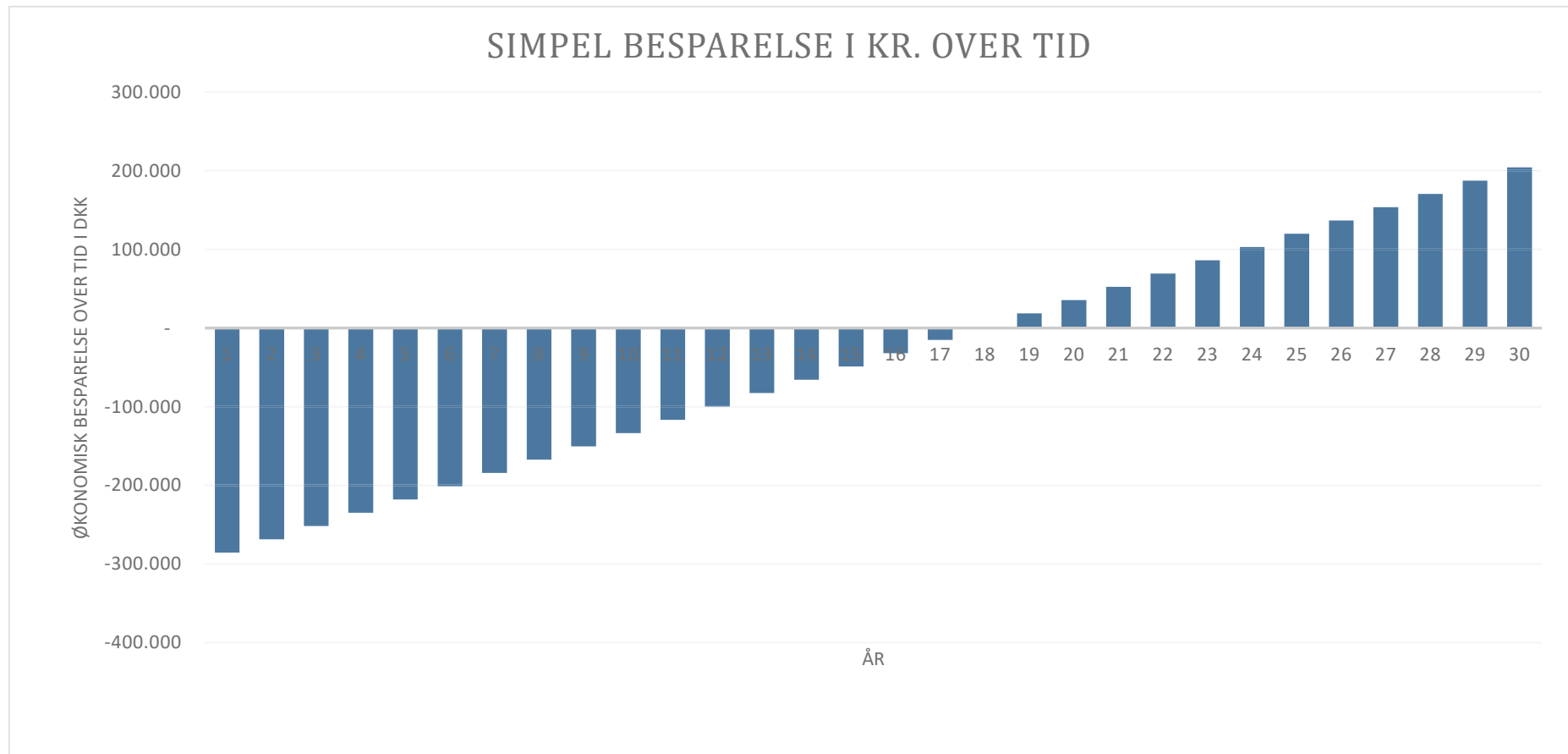
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	10.944	kr.
Andel egenproduktion	67%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,3531	kr/kwt
<i>Rådighedstarif (betales over 50 kW)</i>	0,3226	kr/kwt
Indfødningsstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	781	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, ect.	10.000	kr/år
total drift	11.281	kr/år

## BILAG 2



Figur 10: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.



# POTENTIALANALYSE – SOLCELLER

## AKTIVITETSCENTER SAMVÆRSTILBUD



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>4</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Sundbygårdsvej 1, 2300 København S.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af luftfotos samt beskrivelser og statiske beregninger fra Byggesagsarkivet.

Tagfladens beskaffenhed vurderes som velegnet til opsætning af solceller, med minimal risiko for negativ påvirkning af ejendommens visuelle udtryk.

De sort graverede felter i figur 2 afspejler solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens elforbrug. En fuld udnyttelse af tagfladen vurderes ikke at være tilrådeligt hvis der er et ønske om at bygningen selv kan aftage størstedelen af den producerede strøm.

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør 1.704 m<sup>2</sup>. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.





## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Det vurderes at tagpapbelægningen er renoveret omkring år 2021 hvor grus og sten er fjernet fra taget. Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det ikke at udskifte tagmembranen.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Bygningen har et fladt tag som oprindeligt bestod af sten, tagpap, brædder og spær med en samlet vægt på  $100 \text{ kg/m}^2$  ( $0,98 \text{ kN/m}^2$ ). Solceller inkl. montagesystem og ballast er ved denne udlægningsplan beregnet til at udgøre en last på  $0,14 \text{ kN/m}^2$ , hvorfor yderligere dokumentation af tagets bæreevne er nødvendig. Grundet det tilgængelige materiale i byggesagsarkivet med statiske beregninger vurderes det at udgiften til den statiske dokumentation vil være omkring 30.000 kr.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

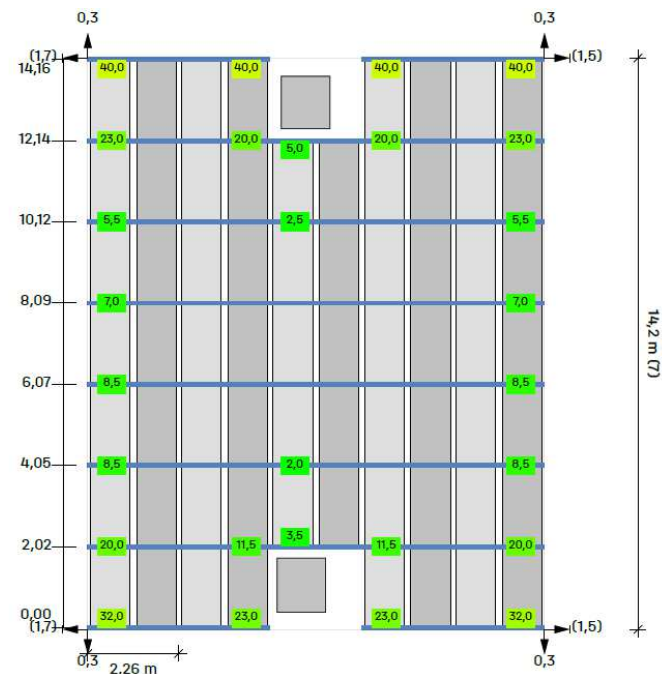
Såfremt bygningsejer står for 50% af udgifter til klargøring af tagfladen, vil det kommunale solcelleselskab have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Statiske beregning 0,03 mio. kr.  
Evt. forstærkning af tag vurderes ikke som værende relevant og er derfor ikke prissat.

P. E. MALMSTRØM RÅDGIVENDE INGENIØRFIRMA		SUNDBYGÅRD	0546
Beregnet: jhh	Skrevet:	Vedr.: BELASTNINGER	Beregnet nr.: 1,01
Kontrol:	Korrektur:		Side: 1,01
<p>på 12 cm dæk:</p> <p>0,3 cm linoleum 4 <math>\text{kg/m}^2</math></p> <p>4,5 cm anhydrit 102 -</p> <p>4,2 cm gran, kork 4 -</p> <p>6,0 cm lecabeton <math>\gamma = 600</math> 36 -</p> <p style="text-align: right;">146 <math>\text{kg/m}^2</math></p>			
<p>på 12 cm dæk (terrasse)</p> <p>Iconitfliser + 3 lag pap 26 <math>\text{kg/m}^2</math></p> <p>2 x 5 cm foamglas 20 -</p> <p>Afretn. gnsnl. 5 cm lecabeton 30 -</p> <p style="text-align: right;">76 <math>\text{kg/m}^2</math></p>			
<p>Tagkonstruktion (sten, pap, brædder og spær)</p> <p style="text-align: right;">100 <math>\text{kg/m}^2</math></p>			

Figur 3: Udklip fra statisk vurdering 1970

Kilde: Byggesagsarkivet IBRUGTAGNINGSTILLADELSE d. 7. maj 2020



Figur 4: Eksempel på udlægningsplan med angivet ballast i randsoner.

Kilde: K2 base statisk rapport udarbejdet for den venstre bygning på Sundbygårdsvej

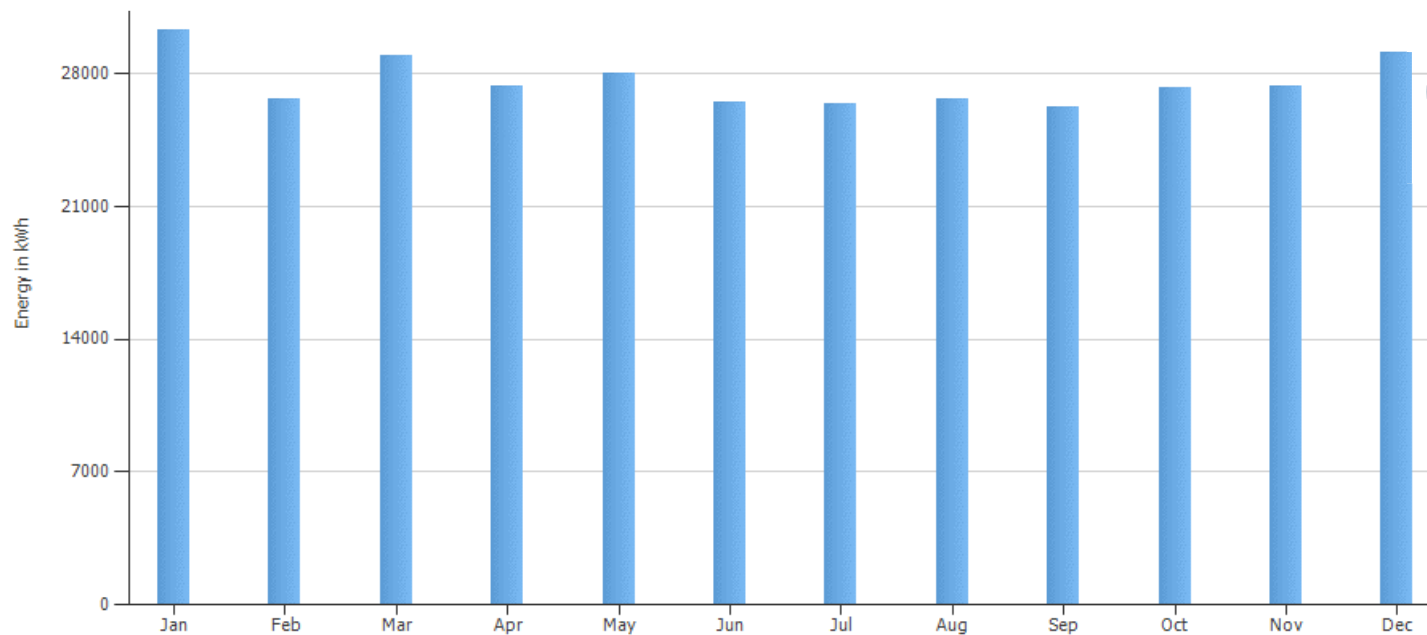
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161104935783	B-lav	330.543
571313161160281206	C time	383



05\_571313161104935783

Figur 3: Forbrugsmønster summeret på månedsbasis for 2022. Baseret på timebaseret målerdata fra eloverblik.dk med målerID som illustreret i Tabel 1.

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,2114	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	30.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	0	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget befaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>				
Hverdage	Lav last	Spids last	Høj last	
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>				
Hverdage	Lav last	Høj last		
Weekend & helligdage	Lav last			
	00.00-06.00	06.00-24.00		

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer. Fordelen ved disse systemer er at de har en lav hældning på 10-15 grader som sikrer lave vindlaste som gør montagen via ballast lettere, de er svære at se fra gadeniveau, de skygger ikke for hinanden og de producerer strøm med en produktionskurve som dækker et større del af dagen end sydvendte solceller.

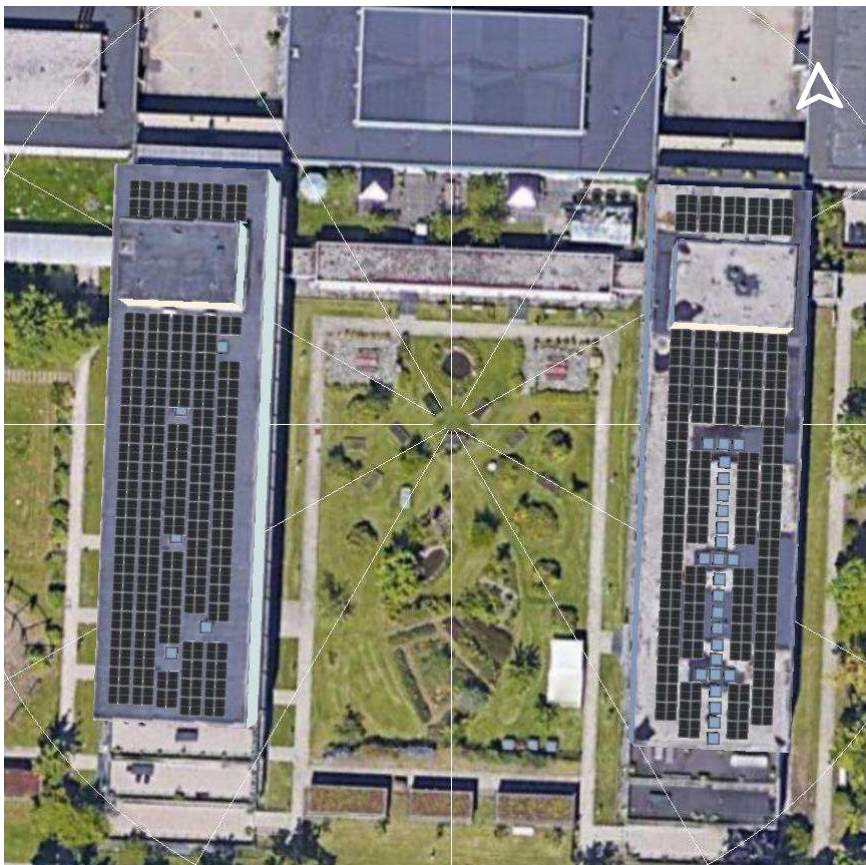
Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.



### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom at tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



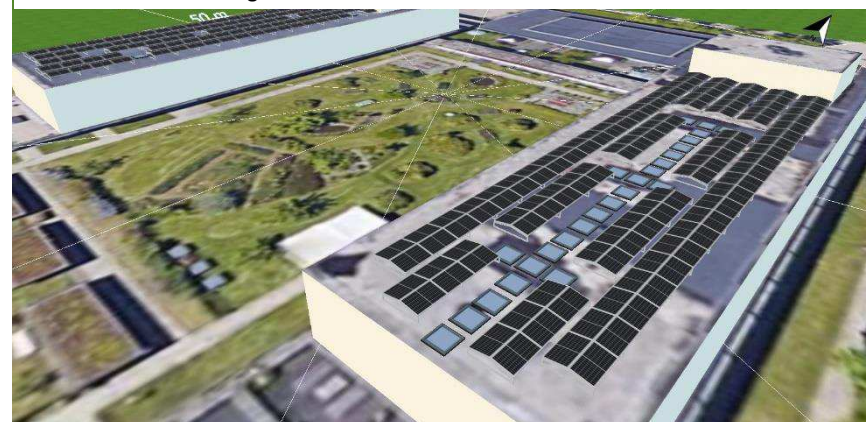
Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

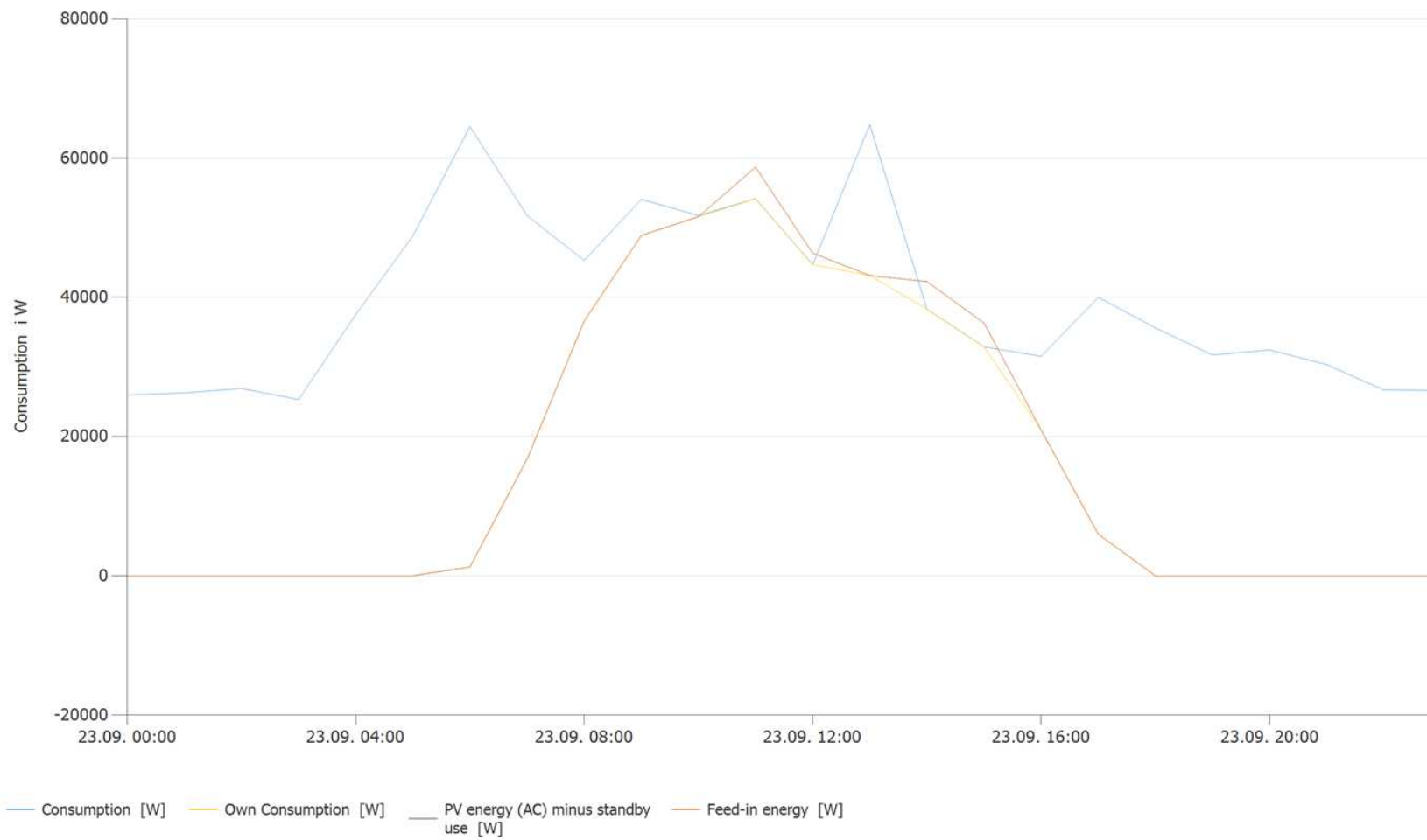
Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		5. FORSLAG
	Enhed	Aktivitetscenter
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	1.576
Antal solcellepaneler	stk.	798
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>154</b>
PV output (AC net)	kWh / år	129.706
Egetforbrug	kWh / år	99.408
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	30.298
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>77%</b>
Selvforsyningsgrad	%	30%
<b>CO<sub>2</sub> besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>8,6</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel	5. FORSLAG	
	Enhed	Aktivitetscenter
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	2.657.530
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	2.863.550
Årlig indtjening	Kr.	106.301

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Sammenligning af resultater		5. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Aktivitetscenter
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>154</b>
Antal solcellepaneler	stk.	404
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	798
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>844</b>
PV output (AC net)	kWh / år	129.706
Egetforbrug	kWh / år	99.408
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	30.298
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>77%</b>
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.535.200
Inverter	kr.	97.128
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	30.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Uforudsete udgifter	kr.	167.833
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>1.846.161</b>
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	14.151
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	2.424
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	13.917
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	21.011
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	198.816
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	21.209
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>200.043</b>
Selvforsyningsgrad	%	30%
CO2 besparelse	Tons / år*	8,6
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>9,2</b>
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	12.026
<b>Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	<b>0,75</b>



# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 1.8 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 130.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0.2 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 8,6 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til det tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Sammenligning af resultater		5. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Aktivitetscenter
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>154</b>
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.535.200
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>1.846.161</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	798
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	12.026
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>844</b>
PV output (AC net)	kWh / år	129.706
Egetforbrug	kWh / år	99.408
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	30.298
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>77%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst (middel elpris)</b>	<b>kr. / år</b>	<b>200.043</b>
Selvforsyningsgrad	%	30%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år*	8,6
<b>Simpel tilbagebetalingstid (middel elpris)</b>	<b>Ca. år</b>	<b>9,2</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	0,8

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	798	m <sup>2</sup>
Effekt	153,52	kWp
Produktion/kWp	844,27	kWh/kWp
Produktion	129.706	kWh/år
Anskaffelse + montering	1.816.161	kr.
Projektledelse + rådgivning	30.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>1.846.161</b>	kr.

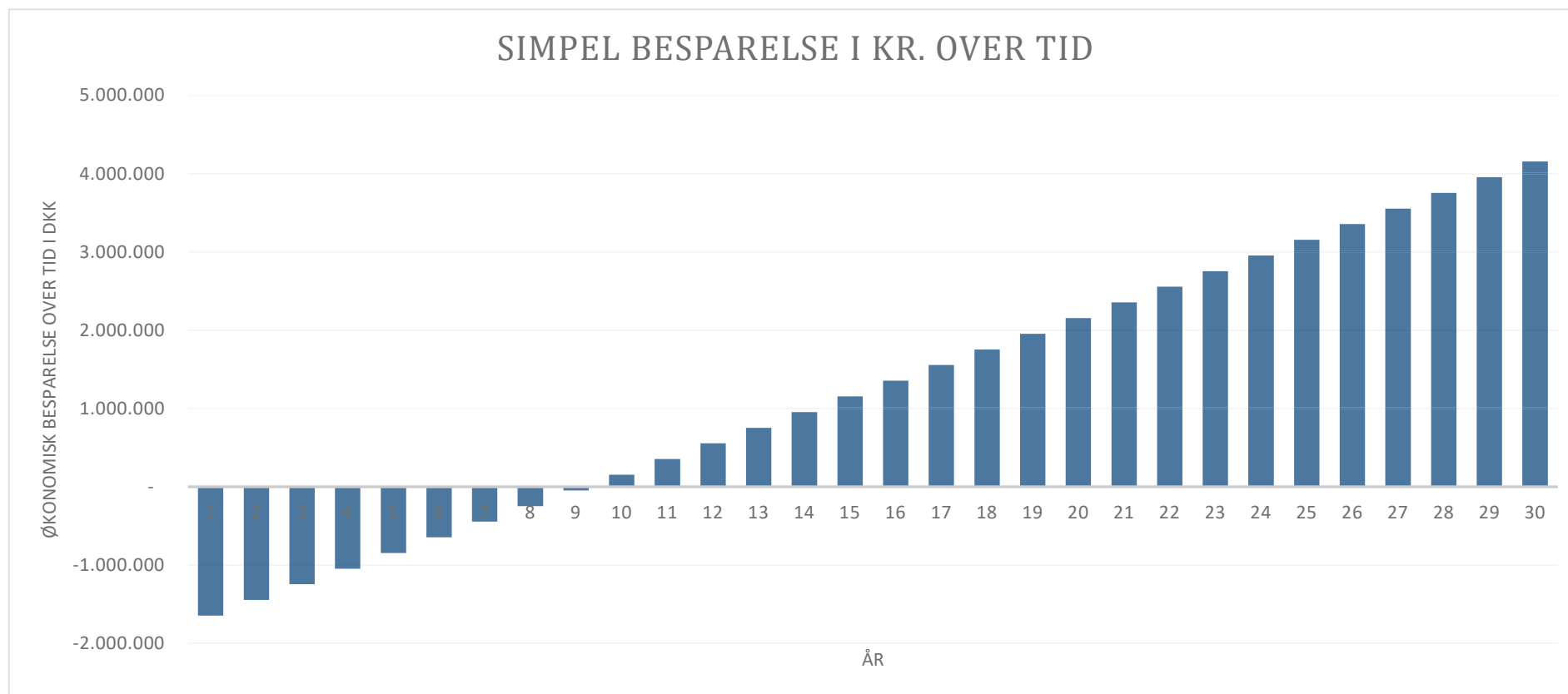
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	97.128	kr.
Andel egenproduktion	77%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, ect.)	0,2114	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	2.756	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, ect.	10.000	kr/år
total drift	13.256	kr/år

## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALANALYSE – SOLCELLER

## SANKT ANNÆ





# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>

# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Sankt Annæ Gymnasium

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: [Skraafoto.kortforsyningen.dk](http://Skraafoto.kortforsyningen.dk)

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

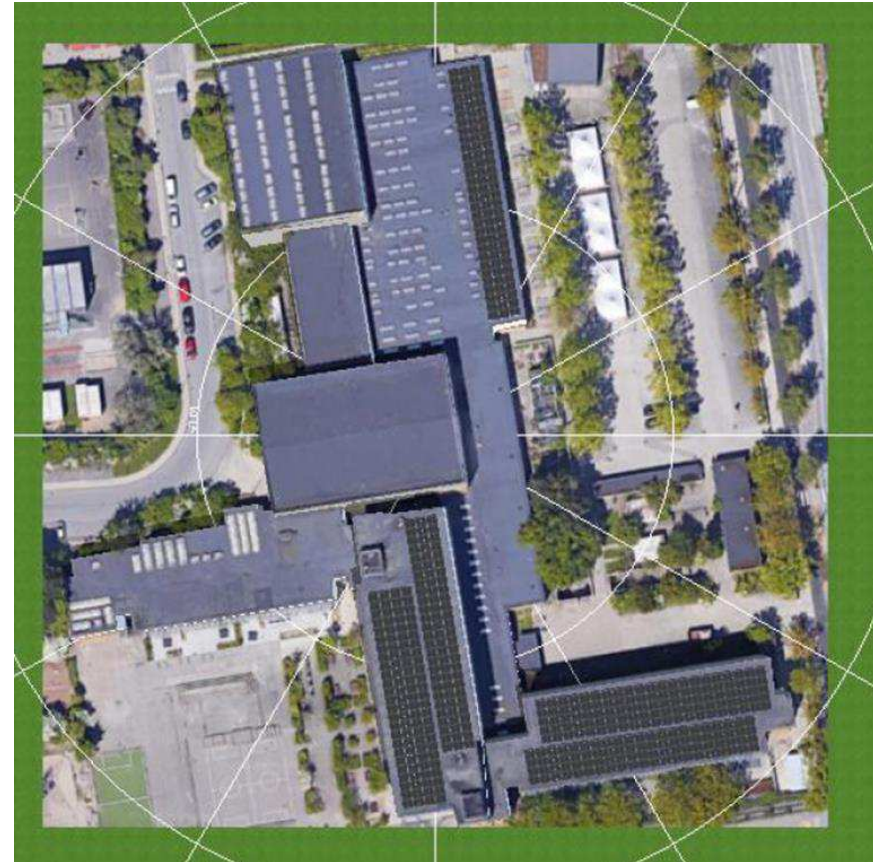
Tagfladen er vurderet på baggrund af tilstandsvurdering gennemført i 2018, luftfotos, snittegninger af byggeriet.

Sankt Annæ er et sammensat bygningskompleks. Bygningen har overvejende flade tage med tagpap. Tagfladen er velegnet til opsætning af solceller, og solcellerne vil ikke ændre ejendommens visuelle udtryk eller skabe problemer med genskin.

De arealer der er prioriteret til solceller er generelt de bygninger der er højest på nær et enkelt areal. Derudover de bygninger med mindst tagspænd. Anlæggenes placering er i optimeret i forhold til placering af hovedmålere.

Arealerne med solceller afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes kun en mindre andel af tagets areal til solceller. (se figur 2.)

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør 5.162 kv. meter. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Tagbelægningernes restlevetid er vurderet i 2018 til at have levetid på mere end 10 år for bygning A, ca. 10 år for bygning B og mindre en 10 år for bygning G.

Ved etablering af solcelleanlæg anbefales det at udskifte tagbelægningen for alle tre bygninger hvor der etableres solceller, også for bygning A hvor restlevetiden er bedømt til mere end 10 år i 2018. Det vil være en omkostning på ca. 800 kr.pr.kv. meter og en samlet pris på 4,1 mio. kr.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Det vurderes at solcelleanlægget vægt udgør mindre end 5% af tagets vægt, dette skal dog eftervises for alle tre tagkonstruktioner og vurderes derfor til en pris af ca. 100.000 kr. Der foreligger statiske beregninger fra 2015 fra en af bygningerne i byggesagsarkivet fra "Nye åbninger i hovedskillevægge og facader i stueetagen".

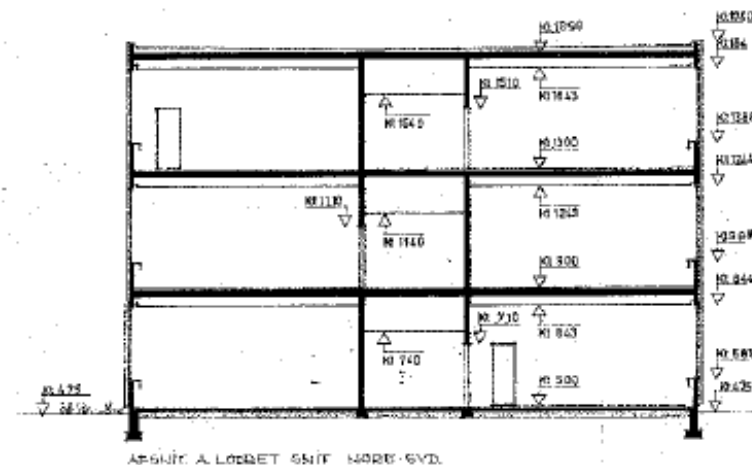
## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Ved etablering af solceller på taget udgør omkostninger til klargøring følgende:

Tagpap	2,0 mio. kr.
Statiske beregning	0,1 mio. kr.
Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.	



Figur 3: Billede af tagbelægning.  
Kilde: Tilstandsvurdering 2022



Figur 4: Snittegning fra statiske beregninger.  
Kilde: Byggesagsarkivet: "Nye åbninger i hovedskillevægge og facader i stueetagen".



# BYGNINGENS EL FORBRUG

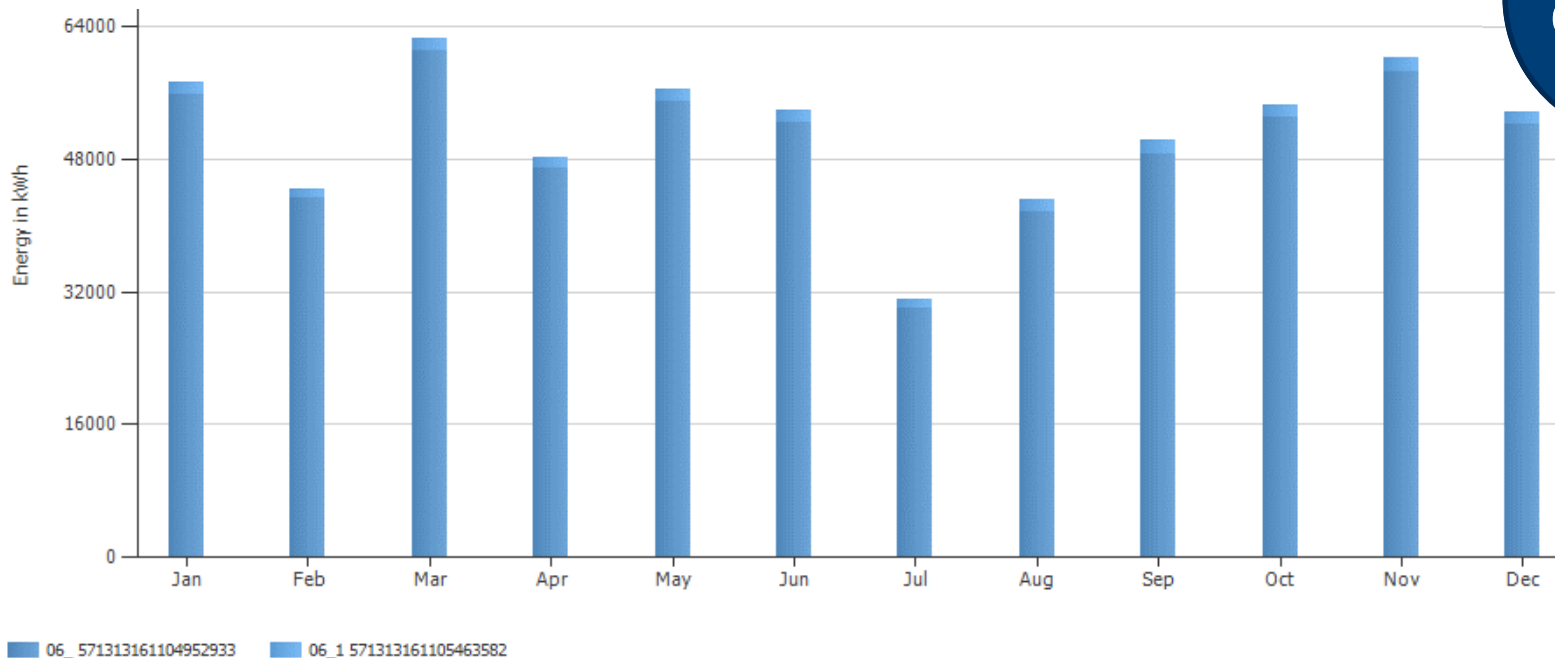
Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen, er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313161104952933	B-lav	598.831
571313161105463582	C time	17.144

**Total  
årsforbrug  
616.000  
kWh/år**



Figur 3: Forbrugsmønster for samtlige målere i bygningen.

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,2092	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	100.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	2.065.536	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>	Lav last		Spids last	Høj last
Hverdage	00.00-06.00		06.00-21.00	21.00-24.00
Weekend & helligdage	00.00-06.00		06.00-24.00	
<b>Sommer</b>	Lav last		Høj last	
Hverdage	00.00-06.00		06.00-24.00	
Weekend & helligdage	00.00-06.00		06.00-24.00	

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; SENS Iqony Solar Energy Solutions. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres med ballast.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For flade tagkonstruktioner anvendes tagfladen bedst muligt ved øst/vest vendte montagesystemer. Fordelen ved disse systemer er at de har en lav hældning på 10-15 grader som sikrer lave vindlaste som gør montagen via ballast lettere, de er svære at se fra gadeniveau, de skygger ikke for hinanden og de producerer strøm med en produktionskurve som dækker et større del af dagen end sydvendte solceller.

Ved anvendelse af ballastløsninger skal der være et fokus på tagets opbygning, og specielt hvis der er blød isolering med tagpap på som øverste del. Her skal det sikres at isoleringen er så trykfast at montagesystemet over tid ikke forårsager tykkelsesdeformationer. Dette kan gøres ved for eksempel at anvende trykfast isolering eller trykfordelingsplader.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.



### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere, skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

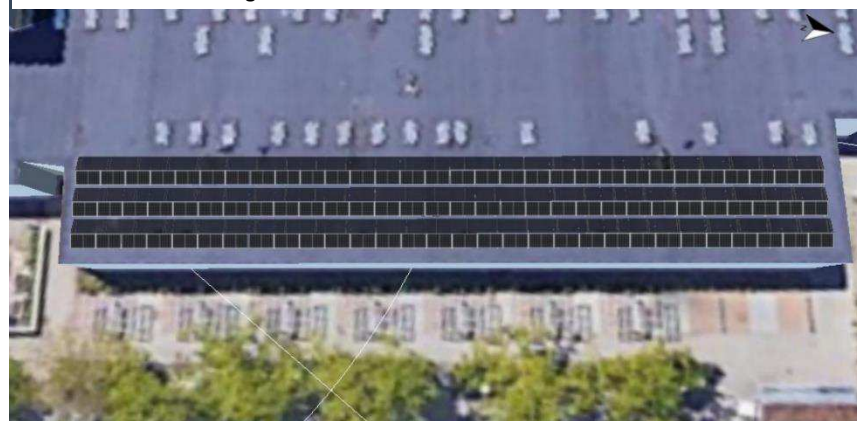
Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.

**Forslag**



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

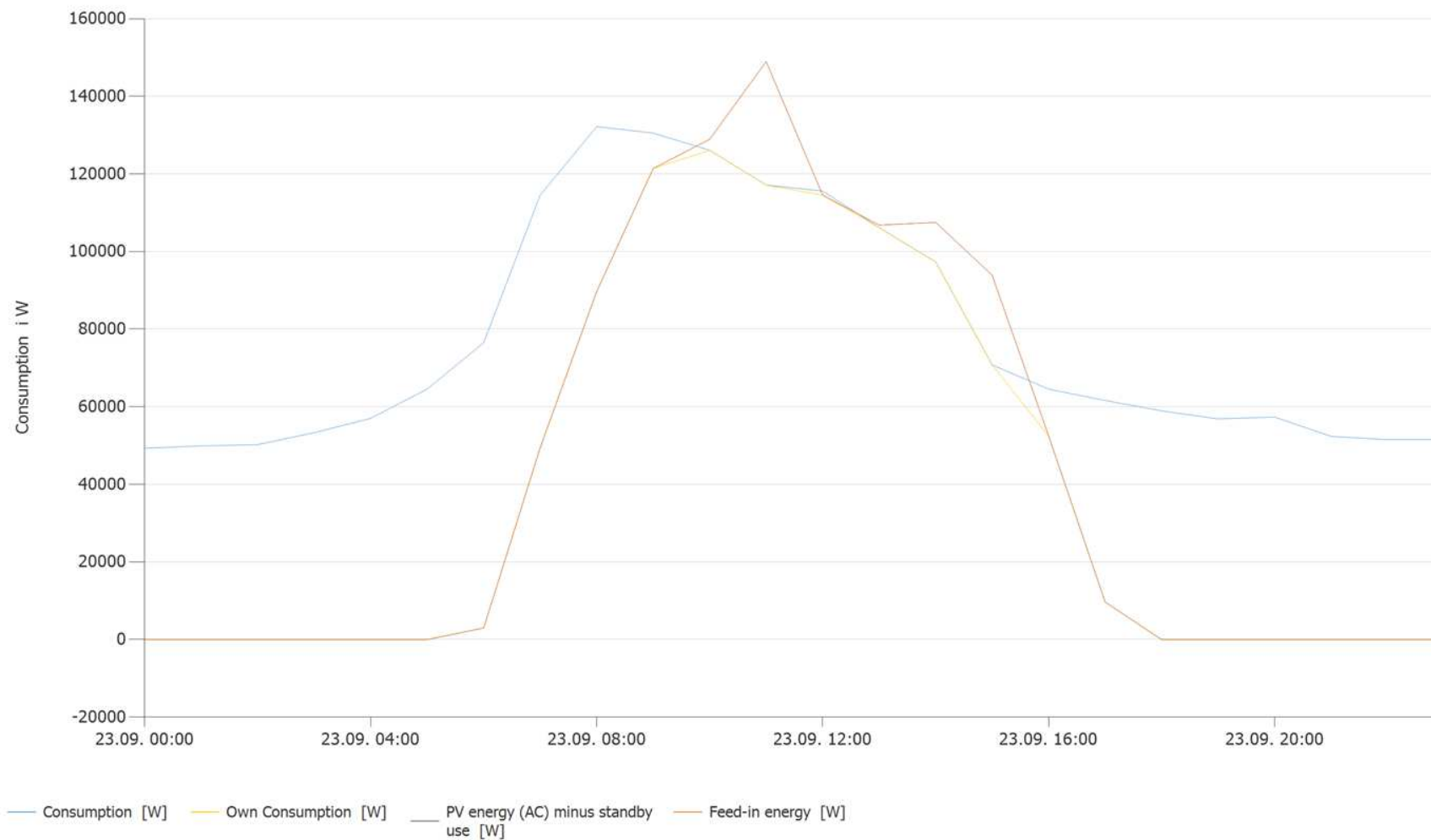
Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		6. FORSLAG
	Enhed	Sankt Annæ
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	3.588
Antal solcellepaneler	stk.	1.817
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>350</b>
PV output (AC net)	kWh / år	312.374
Egetforbrug	kWh / år	209.842
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	102.532
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
Selvforsyningsgrad	%	34%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>20,7</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. september 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		6. FORSLAG
	Enhed	Sankt Annæ
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	3.522.369
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	4.245.056
Årlig indtjening	Kr.	140.895

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		6. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Sankt Annæ
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	350
Antal solcellepaneler	stk.	920
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	1.817
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	893
PV output (AC net)	kWh / år	312.374
Egetforbrug	kWh / år	209.842
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	102.532
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	67%
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	3.496.000
Inverter	kr.	209.760
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	100.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	2.065.536
Uforudsete udgifter	kr.	588.730
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>6.476.026</b>
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	31.464
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	8.203
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	29.378
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	43.909
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	419.684
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	71.772
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>455.821</b>
Selvforsyningsgrad	%	34%
CO2 besparelse	Tons / år*	20,7
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>14,2</b>
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	18.524
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	<b>1,02</b>

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 6,5 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 312.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,46 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 20,7 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes og der udestår detaljer for hvorledes man bedst forbereder tagfladen, hvis det besluttes at lægge nyt tagpap på. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til det tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		6. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Sankt Annæ
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>350</b>
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	2.065.536
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	3.496.000
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>6.476.026</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	1.817
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	18.524
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>893</b>
PV output (AC net)	kWh / år	312.374
Egetforbrug	kWh / år	209.842
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	102.532
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>67%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>455.821</b>
Selvforsyningsgrad	%	34%
CO <sub>2</sub> besparelse	Tons / år*	20,7
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>14,2</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,0



# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	1816,9632	m <sup>2</sup>
Effekt	349,6	kWp
Produktion/kWp	893,05	kWh/kWp
Produktion	312.374	kWh/år
Anskaffelse + montering	6.376.026	kr.
Projektledelse + rådgivning	100.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>6.476.026</b>	kr.

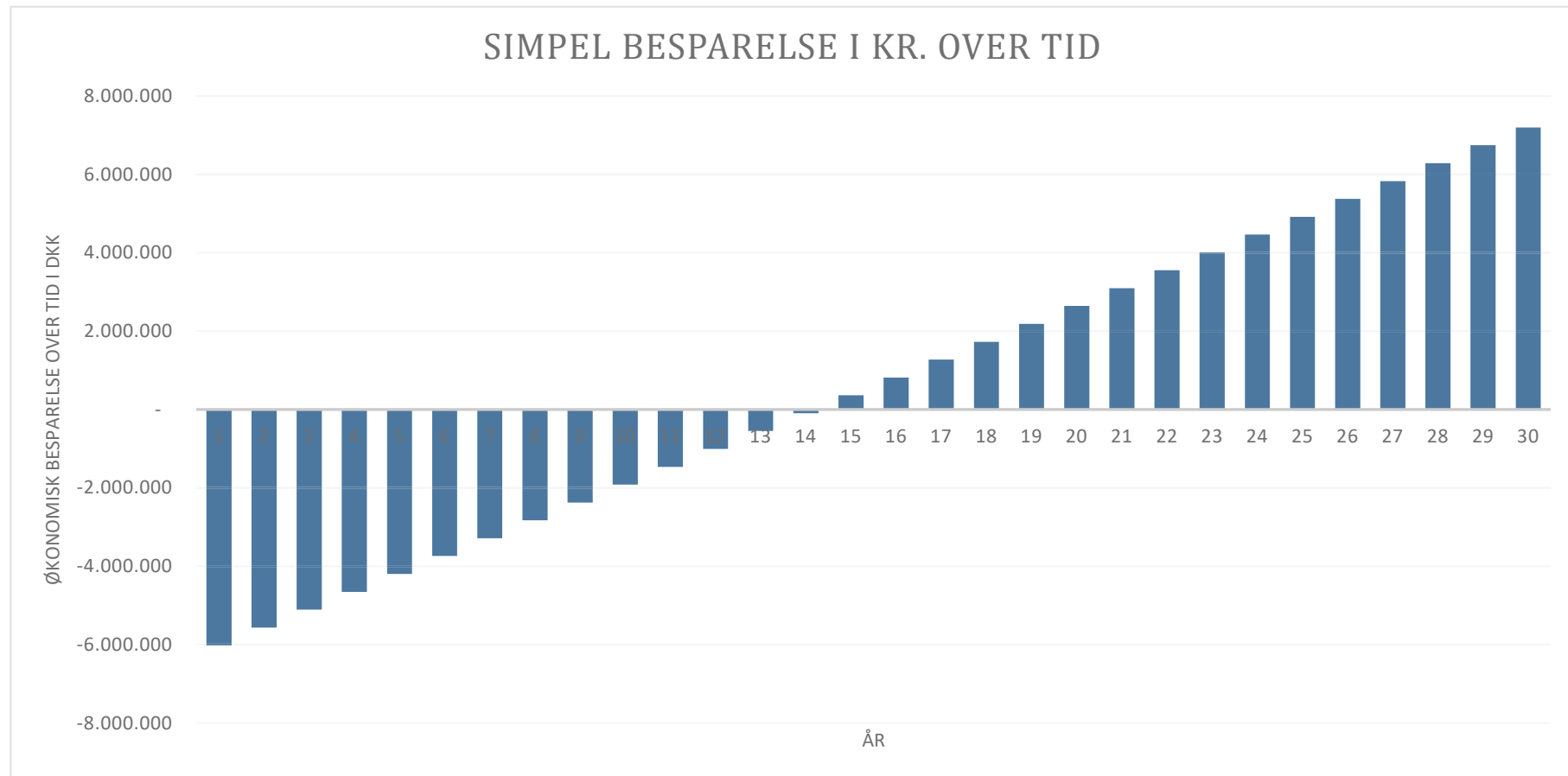
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	209.760	kr.
Andel egenproduktion	67%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,209	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningsstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningsstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	18.396	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	28.896	kr/år

## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## PEDER LYKKE SKOLE



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Peder Lykke Skolen.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.  
Kilde: Skraafoto.kortforsyningen.dk

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af luftfotos, snittegninger af byggeriet samt materiale fra byggesagsarkivet.

Peder Lykke Skolen består af en lang række bygninger med tagpaptage og med en hældning på ca. 10 grader. Den hældning er god i forhold til solcelleanlæg, men kun for de dele af taget der hælder mod syd. Med så lille hældning vil solcellerne ikke ændre ejendommens visuelle udtryk eller skabe problemer med genskin.

Der er allerede et solcelleanlæg på en del af taget der er mest velegnet (24 kWp), og nyt anlæg kan anvende det resterende areal. Dermed kan dokumentation for det første anlæg anvendes i forhold til dokumentation af det nye anlæg mht. statik.

Arealerne med solceller afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes kun en mindre andel af tagets areal til solceller. (se figur 2.)

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør 1.324 kv. meter. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Tagbelægningen vurderes til at have en god kvalitet og med en restlevetid på mere end 10 år. Der er ikke behov for udskiftning af tagdug i forbindelse med opsætning af solceller.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Det vurderes at statiske beregninger for det tidligere anlæg kan indgå i beregninger for det nye anlæg, og dermed formodes omkostningerne at kunne begrænses til ca. 25.000 kr.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Ved etablering af solceller på taget udgør omkostninger til klargøring følgende:

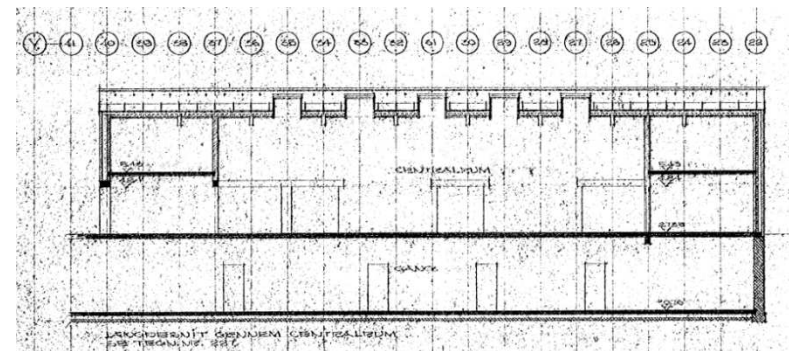
Statiske beregning 0,03 mio. kr.

Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.



Figur 3: Billede af tagbelægning.

Kilde: <https://pederlykkeskolen.aula.dk/> 2020



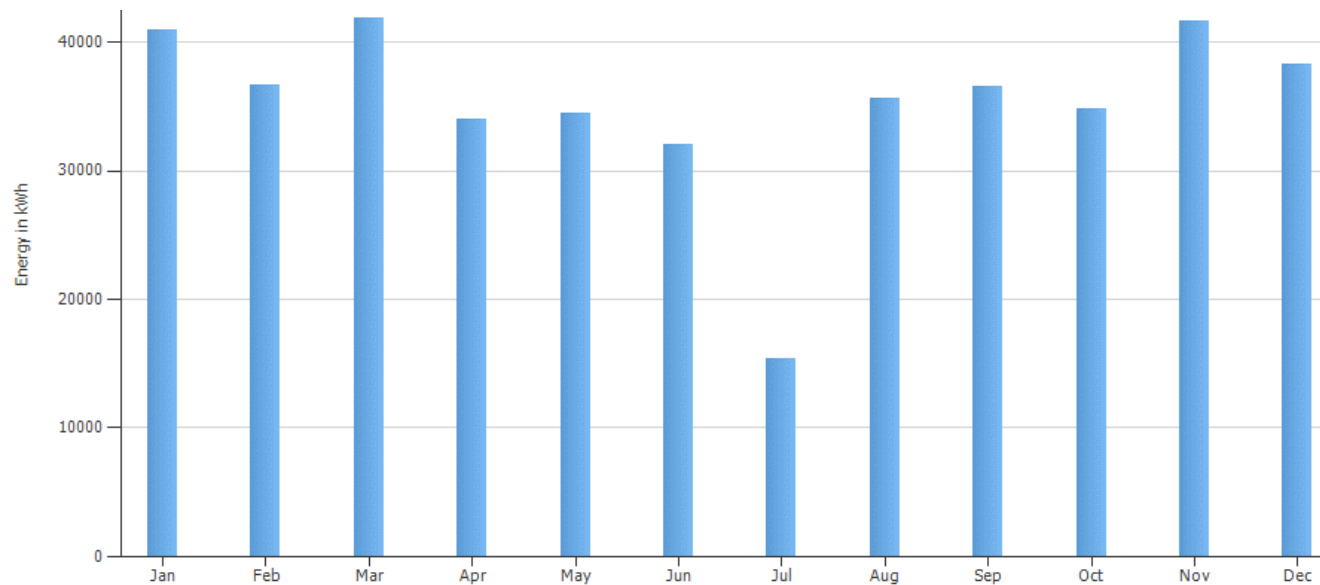
Figur 4: Snittegning med spærafstand. Bygning 9 1972

# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen, er forbruget lagt sammen time for time i simuleringerne. Nedenfor ses månedsforbrug over et år. I tilfælde af flere afregningsmålere skal solcelleanlæggene deles op og dimensioneres efter forbruget på de individuelle målere, eller alternativt skal målerne omlægges til kun at indeholde én afregningsmåler. Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabellen til højre.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313179100441771	B-lav	422.149



07 - 571313179100441771

Figur 3: Forbrugsmønster for samtlige målere i bygningen.

**Total  
Årsforbrug  
422.149  
kWh/år**



# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,2189	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	25.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	0	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>	Lav last	Spids last	Høj last	
Hverdage				
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>	Lav last	Høj last		
Hverdage				
Weekend & helligdage	Lav last		Høj last	
	00.00-06.00		06.00-24.00	

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnemement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%. Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; CIRKEL ENERGI WEBSHOP. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres i tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For tagkonstruktioner med taghældning anvendes montagesystemer som befæstes gennem tagmembranen ned til tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

### 3.3 Simuleret forslag

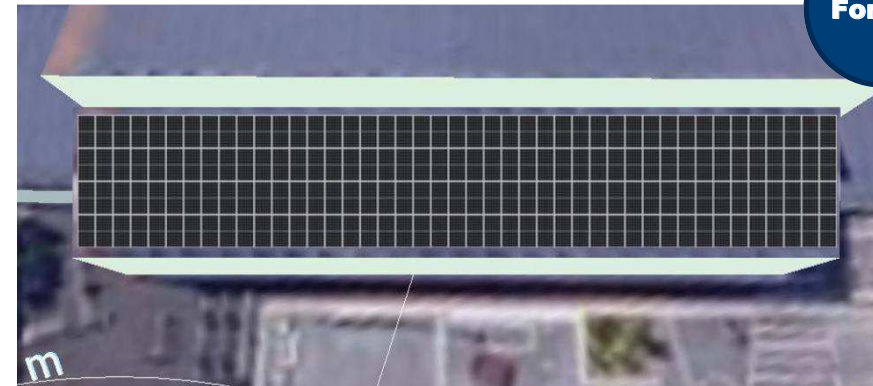
Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere, skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



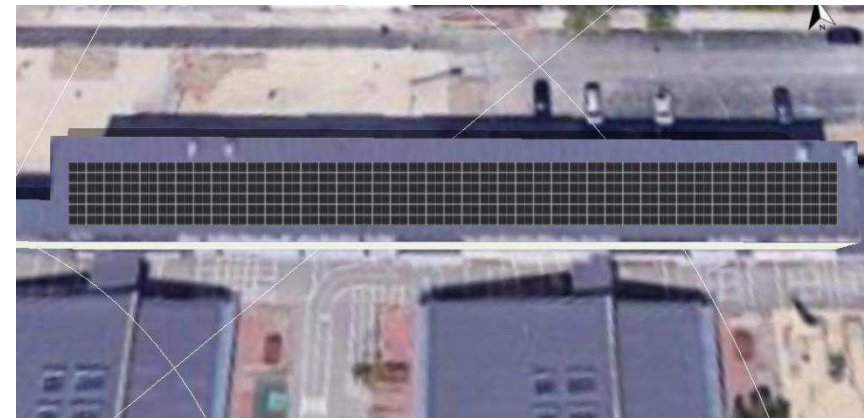
Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

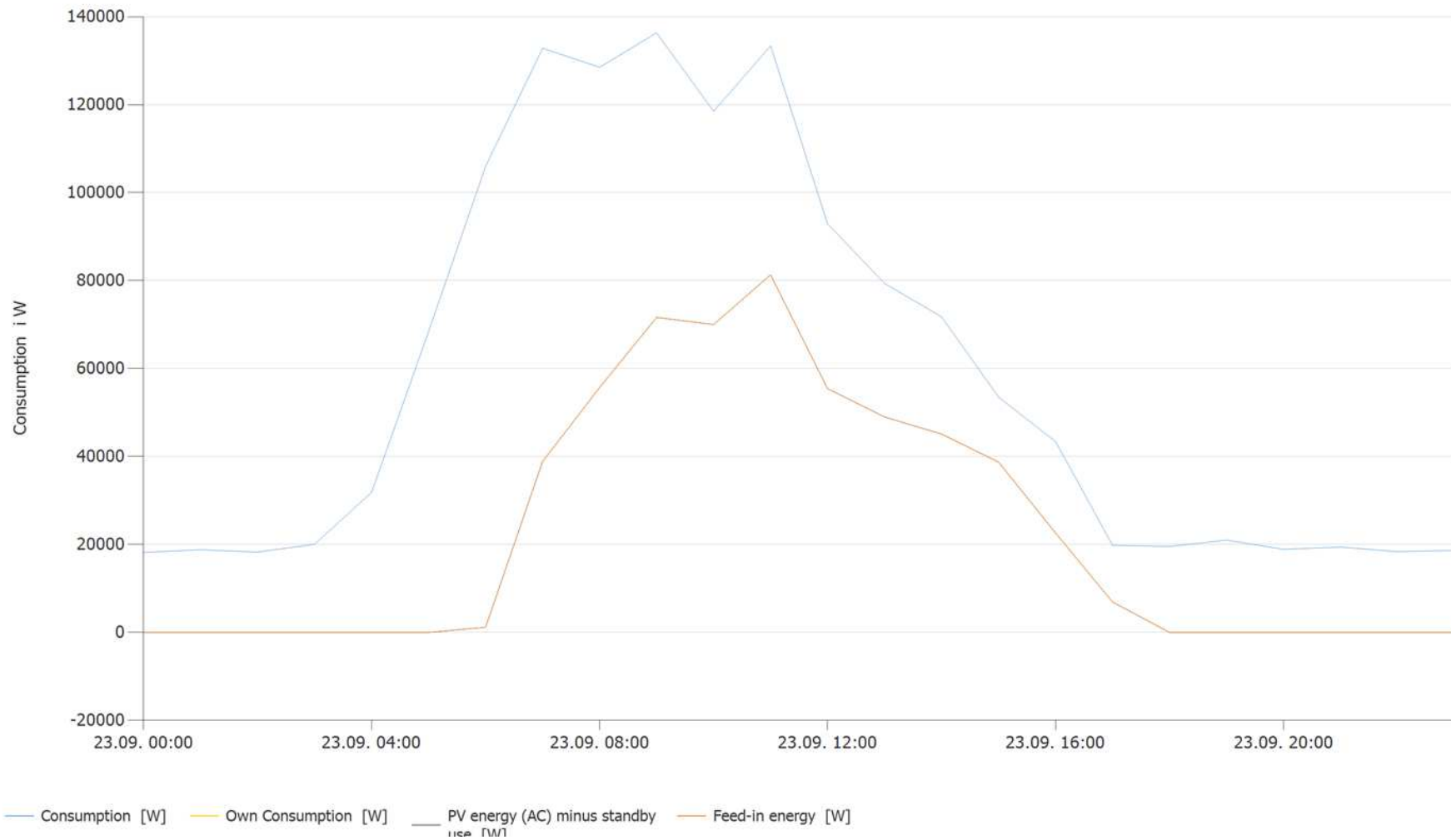
Resultater		7. FORSLAG
	Enhed	Peder Lykke Skolen
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	1.677
Antal solcellepaneler	stk.	849
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>163</b>
PV output (AC net)	kWh / år	147.955
Egetforbrug	kWh / år	104.553
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	43.402
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
Selvforsyningsgrad	%	25%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>9,8</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. september 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.





Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		7. FORSLAG
	Enhed	Peder Lykke Skolen
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	2.966.018
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	3.183.665
Årlig indtjening	Kr.	118.641

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		7. FORSLAG
	Enhed	Peder Lykke Skolen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	163
Antal solcellepaneler	stk.	430
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	849
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	905
PV output (AC net)	kWh / år	147.955
Egetforbrug	kWh / år	104.553
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	43.402
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	71%
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.634.000
Inverter	kr.	98.040
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	25.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Uforudsete udgifter	kr.	177.304
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	1.950.344
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	14.706
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	3.472
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	14.637
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	22.885
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	209.106
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	30.381
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	219.057
Selvforsyningsgrad	%	25%
CO2 besparelse	Tons / år*	9,8
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	8,9
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.936
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	0,69

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 2 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 148.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,22 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 9,8 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold det tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		7. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Peder Lykke Skolen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	163
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	1.634.000
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>1.950.344</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	849
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.936
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>905</b>
PV output (AC net)	kWh / år	147.955
Egetforbrug	kWh / år	104.553
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	43.402
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>219.057</b>
Selvforsyningsgrad	%	25%
CO2 besparelse	Tons / år*	9,8
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år***</b>	<b>8,9</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	0,7

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	849,2328	m <sup>2</sup>
Effekt	163,4	kWp
Produktion/kWp	904,75	kWh/kWp
Produktion	147.955	kWh/år
Anskaffelse + montering	1.925.344	kr.
Projektledelse + rådgivning	25.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>1.950.344</b>	kr.

### Forudsætninger

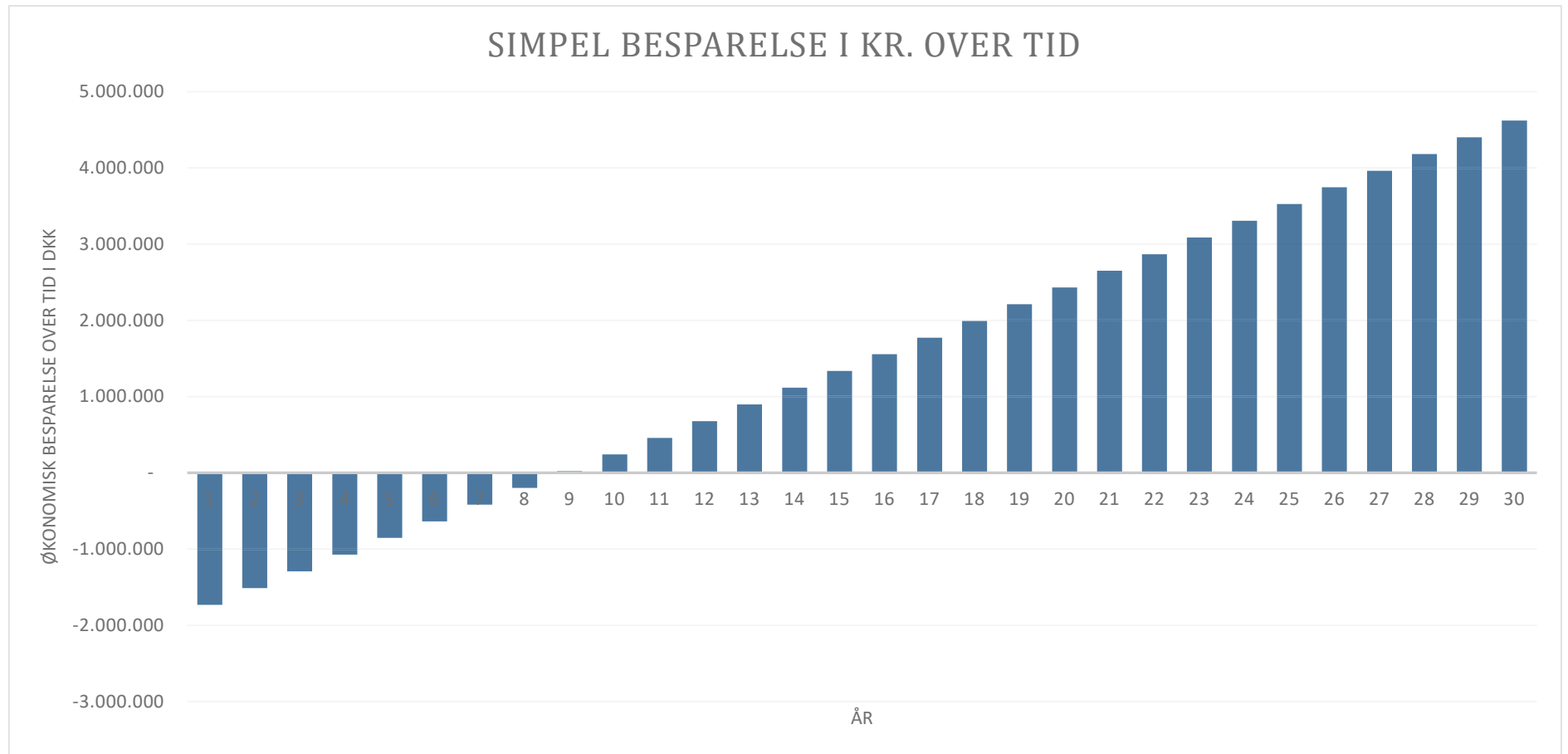
Inverterskift efter 15 år	98.040	kr.
Andel egenproduktion	71%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,219	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningstarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	3.216	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	13.716	kr/år



## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## SUNDPARK BØRNEHAVE OG VUGGESTUE



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>

# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Sundpark børnehave og vuggestue.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: [Skraafoto.kortforsyningen.dk](http://Skraafoto.kortforsyningen.dk)



# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund luftfotos, snittegninger af byggeriet samt materiale fra byggesagsarkivet.

Bygningen har et tagpaptag der hælder mod sydøst. Tagfladen er velegnet til opsætning af solceller, og solcellerne vil ikke ændre ejendommens visuelle udtryk eller skabe problemer med genskin.

Der er allerede et mindre solcelleanlæg på bygningen (3,9 kWp). Dermed kan dokumentation for det første anlæg anvendes i forhold til dokumentation af det nye anlæg mht. statik.

De sort graverede felter i figur 2 afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens elforbrug. En fuld udnyttelse af tagfladen vurderes ikke at være tilrådeligt hvis der er et ønske om at bygningen selv kan aftage størstedelen af den producerede strøm.

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør 821 m<sup>2</sup>. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.



Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Tagbelægningen er ny og af god kvalitet hvorfor der ikke er behov for ny tagdue i forbindelse med etablering af solcelleanlægget.

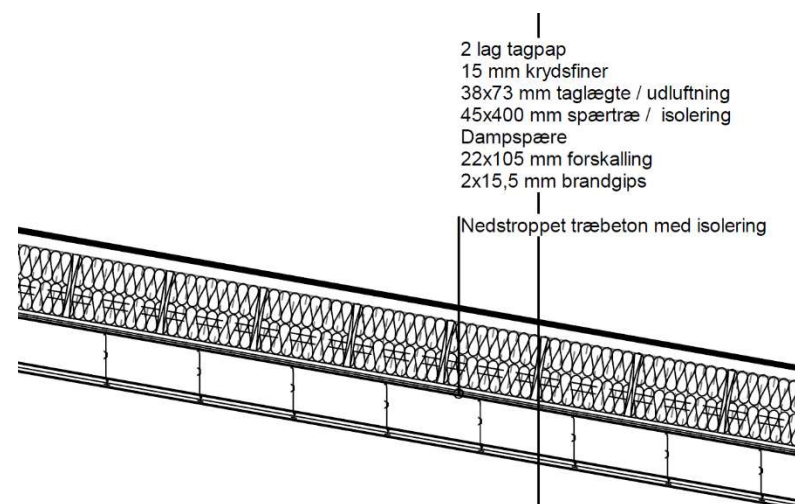
## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Det vurderes at statiske beregning for det tidligere anlæg kan indgå i beregninger for det nye anlæg, og dermed kan omkostningerne begrænses til ca. 25.000 kr. Vægten fra solcelleanlægget formodes at være under 5% af egenlasten fra tagkonstruktionen. Der skal dog være opmærksomhed på at der er en ny tilbygning ovenpå en ældre bygning i beregningen af bæreevnen.

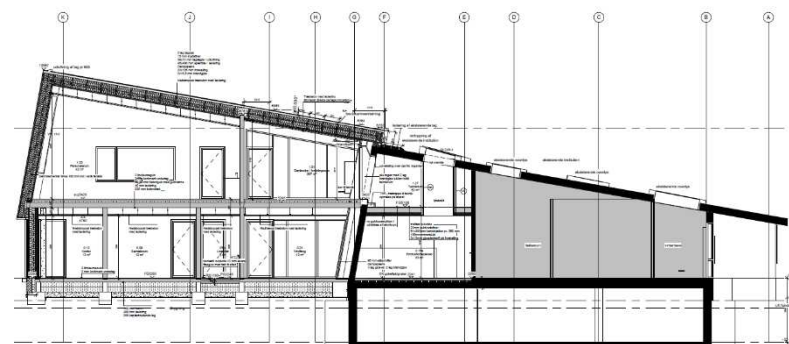
## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Ved etablering af solceller på taget udgør omkostninger til klargøring følgende:

Statiske beregning           0,025 mio. kr.  
Evt. forstærkning af tag er ikke prissat.



Figur 3: Udklip af tagkonstruktionen fra snittegning.



Figur 4: Snittegning af Sundpark

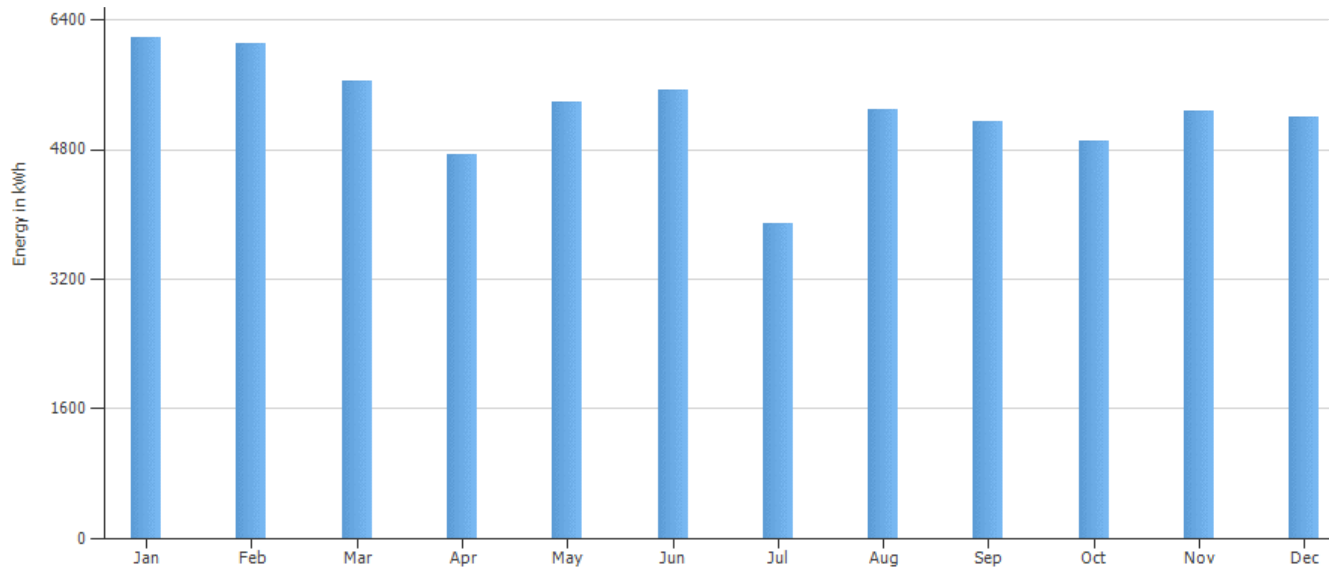
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen, er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313179101711521	B-lav	63.280



08 - 571313161105522845

Figur 3: Forbrugsmønster for samtlige målere i bygningen.

**Total  
Årsforbrug  
63.280  
kWh/år**

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,2114	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	25.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	0	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>	Lav last	Spids last	Høj last	
Hverdage				
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>	Lav last	Høj last		
Hverdage				
Weekend & helligdage	Lav last		Høj last	
	00.00-06.00		06.00-24.00	

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>



# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%. Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; CIRKEL ENERGI WEBSHOP. Eksempel på solceller monteret på tag beklædt med tagpap. Samme oplægningsmetode forventes at kunne benyttes. Befæstelsen udføres i tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

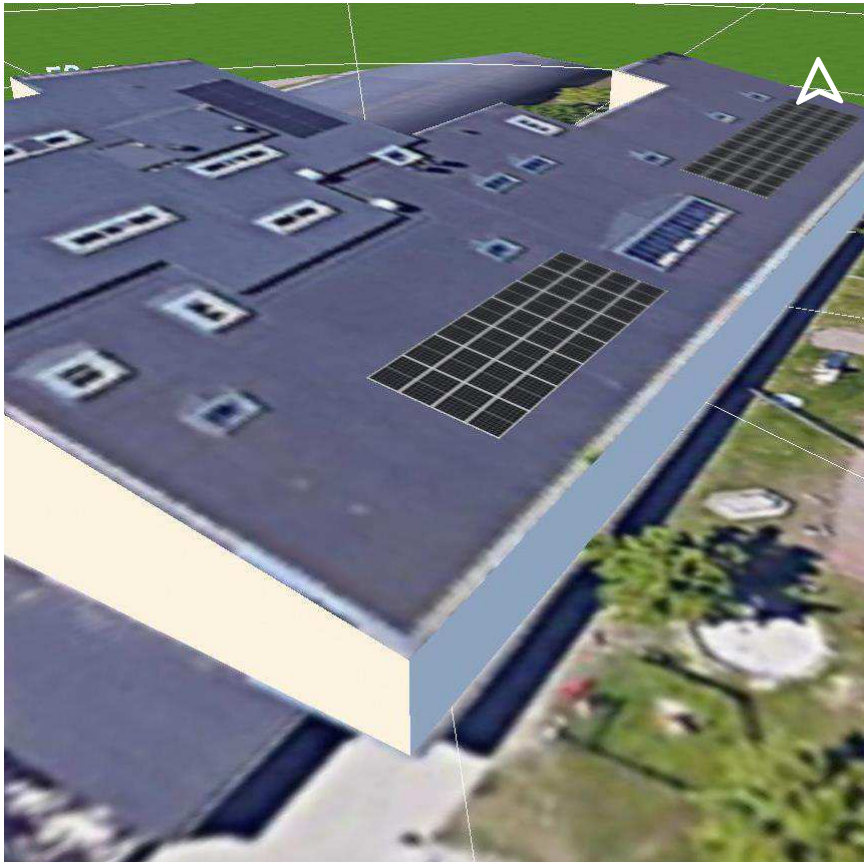
## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagmonterede solcelleanlæg. For tagkonstruktioner med taghældning anvendes montagesystemer som befæstes gennem tagmembranen ned til tagets spær med skærmskiver, bolte og tætningsmateriale.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere, skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

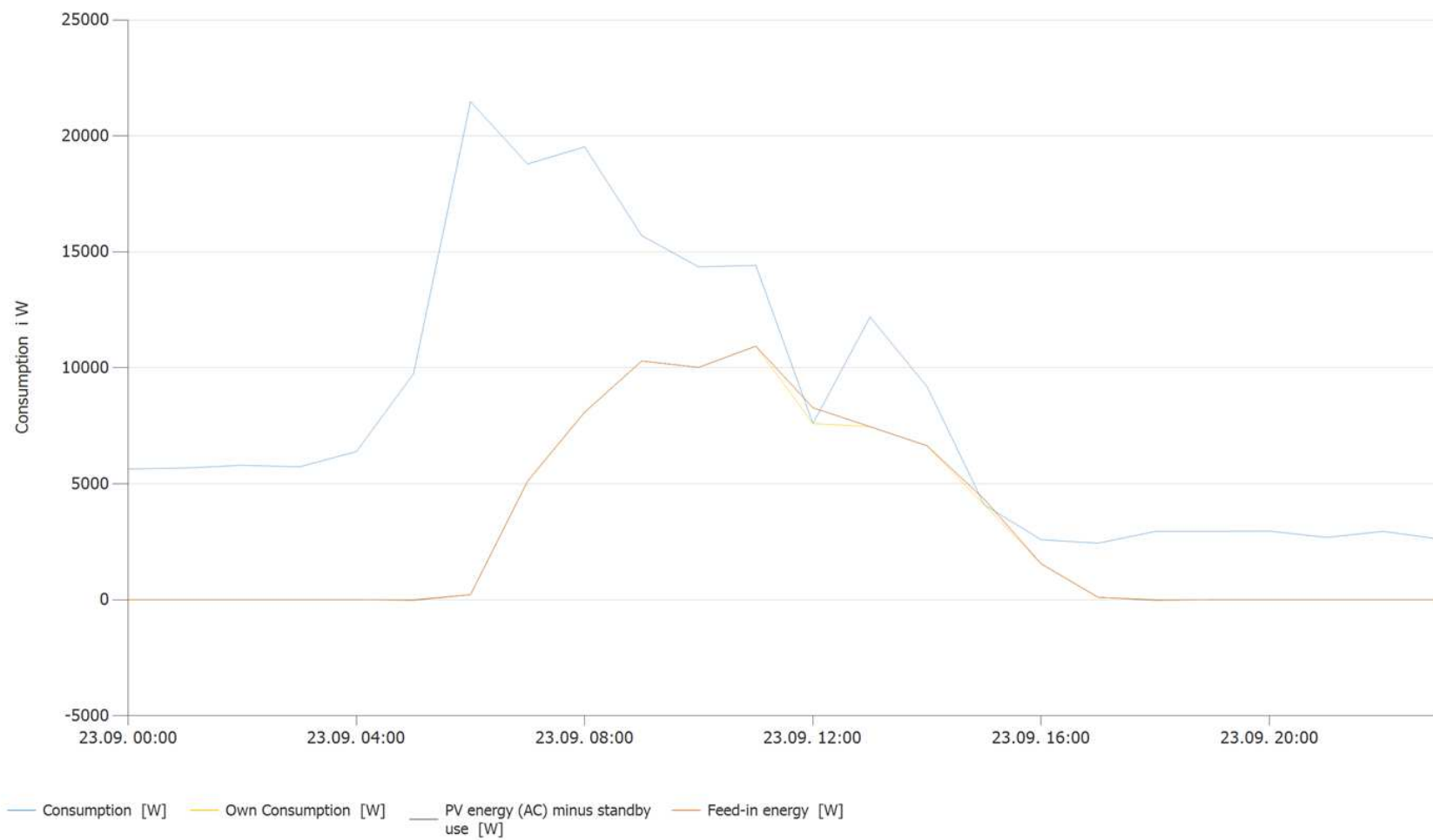
Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		8. FORSLAG
	Enhed	Sundpark Børnehave og vuggestue
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	281
Antal solcellepaneler	stk.	142
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>27</b>
PV output (AC net)	kWh / år	22.314
Egetforbrug	kWh / år	15.656
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	6.658
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>70%</b>
Selvforsyningsgrad	%	25%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>1,5</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. september 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)



# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		8. FORSLAG
	Enhed	Sundpark Børnehave og vuggestue
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	238.322
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	272.239
Årlig indtjening	Kr.	9.533

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		8. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Sundpark Børnehave og vuggestue
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	27
Antal solcellepaneler	stk.	72
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	142
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	814
PV output (AC net)	kWh / år	22.314
Egetforbrug	kWh / år	15.656
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	6.658
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	70%
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	218.880
Inverter	kr.	16.416
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	25.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Uforudsete udgifter	kr.	27.630
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	303.926
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	2.189
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	533
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	-
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	3.309
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	31.312
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	4.661
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	26.060
Selvforsyningsgrad	%	25%
CO2 besparelse	Tons / år*	1,5
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	11,7
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.108
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	1,14

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 0,3 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 22.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,026 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 1,5 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Den korte tilbagebetalingstid er forårsaget af at omkostninger til forberedelse af tagfladen er små, og selvom anlægget er relativt lille, har det en kort tilbagebetalingstid.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		8. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Sundpark Børnehave og vuggestue
<b>Installeret effekt</b>		<b>kWp</b> 27
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	218.880
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>303.926</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	142
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	11.108
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>814</b>
PV output (AC net)	kWh / år	22.314
Egetforbrug	kWh / år	15.656
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	6.658
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>70%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>26.060</b>
Selvforsyningsgrad	%	25%
CO2 besparelse	Tons / år*	1,5
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>11,7</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,1

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	142,19712	m <sup>2</sup>
Effekt	27,36	kWp
Produktion/kWp	814,45	kWh/kWp
Produktion	22.314	kWh/år
Anskaffelse + montering	278.926	kr.
Projektledelse + rådgivning	25.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>303.926</b>	kr.

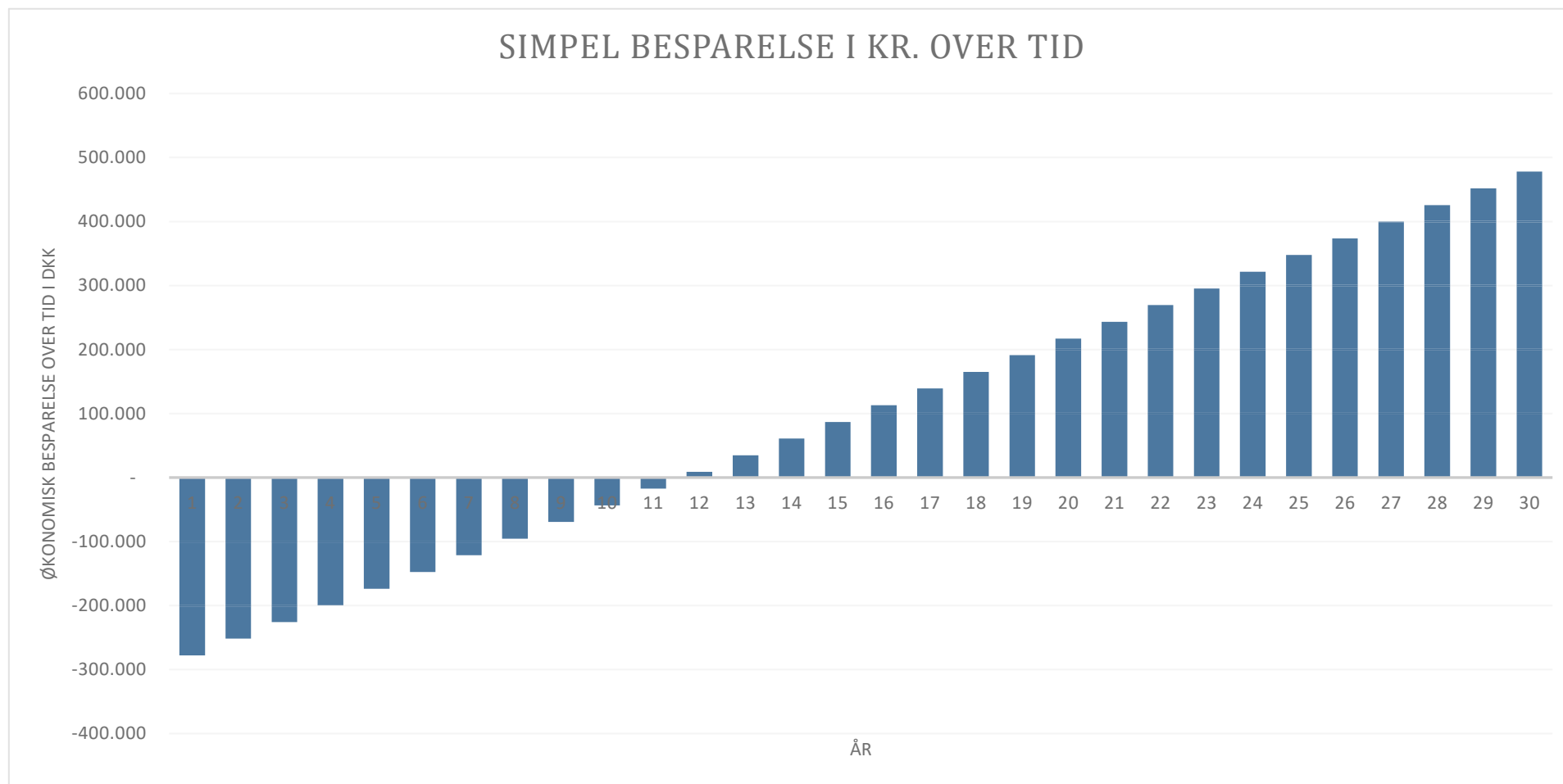
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	16.416	kr.
Andel egenproduktion	70%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,211	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningsfarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	425	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	10.925	kr/år

## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet økonomiske forudsætninger.



# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## INSTITUT FOR BLINDE OG SVAGTSYNEDE



# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>



# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Institut for blinde og svagsynede.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



Figur 1 luftfoto.

Kilde: [Skraafoto.kortforsyningen.dk](http://Skraafoto.kortforsyningen.dk)

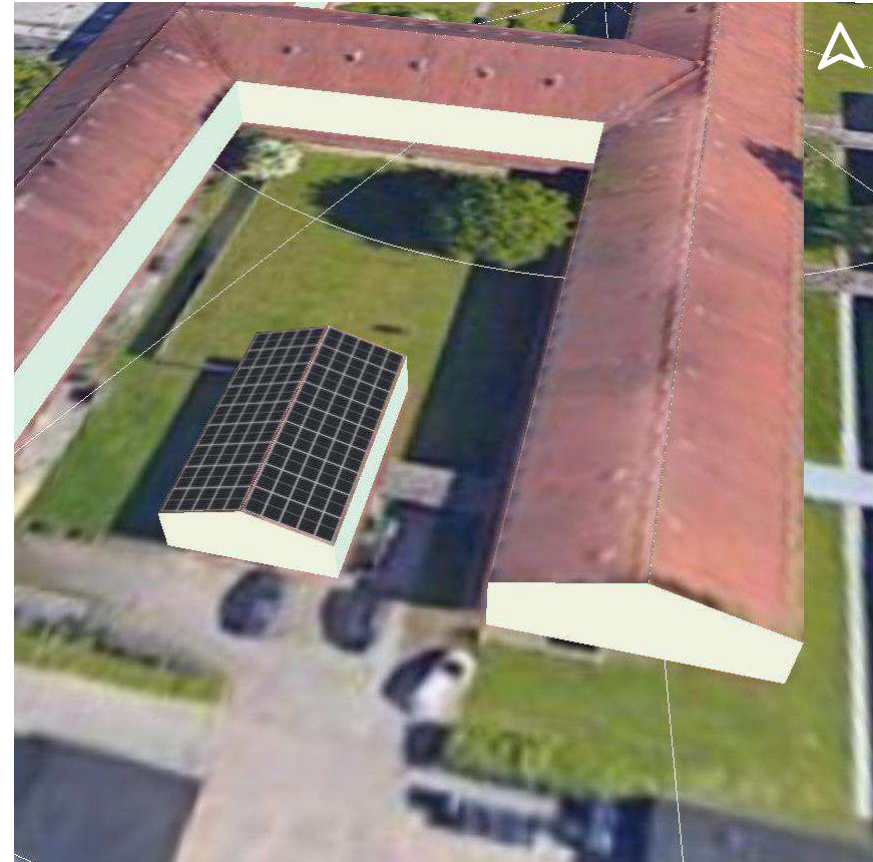
# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund af et foranalysernotat fra Rambøll udarbejdet i 2022, luftfotos, samt snittegninger af byggeriet.

De sort graverede felter i figur 2 afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens elforbrug. En fuld udnyttelse af tagfladen vurderes ikke at være tilrådeligt hvis der er et ønske om at bygningen selv kan aftage størstedelen af den producerede strøm.

Det tagareal hvor der opsættes solceller udgør ca. 164 m<sup>2</sup>. De skitserede placeringer er vejledende i forhold til at anlægget ikke kommer i konflikt med rytterlys, ovenlys, taghætter, udluftninger o.l.



Figur 2 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

Da det er beskrevet i Foranalysernotatet at taget er mere end 60 år gammelt anbefaler de en udskiftning. I den sammenhæng giver det mening at integrere solceller i tagfladen. Det vil formentligt være nødvendigt at tætné undertaget med tagpap afhængigt af hvilken integrering og solcelletype der vælges.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Taget er belagt med tagsten og har fast undertag. Ved etablering af et bygningsintegreret solcelleanlæg substitueres tagstenene med solceller. Vægten af teglsten er ofte tungere end solceller, hvorfor der ikke vil være en forøgelse af tagets belastning. Dette skal dog stadig eftervises og da der er tale om en stor tagflade uden detaljerede tegninger vurderes det at der skal afsættes 15.000 kr. ekskl. moms til at lave en statisk vurdering ved projektopstart.

## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Såfremt bygningsejer står for 50% af udgifter til klargøring af tagfladen, vil det kommunale solcelleselskab have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Tagpap 0,07 mio. kr.

Statiske beregning 0,02 mio. kr

Evt. forstærkning af tag vurderes ikke som værende relevant og er derfor ikke prissat.



Figur 3: Billede af tagbelægning.  
Kilde: Foranalysernotat Rambøll 2022



Figur 4: Foto af fast undertag.  
Kilde: Foranalysernotat Rambøll 2022

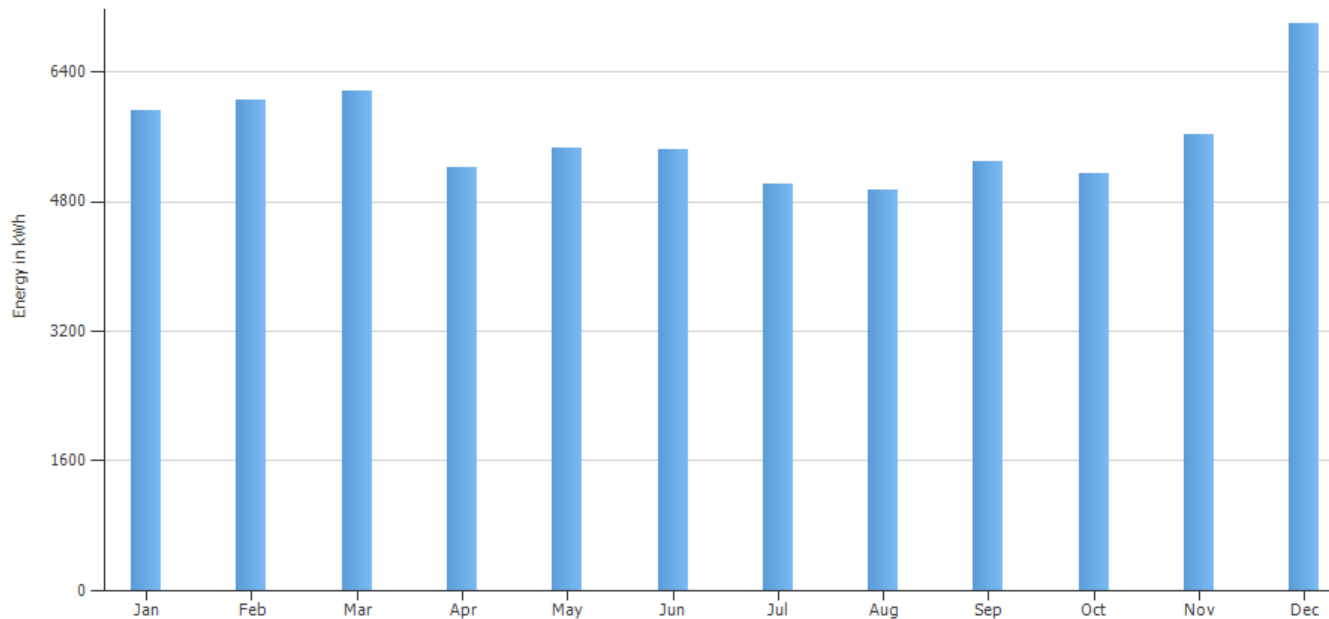
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen, er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
Ukendt måler ID	Formodet C kunde	67.262



09 - xx måler

**Total  
årsforbrug  
67.262  
kWh/år**

Figur 3: Forbrugsmønstre for samtlige målere i bygningen.

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius C Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,3531	kr / kWh
Rådighedstarif	0,3226	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	15.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	65.720	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>	<b>Lavlast</b>	<b>Højlast</b>	<b>Spidslast</b>	
Vintertarif (oktober – marts)	15,09	45,28	135,84	
Sommertarif (april – september)	15,09	22,64	58,87	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	32,26	32,26	32,26	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes kun for egenproducenter med selvstændig måler på produktionsanlægget – typisk anlæg større end 50 kWh.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for af få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
Vinter   alle dage	<b>Lav last</b>	<b>Høj last</b>	<b>Spids last</b>	<b>Høj last</b>
Sommer   alle dage	<b>Lav last</b>	<b>Høj last</b>	<b>Spids last</b>	<b>Høj last</b>
	00.00-06.00	06.00-17.00	17.00-21.00	21.00-24.00

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%.

Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede: Fribourg. Eksempel på røde bygningsintegrerede solceller.  
Kilde: Jakob Klint

## 3.2 Design og montage

Der findes forskellige løsninger og systemer for tagintegrerede solcelleanlæg. Et eksempel på et rødt "teglstenstag" med solceller er vist i figur 7. Disse paneler vil have en mindre elproduktion end tilsvarende i sorte.

Til simuleringerne er anvendt sorte standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.



### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere, skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.

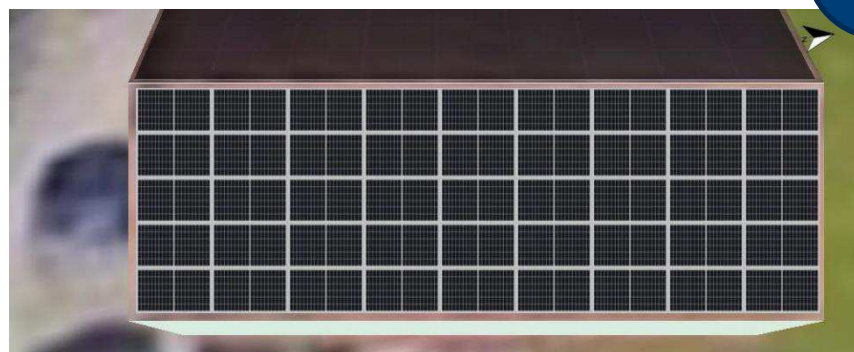


Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

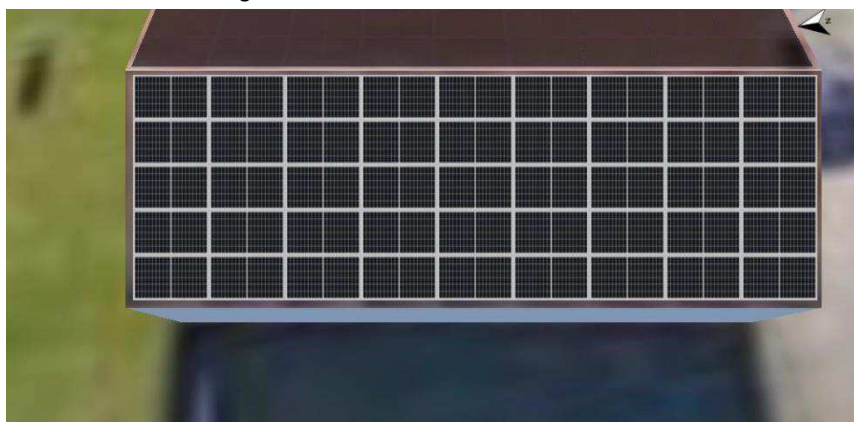
Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.

**Forslag**



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I Tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

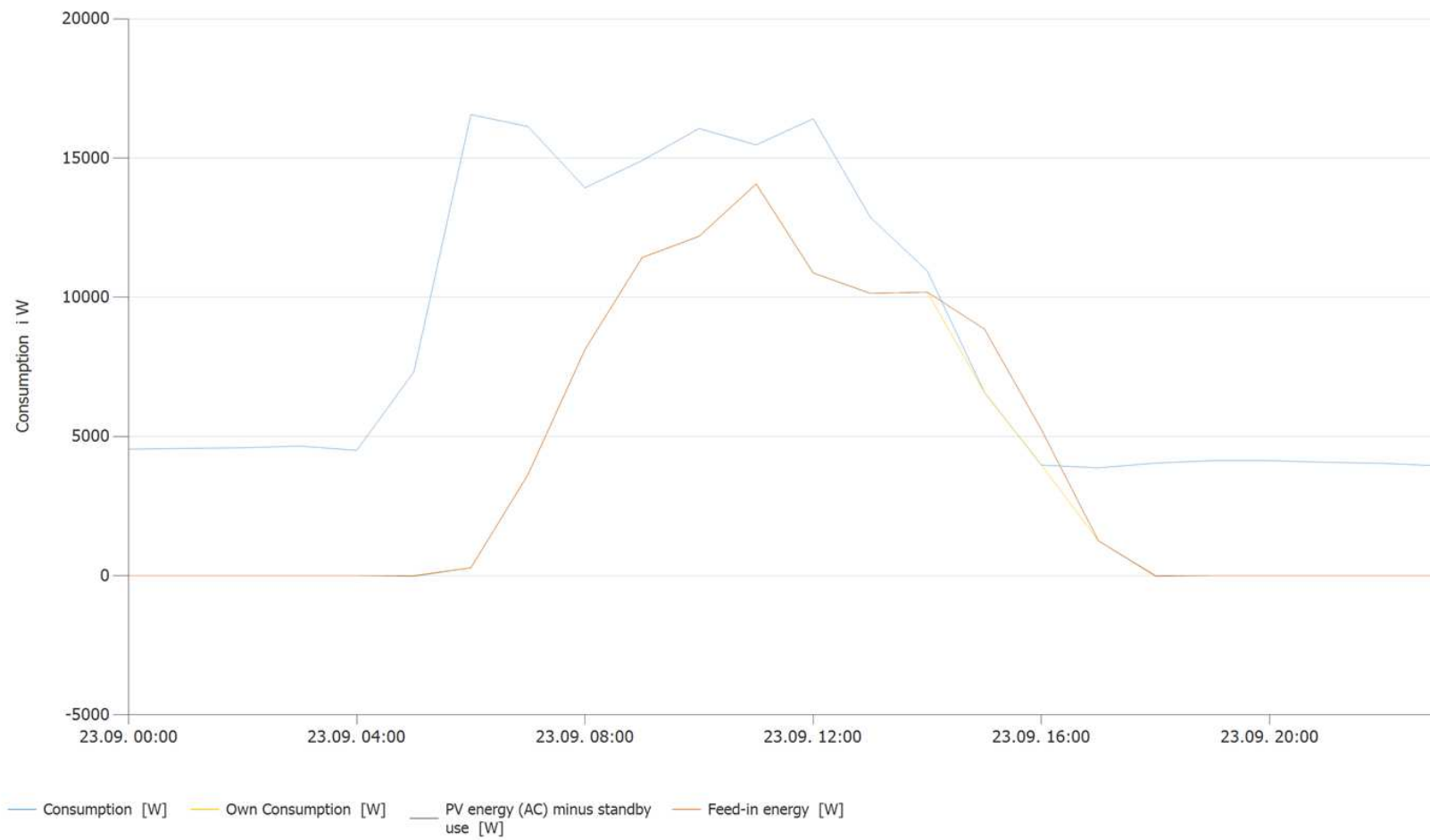
Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		9. FORSLAG
	Enhed	Institution for blinde og svagsynede
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	351
Antal solcellepaneler	stk.	178
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>34</b>
PV output (AC net)	kWh / år	29.624
Egetforbrug	kWh / år	21.087
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	8.537
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
Selvforsyningsgrad	%	31%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>2,0</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

[Energinets foreløbige miljødeklarationer for 2022, 17. januar 2023.](#)

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. September 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		9. FORSLAG
	Enhed	Institution for blinde og svagsynede
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	269.028
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	325.401
Årlig indtjening	Kr.	10.761

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		9. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Institution for blinde og svagsynede
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>34</b>
Antal solcellepaneler	stk.	90
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	178
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>865</b>
PV output (AC net)	kWh / år	29.624
Egetforbrug	kWh / år	21.087
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	8.537
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	342.000
Inverter	kr.	20.520
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	15.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	65.720
Uforudsete udgifter	kr.	45.924
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>505.164</b>
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringesr.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	3.078
Udgift til Indfødningsstariffer af overproduktion	kr. / år	683
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	-
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	7.447
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år**	42.174
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	5.976
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>41.335</b>
Selvforsyningsgrad	%	31%
CO2 besparelse	Tons / år*	2,0
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år***</b>	<b>12,2</b>
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	14.771
<b>Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	<b>1,18</b>



# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 0,5 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 30.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,04 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 2 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. Anlægget der er simuleret, er med standardmoduler, men de findes i sorte bygningsintegrerede i standardstørrelser til samme etableringsomkostninger som dem der er simuleret med. Hvis der ønskes røde solpaneler, eller tegllignende paneler kræver det yderligere simuleringer og andre priser.

Tagkonstruktionen forventes at kunne bære solcelleanlægget da de substituerer teglstenene.

De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold til tilgængelige areal på tagfladen af alle bygningerne men kun i forhold til en bygning. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		9. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Institution for blinde og svagtsynede
<b>Installeret effekt</b>		<b>kWp</b>
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	65.720
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	342.000
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>505.164</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	178
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	14.771
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>865</b>
PV output (AC net)	kWh / år	29.624
Egetforbrug	kWh / år	21.087
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	8.537
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>71%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>		<b>kr. / år</b>
Selvforsyningsgrad	%	31%
CO2 besparelse	Tons / år*	2,0
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>		<b>Ca. år</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,18

# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	178	m <sup>2</sup>
Effekt	34,2	kWp
Produktion/kWp	865,30	kWh/kWp
Produktion	29.624	kWh/år
Anskaffelse + montering	490.164	kr.
Projektledelse + rådgivning	15.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	505.164	kr.

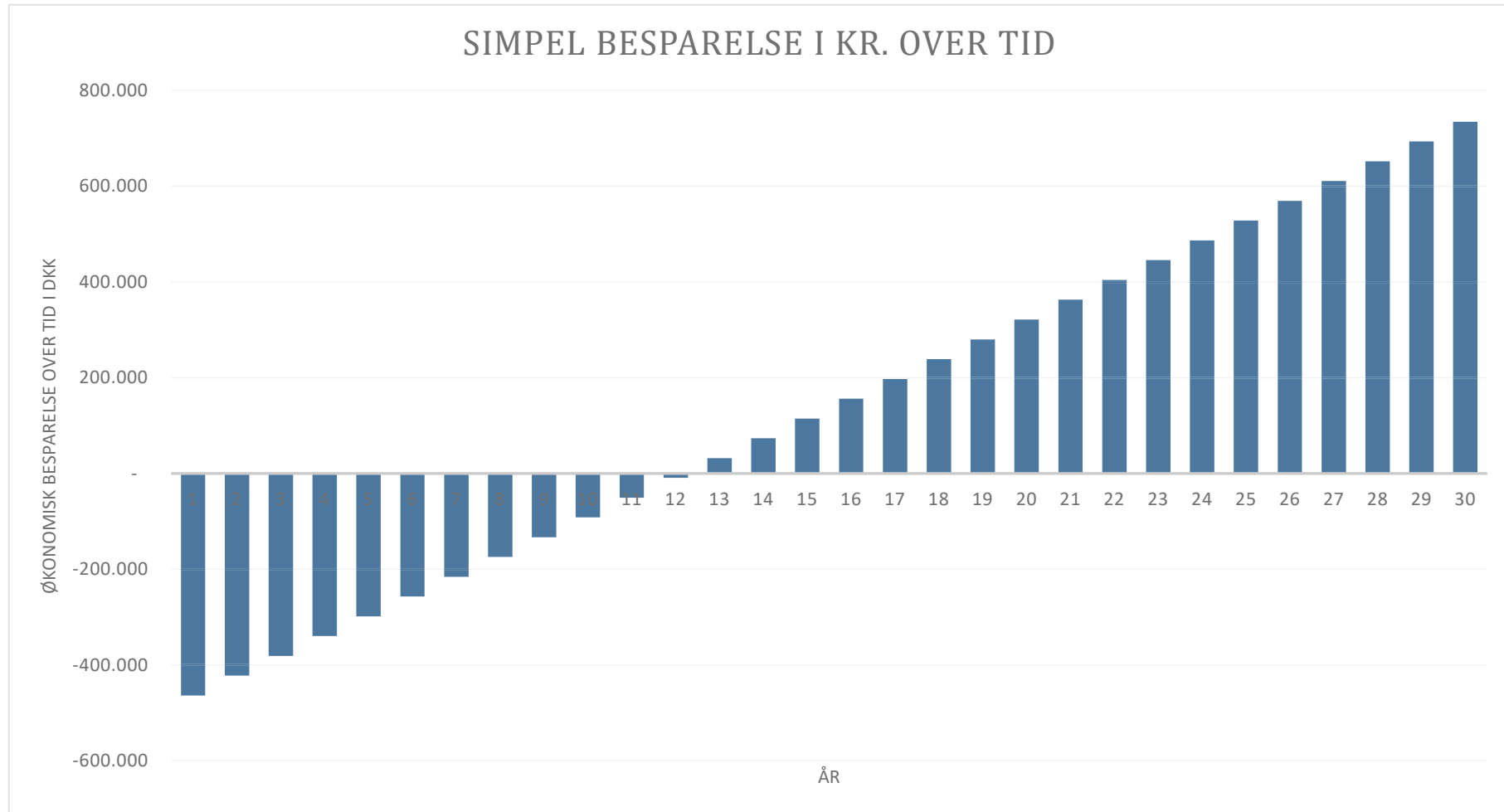
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	20.520	kr.
Andel egenproduktion	71%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,3531	kr/kwt
<i>Rådighedstarif (betales over 50 kW)</i>	0,3226	kr/kwt
Indfødningsfarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	1.158	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	11.658	kr/år

## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.

# POTENTIALEANALYSE – SOLCELLER

## HAFNIA HALLEN





# INDHOLD

<b>Formål .....</b>	<b>2</b>
<b>Tagets beskaffenhed.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tilgængeligt areal.....	3
2.2 Restlevetid af tagbelægning .....	4
2.3 Behovet for statiske beregninger.....	4
2.4 Omkostninger til klargøring af tag .....	4
<b>Bygningens el forbrug .....</b>	<b>5</b>
<b>Økonomiske forudsætninger.....</b>	<b>6</b>
<b>Simulering af solcelleanlæg.....</b>	<b>7</b>
3.1 Formål og metode.....	7
3.2 Design og montage .....	7
3.3 Simuleret forslag.....	8
<b>Resultater .....</b>	<b>9</b>
<b>Rentabilitetsanalyse .....</b>	<b>11</b>
5.1 Overslagsberegninger .....	11
<b>Konklusion .....</b>	<b>12</b>
<b>Bilag 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>Bilag 2 .....</b>	<b>14</b>

# FORMÅL

Denne rapport belyser potentialet for tagplacerede solceller på Hafnia hallen.

Rapportens resultater tager udgangspunkt i en helhedsvurdering i forhold til bygningens statik, tagets restlevetid og beskaffenhed, samt beregnet optimal størrelse på solcelleanlæg og den forventede produktion herfra.

Rapporten skal ses som en potentialescreening, som har til formål at kortlægge det økonomiske- og miljømæssige potentiale, ved opsætning af selskabsudskilte solceller på ejendommens tagflader.



*Figur 1: Luftfoto af Julius Andersens Vej 6, 2450 København SV  
Kilde: GoogleMaps*

# TAGETS BESKAFFENHED

## 2.1 Tilgængeligt areal

Tagfladen er vurderet på baggrund luftfotos, snittegninger af byggeriet samt besigtigelse af ejendommen.

Bygningen har et tagpaptag med en buet overflade. Der er taget udgangspunkt i en placering af solceller på den nederste del af taget og som vender mod sydøst og nordvest. Tagfladen er velegnet til opsætning af solceller, og der sidder allerede et solcelleanlæg på 17,5 kWp mod sydøst. Et supplerende anlæg kan hensigtsmæssigt placeres tæt ved det eksisterende, samt på den modsatte side mod nordvest, da taget har den bedste bærevne her. Solcellerne vil supplere det eksisterende anlæg og være synligt. Det nordvestlige anlæg vil også være synligt, men vender ud mod S-banen mod Køge. Det anlæg skal sikres at det ikke skaber gener for forbigående tog, ved hjælp af antireflekerende coating.

Arealerne med solceller afspejler et solcelleanlæg, der er optimeret i forhold til bygningens egetforbrug af el, og dermed udnyttes kun en meget lille andel af tagets areal til solceller. (se figur 2.)



Figur 2: Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

## 2.2 Restlevetid af tagbelægning

I julen 2010 kollapsede en del af Club Danmark Hallen under store mængder sne. I 2017 stod en ny renoveret og ændret hal færdig og nu med navnet Hafnia Hallen.

Bygningstag tag er dermed mindre end 10 år og tagbelægningen vurderes at have en restlevetid på mere end 10 år.

## 2.3 Behovet for statiske beregninger

Såfremt den ekstra vægt der tilføjes tagfladen, udgør mindre end 5% af den samlede vægt af tagkonstruktionen, er der ikke behov for statiske beregninger. Men da der er tale om at taget er en let skal, må det forventes at solcellernes vægt udgør mere end 5% af vægten af det eksisterende tag. Der er derfor behov for en statisk beregning. Forslaget til solcellernes placering er den samme som det eksisterende anlæg, og placeret der hvor taget bedst understøttes af lodrette bæring, og hvor tagspærerne har det mindst spænd. Det vurderes at der skal afsættes 30.000 kr. ekskl. moms til at lave en statisk vurdering ved projektopstart.

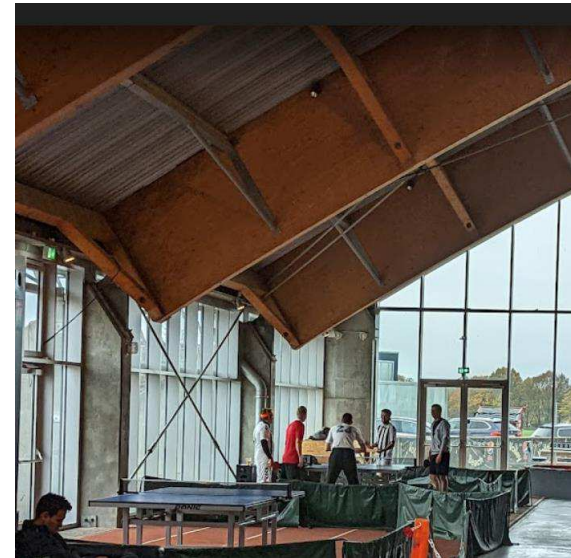
## 2.4 Omkostninger til klargøring af tag

Det vurderes at de kommunale solcelle selskab vil have følgende udgifter til klargøring af tagfladen:

Tagpap Ikke behov for fornyelse.

Statiske beregning 0,03 mio. kr.

Evt. forstærkning af taget vurderes ikke som værende relevant og er derfor ikke prissat.



Figur 3: Detalje af Hafnia Hallens tagkonstruktion.

Kilde: GoogleMaps



Figur 4: Facade- og tagudsnit - eksisterende anlæg på en langsgående H-bjælke

Kilde: GoogleMaps



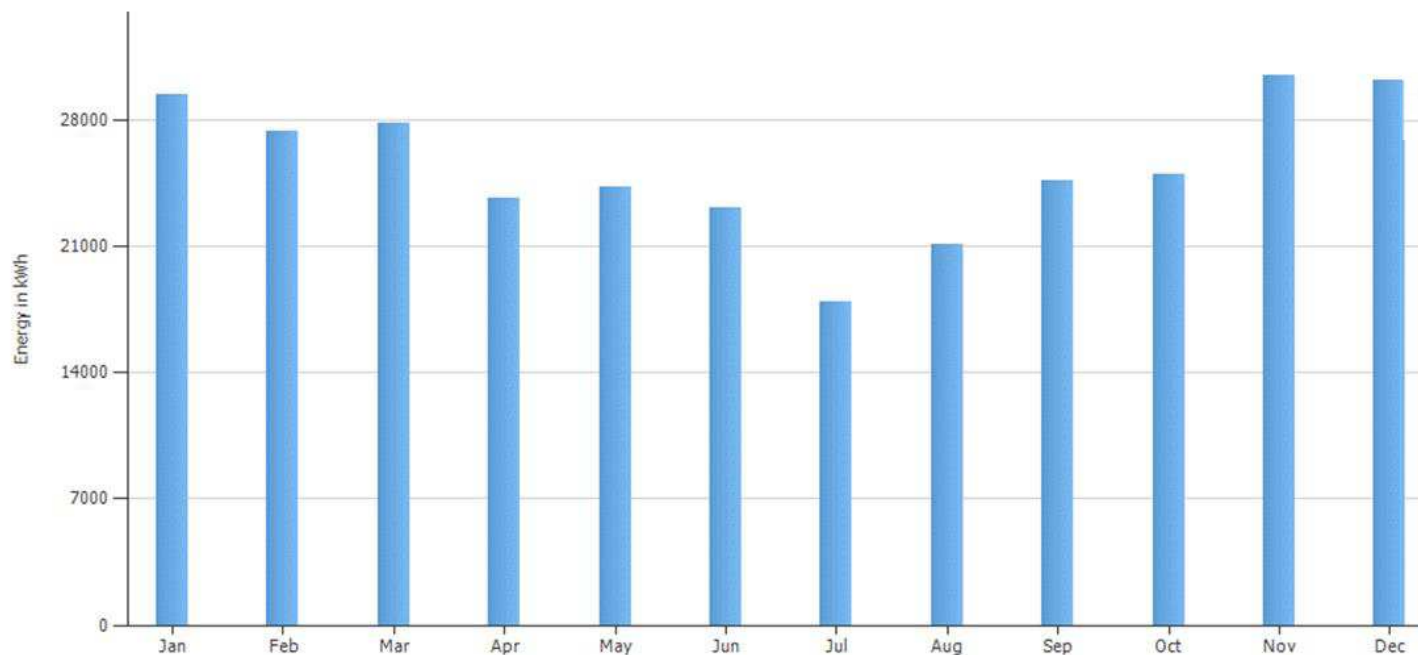
# BYGNINGENS EL FORBRUG

Bygningens timebaserede elforbrug fra år 2022 er analyseret og anvendt i simuleringerne. Hvis der er registreret flere afregningsmålere på adressen, er timeforbruget lagt sammen i simuleringerne for at illustrere det samlede billede. Ved en endelig projektering skal der tages højde for forbruget på de enkelte afregningsmålere.

Kundetype og elforbrug på målerniveau kan ses i tabel 1.

Tabel 1 Måleroverblik. Data er hentet fra eloverblik.dk

MålerID	Kundetype	Elforbrug i 2022 [kWh/år]
571313179100144245	B-lav	304.646



**Total  
årsforbrug  
305.00  
kWh/år**

Figur 3: Forbrugsmønster summeret på månedsbasis for 2022. Baseret på timebaseret målerdata fra eloverblik.dk med målerID som illustreret i Tabel 1.

# ØKONOMISKE FORUDSÆTNINGER

I de økonomiske beregninger er der anvendt nedenstående forudsætninger:

Tabel 2 Økonomiske forudsætninger excl. moms

Økonomiske forudsætninger		
Elpris middel	2,00	kr / kWh
El salgspris middel	0,70	kr / kWh
Netområde og Kundetype	Radius B-lav Kunde 1. marts 2023	
Nettarif	0,1944	kr / kWh
Rådighedstarif	0,1400	kr / kWh
Indfødningsstarif	0,0800	kr / kWh
Elafgift 2023	-	kr / kWh forbrugt fra nettet
ENERGINET's Miljødeklaration 2021	66	g / kWh
Antaget levetid for inverter	15	år
Antaget % af investering til vedligehold (excl. Inverter)	0,5%	/ år
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	
Pris pr. inverter	30.000	kr. pr. stk.
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	50.000	kr.
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total udgift)	0	kr.
Uforudsete udgifter	10%	af etableringsomkostninger

Ved flere afregningsmålere på samme adresse er der anvendt kundetype og dermed tariffer for den afregningsmåler med det højest registrerede årsforbrug. Tarifferne for de respektive kundetyper varierer afhængigt af døgnets timer, hverdage og

weekender og mellem sommer og vinter. Derfor er der beregnet en gennemsnits tarif på baggrund af den simulerede timebaserede solcellestrømproduktion og den faktiske timebaserede tarif på disse tidspunkter. Derved kan den beregnede gennemsnitstarif anvendes med større nøjagtighed i de simple økonomiske modeller.

## Aktuelle priser 1. marts 2023

Med moms  Uden moms

C	B-lav	B-høj	A-lav	A-høj
<b>Aktuelle priser (øre/kWh)</b>				
	Lavlast	Højlast	Spidslast	
Vintertarif (oktober – marts)	5,93	17,78	35,57	
Sommertarif (april – september)	5,93	17,78	35,57	
Indfødningsstarif <sup>1</sup> (hele året)	0,80	0,80	0,80	
Rådighedstarif <sup>2</sup>	14,00	14,00	14,00	
Elafgift <sup>3</sup>	0,80	0,80	0,80	
<p>1. Kun relevant for producenter og egenproducenter. Installationer med aftagepligt jf. VE-loven § 52, stk. 2 er undtaget betaling af indfødningsstarif.</p> <p>2. Rådighedstariffen anvendes for egenproducenter.</p> <p>3. Elopvarmede boliger og sommerhuse har mulighed for at få reduceret deres elafgift for elforbruget, der er større end 4000 kWh/år. Virksomheder kan søge om afgiftsgodtgørelse hos SKAT. <a href="#">Læs mere her</a></p>				
<b>Lastperioder</b>				
<b>Vinter</b>				
Hverdage	Lav last	Spids last	Høj last	
Weekend & helligdage	Lav last	Høj last		
	00.00-06.00	06.00-21.00	21.00-24.00	
<b>Sommer</b>				
Hverdage	Lav last	Høj last		
Weekend & helligdage	Lav last			
	00.00-06.00	06.00-24.00		

Figur 4 Radius tarifoversigt 1. marts 2023. Kilde: <https://radiuselnet.dk/elnetkunder/tariffer-og-netabonnemement/>

# SIMULERING AF SOLCELLEANLÆG

## 3.1 Formål og metode

Der er udført simuleringer med programmet PV\*SOL. I programmet er importeret en model for elforbruget på timebasis over et helt år. De relevante bygninger er indtegnet med eventuelle skyggegivende effekter, hvorefter der er importeret klimadata og indtegnet solceller. Solcellerne er dimensioneret efter at opnå et egetforbrug som ligger mellem 65-80%. Nøgletal fremgår i tabel i afsnit *Resultater*.



Figur 5: Billede; GoogleMaps. Montagesystem på eksisterende solcelleanlæg på Hafnia Hallen

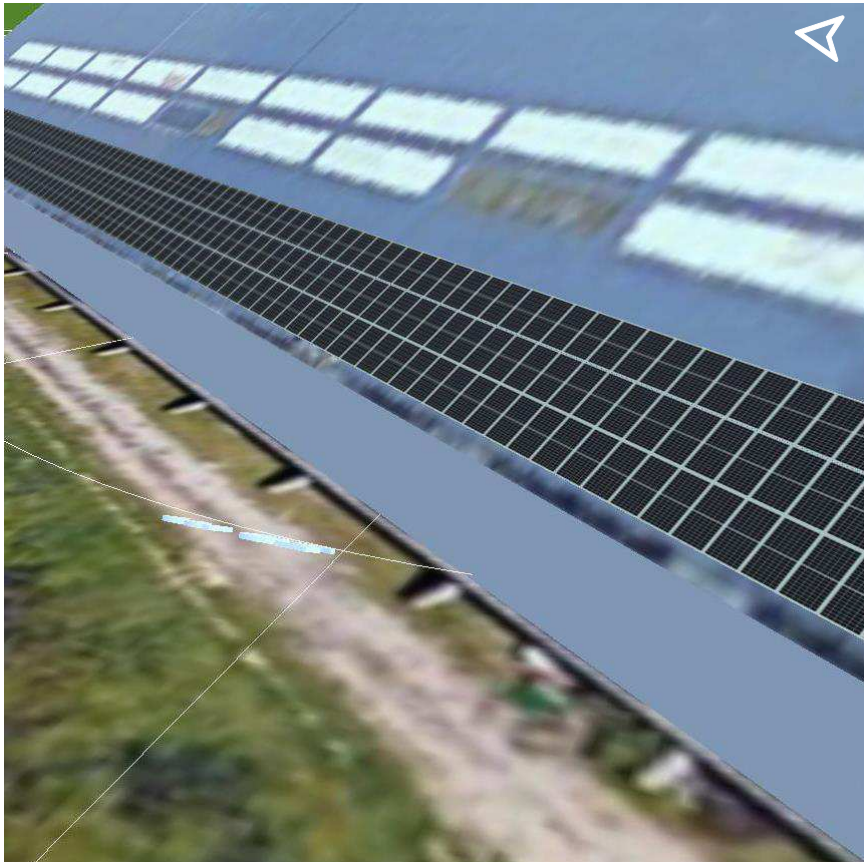
## 3.2 Design og montage

Det forventes at montagen af solceller på Hafnia Hallen skal foregå i stil med de eksisterende solcelleanlæg. Disse er monteret med I bjælker som hviler på de lodrette søjler i bygningen således at taget ikke påvirkes af lasten fra panelerne.

Til simuleringerne er anvendt et øst/vest vendt montagesystem med en hældning på 10 grader. Solcellerne er standardsolcellepaneler med en mærkeeffekt på 380Wp med dimensionerne 189,9 cm x 104 cm. Moduler af denne type og størrelse er hyppigt anvendt i lignende projekter. Ligeledes er invertere, der indgår i beregningerne af en gængs type og kvalitet.

### 3.3 Simuleret forslag

Anlægget er dimensioneret til at opnå et egetforbrug på mellem 65-80% af totalforbruget, selvom tagfladen er stor nok til at rumme større kapacitet. Hvis totalforbruget er fordelt på flere hovedmålere/afregningsmålere, skal der enten laves en opdeling af anlægget ud fra det reelle forbrug på hver afregningsmåler.



Figur 6 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering

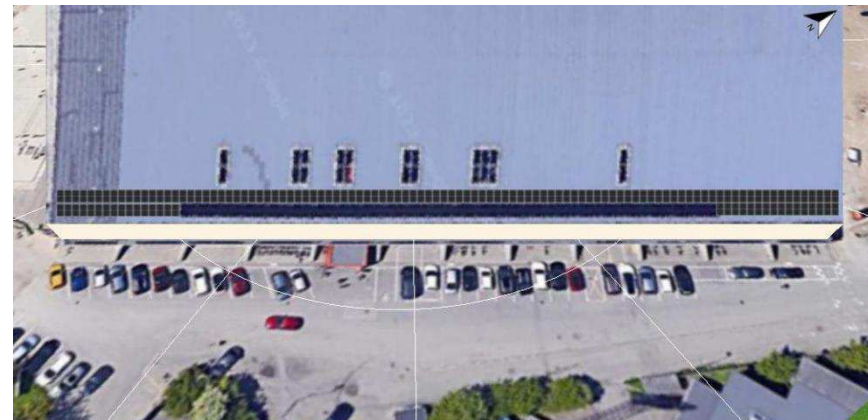
Alternativt skal der laves en måleromlægning så der kun er én hovedmåler.

Simuleringen skal ses som et forslag til placering og dimensionering af total anlægsstørrelse og skal understøttes/detaljeres ved konkrete tilbud, statiske beregninger og brandmyndigheden.

**Forslag**



Figur 9 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



Figur 10 Modulflader med solceller.  
Kilde: PV\*SOL-simulering



# RESULTATER

I det følgende beskrives forslaget med simuleringresultater fra PV\*SOL, og økonomiske beregningseksempler med simple tilbagebetalingstider og resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som vedlægges bilag.

I tabel 3 ses resultatet for simuleringen. Det fremgår hvilken installeret effekt der er simuleret med, hvor meget det direkte egetforbrug vil være, samt overproduktionen af strøm som vil blive leveret til nettet.

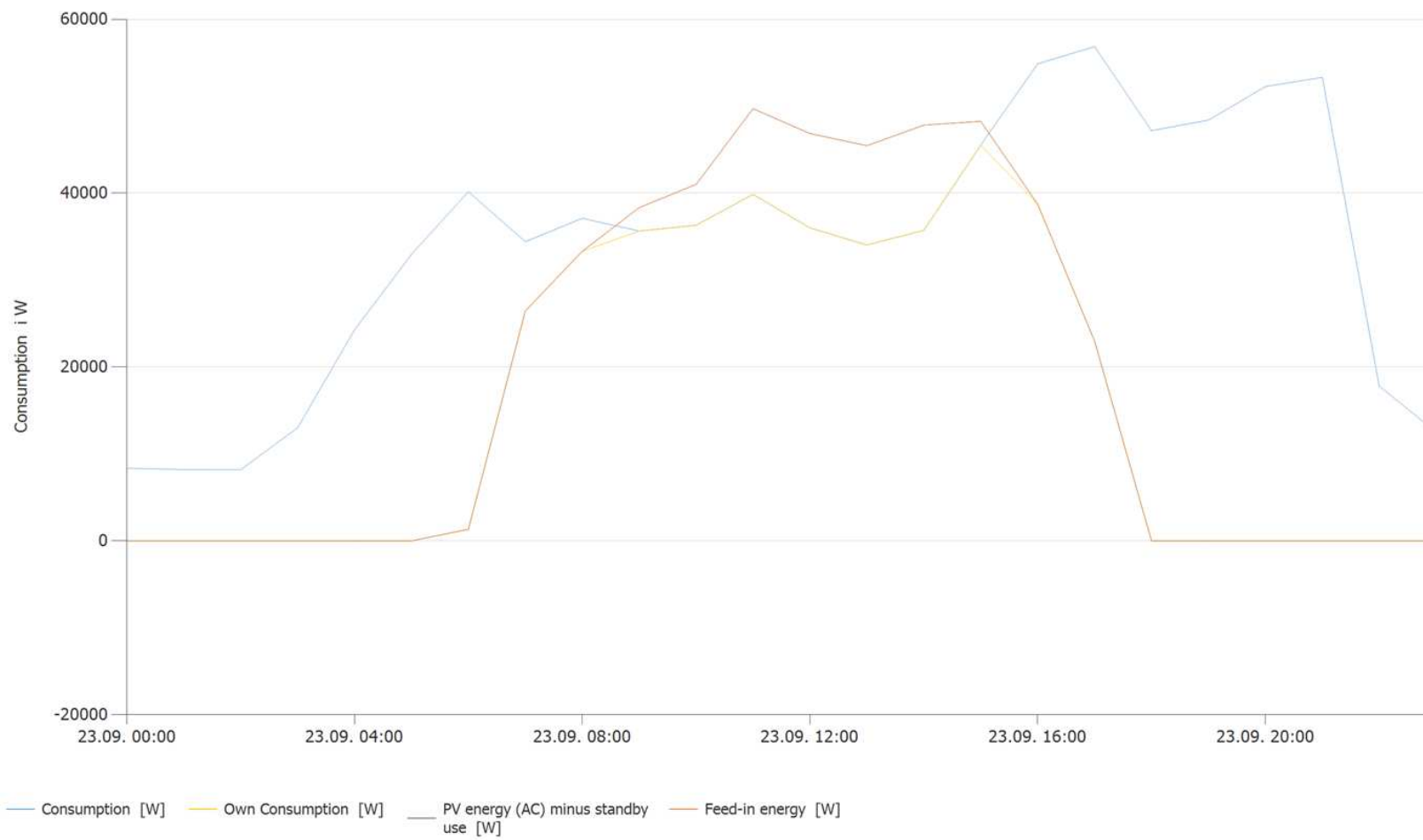
Ligeledes kan den samlede CO<sub>2</sub> besparelse aflæses. Denne besparelse er beregnet ud fra Energinets gennemsnitlige miljødeklaration for DK2 i 2022 på 66 g/kWh. Denne miljødeklaration vil ændre sig fra år til år på baggrund af andelen af vedvarende energi i energinettet.

Tabel 3 Resultater af simulering.

Resultater		10. FORSLAG
	Enhed	Hafnia Hallen
Solcelleareal	m <sub>2</sub>	1.716
Antal solcellepaneler	stk.	869
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	<b>167</b>
PV output (AC net)	kWh / år	132.146
Egetforbrug	kWh / år	97.470
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	34.676
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>74%</b>
Selvforsyningsgrad	%	32%
<b>CO2 besparelse</b>	<b>Tons / år*</b>	<b>8,8</b>

\*Energinets miljødeklaration for el i 2022 efter 200% metoden.

Figur 11 viser en kurve for forbrug og produktion for den 23. september 2022. Det ses at der er et sammenfald mellem hvornår der forbruges strøm og hvornår strømmen produceres.



Figur 11 Diagrammer af energiforbrug og produktion (tidserier)

# RENTABILITETSANALYSE

## 5.1 Overslagsberegninger

Skemaet til højre indeholder overslagsberegninger for det foreslåede solcelleanlæg, herunder installeret effekt, årlig ydelse, økonomisk- og miljømæssig gevinst samt tilbagebetalingstid og egenproduktionspris for den solcellegenererede strøm.

I tabel 4 fremgår resultaterne fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel som opgøres i nutidsværdi efter 25 og 30 år samt årlig indtjening. Der er i disse beregninger medregnet en rente på 3%. Øvrige forudsætninger for beregningerne er at finde i afsnittet *Økonomiske forudsætninger*.

Priserne er kun vejledende og der er ikke medregnet udgifter til eventuel udbygning af elnettet samt øvrige opgaver som myndighedsbehandling og tillægsarbejder som resultaterne af de statiske vurderinger/beregninger eventuelt måtte medføre. Det skal desuden pointeres at elpriser, tariffer og afgifter ikke er konstante men varierer med tiden.

Tabel 4

Resultater fra Aarhus Kommunes solcelleberegningsmodel		10. FORSLAG
	Enhed	Hafnia Hallen
Nutidsværdi (25 år)	Kr.	1.384.351
Nutidsværdi (30 år)	Kr.	1.712.633
Årlig indtjening	Kr.	55.374

Tabel 5 Økonomiske overslagsberegning for solcelleanlæg

Økonomiske overslagsberegninger		10. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Hafnia Hallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	167
Antal solcellepaneler	stk.	440
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	869
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	790
PV output (AC net)	kWh / år	132.146
Egetforbrug	kWh / år	97.470
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	34.676
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	74%
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	2.508.000
Inverter	kr.	100.320
Vurderet udgift til forundersøgelser statik	kr.	50.000
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Uforudsete udgifter	kr.	267.432
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	2.941.752
Udgift til selskab, revisor, regnskab, forsikringer.	kr. / år	10.000
Udgift til overvågningsservice	kr. / år	500
Udgift service og vedligehold	kr. / år	19.228
Udgift til Indfødningstariffer af overproduktion	kr. / år	2.774
Udgift til Rådighedsbetaling af egetforbrug	kr. / år	13.646
Besparelse i tariffer og afgifter ved egetforbrug	kr. / år	18.945
Besparelse i elpris ved egetforbrug ( 2 kr. / kWh)	kr. / år	194.940
Salg af overproduktion ( 0,7 kr. / kWh )	kr. / år	24.273
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	192.010
Selvforsyningsgrad	%	32%
CO2 besparelse	Tons / år*	8,8
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	15,3
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	17.594
<b>Egenproduktions pris over 25 år (uden forrentning)</b>	<b>kr. /kWh</b>	1,14

# KONKLUSION

I det beregnede eksempel vil solcelleanlæggene kræve en samlet forventet investering på omkring 3 mio. kr. ekskl. moms. Der vil produceres ca. 132.000 kWh årligt, som resulterer i en besparelse på 0,2 mio. kr. årligt (inkl. salg af overproduktion) og 8,8 ton CO<sub>2</sub> i år 1.

Simuleringsresultaterne er forbundet med uundgåelige usikkerheder da de faktiske tal påvirkes af varierende solskinstimer og elforbrug i ejendommen.

Potentialescreeningen viser at der umiddelbart er gode forudsætninger for at opsætte solpaneler. De endelige statiske vurderinger/beregninger skal dog stadig udformes. Det kan anbefales at de manglende undersøgelser og detailprojektering bliver lavet i samråd med den udførende part for at sikre garantiforhold og minimere grænsefladeproblematikker.

Den foreslåede størrelse på solcelleanlæg er ikke optimeret i forhold det tilgængelige areal på tagfladen. En udvidelse af anlægget kunne være en mulighed, eventuelt ved at supplere solcelleanlægget med batteripakke til lagring af overproduktion i dagtimerne.

Der kan overvejes at installere tyndfilmssolceller på hele tagfladen da disse ikke vejer meget, og de kan følge tagets krumning.

## Overblik over simuleringsresultater og økonomiske beregninger

Tabel 6 Overblik over nøgletal for simulering og økonomiske beregninger

Nøgletal for simulering og økonomiske beregninger		10. FORSLAG
Anlægstype	Enhed	Hafnia Hallen
<b>Installeret effekt</b>	<b>kWp</b>	167
Vurderet udgift til forberedelse af tagflade (50% af total)	kr.	-
Solcelle etableringsomkostninger	kr.	2.508.000
<b>Samlet investering inkl. uforudsete udgifter</b>	<b>kr.</b>	<b>2.941.752</b>
Solcelleareal	m <sup>2</sup>	869
Etableringsomkostninger pr kWp	kr. / kWp	17.594
<b>Ydelse pr. kWp</b>	<b>kWh / kWp</b>	<b>790</b>
PV output (AC net)	kWh / år	132.146
Egetforbrug	kWh / år	97.470
Overproduktion (Tilført til nettet)	kWh / år	34.676
<b>Egetforbrugsandel</b>	<b>%</b>	<b>74%</b>
<b>Samlet økonomisk gevinst</b>	<b>kr. / år</b>	<b>192.010</b>
Selvforsyningsgrad	%	32%
CO2 besparelse	Tons / år*	8,8
<b>Simpel tilbagebetalingstid</b>	<b>Ca. år</b>	<b>15,3</b>
Egenproduktions pris 25 år (uden forrentning)	kr. / kWh	1,1



# BILAG 1

Nedenfor er de anvendte inputdata til Aarhus Kommunes Solcelleberegningsmodel indsat.

## Rentabilitetsberegning af solcelleanlæg på kommunale tage

### Solcelleanlæg

Areal	868,9824	m <sup>2</sup>
Effekt	167,2	kWp
Produktion/kWp	790,13	kWh/kWp
Produktion	132.146	kWh/år
Anskaffelse + montering	2.891.752	kr.
Projektledelse + rådgivning	50.000	kr.
<b>Total investering anlæg</b>	<b>2.941.752</b>	kr.

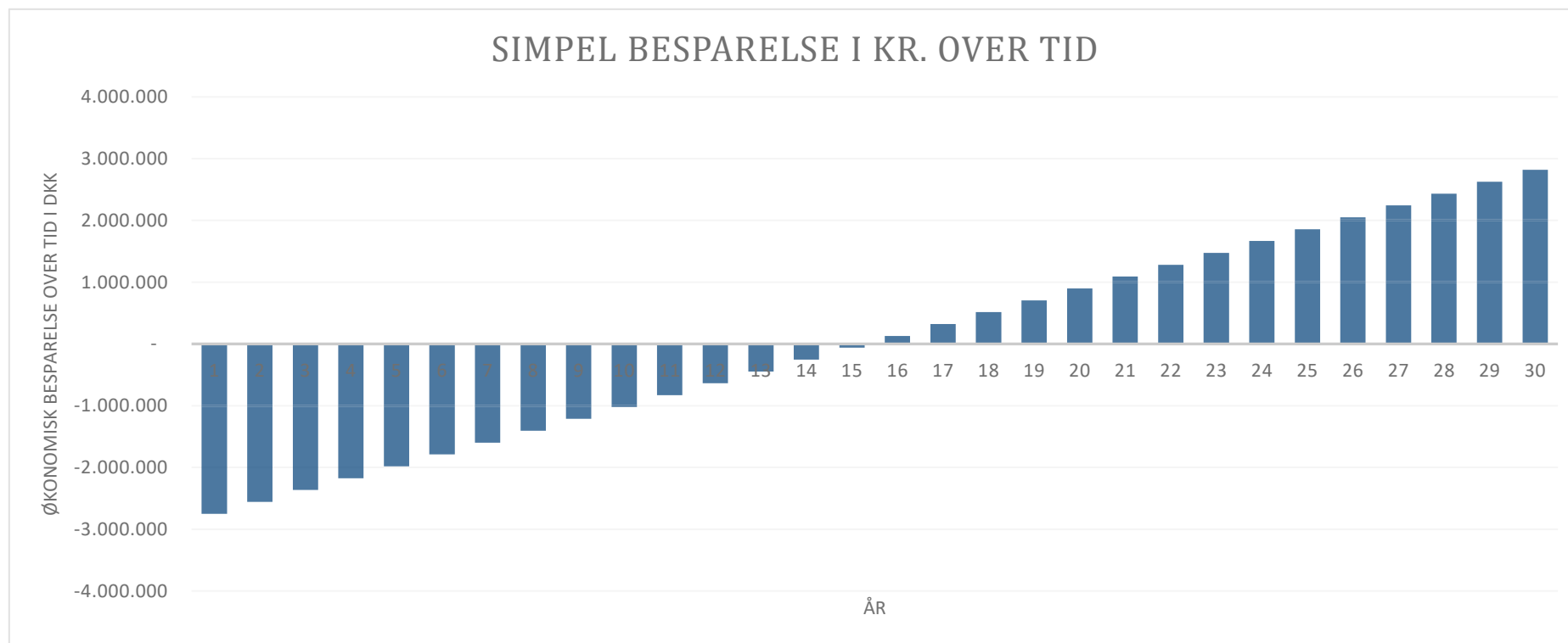
### Forudsætninger

Inverterskift efter 15 år	100.320	kr.
Andel egenproduktion	74%	
Levetid (lav risiko ved skoler)	25	år
Tab i ydeevne / år	1	%
Elpris (købspris, sparet) Husk Kilde	2,00	kr/kwt
Salgspris til net	0,70	kr/kwt
Diverse tariffer (transmission, distribution, etc.)	0,194	kr/kwt
Rådighedstarif (betales over 50 kW)	0,1400	kr/kwt
Indfødningsfarif (betales), kun netdel	0,08	kr/kwt
Tilslutningstarif (betales én gang)	-	
Energiinflation	3%	
Rente (25 års løbetid)	3%	
Inflation	2%	

### Driftsudgifter i alt for anlæg

Evishine, overvågning	500	kr/år
service, intern	8.021	kr/år
omk. Selskab, revisor, regnskabsprogram, forsikringer, interne timer, etc.	10.000	kr/år
total drift	18.521	kr/år

## BILAG 2



Figur 7: illustrere en simpel beregning af besparelse i kr. over 25 år. I beregningerne er benyttet en besparelse i købt strøm med en pris på 2 kr./kWh. excl. moms og salgspris på 0,7 kr. for salg af overskudsproduktion til elnettet. Herudover er der anvendt forudsætninger som beskrevet under afsnittet Økonomiske forudsætninger.