

Energilab for fornybare energiteknologier og energisystemer

Av Kristin Myhra Sæterdal og Dejene Assefa Hagos



© [Kristin Myhra Sæterdal]

[Fakultet for teknologi, miljø- og samfunnsvitskap]

[Institutt for bygg, miljø- og naturvitskap]

Høgskulen på Vestlandet

[2025]

HVL-rapport frå Høgskulen på Vestlandet nr. 2025-7

ISSN 2535-8103

ISBN 978-82-8461-233-1



Utgjevingar i serien vert publiserte under Creative Commons 4.0. og kan fritt distribuerast, remixast osv. så sant opphavspersonane vert krediterte etter opphavsrettslege reglar.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Oppsummering

Denne rapporten oppsummerer arbeidet med etablering av en energilab ved Høgskulen på Vestlandet, campus Sogndal. Energilaben gir tilgang til laboratoriumsfasiliteter for forskning og undervisning innen fornybare energiteknologier og energisystemer, og har vært en sentral del av kvalitetsarbeidet knyttet til studieprogrammet Bachelor i Fornybar Energi.

Energilaben er utformet som en fleksibel læringsarena for aktører som har interesser innenfor opplæring i elektro- og energifag i regionen. Energilaben fungerer dermed både som et laboratorium for forskning og undervisning ved Høgskulen på Vestlandet og som en fysisk møteplass for nettverksbygging, kunnskapsdeling og samarbeid mellom offentlige og private aktører i regionen.

Energilaben er finansiert med midler fra Sparebankstiftinga, Framostiftelsen, Høgskulen på Vestlandet, Fosshaugane AS Holen Installasjon.



Framostiftelsen



**Høgskulen
på Vestlandet**

EMNEORD: [fornybar energi, energiteknologi, energisystem, undervisning]

Innhold

Oppsummering	3
Innhold.....	4
1.Innledning	5
2.Energiteknologier i energilaben.....	6
2.1 Vannkraft	6
2.2 Vindkraft	9
2.3 Solfanger.....	10
2.4. Hybridløsning for undervisning i integrerte energisystemer	12
3. Formidling, rekruttering og samarbeid	13
3.1 Good Practice for Interreg Europe prosjektet GreenHydra	15
4. Finansiering	16
Litteratur.....	16

1. Innledning

Utvikling av grønn omstillingskompetanse står sentralt i Regjeringens langtidsplan for forskning og høyere utdanning (Meld. St. 5, 2022–2023), og svarer også på Kompetanseutvalgets rapport fra 2023, som vektlegger viktigheten av å utvikle gode tverrfaglige studietilbud (Kompetanseutvalget, 2022, s. 131). Siden 2010 har Høgskulen på Vestlandet campus Sogndal (HVL) utdannet studenter med forståelse for sammenhenger mellom natur-, miljø- og samfunnsvitenskapelige temaer knyttet til energiomstilling. Gjennom bachelorprogrammet i Fornybar Energi har vi et overordnet mål om å bygge bro mellom samfunns- og naturvitenskapene, og studieprogrammet er derfor bygget opp som et flerfaglig program hvor studentene tilegner seg kunnskap om både energiteknologi, økonomi og samfunnsvitenskapelige problemstillinger knyttet til fornybar energiomstilling.

Studieprogrammet har lenge manglet et energilaboratorium hvor studentene får mulighet til å arbeide utforskende med ulike fornybare energiteknologier og hvordan de ulike energiteknologiene integreres i det norske energisystemet. Etablering av energilaben har vært en sentral del av arbeidet med kvalitetsutvikling i studieprogrammet, og laben er utviklet med utgangspunkt i de teknologiske emnene *FE407 Fornybar energiteknologi og ressursvurderingar* og *FE411 Energisystem*. Gjennom *FE407 Fornybar energiteknologi og ressursvurderingar* introduseres studentene for de fornybare energiresursene og energiteknologiene som er mest relevante for det norske energisystemet. I omstillingen til et mer fornybart energisystem må vi ta hensyn til at tilgangen på fornybare energiresurser som sol og vind varierer gjennom døgnet og året. Den varierende strømproduksjonen er utfordrende for strømmettet som krever kontinuerlig balanse mellom produksjon og forbruk. En del av løsningen er å bygge inn flere fleksible løsninger som batterier og hydrogen slik at overskuddsenergi kan lagres og forbrukes når behovet oppstår. Uten slik fleksibilitet blir det vanskelig å sikre stabil kraftforsyning og effektiv bruk av fornybare energiresurser. I kurset *FE411 Energisystem* utforsker derfor studentene samspillet mellom ulike variable og fleksible energiteknologier gjennom modellbasert analyse av energisystemet. Til sammen dekker de to emnene fornybare energiresurser og energiteknologier fra et helhetlig systemperspektiv.

2. Energiteknologier i energilaben

For å illustrere komplikasjonene som oppstår når fornybare energiresurser integreres i energisystemet, undervises studentene både i de enkelte energiteknologiene og hvordan energiteknologiene integreres i et samlet energisystem. I energilaben har vi tilgang til utstyr for demonstrasjon av fornybare energiteknologier som vannkraft, vindkraft og solkraft (solceller og solfanger), samt energiteknologier som kan bidra med fleksibilitet som batteri og hydrogen.

2.1 Vannkraft

Vannkraft er en av de viktigste energiresursene i Norge. Ved å utnytte energien i rennende vann kan vi produsere store mengder elektrisk energi, og vannkraften har lenge vært ryggraden i det norske energisystemet. I tillegg gir utbyggingen av store vannmagasiner mulighet til å regulere produksjonen etter behov. Denne fleksibiliteten gjør vannkraften spesielt verdifull i et energisystem med stadig mer variabel produksjon fra sol og vind. Vannkraften bidrar derfor ikke bare med elektrisk energi, men også med stabilitet, lagringsmuligheter og balanse i det fornybare energisystemet.

Vannkraftinstallasjonen i energilaben består av en basismodul for eksperimenter i fluidmekanikk¹ (Figur 1) med tilhørende turbiner som kan kobles til for å gjennomføre ulike eksperimenter.

¹ [Basismodul for eksperimenter i fluidmekanikk \(GUNT Hamburg H150\)](#)



Figur 1: Basismodul for eksperimenter i fluidmekanikk (H150) som kan kobles til Peltonturbin (Figur 2) og Francisturbin (Figur 3) for eksperimenter knyttet til vannkraft.

For å utnytte det rennende vannet best mulig, er målet å velge den turbinen som er best tilpasset energiresursens fallhøyde og vannføring slik at man oppnår best mulig virkningsgrad. Peltonturbiner ² (Figur 2) utnytter den høye hastigheten i vannstrålen som treffer skovlene, og er effektive ved høyt trykk. Derfor brukes de først og fremst der fallhøyden er stor, som i bratte fjellområder eller høytliggende vannkraftanlegg. Ved lave fallhøyder og store vannmengder kan Francisturbiner ³ (Figur 3) være et godt valg fordi de er konstruert for og lavt trykk og store vannmengder som for eksempel i elvekraftverk.

² [Modul for driftsprinsipp for en Peltonturbin \(GUNT Hamburg H150.19\)](#)

³ [Modul for driftsprinsipp for en Francisturbin \(GUNT Hamburg H150.20\)](#)



Figur 2: Modul for driftsprinsipp for en Pelton turbin (H150.19)

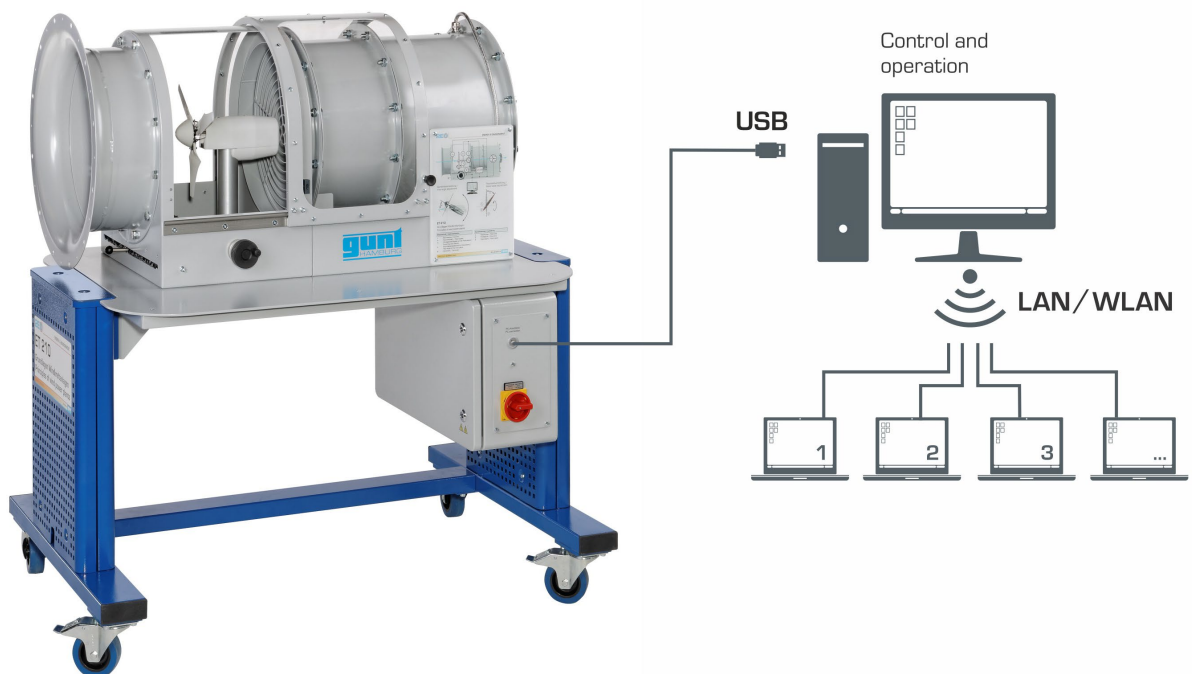


Figur 3: Modul for driftsprinsipp for en Francisturbin (H150.20)

Modulene for Pelton turbinen (Figur 2) og Francisturbinen (Figur 3) kan kobles til arbeidsflaten til modulen for fluidmekanikk (Figur 1) og danne et lukket vannkretsløp. Turbinene gir mulighet til å utforske utformingen til de ulike turbinene og kan blant annet brukes til å bestemme dreiemoment, effekt og virkningsgrad, samt til tegning av karakteristiske kurver.

2.2 Vindkraft

Vind er luft i bevegelse. I moderne vindkraftverk kan driften tilpasses skiftende vindforhold ved hjelp av blant annet justering av rotorblader og optimalisering av generatorsystemet. Vindtunnelen i energilaben⁴ (Figur 4) er designet for å demonstrere et vindkraftverk og gir mulighet til å justere disse egenskapene for ulike vindstyrker og vindretninger. Dette gir studentene praktisk erfaring med tekniske systemer og mulighet til å utforske hvordan variasjoner i vindretning og vindstyrke påvirker elektrisitetsproduksjonen.



Figur 4: Vindtunnel for vindkrafteksperimenter (ET210)

⁴ [Vindtunnel for vindkrafteksperimenter \(GUNT Hamburg ET210\)](#)

2.3 Solfanger

Direkte utnyttelse av solenergi, som solceller og solfangere, spiller en stadig større rolle i det fornybare energisystemet. Solfangeren ⁵ (Figur 5) brukes til å demonstrere hvordan energien fra sollys (eller kunstig lys) kan absorberes og omdannes til varmeenergi, f.eks. til oppvarming av vannet i en bolig. Solfangeren kan enten brukes utendørs med ekte sollys eller innendørs ved hjelp av modulen for kunstig sollys ⁶ (Figur 6).



Figur 5: Solfanger for oppvarming (HL314)

⁵ [Solfanger for oppvarming \(GUNT Hamburg HL314\)](#)

⁶ [Kunstig lyskilde \(GUNT Hamburg HL313.01\)](#)



Figur 6: Kunstig lyskilde til bruk sammen med solfanger (HL313.01)

2.4. Hybridløsning for undervisning i integrerte energisystemer

Den hybride energistasjonen ⁷ (Figur 7) består blant annet av et solcellepanel (PV), vindturbin, batteri og hydrogen-brenselceller slik at studentene kan eksperimentere med ulike fornybare energiteknologier. Den modulære konstruksjonen gjør det mulig å koble ulike komponenter til systemet ut fra ulike behov og dermed undersøke samspillet mellom ulike energiteknologier. Hybridsystemer egner seg også godt til forskning på blant annet utslippsfri energiforsyning, optimal bruk av lokale energiresurser, fleksibilitet i kraftsystemet og desentralisert energiproduksjon.



Figur 7: Hybrid fornybar energistasjon for eksperimenter knyttet til solceller, vindkraft og hydrogen.

⁷ [Hybrid fornybar energistasjon \(Horizon Educational – Heliocentris\)](#)

3. Formidling, rekruttering og samarbeid

Energilaben gir først og fremst tilgang til relevante laboratoriefasiliteter for undervisning og forskning innen fornybar energi. Samtidig er utstyret i energilaben flyttbart og kan brukes til formidling på ulike arenaer både på og utenfor campus Sogndal. Gjennom å gjøre utstyret tilgjengelig for ulike regionale samarbeidspartnere har vi etablert energilaben som en læringsarena og en fysisk møteplass for nettverksbygging, kunnskapsdeling og samarbeid mellom offentlige og private aktører. Under Forskningsdagene ble utstyret i energilaben brukt til formidling om hydrogen til over 100 elever ved Sogndal VGS (Figur 8).



Figur 8: Førsteamanuensis Dejene Assefa Hagos bruker den hybride energistasjonen til formidling. Publikum er elever ved Sogndal videregående skole.

Videre har vi hatt brukt utstyr fra energilaben til rekrutteringsarrangementer ved Høgskulen på Vestlandet, lunsjforedrag, internasjonale konferanser og annen aktivitet hvor målet er å formidle kunnskap om fornybar energiteknologi som vannkraft, vindkraft, solenergi og hydrogendrivstoffceller (Figur 9). Utviklingen av en energilab for fornybare energiteknologier og energisystemer har på denne måten bidratt til å skape nye relasjoner og samhandling i Sogndal.



Figur 9: Utstyr fra energilaben i bruk for å formidle kunnskap om fornybar energiteknologi som vannkraft, vindkraft, solenergi og hydrogendrivstoffceller ved ulike arrangementer på campus Sogndal.

3.1 Good Practice for Interreg Europe prosjektet GreenHydra

Energilaben fremheves som et eksempel på en *Good Practice*⁸ i Interreg Europe prosjektet GreenHydra⁹. Dette fordi Energilaben adresserer to sentrale utfordringer knyttet til energiomstilling i distrikts-Norge. For det første gir energilaben tilgang til relevante laboratoriefasiliteter for forskning og undervisning innen fornybar energi. I tillegg bidrar energilaben til å stimulere nye samarbeidsformer på tvers av etablerte nettverk og læringsarenaer.

Kjernen i *Good Practice*-initiativet er at etableringen av energilaben er gjort gjennom samarbeid mellom ulike aktører i regionen. Arbeidet med å etablere laboratoriet er et grunnlag for videre utvikling av et lokalt STEM-økosystem som kan støtte rekruttering til utdanninger i energiomstilling. Dette inkluderer forskning og undervisning om fornybar energi, nye prosjektsamarbeid mellom involverte aktører, og ytterligere utvikling av offentlig–privat samarbeid innen energifeltet.

Expert opinion

The Energylab provides equipment for research and teaching in the field of rural energy transitions. It also creates a physical space for knowledge sharing and networking among the stakeholders in the ecosystem (universities, municipalities, business support organizations, private actors). The good practice shows how first steps in collaborating and setting up a joint physical facility can lead to follow-up projects and collaborations. The facility is also used to teach both university and high school students in the region, thus raising awareness and creating a potential future talent pool on the topic of renewable energy sources.



Mart Veliste
Works at Interreg Europe Policy Learning Platform

Figur 10 Ekspertuttalelse fra Interreg Europe prosjektet GreenHydra

⁸ [An Energylab for developing local expertise about the green transition](#)

⁹ [Green Hydra - Improving policies for engaging SMEs in the green hydrogen ecosystem | Interreg Europe](#)

4. Finansiering

Prosjektet Laboratorieutstyr for undervisning og formidling av det integrerte energisystemet ved Høgskulen på Vestlandet, campus Sogndal har mottatt tilskudd fra Sparebankstiftinga (NOK 1 000 000), Framostiftelsen (NOK 600 000) og Høgskulen på Vestlandet (NOK 20 000). I tillegg har Fosshaugane AS bidratt gjennom å stille et lokale til disposisjon mens Holen Installasjon og Høgskulen på Vestlandet bidratt med arbeidstid.

I tillegg har innkjøpet av laboratorieutstyret utløst et tverrsektorielt samarbeid for å etablere en arena for energilæring i Sogn. Næringslivet i Sogn har dermed bidratt finansielt gjennom betaling av husleie i ett år samt installasjon av trefasestrøm i energilaben. Aktørene som har bidratt med finansiering er profilert med logo i Energilaben.

Litteratur

Kompetansebehovsutvalet. (2023). Fremtidige kompetansebehov: Utfordringer for grønn omstilling i arbeidslivet (Temarapport 1/2023).

<https://kompetansebehovsutvalget.no/wp-content/uploads/2023/09/KBU-temarapport-2023.pdf>.

Meld. St. 5 (2022–2023). Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 20232032. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-520222023/id2931400/>

ChatGPT er brukt til oversetting og forbedring av tekst.