



Brukermanual, 1.12.2017

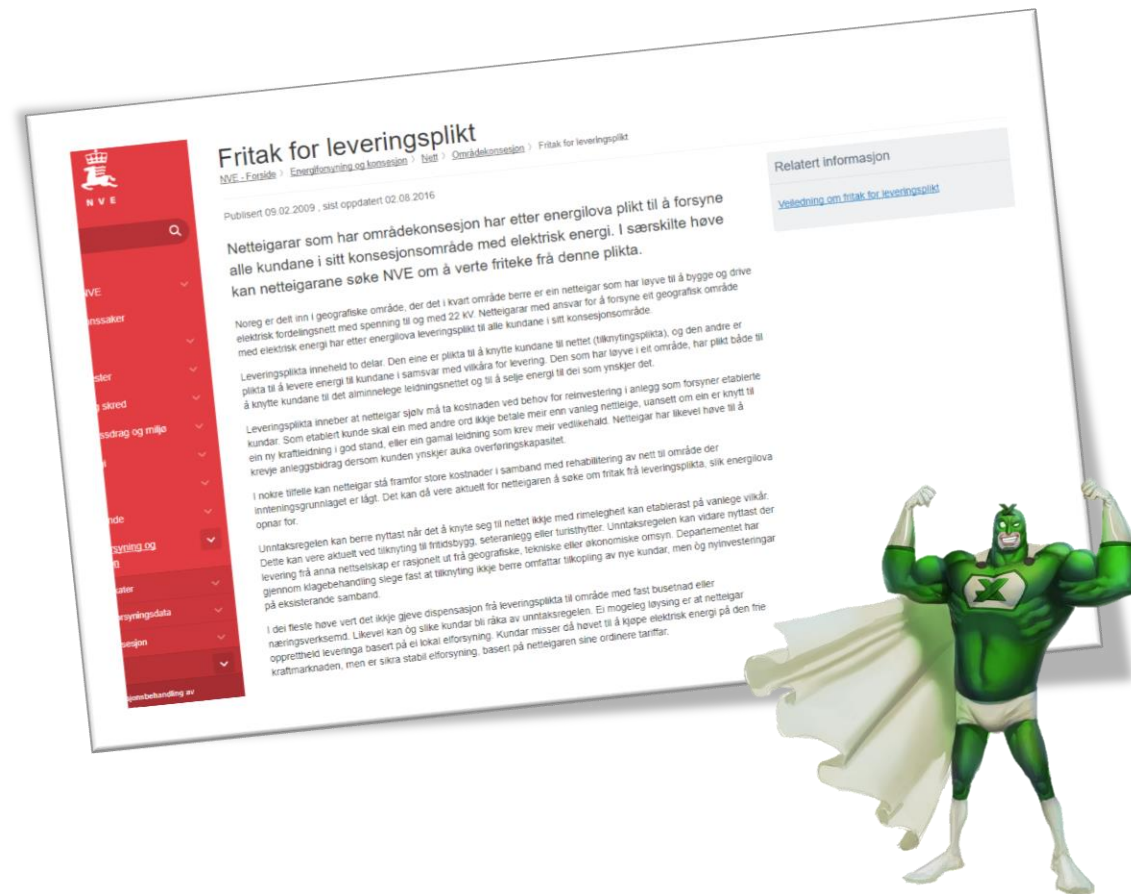
# MODELL FOR OFFGRID FRITIDSBOLIGFORSYNING

*THEMA Consulting Group for NVE*

# FORMÅL OG BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

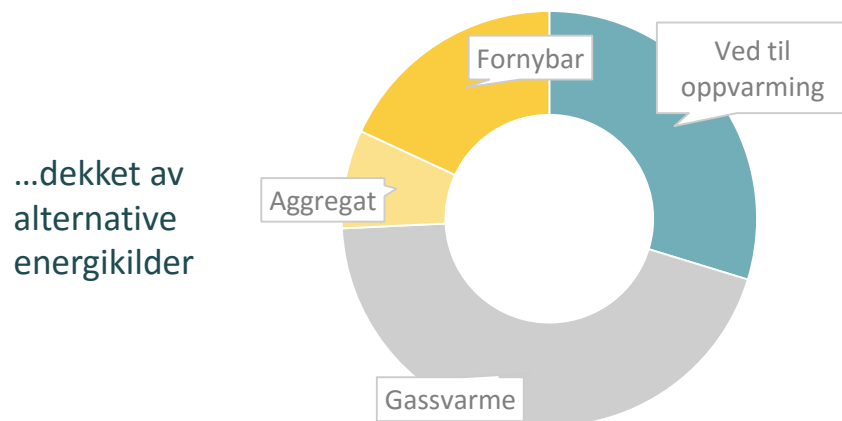
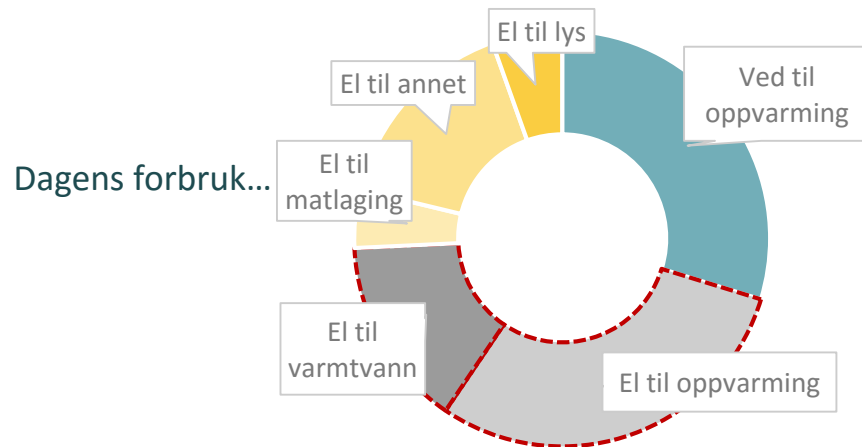
**Bakgrunn:** Det kan være kostbart å opprette og opprettholde nettilknytning til avsidesliggende fritidsboliger. På grunn av teknologiutvikling og kostnadsreduksjoner kan flere nye teknologier være et alternativ til kostbare nettilknytninger. Om man skal unngå å reinvestere nettilknytningen må nettselskapene søke NVE om unntak fra leveringsplikten og beregne kostnadene til alternativ forsyning som en del av søknaden.

**Formål:** Dette prosjektets formål har vært å utvikle et enkelt excel-basert verktøy som både nettselskapene og NVE kan benytte til å gjøre slike overordnede beregninger. Det presiseres at modellens hensikt er å gi en indikasjon på kostnadene ved alternativ energiforsyning, og kan og burde ikke benyttes direkte til faktisk dimensjonering av anlegg.

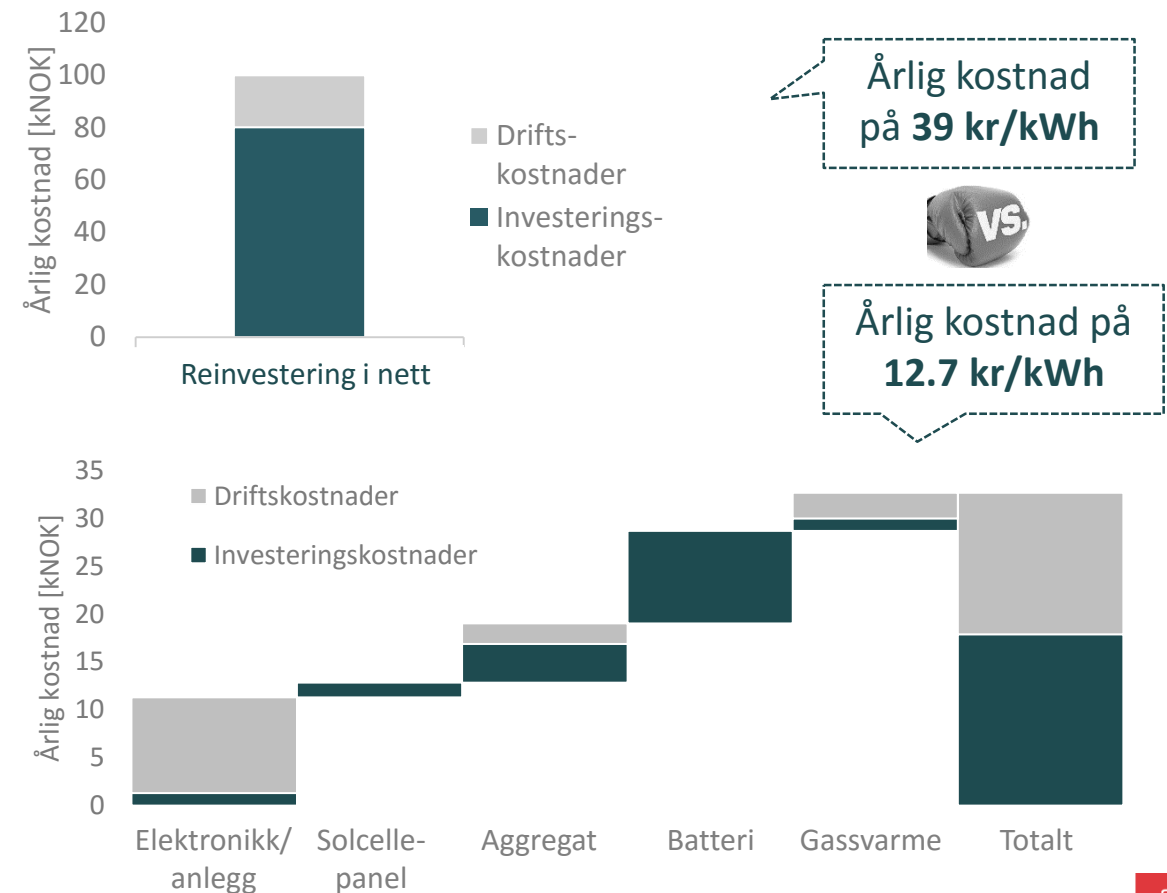


# MODELLEN BEREGNER KOSTNADENE FORBUNDET MED ALTERNATIV ENERGIFORSYNING AV EN FRITIDSBOLIG

Energiforsyningen baserer seg på el fra et aggregat og en fornybarkilde, samt oppvarming fra ved og gass



EKSEMPEL: Alternativ energiforsyning kan gi betydelig lavere kostnader enn nettilknytning



# MODELLEN HAR EN OVERSIKTLIG STRUKTUR OG OMFATTENDE BRUKERVEILEDNING

## Modellen er bygget opp av fem faner

<b>Input</b>	Her velges input om fritidsboligens strømforbruk, lokasjon og ønsket fornybarkilde.
<b>Profiler</b>	Her kan man se defaultprofilene modellen benytter, og legge inn egen forbruksprofil hvis man har tilgang til det.
<b>Dimensjonering</b>	Data for dimensjonering av teknologiløsningene; solceller, mikrovind, batteri, dieselaggregat og gassbrenner til rom- og vannoppvarming.
<b>Kostnader</b>	Spesifisering av investerings- og driftskostnader per teknologi, samt valg av diskonteringsrente
<b>Timesberegninger</b>	Her gjøres beregninger på timesoppløsning

## Cellen formateres etter type og viktige parametere beskrives ved markering

Celletyperne bruk i modellen:

<b>Forklaring til celletyper</b>	Bakgrunn
	Direkte input
	Nedtrekksvalg
	Beregning (formelverk)

Validering i cellene med parameternavn gir sentral informasjon:

Parameter	Enhet	Verdi
Årlig historisk strømforbruk	kWh	4 500
Resulterende prof		Hytte_5
Fylke		øre og Romsdal
Kommune		Smøla
Har boligen skors		Ja
Fornybar energikil		Solcellepanel

# NØDVENDIG INPUT INKLUDERER ÅRLIG STRØMFORBRUK, KOMMUNE, VALG AV FORNYBARKILDE OG OM FRITIDSBOLIGEN HAR SKORSTEIN ELLER IKKE

Utklipp fra modellens inputark

Parameter	Enhet	Verdi
Årlig historisk strømforbruk	kWh	2 568
Resulterende profil		Hytte_5
Fylke		Møre og Romsdal
Kommune		Smøla
Har boligen skorstein?		Ja
Fornybar energikilde		Solcellepanel
		Solcellepanel
		Mikrovindanlegg

## Årlig strømforbruk

Input om dagens nivå på årlig elektrisitetsforbruk i fritidsboligen. Merk at hvis man har en egen timesprofil fra AMS så må verdien her være lik årlig sum fra profilen for at denne garantert skal bli brukt.

## Kommune

Bestemmende for hvor mye av elforbruket som i dag går til oppvarming, basert på graddagsjustering mot Oslo der formålsdelingen er basert

## Skorsteinsantagelse

Dersom det antas skorstein tilsier dette at brorparten av dagens oppvarmingsforbruk i dag dekkes av vedfyring e.l. Altså får man et høyere elbehov til øvrige og ikke konverterbare formål enn om man antar 100% av oppvarmingsbehov i dag dekkes av el.

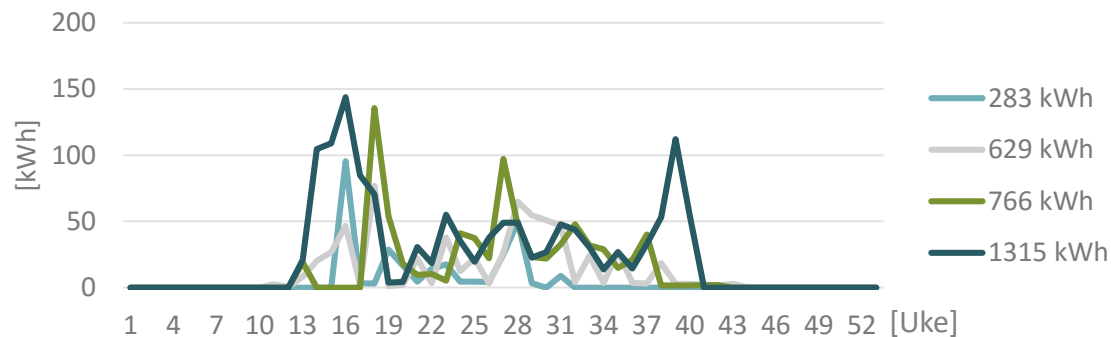
## Fornybar energikilde

Vi lar ikke brukeren klare seg uten og vi lar ikke brukeren velge mer enn én kilde. I de aller fleste tilfeller vil dette valget begrense seg til solceller, mens i vindutsatte kommuner er også mikrovind et aktuelt og mulig valg.

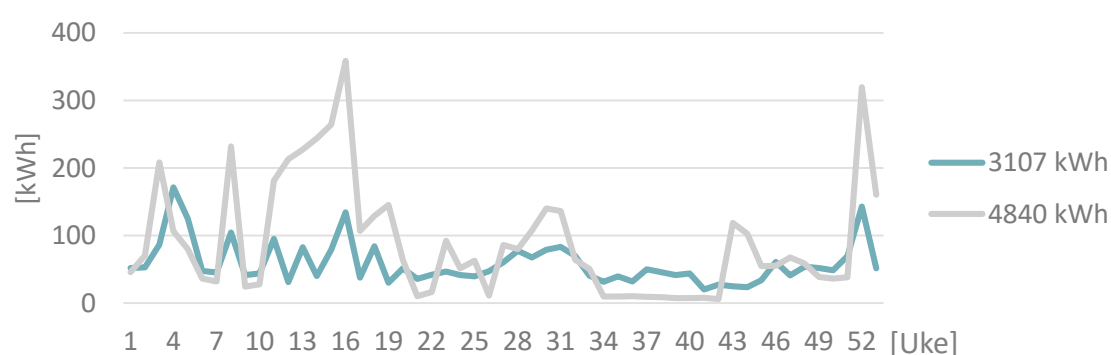
# MODELLEN BENYTTER DEN MEST REPRESENTATIVE AV ET UTVALG DEFAULT-PROFILER, HVIS IKKE DATA FOR TIMESFORBRUK ER TILGJENGELIG

## Modellen benytter default-profilen med nærmest årlig strømforbruk

Fire forbruksprofiler representerer fritidsboliger med sommerbruk



To forbruksprofiler representerer fritidsboliger med helårsbruk



## Egen profil med timesverdier kan legges inn for å oppnå bedre resultater

Hytte_3	Hytte_4	Hytte_5	Hytte_6
2.56	2.39	8.38	8.08
766	1 315	3 107	4 840
299.2	550.2	370.8	599.0
kWh	kWh	kWh	kWh
0	0	1.36	1.28
0	0	1.33	1.22
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0	0	0.67	1.2

Trykk for Ny profil

Ny timesprofil ×

Navngi din nye profil her OK

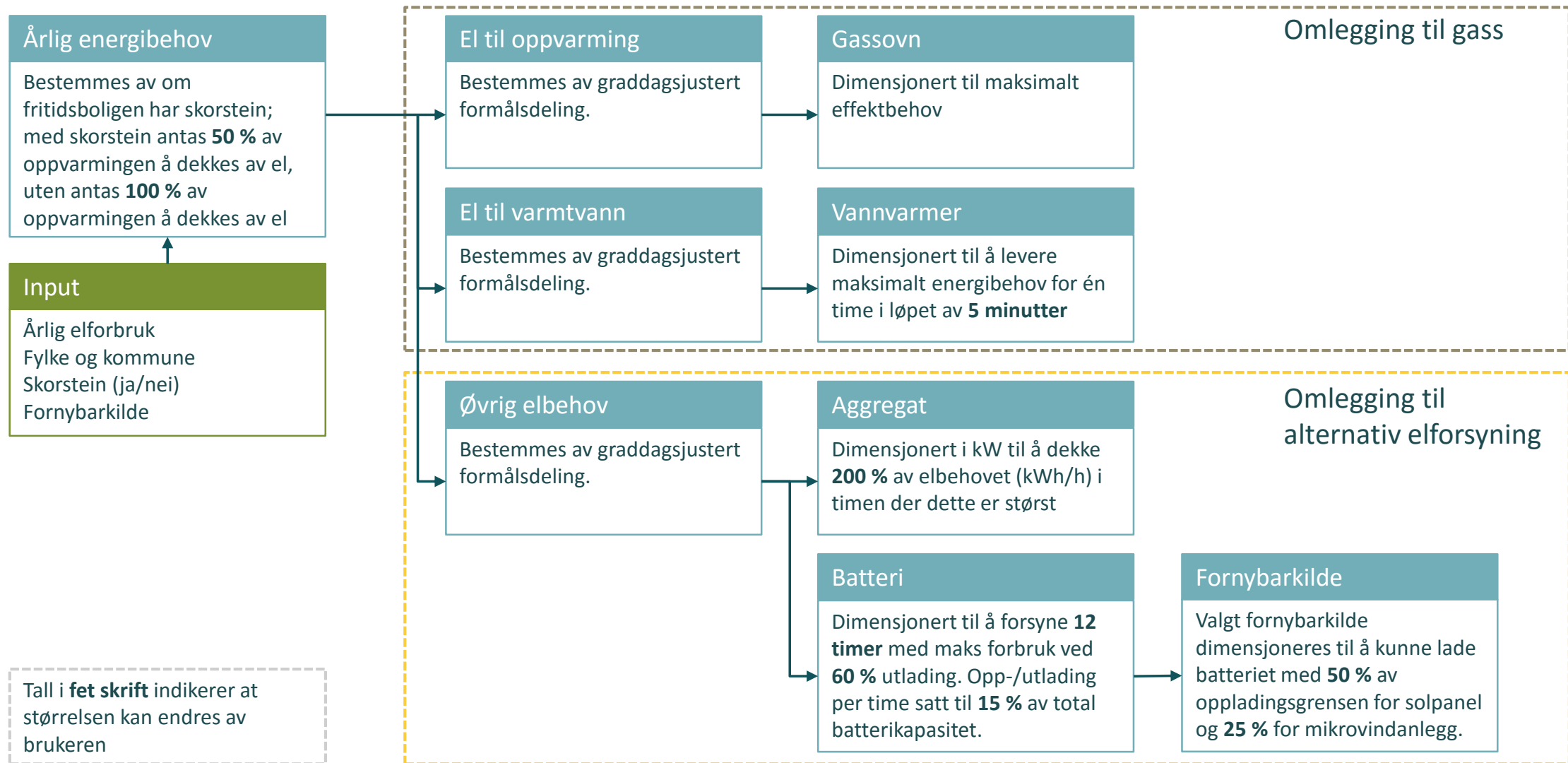
Cancel

AMSprøfil

# ANLEGGET DIMENSJONERES ETTER DEFAULT PARAMETERE SOM KAN ENDRES AV BRUKEREN

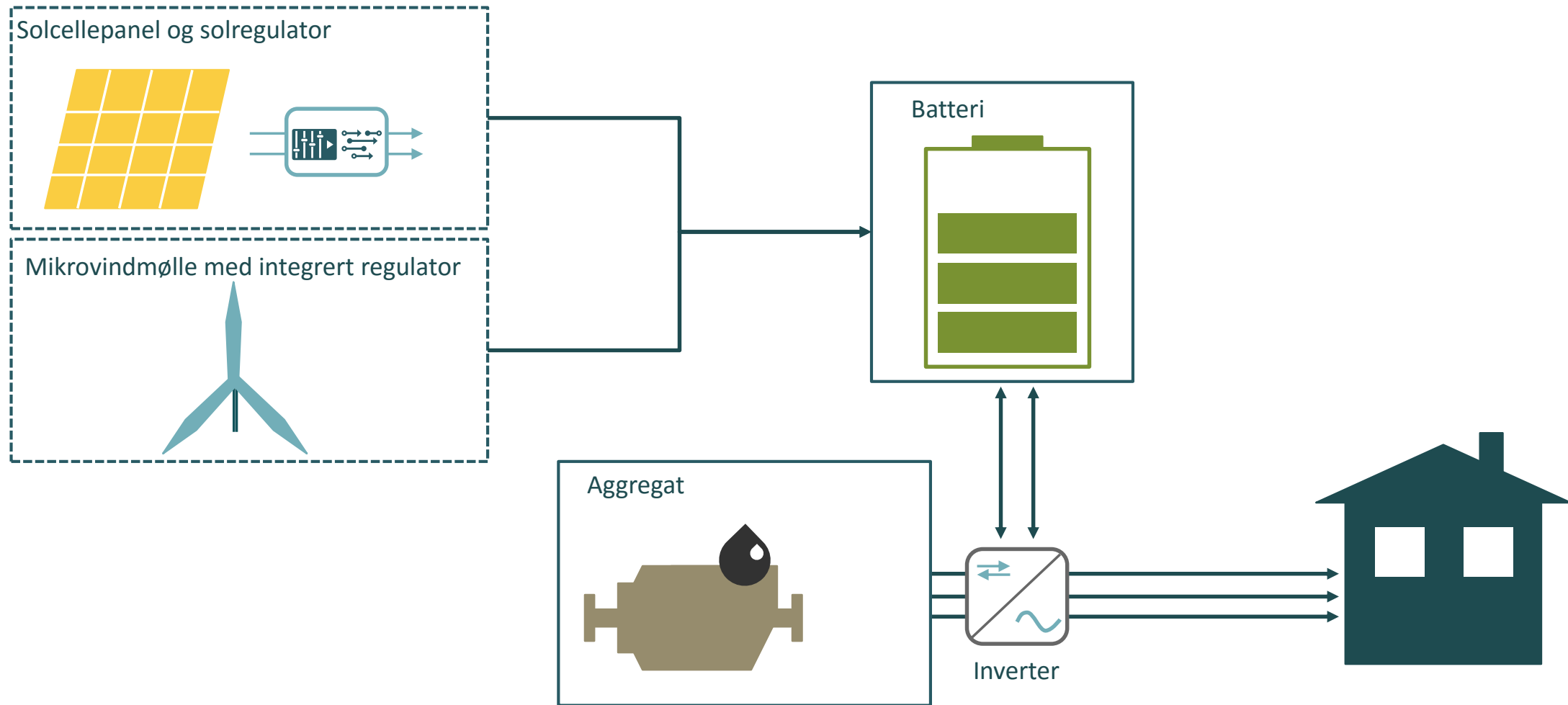
Parameter	Enhet	Verdi	Betydning
Lagringskapasitet (timer med høyt forbruk)	timer	12	Antall timer med høyt forbruk bestemmer den praktiske batteristørrelsen. X timer med høyt forbruk vil si de x sammenhengende timene som til sammen har det høyeste forbruket.
Praktisk batteristørrelse	kWh	19.3	Dette er den lagringsmengden vi får ut fra det valgte antallet timer i cellen over.
Depth of discharge (DoD)	prosent	60 %	Maksimal utladingskapasitet bestemmer hvor stor andel den praktiske batteristørrelsen utgjør av den nominelle. Dette sikrer at batteriet ikke lades helt ut, som er en forutsetning for god levetid på en del stasjonære blybatterier
Batterieffektivitet	prosent	90 %	Effektiviteten bestemmer tapet ved å lagre strøm i batteriet og benytte den senere. I beregningen summeres tapet for opp- og utlading ved opplading, slik at batterinivået viser nyttbar energi.
Maks opp-/utlading per time	prosent	15 %	Opp og utladingsgrensen bestemmer hvor mye batteriet kan lades opp eller ut hver time, i prosent av den nominelle batteristørrelsen. Effekttaket og -inntaket til batteriet er lik opp og-utladingen i kWh per time.
Valgt fornybarkilde		Solcellepanel	Denne er kun gjengitt her for oversiktens del. Bestemmes i "Input"-fanen
Gyldig valg av fornybarkilde		TRUE	Dette er bare en sjekk for å se at man ikke har valgt mikrovind der modellen i utgangspunktet anslår mikrovind som uaktuelt
Vindeffekt i prosent av oppladning	prosent	25 %	Mikrovindeleggets installerte effekt velges i prosent av det maksimale effektinntaket til batteriet.
Solcelleeffekt i prosent av oppladning	prosent	50 %	Solcellepanelets installerte effekt velges i prosent av det maksimale effektinntaket til batteriet.
Solcelleeffektivitet	prosent	15 %	Solcellepanelets effektivitet i prosent er bestemmende for nødvendig areal. Effektiviteten påvirker ikke kostnadene eller den øvrige dimensjoneringen.
Maksimalt elbehov i løpet av én time	kWh/h	5.3	Kun for oversiktens del gjengitt her. Benyttes for å fastsette effektbehovet på aggregatet.
Aggregateffekt i prosent av maksimalt elbehov	kW	200 %	Aggregatets installerte effekt settes i prosent av det maksimale effektbehovet i løpet av én time. Ettersom effektbehovet antakelig ikke fordeler seg jevnt i denne timen bør denne settes større enn 100 %.
Skorstein	Ja	Nei	
Andel av oppvarmingen fra el	50 %	100 %	Andel av oppvarmingsbehovet som antas å dekkes av elektrisitet (før alternativ energiforsyning), med og uten skorstein.
Varighet for leveranse av maksimalt energibehov til varmtvann	minutter	5	Effekten til vannvarmeren beregnes basert på perioden det maksimale energibehovet for én time må kunne leveres. Ettersom energibehovet er gitt og låst av formålsfordelingen får vi at jo kortere periode - desto høyere effekt.

# SKJEMATISK FREMSTILLING AV DIMENSJONERINGEN

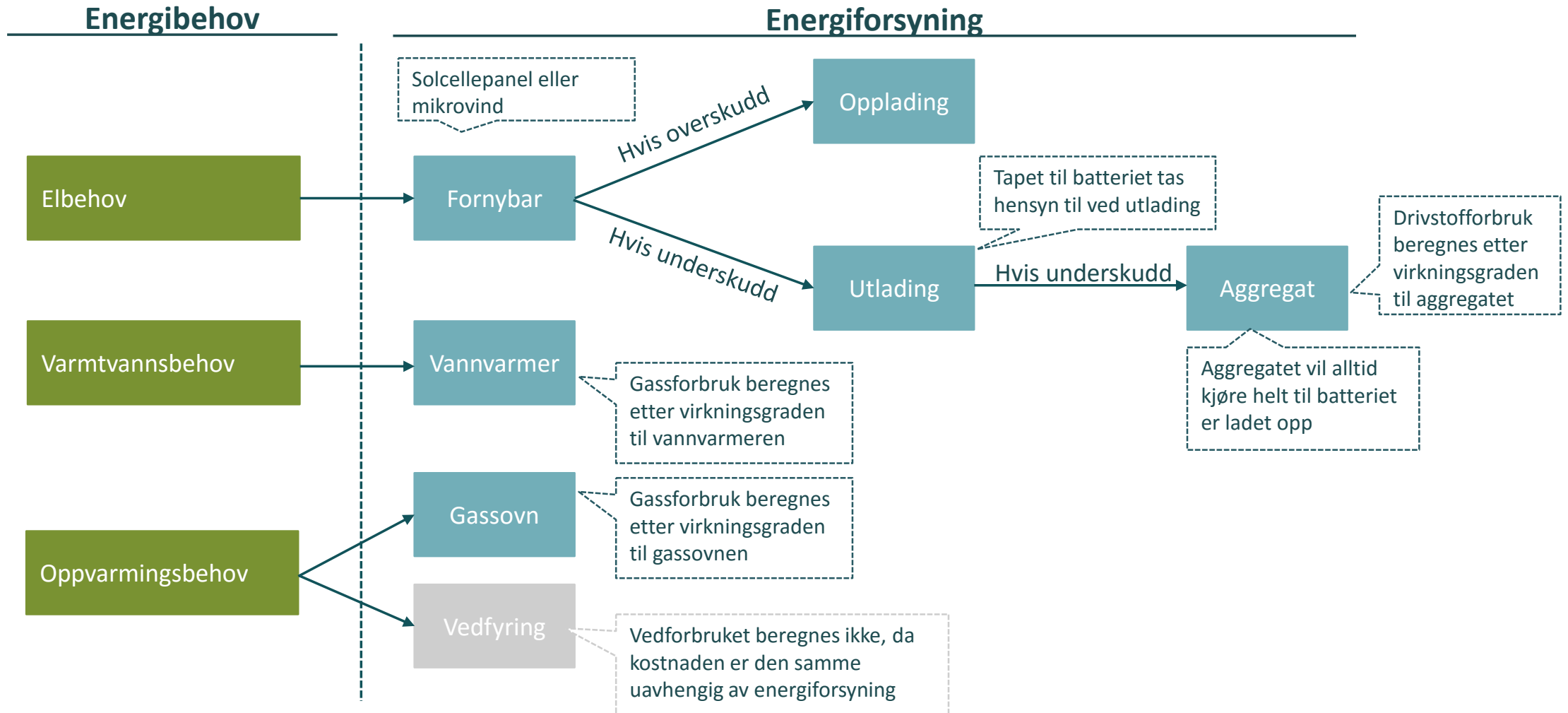




# SKJEMATISK FREMSTILLING AV DEN ALTERNATIVE ELFORSYNINGEN



# ENERGIREGNSKAPET I FANEN «TIMESBEREGNINGER» BEREGNER ENERGIUTNYTTELSE OG BRENSSELFORBRUK



# TOTALE ÅRLIGE KOSTNADER MED UTGANGSPUNKT I DET DIMENSJONERTE ANLEGGET, BRENSELFORBRUKET OG BRUKERSTYRTE PARAMETERE

Utklipp fra modellens kostnadsark

Diskonteringsrente	Enhet prosent	Verdi 5 %
--------------------	------------------	--------------

	Enhet	Verdi	Enhet	Verdi	Enhet	Verdi	Enhet	Verdi	Enhet	Verdi
<b>Investeringskostnader</b>	<b>Variabel kostnad</b>		<b>Fast kostnad</b>		<b>Dimensjonerende størrelse</b>		<b>Levetid</b>		<b>Årlig kostnad</b>	
Batteri	kr/kWh	1 800	kr	0	kWh	17.8	år	7.5	kr/år	5 228
Solcellepanel	kr/kWp	7 500	kr	0	kWp	1.3	år	30	kr/år	654
Mikrovindeanlegg	kr/kW	25 000	kr	0	kW	0.0	år	7.5	kr/år	0
Aggregat	kr/kW	8 000	kr	0	kW	2.0	år	20	kr/år	1 284
Gassovn	kr/kW	50	kr	900	kW	2.0	år	20	kr/år	80
Varmtvann	kr/kW	70	kr	2 600	kW	0.7	år	12	kr/år	299
Solcelleregulator	kr/kW	6 500	kr	0	kW	1.3	år	20	kr/år	699
Inverter	kr/kW	4 000	kr	5 000	kW	1.3	år	15	kr/år	998

Transportertank for drivstoff	kr/enhet	200			Antall	2	år	100	kr/år	20
Deposittank propanantank	kr/enhet	800			Antall	2	år	100	kr/år	81
Gassregulator	kr/enhet	700			Antall	2	år	10	kr/år	181

	Variabel kostnad		Arbeidstid		Reisetid		Levetid		Årlig kostnad	
<b>Installasjonskostnader</b>										
Gass og varme	kr/time	1 000	timer	5	timer	5	år	30	kr/år	651
Elanlegg	kr/time	1 000	timer	15	timer	5	år	30	kr/år	1 301
Mikrovindeanlegg	kr/time	1 000	timer	5	timer	5	år	30	kr/år	0
Solcellepanel	kr/time	1 000	timer	1			år	30	kr/år	65

	Variabel kostnad		Arbeidstid		Reisetid		Årlig kostnad	
<b>Drifts- og servicekostnader</b>								
El- og varmeanlegg	kr/time	1 000	timer	5	timer	5	kr/år	10 000
Mikrovindeanlegg	kr/time	1 000	timer	1			kr/år	0

	Variabel kostnad		Energiproduksjon		Virkningsgrad		Årlig kostnad	
<b>Brenselkostnader</b>								
Aggregat	kr/liter	13.6	kWh	396	kWh/liter	2.00	kr/år	2 690
Gassbrenner	kr/kg	19.9	kWh	1 142	kWh/kg	12.50	kr/år	1 818
Varmtvann	kr/kg	19.9	kWh	511	kWh/kg	11.50	kr/år	884

	Variabel kostnad		Tankstørrelse		Reisevei		Reiser		Årlig kostnad	
<b>Transportkostnader</b>										
Drivstoff	kr/km	4.1	liter	20	km	0	Antall	5	kr/år	0
Gass	kr/km	4.1	kg	11	km	0	Antall	5	kr/år	0

# KOSTNADSBESKRIVELSENE VISES VED MARKERING AV CELLEN (1/2)

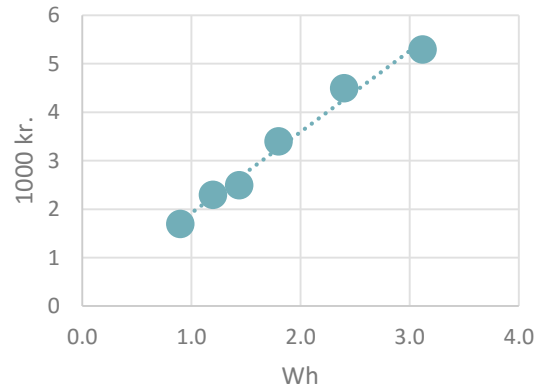
Investeringskostnader	Beskrivelse
Batteri	<i>Kostnaden for innkjøp av batteriet. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, kWh, med et variabelt og et fast ledd.</i>
Solcellepanel	<i>Kostnaden for innkjøp av solcellepanelet. Investeringskostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd. Kostnaden inkluderes dersom solcellepanel er valgt som fornybarkilde.</i>
Mikrovindanlegg	<i>Kostnaden for innkjøp av mikrovindanlegget. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd. Kostnaden inkluderes dersom mikrovind er valgt som fornybarkilde.</i>
Aggregat	<i>Kostnaden for innkjøp av aggregatet. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd. Investeringskostnaden inkluderer kostnaden for drivstofftank.</i>
Gassovn	<i>Kostnaden for innkjøp av gassovnen. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd.</i>
Varmtvann	<i>Kostnaden for innkjøp av vannvarmeren. Investeringskostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd.</i>
Solcelleregulator	<i>Kostnaden for innkjøp av solcelleregulatoren. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd. Solcelleregulatoren dimensjoneres etter den installerte effekten til solcellepanelet.</i>
Inverter	<i>Kostnaden for innkjøp av inverteren. Kostnaden er modellert som en lineær funksjon av den dimensjonerende størrelsen, med et variabelt og et fast ledd. Inverteren er dimensjonert etter summen av kapasiteten til aggregatet og utladingen til batteriet.</i>
Transporteringstank for drivstoff	<i>Drivstofftanken benyttes til å transportere drivstoff til fritidsboligen. Kostnaden er fast, men flere tanker kan være nødvendig for å transportere nok drivstoff. Antallet tanker benyttes også i beregningen av antall reiser for transportkostnaden.</i>
Depositum propantank	<i>Depositum ved kjøp av propantank. Kostnaden er fast, men minst to tanker er nødvendig, en for gassovnen og en for vannvarmeren. Antallet tanker benyttes også i beregningen av antall reiser for transportkostnaden, som vil reduseres med flere tanker.</i>
Gassregulator	<i>Kostnaden for innkjøp av gassregulatoren. Kostnaden er fast, men minst to regulatorer er nødvendig, en for vannvarmeren og en for gassovnen.</i>

# KOSTNADSBESKRIVELSENE VISES VED MARKERING AV CELLEN (2/2)

Installasjonskostnader		Variabel kostnad
Gass og varme		<i>Kostnaden for installasjon av gass- og varmeanlegget. Kostnaden er lik en timepris multiplisert med antall timer arbeid og antall timer reise.</i>
Elanlegg		<i>Kostnaden for installasjon av elanlegget. Kostnaden er lik en timepris multiplisert med antall timer arbeid og antall timer reise.</i>
Mikrovindanlegg		<i>Mikrovind er utfordrende å installere. Installasjonen er derfor antatt å skje dagen etter installasjonen av elanlegget, og medfører dermed ekstra reisetid. Kostnaden inkluderes dersom mikrovind er valgt.</i>
Solcellepanel		<i>Solcellepanelet er ikke utfordrende å installere. Installasjonen er derfor antatt å skje samme dag som installasjonen av elanlegget, og medfører dermed ikke noen egen reisetid. Kostnaden inkluderes dersom solcellepanel er valgt.</i>
Drifts- og servicekostnader		Variabel kostnad
El- og varmeanlegg		<i>Kostnad for årlig service av anlegget. Driftskostnaden er lik en timepris multiplisert med antall timer arbeid og antall timer reise. Reparasjoner og installasjon som følge av at komponenter erstattes er inkludert.</i>
Mikrovindanlegg		<i>Mikrovind antas å medføre ekstra arbeid ved service av anlegget. Kostnaden inkluderes kun dersom mikrovind er valgt.</i>
Brenselskostnader		Variabel kostnad
Aggregat		<i>Kostnaden for drivstoffet til aggregatet. Beregnes ved å multiplisere literprisen med produsert energi og virkningsgraden. Dersom man ønsker å benytte et annet type brensel eller aggregat kan man endre parameterne her.</i>
Gassbrenner		<i>Kostnaden for gass brukt til oppvarming. Beregnes ved å multiplisere kiloprisen med produsert energi og virkningsgraden. Dersom man ønsker å benytte en annen type varmekilde eller brensel, kan man endre parameterne her.</i>
Varmtvann		<i>Kostnaden for gass brukt til varmtvann. Beregnes ved å multiplisere kiloprisen med produsert energi og virkningsgraden. Dersom man ønsker å benytte en annen type varmtvannskilde eller brensel, kan man endre parameterne her.</i>
Transportkostnader		Variabel kostnad
Drivstoff		<i>Kostnaden for drivstofftransport til fritidsboligen. Beregnes ved å multiplisere km-taksten med reisevei (én vei) og antall reiser. Hvis behovet dekkes greit på vei til boligen antas dedikerte drivstoffturer som unødvendig ved å sette reisevei til 0.</i>
Gass		<i>Kostnaden for gasstransport til fritidsboligen. Beregnes ved å multiplisere km-taksten med reisevei (én vei) og antall reiser. Hvis behovet dekkes greit på vei til boligen antas dedikerte drivstoffturer som unødvendig ved å sette reisevei til 0.</i>

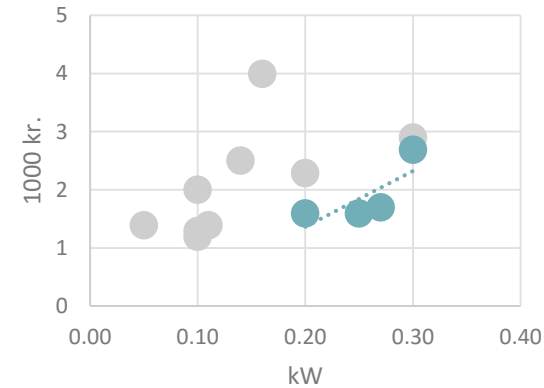
# UNDERLIGGENDE KOSTNADSDATA ESTIMERT MED BAKGRUNN I DATAINNSAMLING FRA LEVERANDØRER TIL HYTTEMARKEDET (1/2)

## Batteri



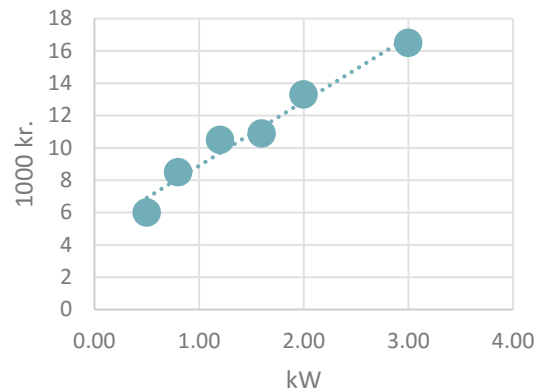
- Kostnadene er basert på AGM-batterier fra 1 til 3,1 kWh
- Levetiden baserer seg på en maksimal utlading på 60 %
- Kostnaden er estimert til **1800 kr./kWh**

## Solcellepanel



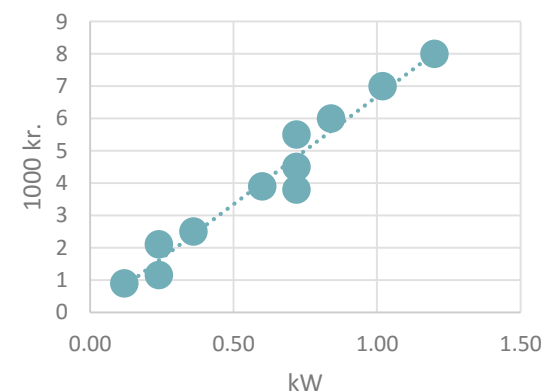
- Kostnadene er basert på de rimeligste solcellepanelene (blå)
- De dyrere solcellepanelene (grå) er unntatt analysen da de ikke kan vise til andre egenskaper som gjør totalcostnaden lavere (eks. forlenget levetid)
- Kostnaden er estimert til **7500 kr./kW**

## Inverter



- Kostnadene er basert på kombiinvertorer (inverter og lader) som tilrettelegger for lading fra aggregat
- Kostnaden er estimert til **4000 kr./kW + 5000 kr.**

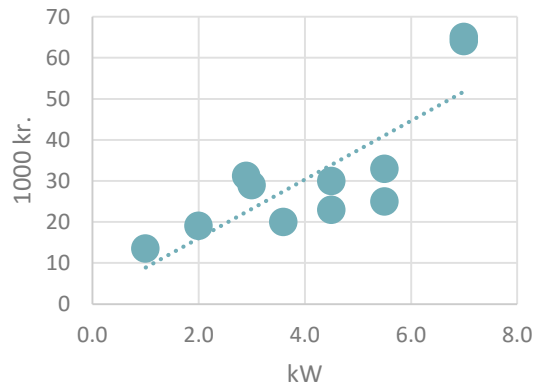
## Solregulator



- Kostnadene er basert på solregulatorer fra 0,1 til 1,2 kW
- Kostnaden er estimert til **6500 kr./kW**

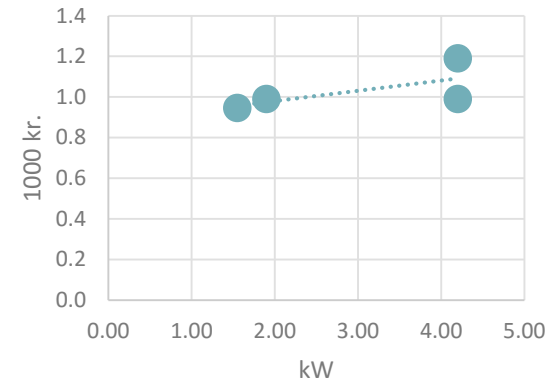
# UNDERLIGGENDE KOSTNADSDATA ESTIMERT MED BAKGRUNN DATAINNSAMLING FRA LEVERANDØRER TIL HYTTEMARKEDET (2/2)

## Aggregat



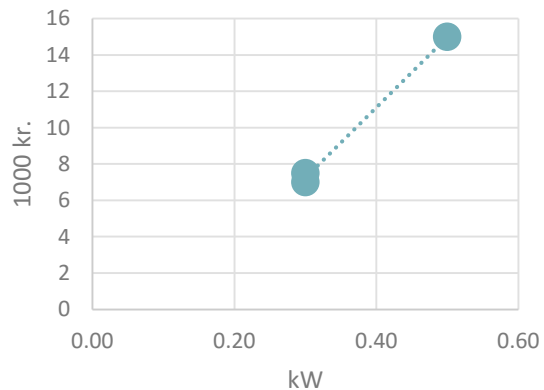
- Kostnadene er basert på bensinaggregater fra 1 til 7 kW
- Bensintank er inkludert i kostnaden til hvert aggregat. For de aggregatene uten innebygget tank er kostnaden for ekstern tank lagt til.
- Kostnaden er estimert til **8000 kr./kW**

## Gassovn



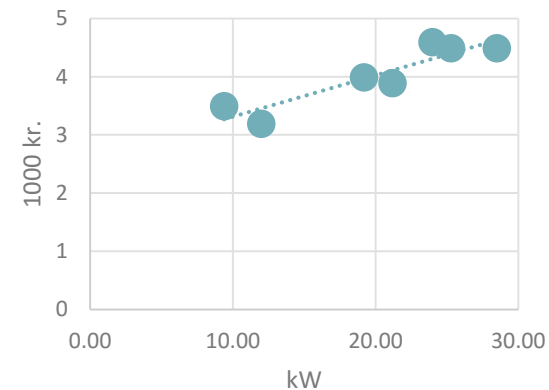
- Kostnadene er basert på propanfyrte gassovner fra 2 til 4,3 kW
- Hverken propantank eller gassregulator er inkludert i kostnadene.
- Kostnaden er estimert til **50 kr./kW + 900 kr.**

## Mikrovidanlegg



- Kostnadene er basert på rimelige mikrovidanlegg til hyttebruk med integrert regulator
- Mikrovidanleggene er antatt å ha en levetid på 7,5 år. Mikrovidanlegg kan ha levetid opp til 15 år, men lengre levetid øker kostnaden betraktelig.
- Kostnaden er estimert til **25000 kr./kW**

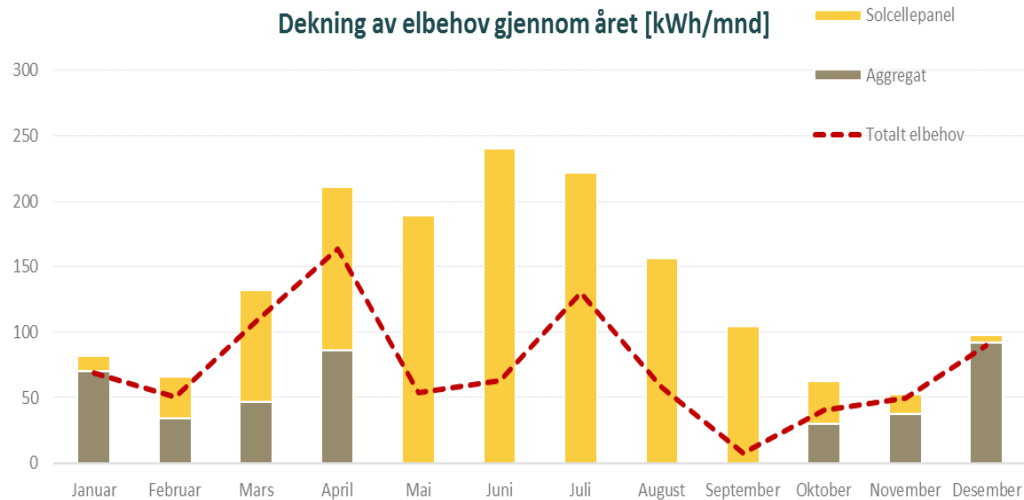
## Vannvarmer



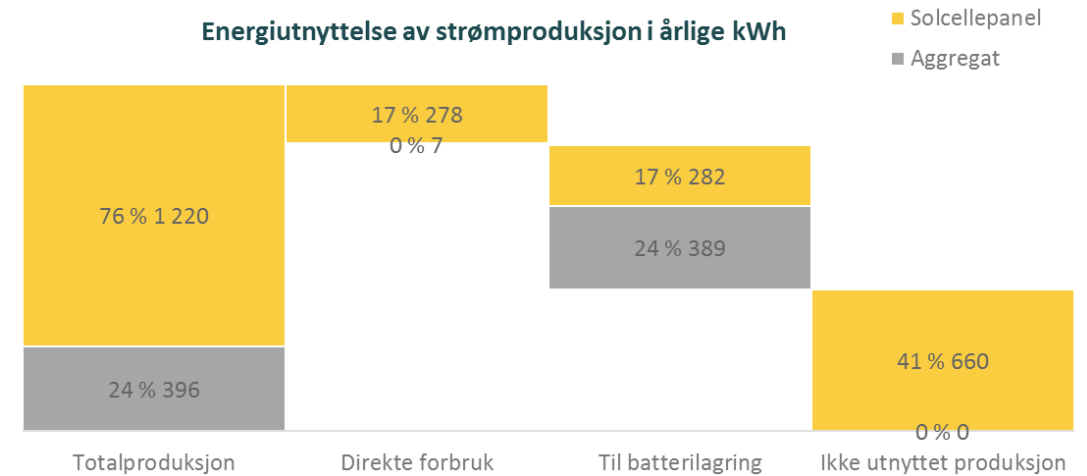
- Kostnadene er basert på propanfyrte vannvarmere fra 9,4 til 28,5 kW
- Hverken propantank eller gassregulator er inkludert i kostnadene.
- Kostnaden er estimert til **70 kr./kW + 2600 kr.**

# Man ender opp med et anlegg som produserer vesentlig mer sol enn man får brukt, men like fullt koster vesentlig mindre enn ny nettinvestering...

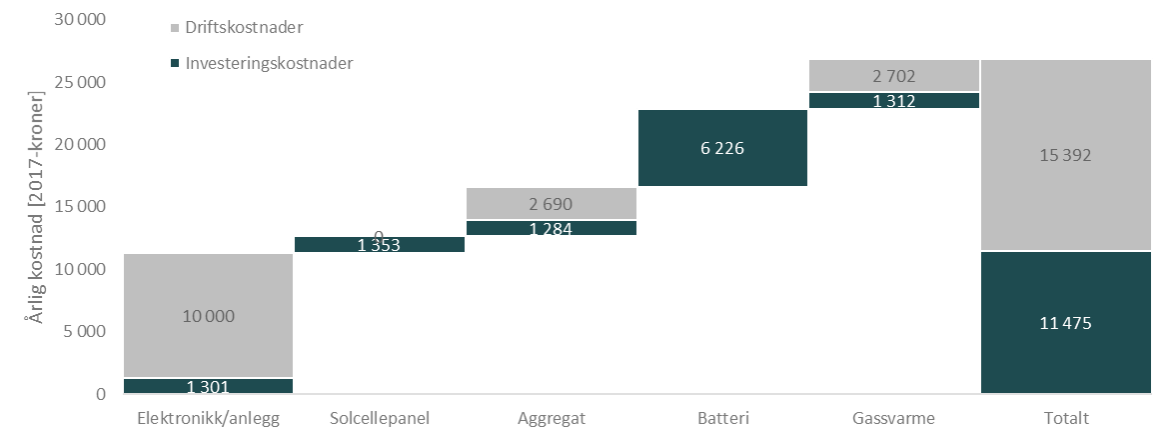
Dimensjonerende størrelser	Enhet	Verdi
Nominell batteristrørrelse (C10)	kWh	17.8
Solcellepanel	kWp	1.3
Aggregat, maks effekt	kW	2.0
Varmeovn	kW	2.0
Varmtvann	kW	8.9
Andel av oppvarmingen fra el	kW	50 %



**Energiutnyttelse av strømproduksjon i årlige kWh**



**Fordeling av årlige kostnader fra total 10.5 kroner/kWh**





# TEKSTLIG FORKLARING AV SAMMENHENGER OG RESULTATER DERSOM MAN ØNSKER DET

**Dagens energiforbruk for fritidsboligen i Smøla**

Utvalgt fritidsbolig i Smøla kommune har hatt et historisk strømforbruk på 2568 kWh per år. Dette forbruket er nå antatt fordelt ihht. profilen kalt Hytte\_4 som opprinnelig har et samlet årlig elforbruk på 1315 kWh. Gjennom graddagsjustering mellom Oslo og Smøla og ettersom skorsteinsspørsmålet er besvart med 'Ja' så anslås fritidsboligens totale energiforbruk til 3679 kWh, hvorav 884 kWh ikke kan konverteres til annet enn el.

**Off-grid dimensjonering for fritidsboligen i Smøla**

I en alternativ ny off-grid løsning vil man installere et batteri med nominell størrelse på 17.8 kWh, dimensjonert for å klare seg gjennom de 12 sammenhengende timene i året med høyest forbruk. Dette batteriet vil lades opp av solceller og mikro vind med installert ytelse på henholdsvis 1.34 kWp og 0 kW, samt et aggregat på 2 kW som fyller batteriet hvis det først kjører. Oppvarming av rom vil dekkes av dagens vedfyring og en gassvarmeovn på 2.02 kW, mens tappevann dekkes fra en gass-vannvarmer på 8.86 kW.

**Off-grid kostnader for fritidsboligen i Smøla**

Kostadene for dette systemet vil fordele seg med årlige driftskostnader på kroner og investeringskostnader på 15392 kroner, omregnet fra en diskonteringsrente på 5 prosent. Dersom vi deler denne årlig kostnaden på det årlige historiske elforbruket, 2568 kWh, så får vi en relativ strømkostnad på 10.5 kr/kWh som burde være sammenliknbar mot kostnaden for en evt. nettinvestering. Evt. ytterligere kostnader til vedfyring i dag vil fortsette også i off-grid-løsningen.

OK



**THEMA**  
CONSULTING GROUP