
Oppdragsgiver: Andfjord AS
Oppdrag: 612868-01 – Andøy Industripark Kvalnes
Dato: 31.01.2018
Skrevet av: Andreas Mørkved
Kvalitetskontroll: Fritjof Salvesen

KU - ENERGI (SOLCELLER)

INNHOOLD

1	Innledning.....	2
2	Klimadata	2
2.1	Sol og vinddata på Andøya	2
3	Beskrivelse av bygg.....	3
4	Solcelleanlegg.....	3
4.1	Bruk av solstrøm ved Kvalnes.....	4
4.2	Montering helning og plassering	5
4.3	Simulering i PVSol.....	7
5	Oppsummering av egnethet for solceller.....	8

1 INNLEDNING

Asplan Viak AS er engasjert av Andfjord AS for å utarbeide en detaljreguleringsplan for området mellom Finnvika og Kvalnes. I gjeldende kommuneplan for Andøy kommune er området avsatt til LNF.

I samråd med Andøy kommune er det avklart at det er krav om konsekvensutredning, jfr. vedlegg 1, punkt 1 i forskrift om konsekvensutredning.

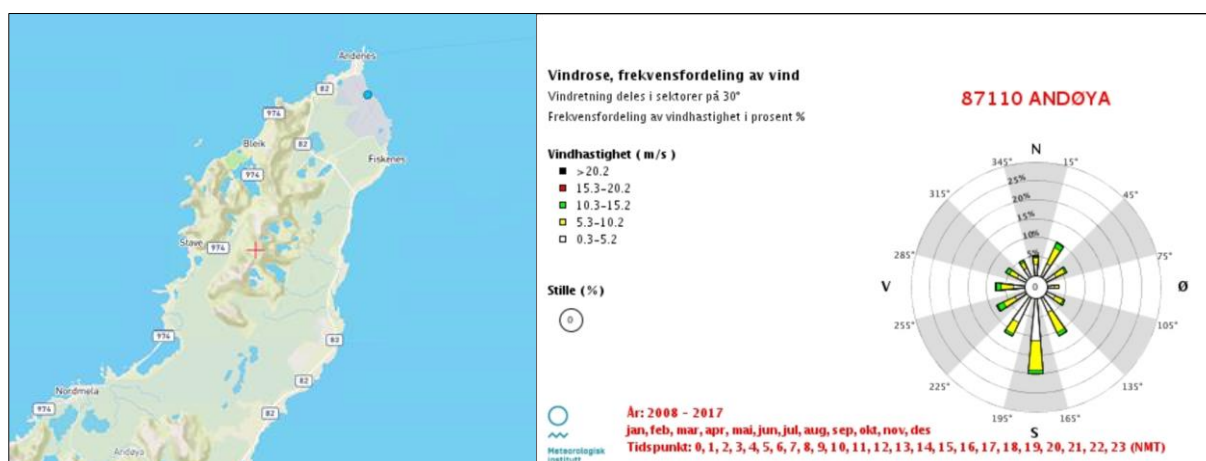
Dette notatet omhandler muligheter for utnyttelse av solenergi til strømproduksjon i forbindelse med planlagt etablering av landbasert fiskeoppdrett.

Formålet er å se hvilken størrelsesorden av strømproduksjon som kan forventes ved etablering av solceller over tiltenkte oppdrettsbasseng. Ved totalt utbygging vil dette utgjøre et tilgjengelig takareal for solceller på $40 \text{ m} \times 40 \text{ m} \times 10 = 15 - 16\ 000 \text{ m}^2$.

2 KLIMADATA

2.1 Sol og vinddata på Andøya

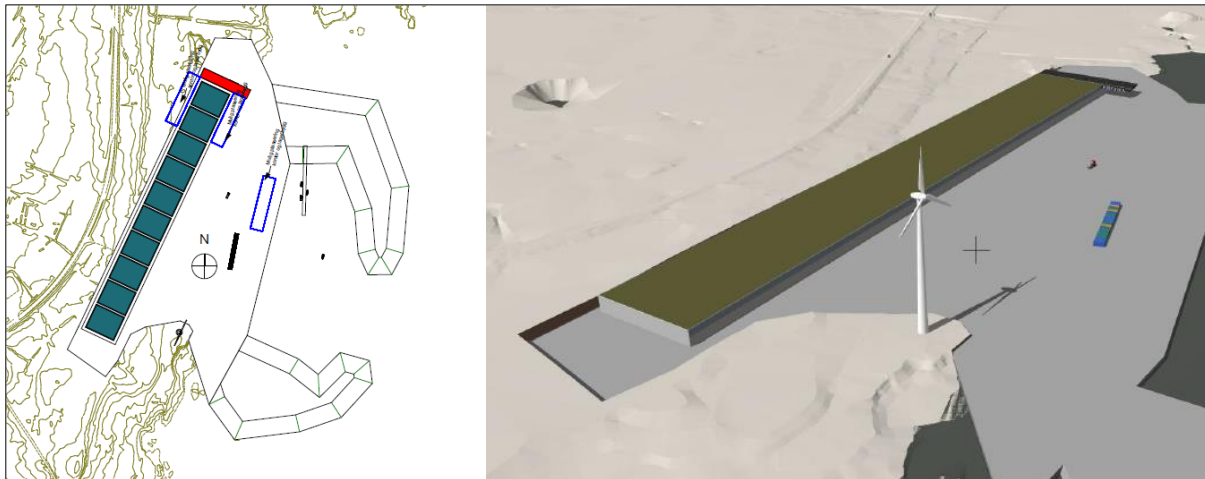
På Andøya er en værstasjon tilknyttet flyplassen nord på øya, hvor både solinnstråling og vinddata logges. Global innstråling på horisontal flate på Andøya er registrert til 759 kWh/m^2 , og gjennomsnittlig vindstyrke er på $5,8 \text{ m/s}$. Til sammenligning har Oslo (Blindern) global solinnstråling på horisontal flate på 905 kWh/m^2 .



Figur 1. Illustrasjon av plassering av værstasjon i tilknytning til flyplass ved Andøya (Meteonorm), samt en frekvensfordeling av vindhastighet (vindrose) for stasjonen.

3 BESKRIVELSE AV BYGG

Utgangspunktet for vurdering av strømproduksjon med solceller er basert på underlagsskisser av oppdrettsanlegget, vist i Figur 2.



Figur 2. Utdrag fra situasjonsplan Andfjør Lakseoppdrett (25.01.2018) og planskisse (25.01.2018). Et fullt utbyggt anlegg vil bestå av 10 tanker med en overflate på 40 x 40 meter. Mellom karene er det planlagt vei på 3 m.

Som Figur 2 viser, vil orienteringen av de 10 planlagte, kvadratiske tankene ligge på en rekke som vil utgjøre et rektangel, med kortsider mot nord- nordøst og sør-sørvest. I vurderingen er derfor orienteringen av den ene kortsiden av rektangelet 30° mot øst (0° = nord). Endringer av orientering vil påvirke solstrømproduksjon som angitt i notatet.

I dag er det montert en vindturbin på området hvor lakseoppdrettsanlegget er planlagt. Det er en Vestas WD-34-400, med generatoreffekt på 400 kW, tårnhøyde på 30 m og vingediameter på 34 m. Årsproduksjonen er estimert til 1 GWh (middelproduksjon basert på 7 m/s), og den ble satt i drift i 1991.

4 SOLCELLEANLEGG

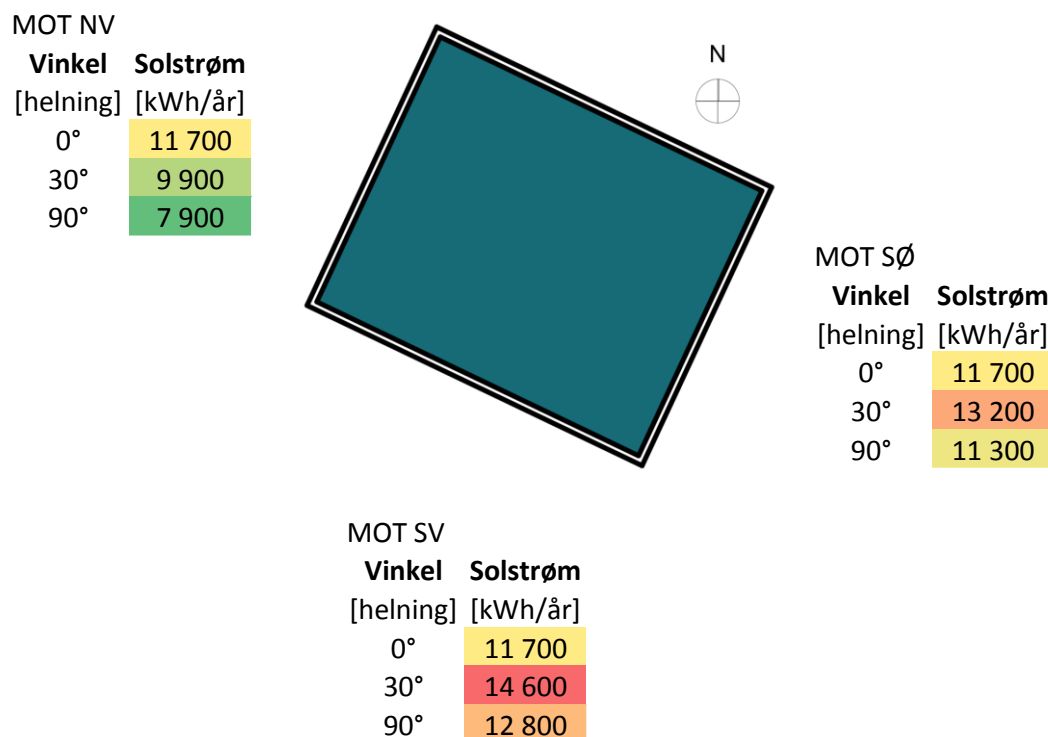
Et potensielt oppdrettsanlegg vil ha stort elbehov for pumping av sjøvann, og et solcelleanlegg vil i sommerhalvåret således kunne bidra til å redusere elbehovet fra kraftnettet. På nåværende tidspunkt er det ikke gitt noe informasjon om driftstider og elbehov til drift av pumpene.

Klimaet ved Andøya er hardt med tanke på vindforhold, og som vil kreve spesielt god forankring av et «tak» over bassengene, inkludert solcellene. Særskilt byggeteknisk vurdering må utføres med hensyn på dette.

Det kalde klima vil være gunstig for solstrømproduksjon da effektiviteten på solcellene øker med lavere temperatur.

4.1 Bruk av solstrøm ved Kvalnes

Med den antatte beliggenheten til oppdrettsanlegget er det gjort en beregning på potensiell strømproduksjon for ulike orienteringer som kan være aktuelt for et solcelleanlegg. Resultatet er gjengitt i Figur 3, som årsproduksjon i kWh pr 100 m² solcelleareal.



Figur 3. Potensial for årlig strømproduksjon pr 100 m² solcelleareal, med ulike orienteringer og helningsvinkler, men ett kar illustrert i senter. Solcellemodulene er antatt å ha virkningsgrad på 18%, som tilsvarer en effektiv solcelle. Elektriske tap er her antatt til 15%.

Fra Figur 3 kan det avlese at 100 m² solceller montert på et flatt, horisontalt tak vil kunne produsere 11 700 kWh pr år. For ett fullt utbygget anlegg vil en kunne produsere 11 700 *(40*40/100) = 187 200 kWh/år. Da er ikke forhold som skygge, is og snø hensyntatt. Det er heller ikke regnet med lokalt lavere utetemperaturer i sommerhalvåret som vil kunne øke virkningsgraden på solcellene.

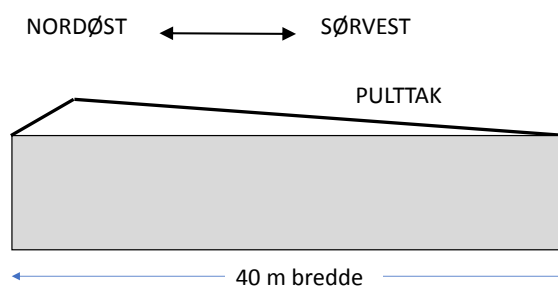
4.2 Montering helning og plassering

Det vil være ulike konsekvenser for valg av helning på solceller:

- Selvrensende effekt av smuss, fugleavføring og salt
- Avrenning av snø ved smelting
- Vindlast på tak
- Vindsug
- Skygge mot bakenforliggende solceller (eksisterende vindturbin)

Alternativ 1 - Den enkleste monteringsmessige installasjonen av solceller for et basseng vil være å dekke et horisontalt tak med solceller. Denne løsningen vil gi god utnyttelse av takarealet, men en dårlig selvrensende effekt samt ugunstig med tanke på avrenning av snø. I forhold til vindsug vil et flatt tak være godt egnet, og ha mindre risiko å bli løftet av i veldig kraftig vind. På en lokasjon som Andøya vil flate solcelleanlegg også være relativt godt egnet for horisontal montering da solen står høyt om sommeren.

Alternativ 2 - Det som ansees som en mer optimal løsning vil være å benytte pulttak som vender mot sør-vest. Som Figur 3 illustrerer, vil en slik orientering, med en gitt helning, kunne produsere mest strøm pr installert m² solcelle av angitte orienteringer. Ved å benytte et pulttak vil en kunne få en optimal utnyttelse av takareal, ved at solcellene legges etter vinkelen på taket, og således blir integrert. Et annet viktig moment vil være at en vil få en viss selvrensende effekt når regnvann og smeltevann kan renne av solcellene.



Figur 4. Eksempel på solceller montert på pulttak. Med en slik utforming unngår en skyggeproblematikk mellom solcellerader, og en får en høy utnyttelse (tv). For å få en mer aerodynamisk utforming av taket kan det vurderes å forme en helning mot nordøst på enden av taket.

På bakgrunn av at taket over bassenget bør dimensjoneres til vind i orkan styrke, bør trolig helningsvinkelen på pulttaket være liten for å unngå vindsug. Helningsvinkelen er derfor satt til 3°, noe som gir marginal økning av solinnstråling i forhold til horisontal montasje. Likevel ansees en slik takutforming og montering som mer gunstig driftsmessig. Dersom helningsvinkelen kan økes sett fra et byggeteknisk vurdering, så vil det øke energiutbytte.

Dersom en tar hensyn til begrensinger til snø og is som vist i Figur 5. Og en legger til grunn en 3-4% økning i virkningsgrad som følge av kaldt klima, får en resultatet:

Alternativ 1 (flatt tak): 181 000 kWh/år

Alternativ 2 (3 grader -sør/sørvest): 176 000 kWh/år

Helningsvinkel	Tap av solinnstråling pga av is og snø [%]												
	År	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
0°		100	75	50	10	0	0	0	0	0	0	50	100
5°		100	75	50	5	0	0	0	0	0	0	50	100

Figur 5. Benyttet månedlig tap av solstråling pga. is og snø.

Installert effekt på solcelleanlegget vil avhenge av effektiviteten til installerte solcellepaneler. Med utgangspunkt i en høyeffektiv, monokrystallinsk solcelle, som av SUNPOWER sine solceller (Figur 6) så vil et flatt tak, over et 40 x 40 basseng, helintegrrert med solceller ha en installert effekt på om lag 320 – 325 kW_p. Totalt ville teoretisk et solcelleanlegg over 10 like basseng ha en samlet installert effekt på vel 3 MW_p.



Figur 6. Solcellepanel av type SUNPOWER X21-335-BLK. 335 -345 Wp (1,6 x 1,05 m) –Monokrystallinsk. 21% virkningsgrad ved STD.

Dersom en takkonstruksjon viser seg unødvendig for å dekke til oppdrettsbasseng, og at en presenning/duk er mer aktuelt, finnes det også PV integrerte duker.

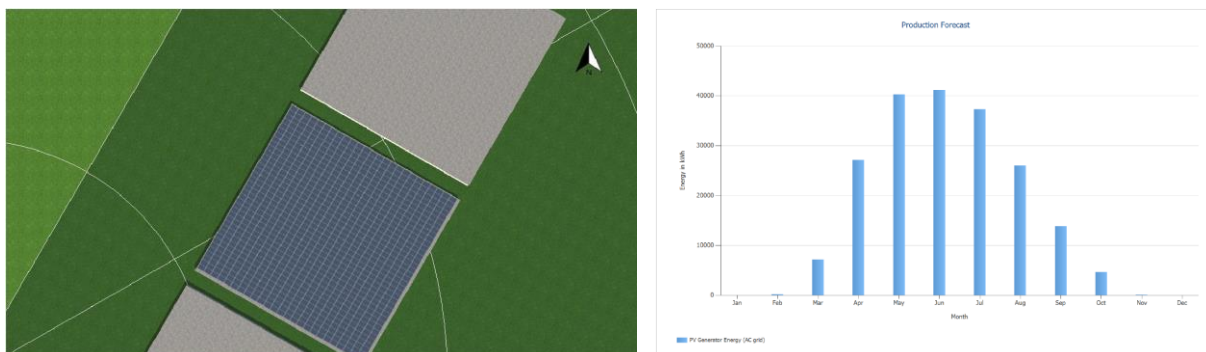


Figur 7. Eksempler på solcelleduker til ulike formål.

Det vil være et betydelig rimeligere investering enn for høyeffektive takmontert solceller, men samtidig leveres disse som regel med solceller av lavere virkningsgrad. Utbytte av solstrøm vil bli betraktelig lavere. Om det finnes systemer for solduker som kan tåler sterk vind er usikkert.

4.3 Simulering i PVSol

Som et supplement til beregninger av solstrøm gjort i 4.2, ble det simulert med programmet PVSol, som inkluderer en enkel 3D modell samt muligheter å benytte faktiske karakteristikker for ulike solceller. Den høyeffektive solcellen fra Sunpower (Figur 6) ble lagt til grunn. Solcellene på ett tak ble beregnet, men med flere kar etter hverandre, for å kunne få med evt. skyggeeffekter.



Figur 8. Illustrasjon og graf fra PVSol. Illustrasjon viser solceller dekket på tak over ett basseng, her 925 moduler av SunPower sine solceller. Grafen viser hvordan produksjonen av solstrøm fordeler seg over året.

Ved beregning av produsert solstrøm tar PVSol også hensyn til det kalde klima som øker produksjonen. En tilsvarende sammenligning fra tallene i 4.2:

Alternativ 1 (flatt tak): 205 980 kWh/år (produksjonen på likestrømside)
Alternativ 2 (3 grader -sør/sørvest): 210 150 kWh/år (produksjonen på likestrømside)

Den høyeste effekten produsert fra det simulerte solcelleanlegget over året (alternativ 2) er på 238 kW. Dette er ikke veldig overraskende da oppgitt kW_p for solceller er oppgitt med solinnstråling atskillig høyere enn de som kan forventes ved Andøya.

5 OPPSUMMERING AV EGNETHET FOR SOLCELLER

Det er gjort en vurdering på egnethet for produksjon av solstrøm ved planlagt fiskeoppdrettsanlegg ved Kvalsnes, Andøya.

Beregninger og simuleringer er gjort for 2 alternativ for ett av de tiltenkte oppdrettsbassengene. Det ene med solceller integrert i på et flatt tak, og det andre som et pulttak mot sørvest, men liten helningsvinkel på 3°. Basert på at det blåser hardt på den aktuelle lokasjonen, er det antatt at store helningsvinkler er uaktuelt. Dersom nærmere byggetekniske beregninger skulle godkjenne større vinkler, vil dette øke solstrømproduksjonen.

For et tak på 40 x 40 m, helt dekt av solceller med horisontal eller liten helningsvinkel, er estimert årlig produksjon av solstrøm i størrelsesorden 170 – 200 000 kWh/år. I simuleringene, som ble gjort i programmet PVSol, ble en høyeffektiv solcellemodul av merke Sunpower benyttet. Angitt solstrømpotensial er noe lavere enn angitt tidligere i notatet. Dette er for å hensynta behov for enkelte randsoner rundt taket samt enkelte gangsveier. Den maksimale produserte effekten for pulttak alternativet med høytemperatur solceller, og installert kapasitet på vel 310 kW_p , var på 238 kW_p . Dette gir en indikasjon på forholdet mellom installert effekt, og reelt oppnåelig levert maksimal effekt for lokasjonen.

Valg av tak med helningsvinkel vil ikke bare gi en noe økt solstrømproduksjon, men vil i like stor grad være gunstig med tanke på naturlig rensing av solcellene via regnvann. Et flatt tak vil fort kunne redusere sin produksjon som følge av tilskitning av solcellene. Et pulttak er derfor sett som den mest hensiktsmessige utformingen av et tak for utnyttelse av solceller.

Basert på beregningene og simuleringer, samt hensyn til lavere praktisk takutnyttelse for solcellene, kan det anslås at et fullt utbygd anlegg kan ha en årlig strømproduksjon i størrelsesorden 1,7 – 2,0 GWh/år. Dette er sett opp mot de 2 skisserte alternativene i notatet. Forholdet mellom installert solcellekapasitet og reelt maksimal effektproduksjon vil da under optimale betingelse være 310 kW_p mot 238 kW_p . For en totalt installert solcellekapasitet (10 basseng) på f.eks. 3 MW_p vil oppnåelig makseffekt kunne ligge opp mot 2,0- 2,3 MW_p .

Det som vil være viktig dersom solceller vurderes som aktuell til videre vurdering, er:

- Kartlegge driftstid, profil og størrelse av elbehov for sjøpumpene. Dette vil gi føringer på optimering av et solcelleanlegg og valg av komponenter (solcellemoduler og invertere)
- Utføre en kost/nytte vurdering av høyeffektive solceller mot de med lavere effektivitet sett opp mot optimal elforsyning til sjøvannspumpene.
- Avklare byggetekniske føringer på utforming av tak mot dimensjonerende vindlaster
- Utarbeide et innovativt energikonsept som vil øke mulighet for støtte fra Enova, til etablering solcelleanlegg ved Kvalsnes – f.eks. mot smart styring mellom produksjon og behov for strøm.
- Den eksisterende vindturbinen ble lagt inn i simuleringene for å se på skyggevirkningene mot solcellene, kun for ett av takene. Det bør avklares om vindturbinen skal flyttes eller bli stående. Dersom den skal bli stående bør en simulering gjøres for et fullt utbygd anlegg, for å undersøke i hvilken grad skyggen reduserer den totale solstrømproduksjonen.