

# Energifabrikk Færder



## Mulighetsanalyse

Skrevet av David Raudberget, prosjektleder.

Sept. 2018

## Innledning

Denne rapporten er utarbeidet for å ha et grunnlag for videre arbeid med Energifabrikk Færder. Rapporten har fokus på byggets interne energisystemer og energiflyt. Energiflyten er viktig for å kunne tilpasse nye energikilder til de eksisterende systemene på skolen og deres driftsmønstre. Det er også lagt til litt om energisystemer som kan benyttes i prosjektet.

Rapporten er laget på bakgrunn av flere befaringer på skolen, samtaler med VFK's rådgiver i overleveringsprosessen av bygget, og tilgjengelig dokumentasjon. Kilder er.

- SD-anlegg
- Fjordkrafts «Min side» (energital fra 2017 og 2018)
- Styringsdokument for driftssenarioer for varmeanlegget
- Dokumentasjon fra entreprenørens prosjekthotell

## Innhold

Innledning.....	2
Status på skolen.....	3
Bygget:.....	3
Oppvarming:.....	3
Ventilasjon:.....	3
Lys:.....	4
VVS.....	4
Energibruk: .....	5
Energibudsjett: .....	8
Mulige nye energikilder.....	9
Solceller og solfangere i kombinasjon, PV/T .....	9
Solfangere.....	10
Termisk energilager .....	10
Batterier for strømlagring .....	10
Vindmøller .....	11

## Status på skolen

### Bygget:

Færder vgs er ferdigstilt i 2014 og er bygget etter TEK2007 og med mål om energimerke klasse A. Færder er en videregående skole bestående av en undervisningsdel og et idrettsbygg. Idrettsbygget inneholder også varmesentral for begge byggene. Samlet areal er oppgitt til 13 009m<sup>2</sup>. (Her er det varierende opplysninger fra 13'm<sup>2</sup> til 14,5'm<sup>2</sup>)

### Oppvarming:

Færder VGS har både vannbåren oppvarming og vannbårne ventilasjonsbatterier samt noen elektriske varmekabler i garderober. Varmelegemer er i hovedsak radiatorer. Bare kantineområdet har vannbåren gulvvarme. Oppvarmingskildene er varmpumpe med borehull som grunnlast og gasskjele som spisslast. Brønnparken brukes også som direkte kjøling eller i kombinasjon med varmpumpa. Det er også installert en tørrkjøler på isvannskretsen som kan gi energi til varmpumpa og ved gitte driftsforutsetninger, også varmt vann til borehullene slik at borehullene kan gi høyere temperatur til varmpumpa ved varmeproduksjon. Dette er tradisjonelt en gunstig løsning der det ikke også er kjølebehov. I Færders tilfelle som også trenger kjøling, vil dette måtte styres på en bedre måte for å oppnå god energieffektivitet.

Varmesentralen ved Færder vgs har følgende hovedkomponenter:

- Varmepumpe på 400 kW varme og 450 kW kjøleproduksjon
- Tørrkjøler på 300 kW
- Energibrønner, 31 stykk
- Gasskjele på 1200 kW

### Ventilasjon:

Skolen har desentraliserte ventilasjonsanlegg. Det er til sammen 16 anlegg hvorav ett av anleggene er plassert i idrettsbygget og resten er i undervisningsdelen. I tillegg er det spesialavsug i veksteshallene. Aggregatene har stort sett roterende gjenvinner for ventilasjonsvarme. Unntakene er på verksteder og på kjøkken.

Ventilasjonsanlegg Færder VGS			Kapasitet	Prosjektert
Sys.nr	Sone	Gjenvinner	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
360.2001	Maritim simulatorrom + verksteder i nord	Batteri	19 000	17 825
360.2006	Kantineområdet	Roterende	11 000	9 115
360.2007	Tømrerverksted	Batteri	13 000	10 741
360.2010	Kjøkken	Batteri	5 500	4 700
360.2011	Teori sør	Roterende	11 500	10 029
360.2012	Verkstedarealer sør	Batteri	15 000	12 163
360.3002	Garderobes og verkstedarealer	Roterende	11 000	9 115
360.3003	Mesalin	Roterende	8 000	6 217
360.3008	Teori midt	Roterende	10 000	8 840
360.3013	Teori sør	Roterende	17 000	14 801
360.4004	Teori og kontorer nord og mesalin	Roterende	7 500	5 869
360.4005	Teori nord	Roterende	9 500	8 149
360.4009	Teori midt	Roterende	10 000	8 642
360.4014	Teori sør	Roterende	11 000	8 659
360.4015	Prosjektrom	Roterende	6 000	5 448
360.4016	Idrettsbygg	Roterende	23 000	20 862
16 stk.	Sum		148 000	126 206

Figur 1 Oversikt over ventilasjonsanlegg på skolen

#### Lys:

Det er stort sett brukt T5 lysstoffrør som belysning i undervisningsrom og i fellesarealer.

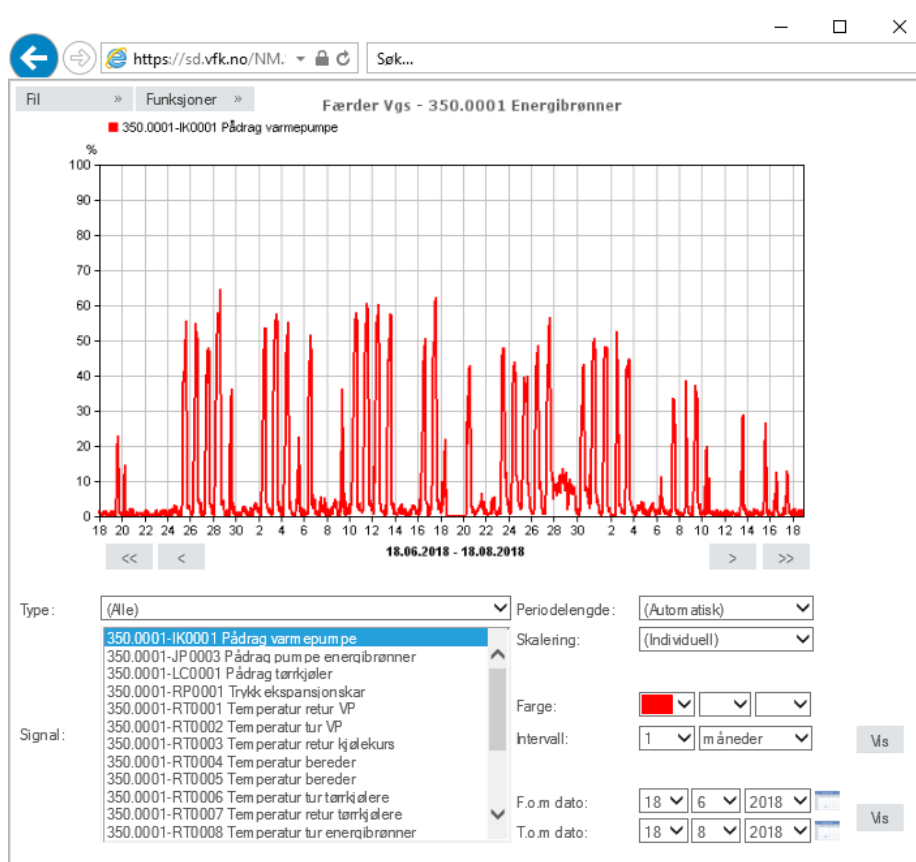
#### VVS

Det er vannbåren oppvarming. Beskrevet i kapittel om oppvarming. Tappevann forvarmes av varmpumpa og heves videre med elektriske varmebatterier til ca 75°C. Det er varmtvannsirkulasjon på bygget.

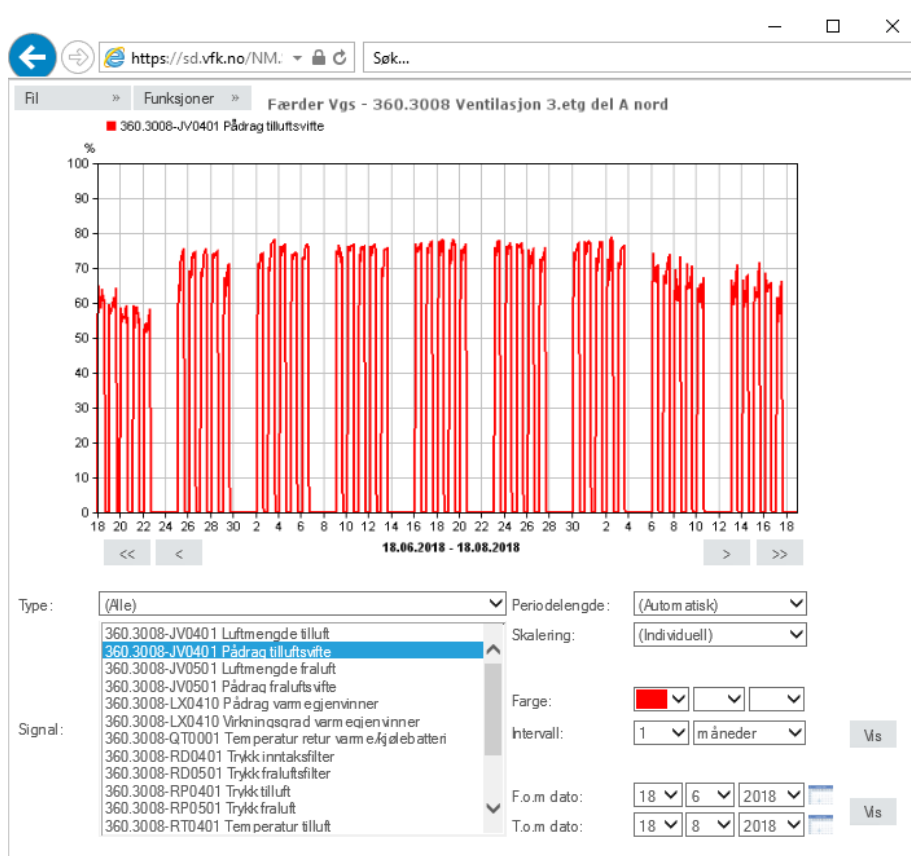
## Energibruk:

Færder VGS har den laveste spesifikke energibruken av byggene til Vestfold fylkeskommune. Graddagskorrigert spesifikt forbruk ligger på ca 107 kWh/m<sup>2</sup>. Dette skyldes nok at det er det nyeste bygget med best isoleringsevne og at det bruker varmepumpe som oppvarmingskilde. Skolen har også store verksteder som har lavere temperatur og er med på å dra det spesifikke forbruket ned. Allikevel er det flere faktorer som tyder på at forbruket kunne vært enda lavere ved optimalisert drift. Særlig når det gjelder driftstider. Det er nødvendig med stort fokus og tett oppfølging for å få til dette. Hverdagen for driftspersonalet gir lite rom for annet enn å tilfredstille brukernes behov.

Energibruken på Færder VGS har vært ganske stabil fra første fulle driftsår, 2015, og til siste hele år, 2017. Det som er merkbart er at helg-, natt-, og spesielt ferieforbruket og er såpass høyt. Dette er driftsleder gjort oppmerksom på. Historikken på SD-anlegget viser at anleggene har gått mye sist sommer (Se figur 2 og 3) og energibruken er høyere enn noen gang tidligere (se figur 4).

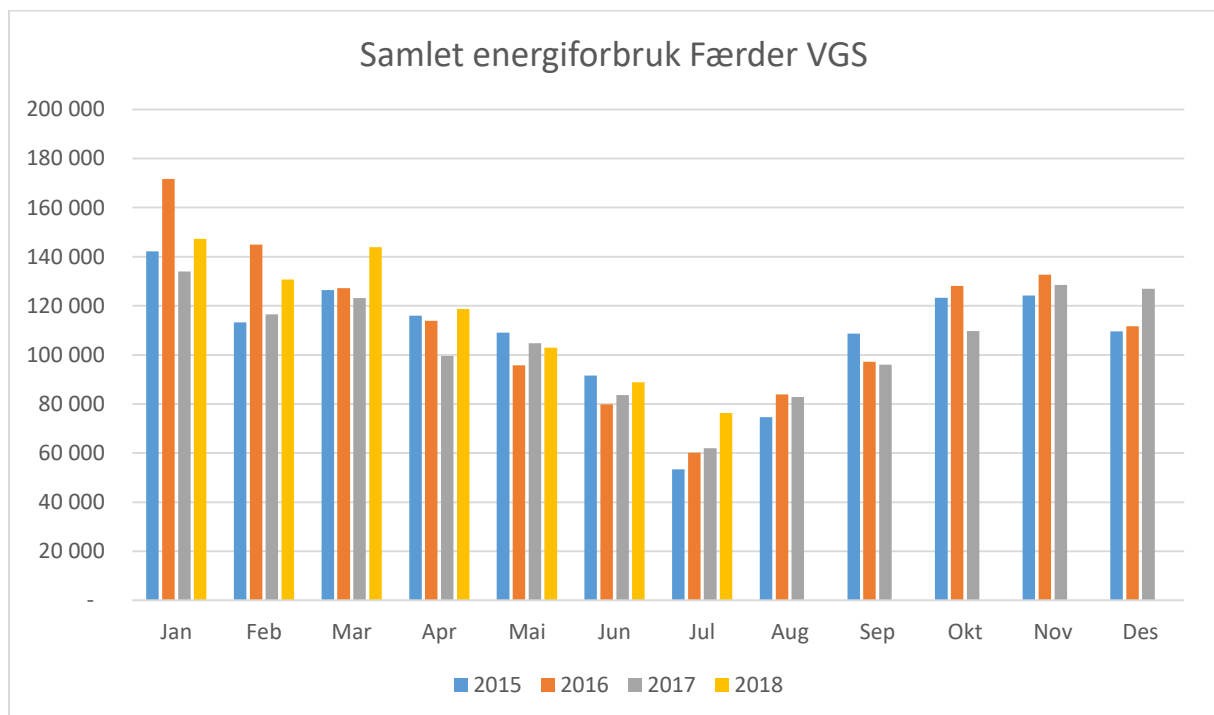


Figur 2 Bildet fra SD-anlegg viser pådrag på varmepumpe i løpet av sommerferien 2018

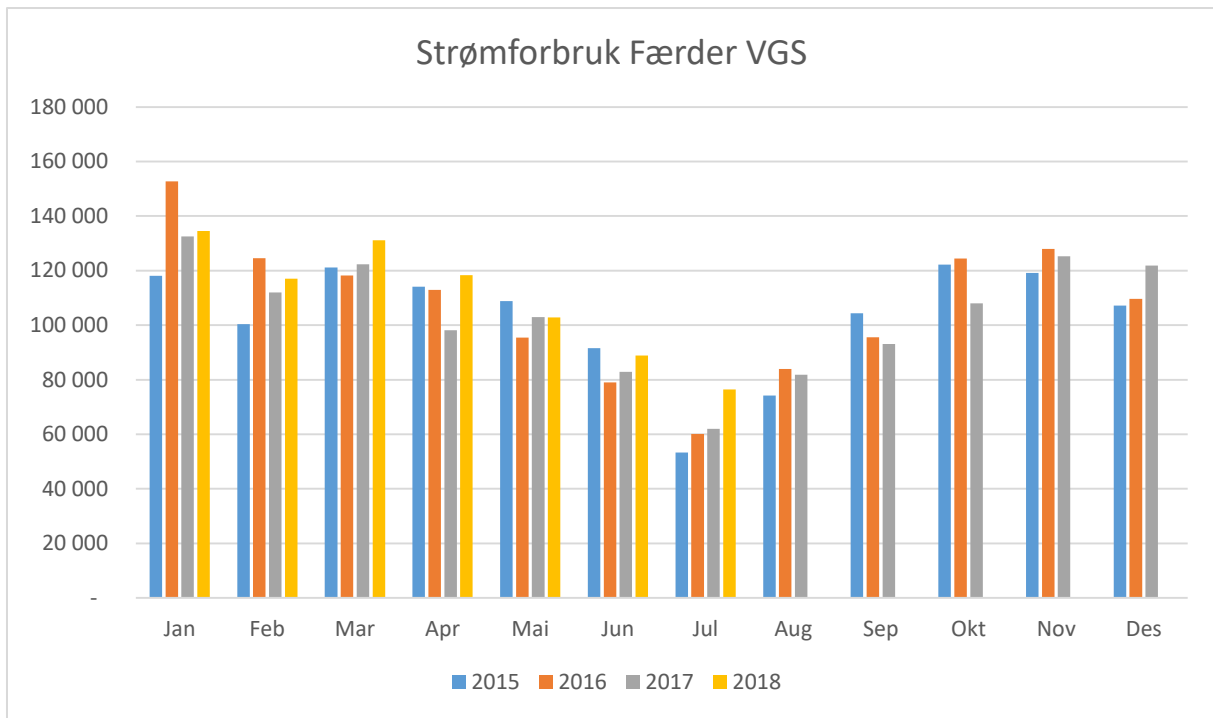


Figur 3 Bildet fra SD-anlegget viser pådrag på tilluftsufte på et tilfeldig ventilasjonsanlegg iløpet av sommerferien 2018

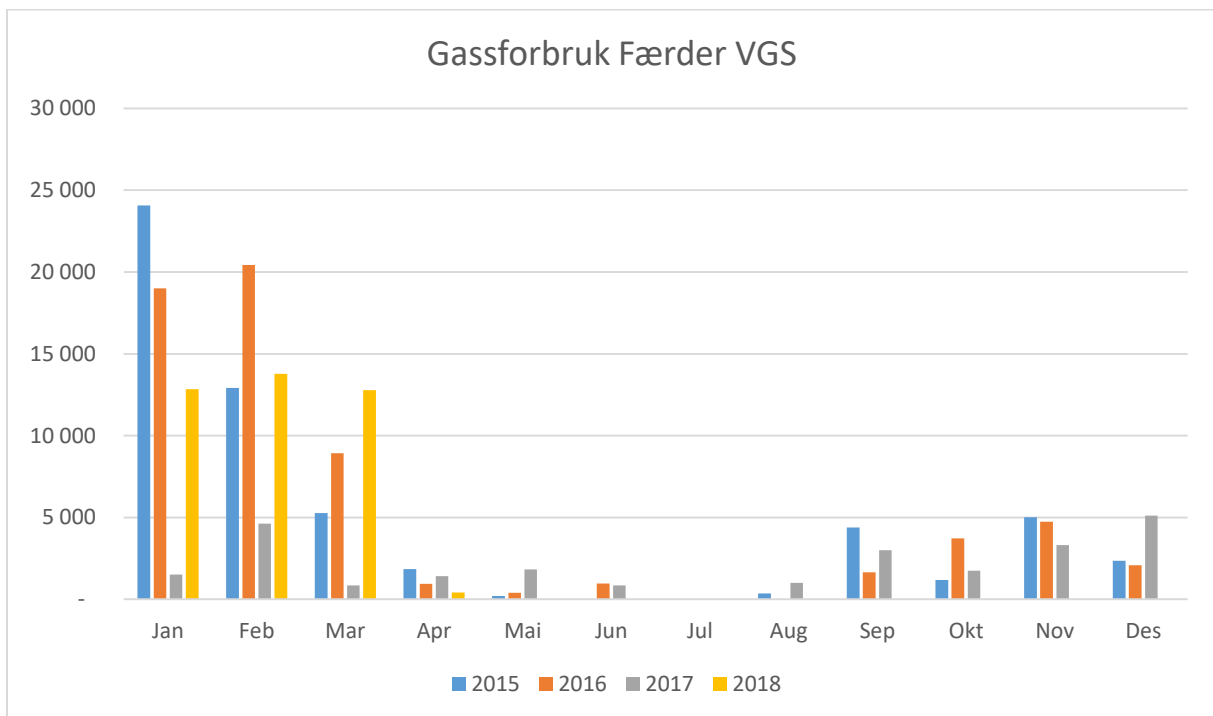
Grafene under viser hvordan energibruken er fordelt igjennom året.



Figur 4 Samlet energiforbruk for elektrisk strøm og gass



Figur 5 Grafen viser målt strømforbruk på skolen



Figur 6 Grafen over viser bruk av gass på skolen

### Energibudsjett:

Det er installert energimålere for forbruk av vannbåren energi for varmepumpe, ventilasjonskurs til ettervarme-batterier, radiatorkurs, lakkboks, tappevann, ventilasjonskurs isvann. Det er også ene energimåler for elkraft til varmepumpe samt to stk vannmålere. Alle er koplet opp mot SD-anlegget. Analyseringen av historiske data fra energimålerne gir en indikasjon på at enten viser noen av målerne feilaktige verdier eller så måler de noe annet enn det som er oppgitt. Dette er beklagelig da riktig energimåling er veldig gode verktøy for energiøkonomisk drifting av bygg. Energibudsjettet er satt opp etter simulerte verdier med oppgitte data fra anleggene på bygget.

	kWh/år	kWh/m2 år
Oppvarming	319 820	24,6
Ventilasjon	242 635	18,7
Varmtvann	126 028	9,7
Vifter/pumper	214 120	16,5
Belysning	211 422	16,3
Diverse	203 834	15,7
Kjøling	78 715	6,1
SUM	1 396 574	107,4



## Mulige nye energikilder

Som mulige fornybare energikilder har vi valgt å se nærmere på kjente teknologier som allerede finnes på markedet. Dette er solfangere, solceller og vindmøller. Ved en innovativ anskaffelse kan vi få innspill fra markedet på flere løsninger som kan være aktuelle.

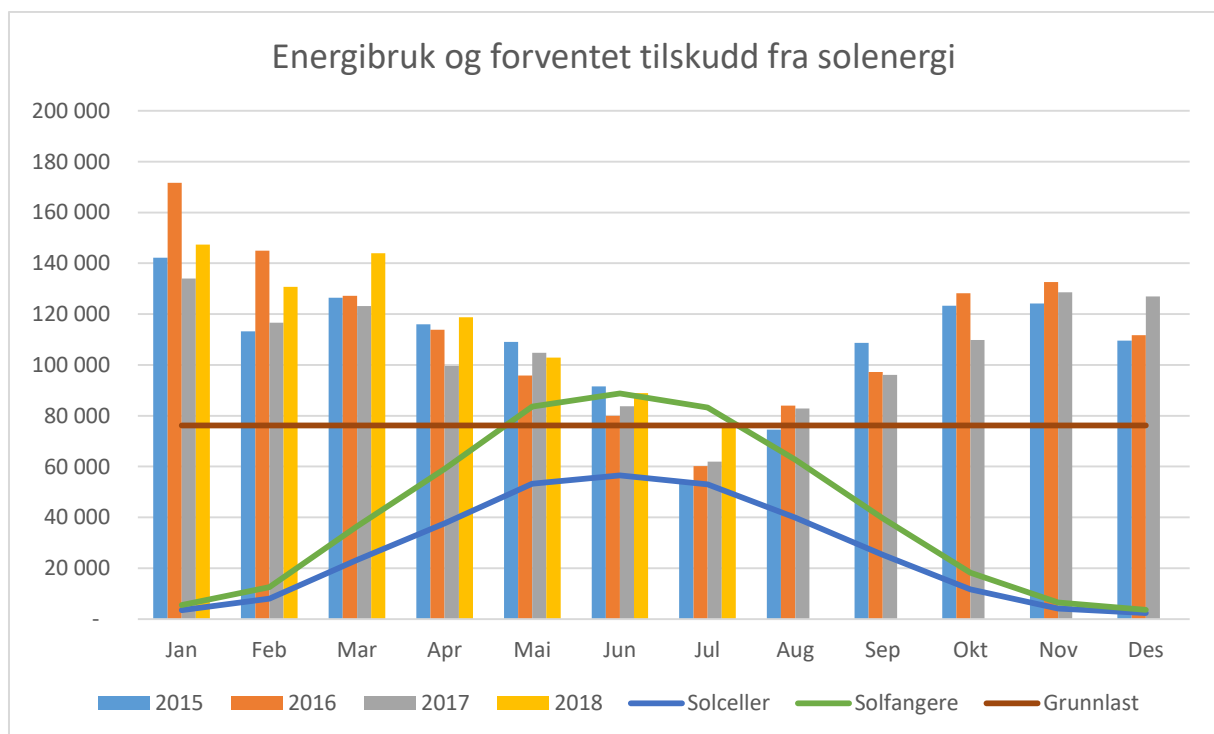
### Solceller og solfangere i kombinasjon, PV/T

I dette avsnittet er Trinn 1 av rapporten til Sweco «Helhetlig energiløsning Færder VGS» lagt til grunn i forhold til utnyttede arealer, effekter på systemene og energiproduksjon. Trinn 1 i rapporten tar for seg bruk av hybride solceller / solfangere (PV/T). PV/T-teknologien skal øke virkningsgraden på solcellene ved at sirkulert vann i samme panel vil senke temperaturen på panelet. Det sirkulerte vannet kan igjen brukes til å gi bedre virkningsgrad til varmepumpa, forvarme tappevannet, eller lagres i egnet termisk lager. På denne måten får man både strøm og varme på samme ut av samme areal.

Teknologien er foreløpig lite utbredt og det er lite erfaring med denne. Det er gjennomført et pilotprosjekt på Varden skole i Bergen som bruker denne løsningen kombinert med varmepumpe og borehull. På Færder VGS er det også varmepumpe og borehull.

Energiberegningene i grafen under, forutsetter en stor utnyttelse av takarealet (potensielt 2490m<sup>2</sup>). Allikevel vil skolen kunne bruke all produsert strøm til eget forbruk. Det illustreres av den lyseblå kurven (Solceller). Denne ligger under grunnlasten som er illustrert med rød horisontal strek. Forbruk over grunnlast er temperaturavhengig. I forhold til dette vil det ikke være behov for lagring av elektrisk strøm.

Den grønne kurven illustrerer forventet produsert termisk energi fra solfangere.

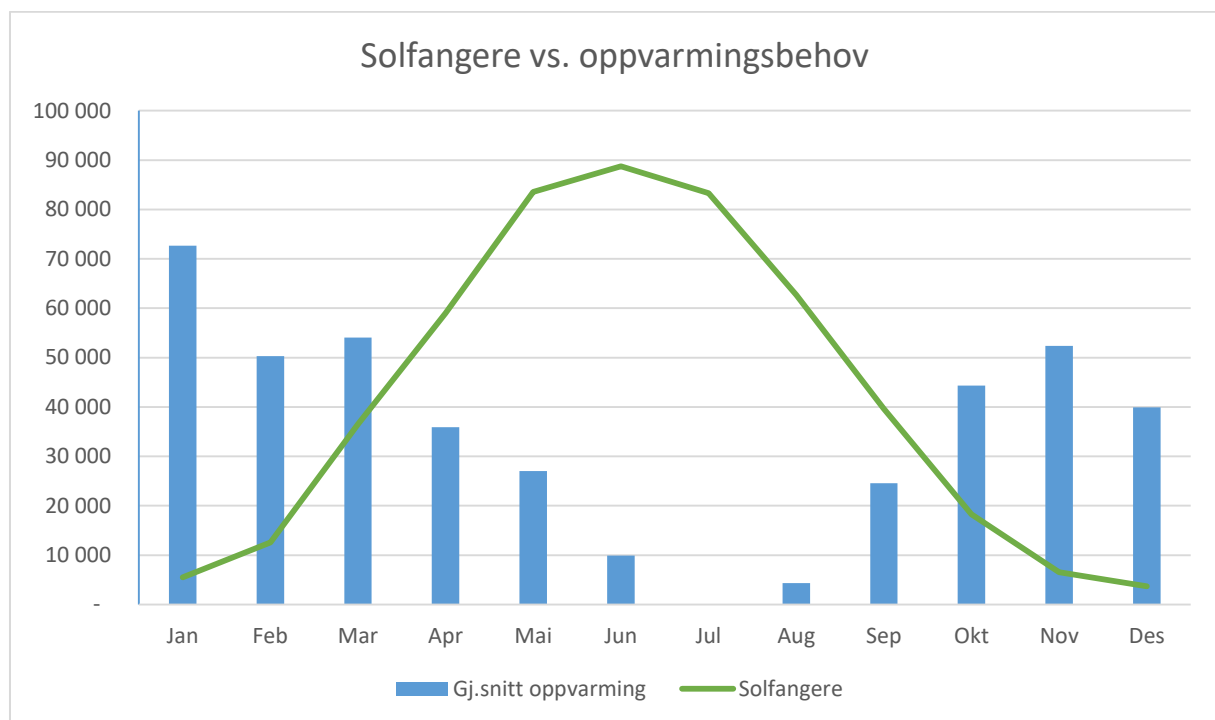


Figur 7 Grafen viser skolens månedsførbruk og forventet tilført energi fra solceller og solfangere. Rød strek viser grunnlasten.

## Solfangere

Solfangere er en enkel teknologi hvor vann sirkulerer igjennom en «radiator» på taket som da blir varmet opp av sola. Varmtvannet blir utnyttet til oppvarming i eksisterende oppvarmingssystem. Dette er en mye mer effektiv utnyttelse av solenergien enn solceller. Ca. 3 ganger mer energi per m<sup>2</sup> er vanlig. Ulempen med solfangere er at energiproduksjonen fra disse er størst da behovet er minst. Dette kan imidlertid løses ved å lagre denne varmen i et varmelager.

Som grafen under viser kan solfangere gi et godt bidrag til Byggets varmebehov i fra februar til november. Utfordringen vil være å få lagret denne energien slik at skolen får brukt den når den trengs. Forholdet er illustrert under. Beregningen er gjort med kombinerte solceller og solfangere (PV/T) som gir noe lavere effekt fra solfangerdelen enn tradisjonelle solfangere vil gjøre alene.



Figur 8 Termisk energi fra solfangere vil gi størst bidrag når behovet er minst.

## Termisk energilager

For å få utnyttet den produserte termiske energien fra solfangerne trengs det å etableres et termisk energilager i f.eks energibrønner. Energibrønner som termisk lager er ett svært interessant aspekt å prøve ut på skolen, men det er utfordrende å finne arealer som er egnet til formålet. Det kan også tenkes at det kan brukes mindre arealer til termisk energiproduksjon for å minske overskuddet eller bruke mer av overskuddet til å heve temperaturen i eksisterende energibrønner.

## Batterier for strømlagring

Som Figur 7 viser vil vi kunne få brukt all strømmen som solcellene produserer direkte i til eget strømforbruk. Lagring av elektrisk strøm i batterier er allikevel interessant fordi dette er en teknologi som vil bli ettertraktet i framtiden. Mer fokus på og høyere pris for effektledet av strømløse vil tvinge fram «peak shaving». Altså å få ned effekttoppene i energileveransen. Batterier er en svært aktuell løsning på denne utfordringen.

## Vindmøller

Å utnytte vindkraft til strømproduksjon er i stor vekst i Norge. Å bruke vindmøller som direkte energikilde til skolen vil kunne gi unik kompetanse og et visuelt signal om Vestfold som det grønne fylket i Norge.

Å installere en vindmølle på taket på skolen vil kunne være utfordrende med tanke på vekt, vindlast, støy og bygningshøyde.



*Figur 9 Eksempel på vindmøller på tak. Bildet er fra Melrose, Bronx i New York.*