

Elforbrug og elproduktion på Ærø (2022) – Lokal VE-dækning og potentiale for fleksibelt elforbrug

August 2023

Ærø Energi- & Miljøkontor

Resume

Denne rapport er en delrapport til projekt ”Ærø Borgerenergifællesskab” og har til formål at undersøge, dels hvor stor andel af elforbruget som dækkes af lokal elproduktion og dels at undersøge potentialet for fleksibelt elforbrug, med afsæt i analyser af det faktiske elforbrug og produktion af el på Ærø i 2022.

Analyserne er baseret på timedata fra Energinet for det samlede elforbrug og den lokale VE-elproduktion fra vind, sol og biomasse indenfor Ærø Kommune som et samlet geografisk område for året 2022.

Det samlede elforbrug på Ærø udgjorde i 2022 samlet 30,8 GWh mens den samlede lokale VE elproduktion fra vind, sol og biomasse i alt var på 38,4 GWh. Opgjort time for time blev 17,7 GWh, svarende til 49% af den lokale VE elproduktion, forbrugt som egetforbrug på Ærø, mens de øvrige 51% eksporteres af øen. Det betyder således også, at der i 2022 skulle importeres 9,7 GWh el til at dække den sidste del af elforbruget i timer med underskud af lokal VE elproduktion, også betegnet som negativ elbalance.

Opgjort på time-niveau blev 68% af elforbruget således dækket med lokal VE-produceret el i 2022.

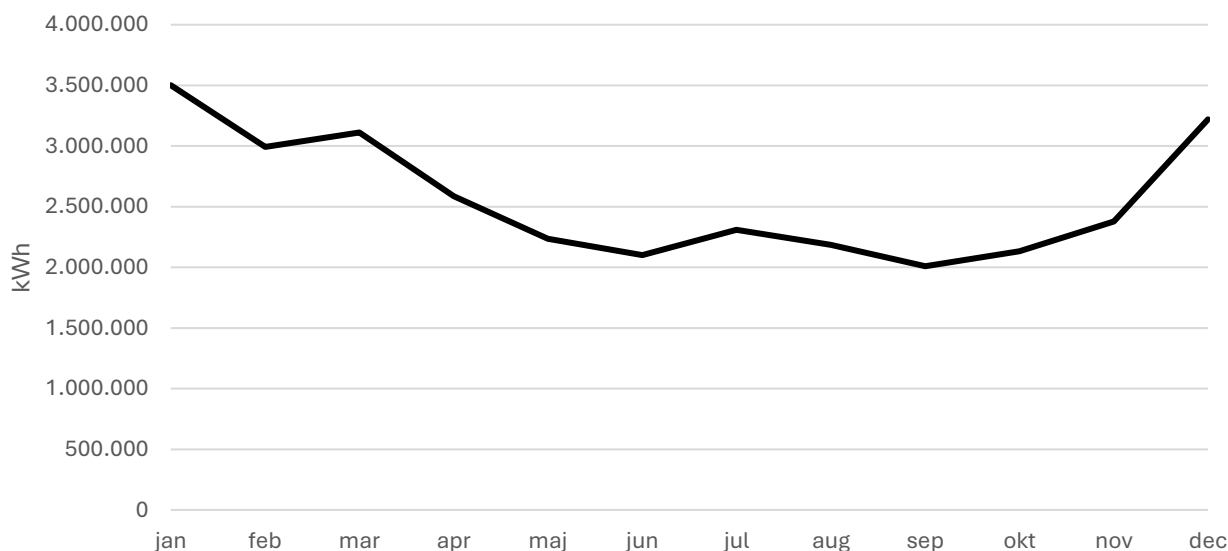
Det samlede potentiale for fleksibelt elforbrug med henblik på at øge de lokale VE-dækning er for 2022 opgjort til 9,7 GWh, svarende til den del af elforbruget som ikke kunne dækkes med lokal VE elproduktion time for time.

Størstedelen af potentialet for fleksibelt elforbrug forudsætter dog aktivering af et relativt stort forbrug både set i forhold til det nødvendige effektbehov og tidsperioden for aktiveringen. Således vil en fuld udnyttelse af det samlede potentiale på 9,7 GWh forudsætte aktivering af forbrug på op til samlet 7.500 kW og i perioder på op til 9 døgn i worst case.

Betragter man potentialet for aktivering af fleksibelt elforbrug med kortere aktiveringstid på mellem 1-24 timer er dette opgjort til samlet 3,4 GWh, svarende til en forøgelse af egetforbrug af lokal VE elproduktion på 11,2%. Herved vil man øge den lokale VE-dækning fra 68% til 80%. Dette vil dog forudsætte, at man kan aktivere fleksibelt elforbrug på op til 5.500 kW i op til 24 timer.

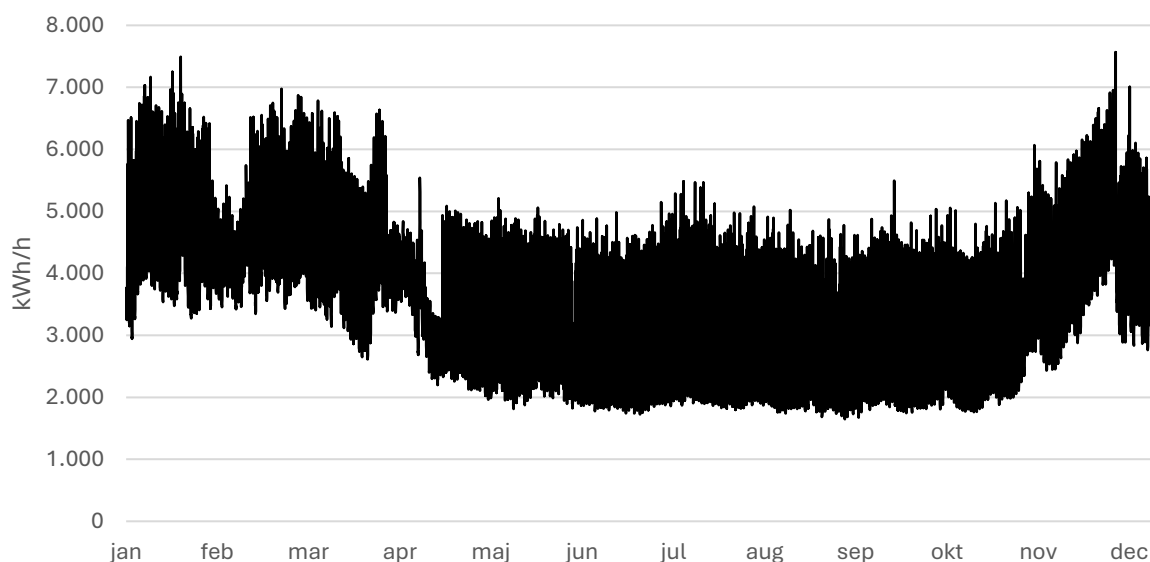
Elforbruget på Ærø

Det samlede elforbrug på Ærø udgjorde i 2022 i alt 30,8 GWh og fordelte sig over året som vist nedenstående. På månedsbasis har elforbruget varieret med ca. 1,5 GWh/md, fra det har været højest i vintermånederne med 3,5 GWh/md og til sommeren med lidt over 2 GWh/md.

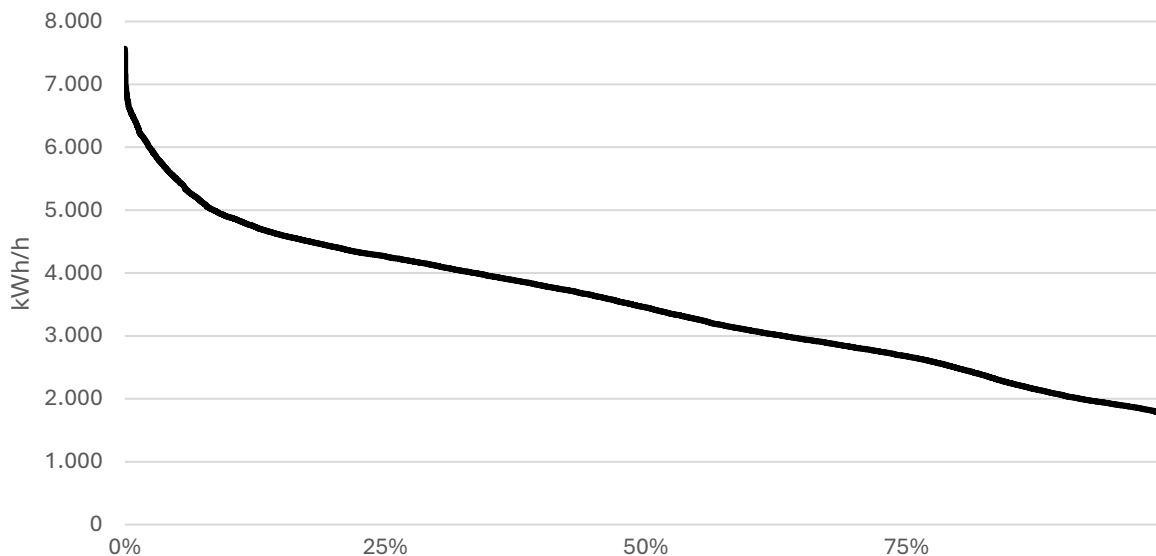


Figur 1: Elforbruget på månedsniveau på Ærø i 2022

Betragter man elforbruget på timeniveau så har det ligget på mellem 1,6 – 7,6 MWh/h, dvs. varieret med knap en faktor 5 fra det er lavest til højest (det højeste forbrug var 19. december mellem kl. 17-18) og har i gennemsnit ligget på 3,5 MWh/h. Som det fremgår af Figur 3 så ligger elforbruget på mellem 2-5 MWh/h i størstedelen (80%) af årets timer.

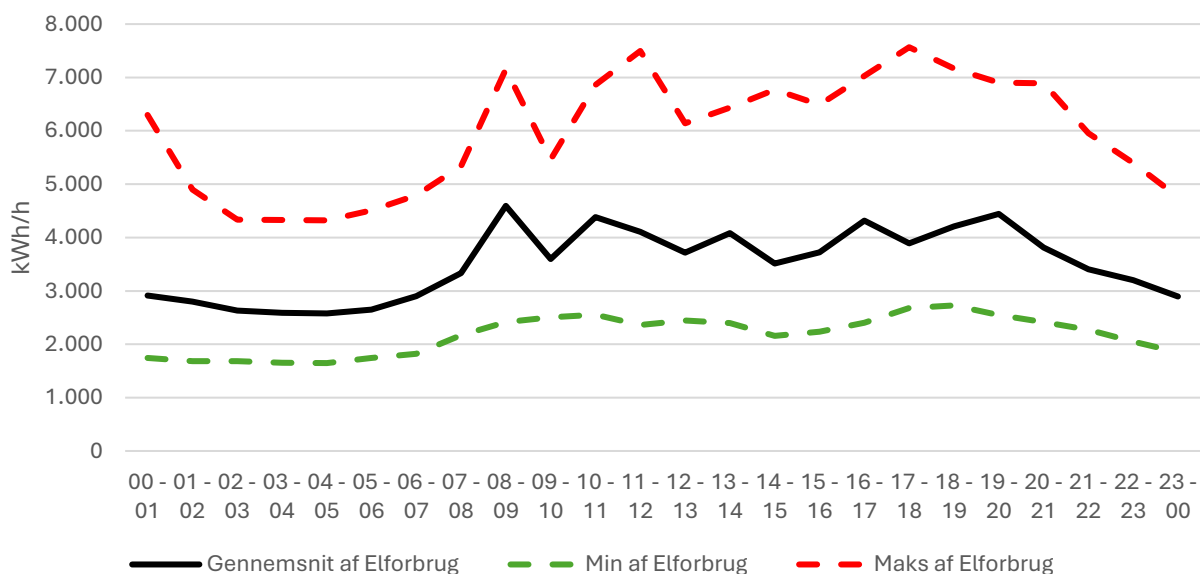


Figur 2: Elforbruget på timeniveau på Ærø i 2022



Figur 3: Varighedskurve for elforbruget på Ærø i 2022

Set over døgnet er elforbruget højest mellem kl. 8-20, hvor det i gennemsnit ligger på ca. 4 MWh/h, mens det om natten kommer ned på omkring 2,5 MWh/h.

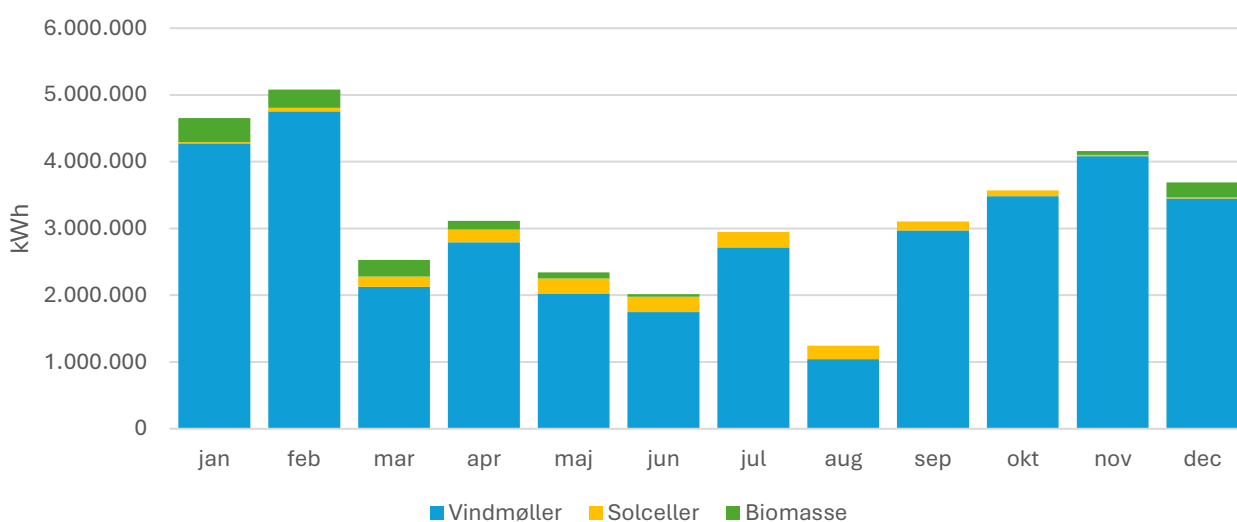


Figur 4: Elforbrug over døgnet på Ærø i 2022

Elproduktion på Ærø

Den samlede lokale elproduktion på Ærø var i 2022 på i alt 38,4 GWh og fordelte sig over året som vist nedenstående. På månedsbasis har produktionen varieret med 3,8 GWh/md, fra det har været højest i februar med en produktion på 5,1 GWh/md og til august sommeren med kun lidt over 1,2 GWh/md. En væsentlig forklaring på de store udsving i produktionen skyldes især produktionen fra vindmøllerne, hvor august var en meget vindfattig måned (32% af normaltår) mens der i januar og februar var ekstra meget vind i forhold til normalen (150 og 166% af normaltår).

Som det fremgår af figuren, så er det vindmøllerne, der står den for den største andel af elproduktionen på Ærø. Således leverede vindmøllerne i 2022 i alt 92% af den samlede elproduktion på Ærø mens solceller og biomasse (ORC-enheden på Marstal Fjernvarme) hver stod for 4% af den samlede produktion.

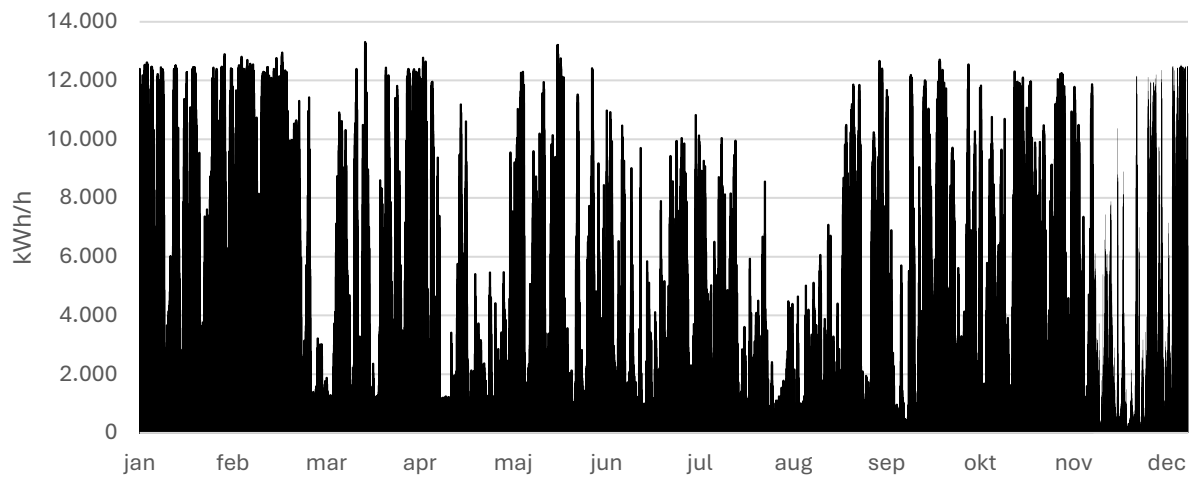


Figur 5: Elproduktion på månedsniveau på Ærø i 2022

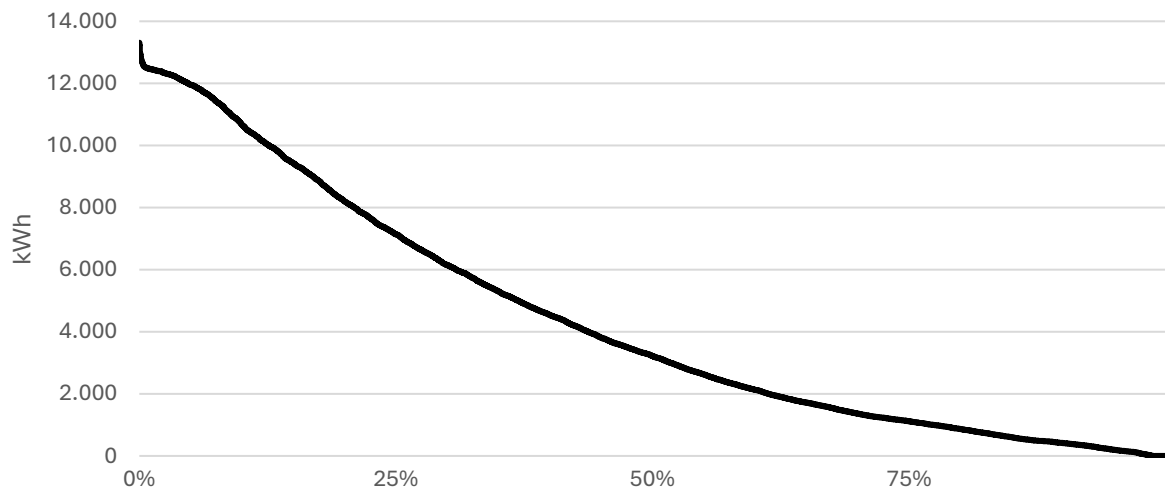
Ser man på produktionen på timeniveau så har den i gennemsnit været på 4,4 MWh/h men har varieret mellem ingenting og op til maksimalt 13,3 MWh/h, som vist på Figur 6 og Figur 7.

Der var i 2022 i alt 93 timer, svarende til 1% af årets timer, hvor der overhovedet ikke har været nogen produktion fra hverken vind, sol eller biomasse.

Ser man på de enkelte produktionsteknologier så har der været 652 timer uden produktion fra vindmøller, 4.091 timer uden produktion fra solceller og 3.941 timer uden produktion fra biomasse. I forhold til sidstnævnte så er ORC-enheden på Marstal Fjernvarme ikke i drift fra starten af juni til midten af november da solvarme her dækker hele fjernvarmeproduktionen. Individuelle produktionskurver og varighedskurver for vindmøller, solceller og biomasse fremgår i bilag 1.



Figur 6: Elproduktion på timeniveau på Ærø i 2022

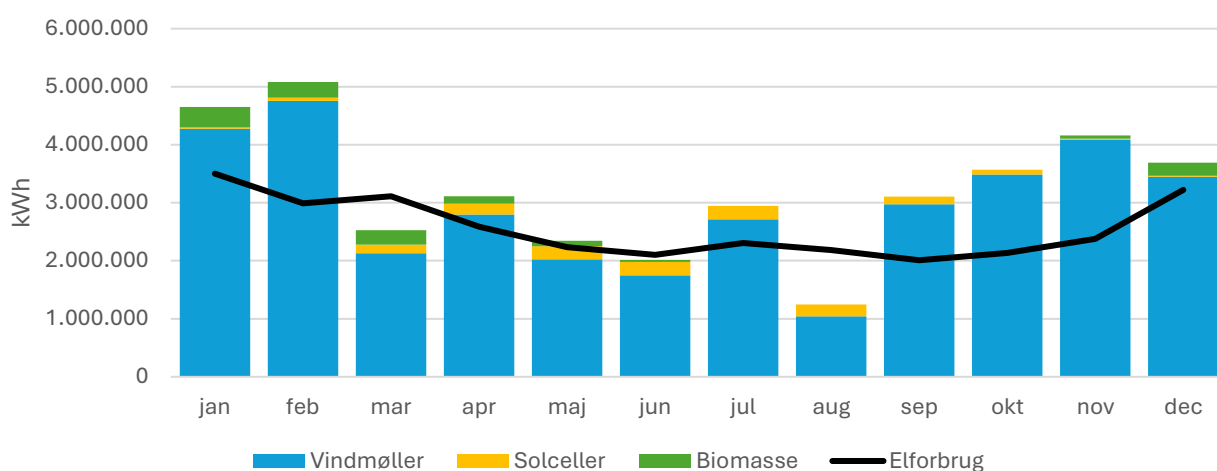


Figur 7: Varighedskurve for elproduktionen på Ærø i 2022

Lokal VE-andel for elforbruget på Ærø

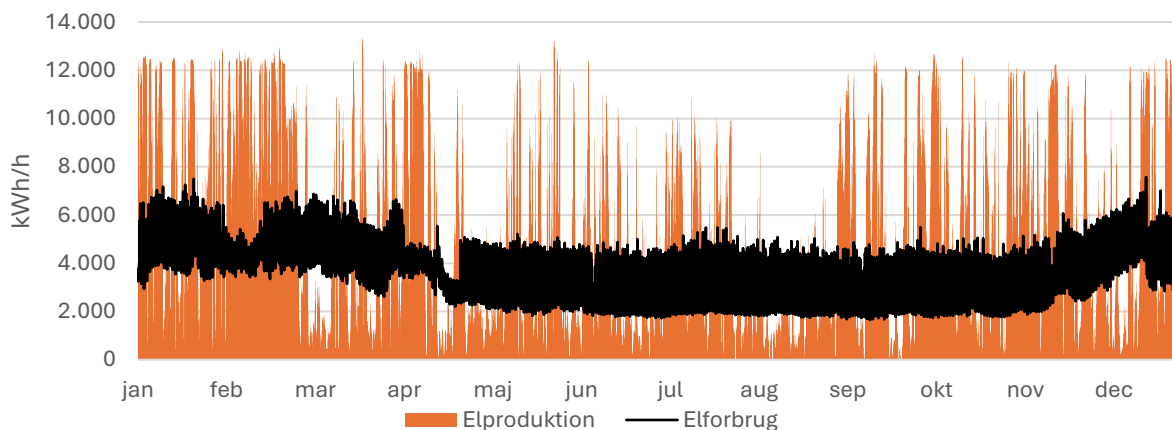
Den samlede lokale VE-elproduktion på Ærø udgjorde i 2022 samlet 38,4 GWh, hvilket svarer til 125% af øens samlede elforbrug på 30,8 GWh. Ser man alene på årsbasis så var hele elforbruget – og mere til – således dækket med lokal elproduktion fra vind, sol og biomasse. På årsbasis havde Ærø dermed en nettoeksport af el fra øen på samlet 7,7 GWh.

Betragter man dækningsgraden på månedsbasis, så var der i 9 af årets måneder en højere elproduktion end forbruget og kun i de 3 måneder; marts, juni og august, kunne elforbruget ikke dækkes af lokal VE elproduktion, som vist nedenstående. På månedsbasis var der i de 9 måneder med 100% VE dækning en nettoeksport på 9,3 GWh mens der modsat i de 3 måneder med manglende VE-dækning, var en nettoimport på 1,6 GWh.



Figur 8: Elforbrug og VE elproduktion på månedsniveau på Ærø i 2022

Går man herefter helt ned på timeniveau så var der i 2022 i alt 4.304 timer, svarende til 49% af årets timer, med en større lokal VE elproduktion end der forbrugt på Ærø, som vist på Figur 9. Modsat var så også 4.456 timer, svarende til 51% af årets timer, hvor den lokale elproduktion ikke kunne dække forbruget, som dermed skulle importeres udenøs fra.



Figur 9: Elforbrug og VE elproduktion på timeniveau på Ærø i 2022

I de 4.304 timer med overskud af lokal elproduktion så blev der her eksporteret 17,4 GWh væk fra øen. Samtidigt blev der i de 4.456 timer med manglende VE-dækning af forbruget importeret 9,7 GWh til øen.

Betragter man VE-andelen alene for de tidsopløsninger (år, måneder og timer), hvor forbruget var helt dækket af lokal VE elproduktion så får man følgende procentvise VE-dækning af forbruget.

| Tidsopløsning | Andel af elforbrug dækket med lokal VE-produktion – tid |
|----------------------|--|
| År | 100% (1 år ud af 1) |
| Måned | 75% (9 måneder ud af 12) |
| Time | 49% (4.304 timer ud af 8.760) |

Tablet 1: Andel af elforbrug dækket med lokal VE-produktion – tid

Eftersom der vil være mange timer, hvor elforbruget delvist er dækket med lokal VE elproduktion så giver det et mere nuanceret billede af VE-andelen, hvis man i stedet for ser på de energimængder, der mangler for at kunne være fuldt ud VE-dækket. Betragter man derfor VE-andelen, som summen af de samlede energimængder per tidsopløsning, der er dækket med lokal VE elproduktion, som andel af det samlede elforbrug, så får man følgende VE-andel.

| Tidsopløsning | Andel af elforbrug dækket med lokal VE-produktion - energimængder |
|----------------------|--|
| År | 125% (38,4 GWh ud af 30,8 GWh) |
| Måned | 95% (29,2 GWh ud af 30,8 GWh) |
| Time | 69% (21,1 GWh ud af 30,8 GWh) |

Tablet 2: Andel af forbrug dækket med lokal VE-produktion – energimængder

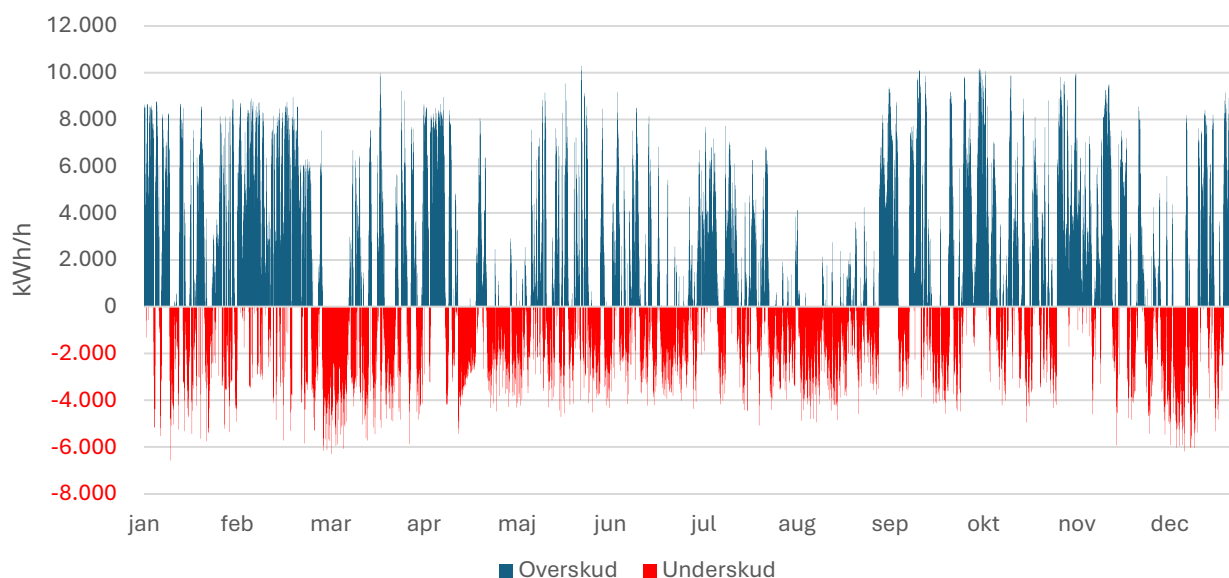
Selvom det således var i over halvdelen af årets timer (51%), hvor man ikke kunne dække elforbruget fuldt ud med lokal VE elproduktionen så var det således kun knap 1/3 (32%) af det samlede energiforbrug – time for time – som ikke kunne dækkes med lokal VE elproduktion.

Potentiale for fleksibelt elforbrug på Ærø

Fleksibelt elforbrug, i form af man kan "flytte" rundt på elforbruget, kan være med til at øge andelen af forbruget, som dækkes med lokal VE elproduktion. I dette kapitel analyseres det, hvad potentialet er for fleksibelt elforbrug i forhold til, hvor store energimængder der skal flyttes og i hvor lang tid.

Som beskrevet i forrige afsnit så var der i alt 4.456 timer i 2022, hvor det ikke var muligt at dække hele elforbruget med lokal VE elproduktion og hvor der dermed har været en negativ el-balance for Ærø set som et samlet geografisk område.

Nedenstående figur viser el-balancen på Ærø i 2022, som er den lokale VE-elproduktion fratrukket elforbruget i de enkelte timer. De timer, hvor der er underskud af produktion, er således her, hvor det vil være muligt at øge eget forbrug af lokal VE elproduktion, hvis man kan flytte forbrug i timer med underskud til timer med overskud.

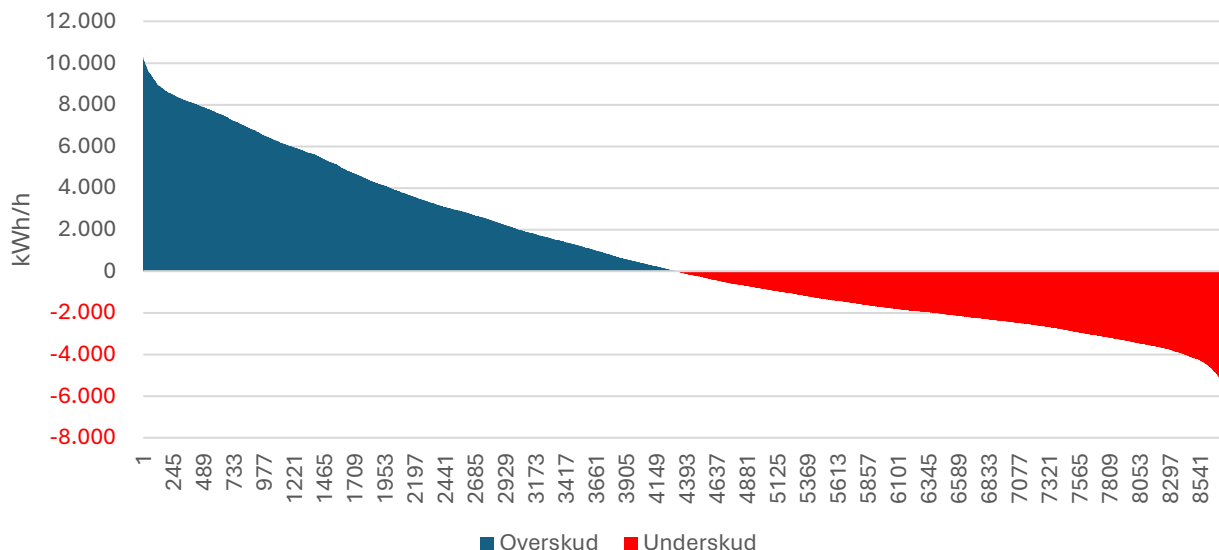


Figur 10: Elbalance - time for time - på Ærø i 2022

I forhold til at vurdere behovet og omfanget af fleksibilitet, er det dog væsentligt at undersøge dels hvor store energimængder det omfatter og i hvor lang tid ad gangen. Der er således stor forskel på om det er 600 eller 6.000 kW effekt der mangler og ligeledes om det kun er i et par enkelte timer eller om det er flere døgn ad gangen.

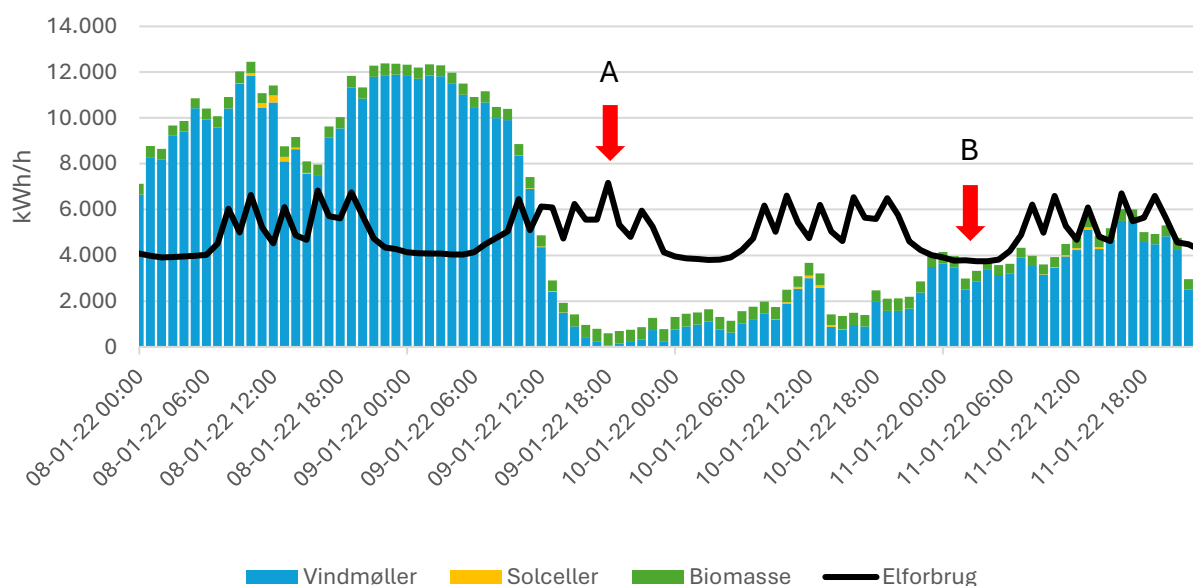
Effektbehov for lokal VE-dækning af elforbrug

Det samlede underskud af lokal VE elproduktion i 2022 udgjorde samlet 9,7 GWh, svarende til 2.175 kWh/h i gennemsnit i timer med negativ el-balance. Som det fremgår af efterfølgende Figur 11, så varierer behovet for effekt fra næsten ingenting og op til 6.571 kWh/h, som i 2022 var det den maksimale effektbehov, der ikke har kunne dækkes med lokalt VE-produceret el på Ærø.



Figur 11: Varighedskurve for elbalancen – time for time – på Ærø i 2022

Ser man nærmere på effektbehovet for at dække elforbruget med lokal VE elproduktion er der store variationer i, hvor meget der skal til og hvor længe. Nedenstående figur illustrerer elbalancen over 4 dage i januar 2022, som viser 2 forskellige situationer (A og B) med behov for fleksibelt elforbrug.



Figur 12: Elforbrug og lokal VE elproduktion - time for time - på Ærø de første 14 dage af 2022

Som det ses på figuren, så falder elproduktionen væsentligt i løbet af først på eftermiddagen d. 9. januar mens elforbruget samtidigt øges sidst på dagen og topper om aftenen mellem kl. 17-18 med 7.167 kWh/h, mens produktionen kun er på 595 kWh/h. Der mangler således 6.571 kWh/h mellem kl. 17-18, hvilket var det største underskud af lokal VE elproduktion i en enkelt time i 2022. Det er samtidigt ikke kun den ene time mellem 17-18, hvor der er underskud, men derimod over en længere periode på samlet 1½ døgn (36 timer) fra d. 9/1 kl. 12 til 10/1 kl. 24. I

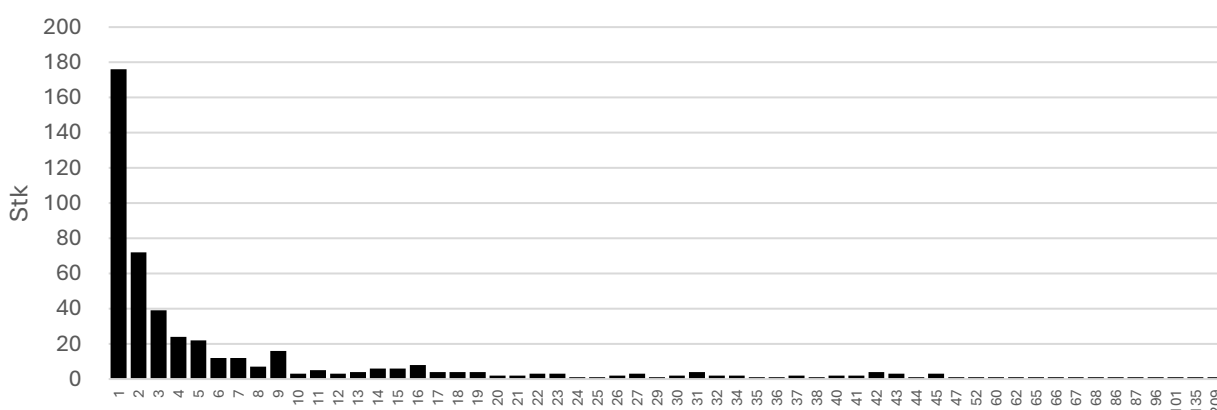
denne periode udgør det samlede underskud af lokal produktion i alt 118.789 kWh, svarende til 3.300 kWh/h i gennemsnit per time.

Ser man tilsvarende på det efterfølgende døgn d. 11/1 så kommer der også her flere timer i løbet af døgnet med underskud, men som dels er mindre effektmæssigt men også tidsmæssigt. I løbet af d. 11/1 er der således et underskud på 15.567 kWh i løbet af samlet 16 timer d. 11/1, svarende til 973 kWh/h i gennemsnit per time.

I situation A er der behov for næsten 4 gange så meget effekt som i situation B, samtidigt med, at det skal ske over en periode, som er 3 gange så lang som i situation B og samlet set derfor medfører en langt større energimængde som skal flyttes. Eksemplet med de 2 situationer viser, at behovet for fleksibilitet kan variere meget både i forhold til den effekt man skal kunne regulere sit forbrug med og den tid man skal kunne levere fleksibiliteten.

Perioder med negativ elbalance

Der var i 2022 i alt 489 sammenhængende perioder med negativ elbalance, med den længste periode på i alt 209 timer, svarende til knap 9 døgn. Langt de fleste perioder har dog været i kortere tid, og i alt har 90% af alle perioder med negativ elbalance været på et døgn eller kortere (1-24 timer) og heraf har de 36% (176 stk) alene været af en times varighed, hvorefter der igen er en positiv elbalance.



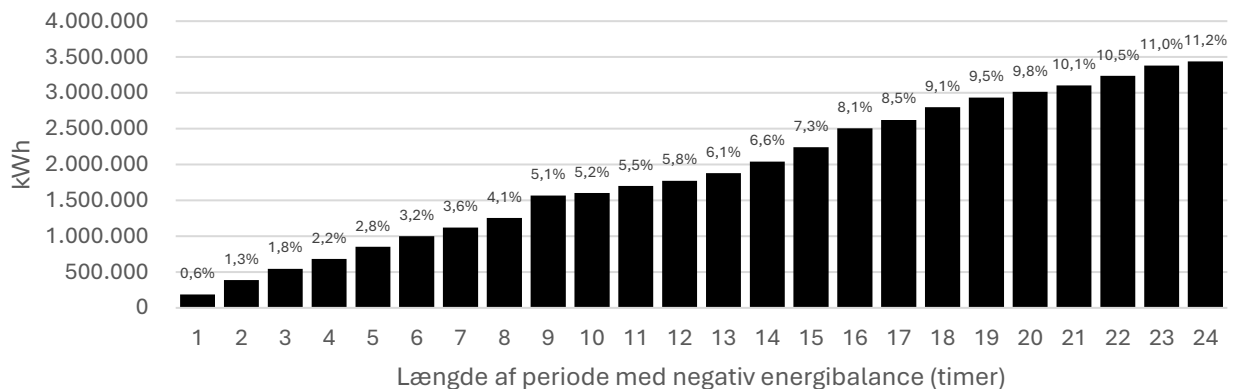
Figur 13: Perioder med negativ elbalance i 2022 på Ærø

Eftersom størstedelen af perioderne med negativ elbalance har været af kortere varighed på under et døgn udgør de samtidigt heller ikke så stor andel af de samlede timer med negativ elbalance eller af de samlede energimængder, hvor der er underskud af lokal VE elproduktion.

Summerer man alle de timer, hvor der har været en negativ elbalance i 24 timer eller mindre, så udgør de tilsammen 1.931 timer, svarende til 43% af det samlede antal timer med underskud af lokal VE elproduktion. De øvrige timer med negativ elbalance udgør således færre samlede perioder men af længere varighed på op til 209 timer som det maksimale.

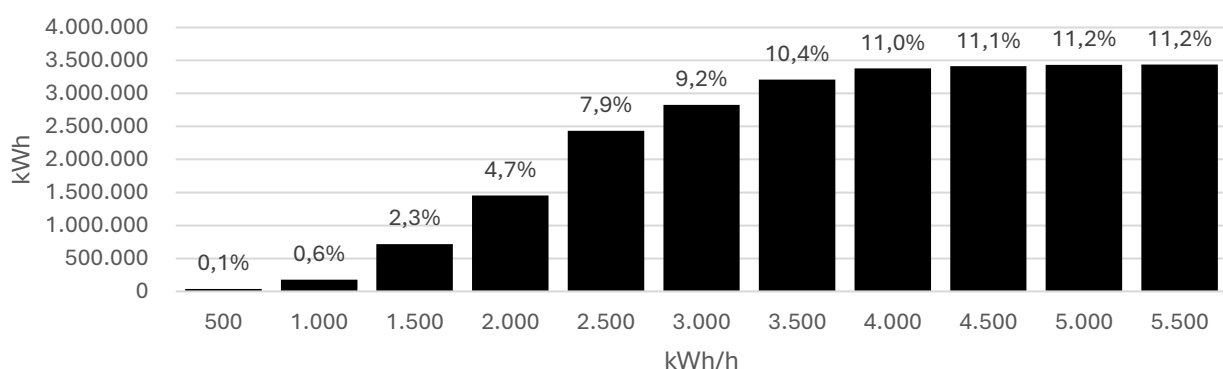
Fleksibilitet på døgnbasis

I dette afsnit fokuseres på fleksibilitet på døgnbasis, dvs. de negative elbalancer, som havde en varighed på 1-24 timer. I nedenstående Figur 14 er opgjort, hvor meget man kan øge egetforbruget af den lokale VE elproduktion, såfremt man kan agere fleksibelt mellem 1-24 timer når der er negativ elbalance på Ærø. Såfremt man kan agere fleksibelt i alle perioder med negativ elbalance i op til et døgn, vil man kunne øge egetforbruget af den lokale VE elproduktion med 3,4 GWh, svarende til en forøgelse på 11%. Herved vil man øge den lokale VE-dækning fra 69% til 80% (jf. Tabel 2 på side 7).



Figur 14: Øget egetforbrug af lokal VE elproduktion ved fleksibelt forbrug mellem 1-24 timer i 2022

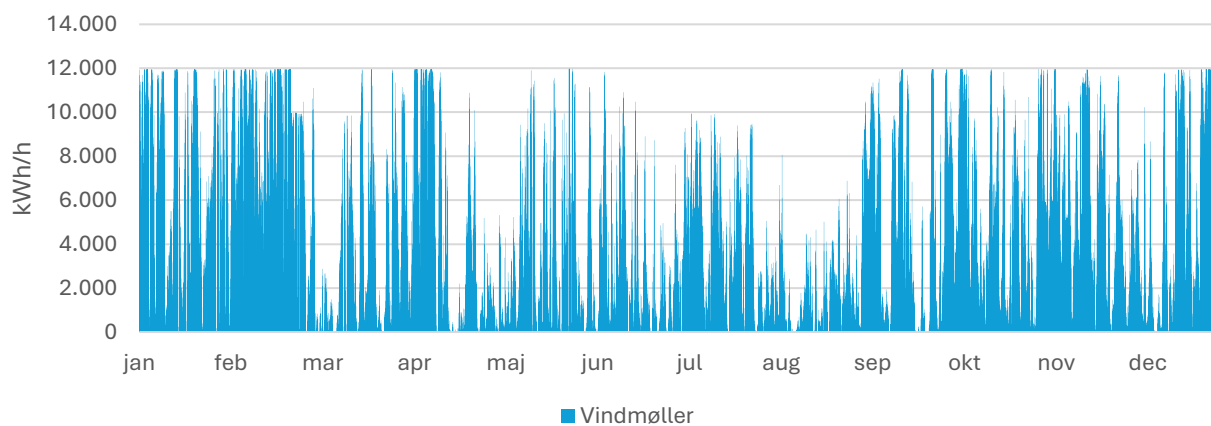
For at fjerne de negative elbalancer med en varighed på op til et døgn er det nødvendigt at kunne agere fleksibelt med forskellig effekt. I nedenstående figur er vist, hvor meget fleksibilitet man i 2022 skulle aktivere på døgnbasis for at øge egetforbruget af den lokale VE elproduktion. Her ville f.eks. aktivering af 2.000 kW i op til 24 timer have medført en forøgelse af egetforbruget af lokal VE elproduktion på 4,7%.



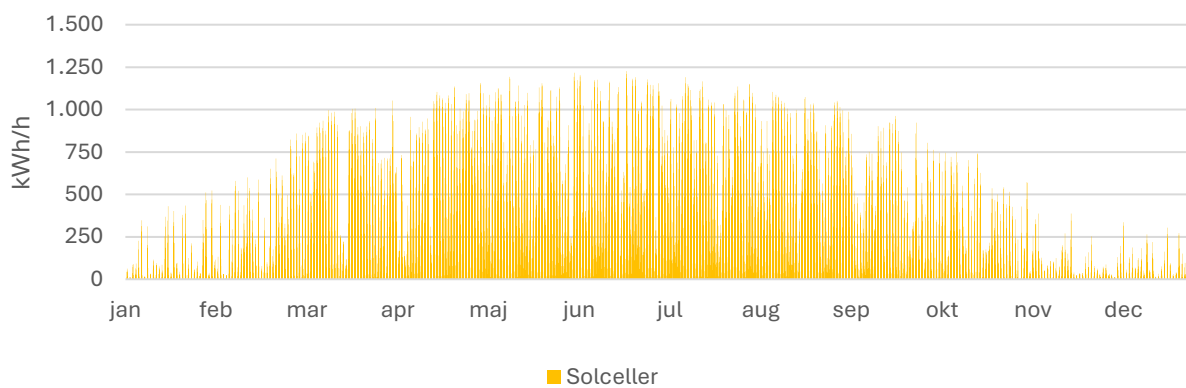
Figur 15: Effektbehov for fleksibelt elforbrug på døgnbasis i 2022

Det samlede potentiale for at øge andelen af elforbruget på Ærø med fleksibelt elforbrug kan således samlet opgøres til 3,4 GWh, svarende til en forøgelse af egetforbruget fra med op til 11%. Det forudsætter dog, at man kan aktivere fleksibelt elforbrug på op til 5,5 MW i op til 24 timer.

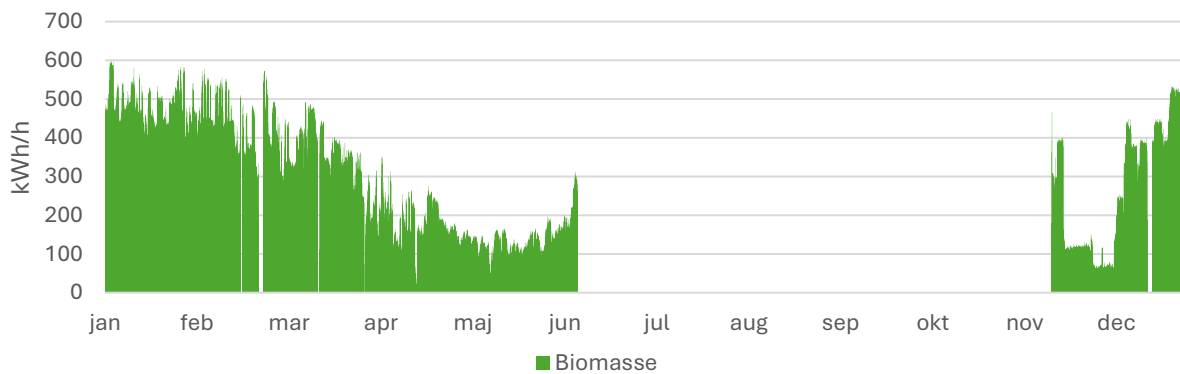
Bilag 1



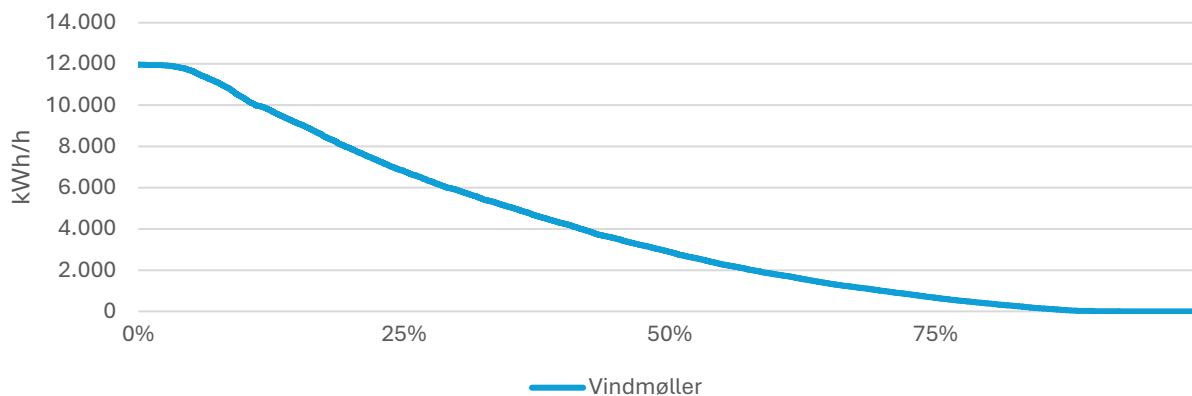
Figur 16: Elproduktion på timeniveau fra vindmøller på Ærø i 2022



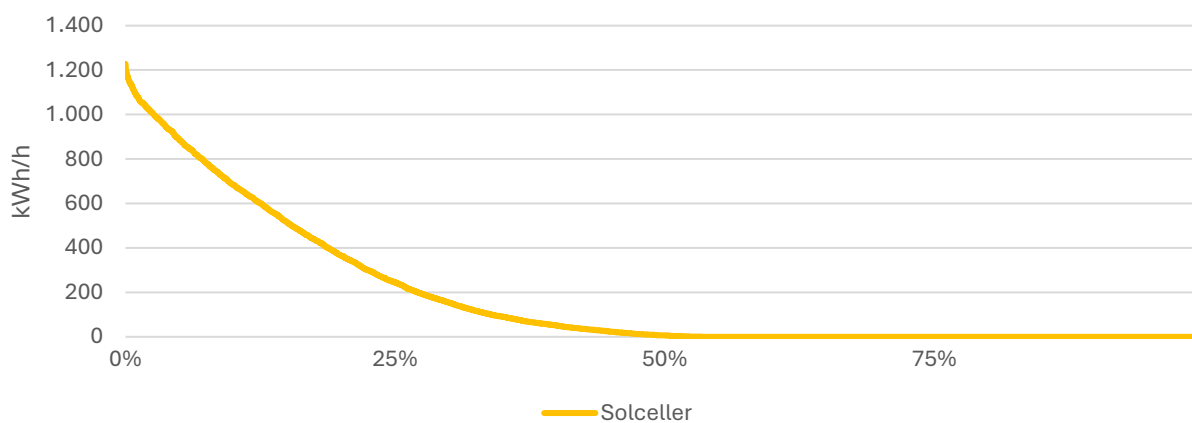
Figur 17: Elproduktion på timeniveau fra solceller på Ærø i 2022



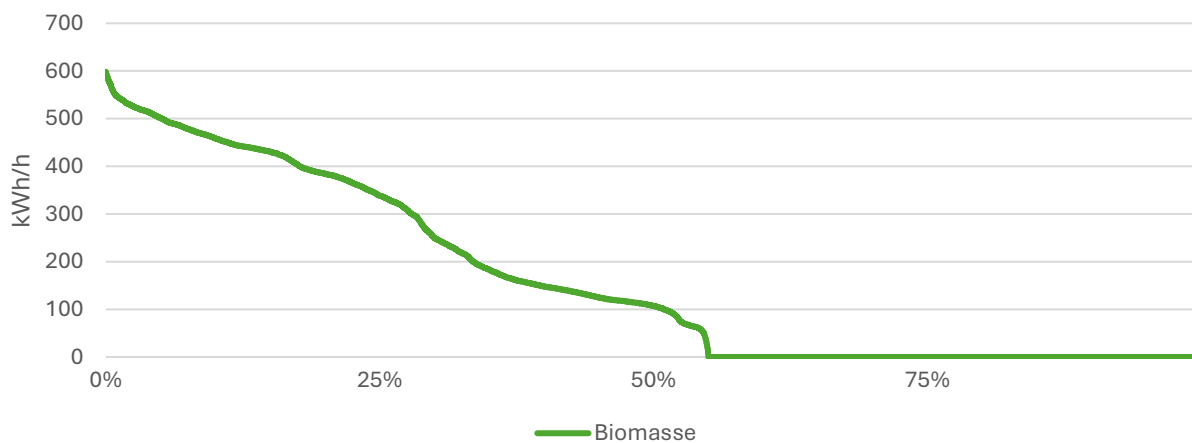
Figur 18: Elproduktion på timeniveau fra biomasse (ORC-enhed) på Ærø i 2022



Figur 19: Varighedskurve for elproduktion fra vindmøller på Ærø i 2022



Figur 20: Varighedskurve for elproduktion fra solceller på Ærø i 2022



Figur 21: Varighedskurve for elproduktion fra biomasse på Ærø i 2022