

# Mulighetsstudie av Kjeraghytta

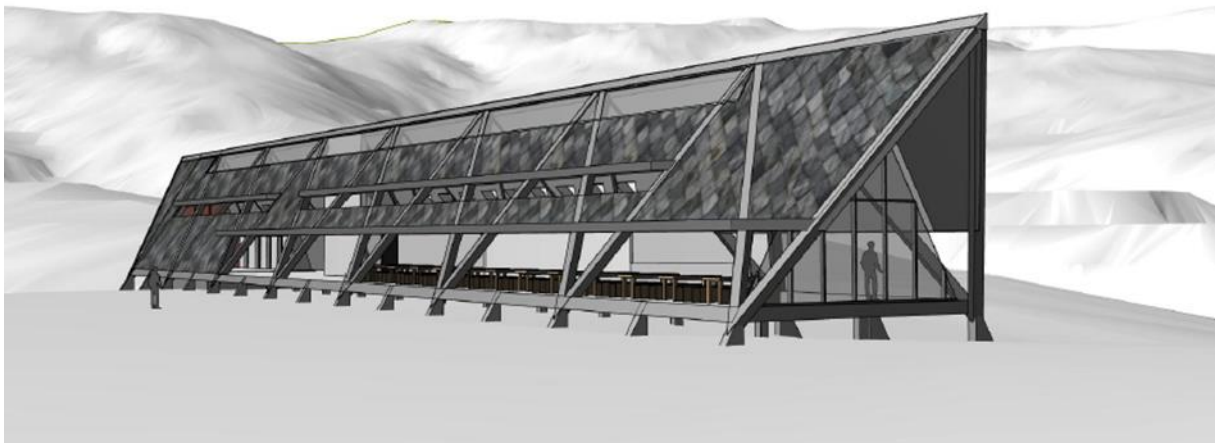
## Innledning

Stavanger Turistforening (STF) ønsker å bygge en energieffektiv hytte som er tilpasset internasjonale turister og de røffe værforholdene på Kjeragplatået. Beliggenheten gjør det umulig å koble seg til eksternt strømnnett. Slike løsninger må produsere all energi på stedet og omtales som en off grid-løsning.

Internasjonalt er det stort fokus på off grid-løsninger, og anerkjennes som et viktig element for å oppnå reduksjon av klimagassutslippene bla. Norge har forpliktet seg til gjennom Parisavtalen.

Denne studien forsøker å avdekke muligheter og utfordringer knyttet til slike løsninger. Prosjektet legger stor vekt på spredning og kompetanseformidling, slik at det kan overføres til andre tilsvarende prosjekter, både lokalt og internasjonalt. Løsninger fra Kjerag ønsker Turistforeningen å videreføre til en ny hytte på Trolltunga.

En effektiv off grid-løsning på Kjerag skal være et visuelt og teknisk utstillingsvindu fra Norge til hele verden, og vil vise at fremtidens energiløsninger kan være effektive samtidig som naturens eksisterende kvaliteter ivaretas.



Arkvests tegninger av Kjeraghytta, datert til 27.4.2017.

## Teknologi og kompetanseformidling

Tradisjonelle energiløsninger på turisthytter er ofte preget av høye driftskostnader, energitap og liten fleksibilitet. Vanlige energikilder er propan, diesel, ved og solceller med batteri.

I denne utredningen tas det utgangspunkt i foreløpige planer og tegninger for å se hvilke produkter og løsninger som kan tilfredsstille energibehovet i Kjeragprosjektet. Det er ønskelig å kombinere energiløsningen med flere energiprodukter og energikilder som biogass, vindmøller, sol og varmepumper. Viktige faktorer ved valg av løsninger er levetid, støy, driftssikkerhet og -kostnad, samt plassbehov. Det er et krav at løsningen ikke skal ødelegge eller forringe den unike naturopplevelse man får ved å besøke Kjeragplatået.

Nye, lavtempererte løsninger som utnytter naturens fornybare energikilder, samt spillvarme fra hytta er prioritert. I prosjektet anbefales det å benytte hybride solceller som primær energikilde og gassløsninger til nødstrøm.

Andre viktige faktorer som bør avklares før prosjektet går inn i neste fase:

- Usikre drikkevannsforhold og hygieniske barrierer som gir bakteriesikring
- Matsservering og meny
- Mulighet for plassering av vindmølle, hydrogen eller andre energikilder
- Boremuligheter for drikkevann og geotermisk energi
- Betydningen av snø på solceller. Kan solceller brukes til snøsmelting?
- Størrelse og plassering av tekniske rom for batteribank, akkumulatorer, ventilasjon og gass
- Fjernkontroll, mobildekning og overvåkning
- Effektbehov, effektreduksjonsløsninger
- Hyttas beliggenhet og tilgjengelig areal for solceller
- Utnytte elproduksjon utenfor sesong

### Vurdering av komponenter:

- **Hybridsolceller, på fagspråket *Photovoltaic Thermal (PVT-E)*** bruker både solceller og solfangere for å øke energiproduksjon. For å få god effekt bør hybridsolcellene integreres i bygget. Denne type løsning er plassbesparende og vil kunne halvere arealbehovet uten å forårsake visuell støy. Hybride solceller og solfanger benytter mer av solens energi enn tradisjonelle solceller. Mens solceller produserer elektrisitet, omdanner solfangere solstråler til varme. Solfangere legges som en varmekrets på baksiden av solcellepanelet.

Solceller trives best i lave temperaturer, og optimale temperaturer er typisk under  $-5^{\circ}\text{C}$ . Når solen skinner genereres det varme på solcellepanelene, fører dette til at virkningsgraden reduseres på grunn av den økende temperaturen. Det er derfor ønskelig å fjerne overskuddsvarmen. Overskuddskjøling fra varmepumper eller snøsmelting kan lede bort varmen fra solcellene og på den måten kjøle dem ned. Denne metoden øker effektiviteten til både solceller og varmepumpe betydelig.

PVT-E har en rekke driftsfordeler, eksempelvis levetid, vekt, feilkilder og kan produseres i alle farger og fasonger. PVT-E er lite utprøvd i Norge og i slike omgivelser og det bør være et absolutt krav med en test før bygging.



**Propan/naturgass** er velkjent for Turistforeningen og vil være en grunnleggende del av nødstrømløsningen. Propan vil fungere som en back up-løsning når sol, vind eller andre energikilder ikke kan produsere energien som til enhver tid kreves. Det anbefales at gassløsningens effekt skal være stor nok til å dekke hele hyttens behov i flere dager. Av sikkerhetsmessige årsaker bør gass oppbevares i et separat rom med rampe som gjør utskiftninger av flasker enklere.



**Varmepumper** med gode styringssystemer integrert med andre energikilder vil også være en viktig del av løsningen. Varmepumper kan være driftssikre, har lang levetid og krever lite vedlikehold om det installeres av kompetente fagfolk.

**Vindkraft** et mulig supplement til solcellene. Det er gode vindforhold på Kjeragplatået, men byr på utfordringer med støy og visuell forurensing i terrenget, samt fare for iskast gjør dette utfordrende. Vi har bedt leverandører komme med forslag uten å lykkes så langt.

**Kraftvarmeverk (CHP)** leverer både elektrisk og termisk energi som gir løsning en større fleksibilitet og sikkerhet. Energien i brenselet omformes til omkring 80 % varme og 20 % elektrisitet. Tenkes benyttet når det ikke er tilgjengelig andre energikilder som sol og vind.

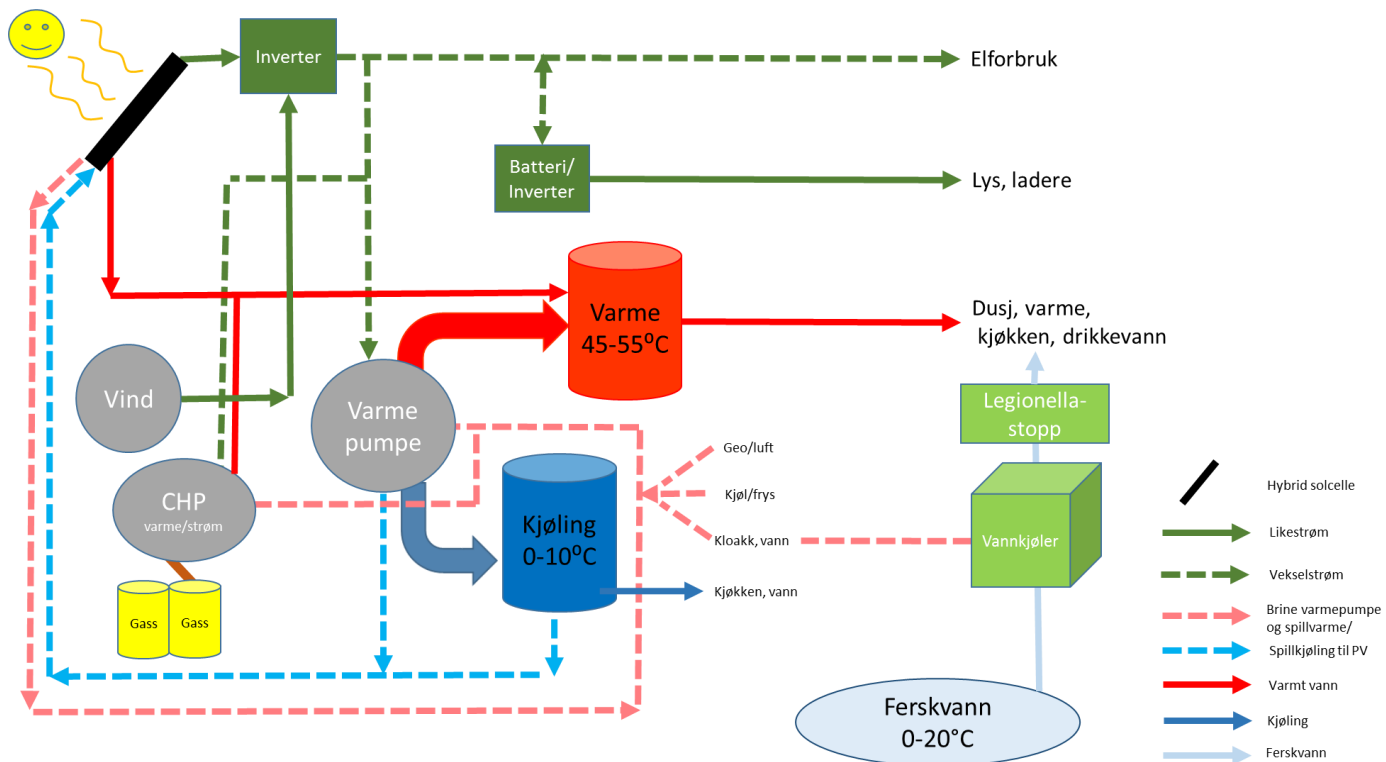
**Batterier og akkumulering** brukes for å lagre energi og barbere effekttopper ved å stoppe og flytte energiforbruk for ikke-kritisk utstyr som er tilkoblet akkulatorer. En riktig dimensjonering vil kunne øke fornybardekning og redusere effektbehov betydelig. Batterier bør lagres i eget bygg og ha en kapasitet for 2-3 dagers energibehov.



**Ferskvann** hentes enten fra brønn eller vann i området. Det er et krav at drikkevann skal gå gjennom to hygieniske barrierer. Bakterier som legionella er man nødt å ta på alvor og finne løsninger tidligst mulig i prosjektet.

**Styresystemer (fjernkontroll)** må være enkle og fleksible for å kunne integrere nye og kommende produkter. Gode løsninger vil kunne redusere effekt- og energibehov betydelig. Det er samtidig viktig å ikke gjøre dette punktet for komplisert, og ha gode bruksanvisninger for betjening.

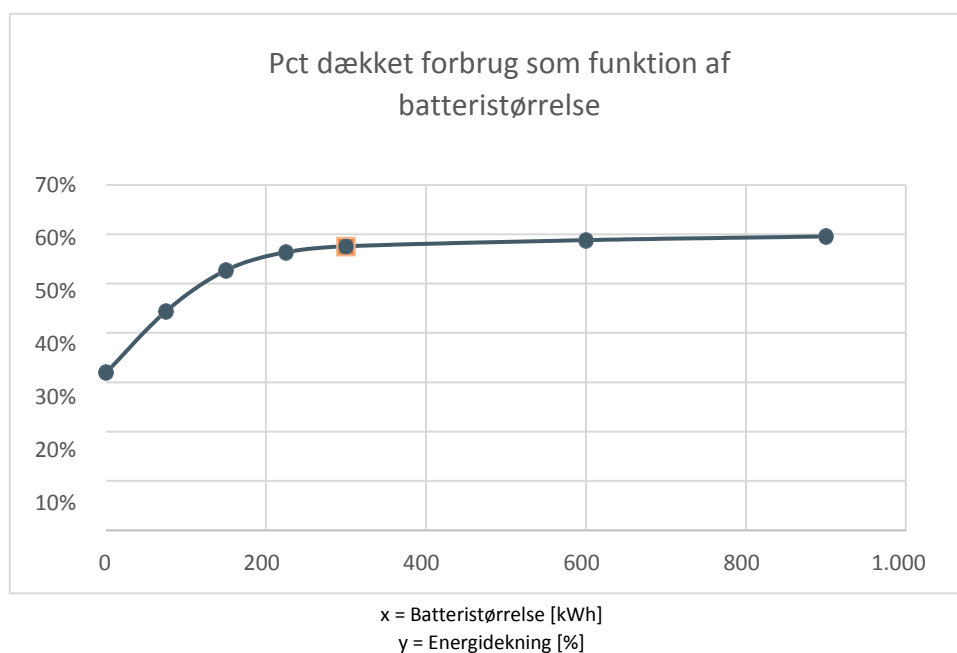
Under følger en prinsippsskisse av en mulig løsning. I en pilotinstallasjon vil enn utrede og teste samspill mellom styresystemer, kjøling, spillvarme, legionella og lagring. På nåværende tidspunkt er det for tidlig å utelukke noen energikilder.



### Energiproduksjon og fornybarandel

Z Energi AS har utredet flere mulige energiscenarier, og vil her presentere den løsningen som var utgangspunkt fra STF og er trolig den modellen som dekker kravene fra internasjonale kundegrupper.

Dette energiscenariet beregner at det serveres 39 000 varme måltider pr. sesong. Tak dekkes da med 605 m<sup>2</sup> solceller med en takhelning på 60 grader. Det er lagt til grunn en romtemperatur på 10 °C hele året. Og en anbefalt batteristørrelse på 300 kWh. Elforbrukets fornybarandelen er da ca. 58 % og det resterende behovet dekkes av propan.



Vil det være ønskelig med 100 % fornybarandel på Kjerag, krever dette det settes av plass til ytterligere 650 m<sup>2</sup> solceller og en økning av batteristørrelsen fra 300 til 600 kWh.

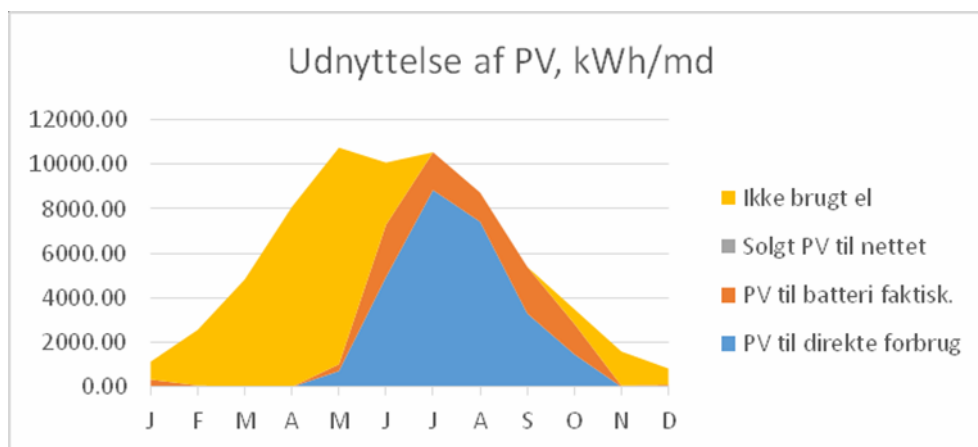
Tabellen under viser forskjeller på løsning med 605m<sup>2</sup> solceller og en løsning med 1255m<sup>2</sup> på hytte og i terreng.

Fornybarandel	Solceller [m <sup>2</sup> ]	Elbehov [kWh/år]	Varmebehov [kWh/år]	Propanflaske [antall/år]	Batteribank [kWh]
<b>58 %</b>	605	57 800*	31 600	78	300
<b>100 %</b>	1 255	57 800*	31 600	0	600

\*57 800 kWh er basert på beregnet elforbruk + antatt varmepumpeforbruk.

En hybrid solcelleløsning vil kunne gi et betydelig energioverskudd utenfor planlagt sesong. Dette energioverskuddet kan brukes til:

- Oppvarming av hytte
- Energilagring i geobrønner
- Eventuell utvidelse av sesong (truge/ski)
- Snøsmelting



### Antatt energieresultat

Det er lagt til grunn visse forutsetninger ved gjennomføring av energiberegningene:

- Antall besøkende, inkludert overnattende, er anslått å være ca. 100 000. Det er tatt utgangspunkt i tidligere besøkstall, samt besøkstall ved Prekestolen og Gaustatoppen. Antall besøkende er normalfordelt, med høyest andel midt på sommeren
- Antall overnattende er estimert til ca. 6000 over en sesong. Dette antallet er også normalfordelt
- Arkvests tegninger av hytta, datert til 27.4.2017.

Basert på tegningene til Arkvest er det plass til henholdsvis 245 m<sup>2</sup> og 360 m<sup>2</sup> solceller på de to langsidene.

### Energiforbruk:

Det er først og fremst tre ulike scenarier som er aktuelle for Kjeraghytta:

Scenario 1:

I scenario 1 er antall overnattinger normalfordelt, med 100 overnattinger pr. døgn på det meste. Elektrisiteten fra solcellene går ikke til matlaging, men turistene må lage mat selv på gass. Det serveres kaffe og vafler til fra kafé.

Scenario 2:

Antall overnattinger er likt som i scenario 1. Det serveres tørrmat til turistene, som tilberedes i varmt vann. Antall måltider normalfordeles likt som antall overnattinger, med 100 måltider pr. døgn på det meste. Salg av kaffe og vafler beregnes likt som i scenario 1.

Scenario 3:

Samme antall overnattinger som i de foregående scenarier, men her tilberedes 500 varme måltider pr døgn til turister. Her spiller også kjøle- og fryserom inn. Salg av kaffe og vafler beregnes likt som i scenario 1 og 2.

Scenario	Totalt elforbruk [kWh]	Varme måltider [kWh]	Kaffe og vafler [kWh]	Oppvask [kWh]	Oppladere PC, mm. [kWh]	Kjøøl og frys [kWh]	Totalt varmeforbruk [kWh/år]	Vannforbruk [m <sup>3</sup> ]
1	15 600	0	4 000	3 300	3 500	0	31 500	500
2	16 000	400	4 000	3 300	3 500	0	31 500	500
3	49 900	28 400	4 000	3 900	3 500	5 100	31 600	500

I tabellen er de mest energikrevende faktorene plukket ut. Det går også med en del elektrisitet til tøytørking, lys og ventilasjon.

Det er tydelig at den viktigste faktoren i energiregnskapet er tilberedelse av mat. Med 500 varme måltider blir energiforbruket tre ganger så høyt som for de andre scenariene. Varm mat står da for 58 % av elektrisitetsforbruket.

Det er mange fortsatt mange usikkerheter knyttet til elektrisitetsforbruk, og disse tallene er ment å vise hva som er viktig å tenke på når endelige beslutninger skal tas. Hvilke matvarer, og på hvilken måte de skal tilberedes, er helt avgjørende for hvordan hytta skal prosjekteres og bygges.

Når det gjelder varmeforbruk er den største faktoren i beregningene antall turister, men ettersom dette er likt for de ulike scenariene, er det lite som skiller de ulike scenariene fra hverandre.

**Pr. i dag er alle beregninger og løsninger basert på estimater, og vil kunne avvike fra det endelige resultatet.**

**Tillegg 2018**

**Hydrogen er ikke tatt med i rapport, det ville vært naturlig i dag.**

## Anbefalinger og veien videre

Den viktigste faktoren for valg av energiløsning er utvilsomt antall varme måltider og ønsket fornybarandel.

Det er fremdeles uvisst hva som skal serveres. Av den grunn er det tatt utgangspunkt i 0,7 kWh/måltid. For veien videre bør det lages en meny for å enklere kunne vurdere hvor mye energi som kreves til de forskjellige rettene.

Muligheter for å bore etter geotermisk energi bør utredes. Det kan vise seg å være risikabelt å kun basere den fornybare energiproduksjonen på solceller. Det er ikke tatt høyde for snø på solcellene. Dette kan by på problemer og synliggjør viktigheten av å ha flere energikilder i bunn.

Med den høye produksjonen solcellene viser seg å ha kan det vurderes å utvide sesongen. Flexibilitet på dette området kan vise seg å optimalisere hyttebruken, men må selvsagt bestemmes av STF selv. Viktige faktorer er vær, fremkommelighet og turistenes interesser.

For å optimalisere hyttas energiforbruk og inneklime bør disse anbefalingene følges:

- Omfattende vurderinger av hva som skal stå på menyen
- Alt energikrevende utstyr bør være moderne og tilpasset et lavt energiforbruk
- Utendørs ladestasjoner for mobiler med egne solcelleanlegg for å unngå at strøm blir trukket fra hyttens solcelleanlegg
- Snøforhold og snøsmeltingsanlegg
- Batteri og tomgangsforbruk må tas hensyn til
- Kan det benyttes ved til oppvarming skulle det være behov?
- Sikkerhet og back up-produksjon må utredes
- Hytta bør være utstyrt med målere og automatikk som tar seg av temperatur, ventilasjon, effekttopper, og under- og overproduksjon av energi.

På bakgrunn av dette anbefales det å se på mulighetene for å bygge et demonstrasjonsanlegg før byggingen på Kjerag starter for å redusere risiko og være sikker på et godt resultat. Skal det bygges et demoanlegg bør dette bygges sammen med kompetente leverandører, og med støtte fra eksempelvis Enova og Innovasjon Norge, som har signalisert at de vil være interesserte i et slikt prosjekt.