

# Sesonglagring av solenergi for utslippsfri oppvarming av bygninger hele året.

Fjernvarmedagene 11. -12. oktober 2016.  
Fornebu

Petter Hieronymus Heyerdahl,  
Institutt for matematiske realfag og teknologi, NMBU

# Hvordan kan vi redusere **tilført** energi til bygget?

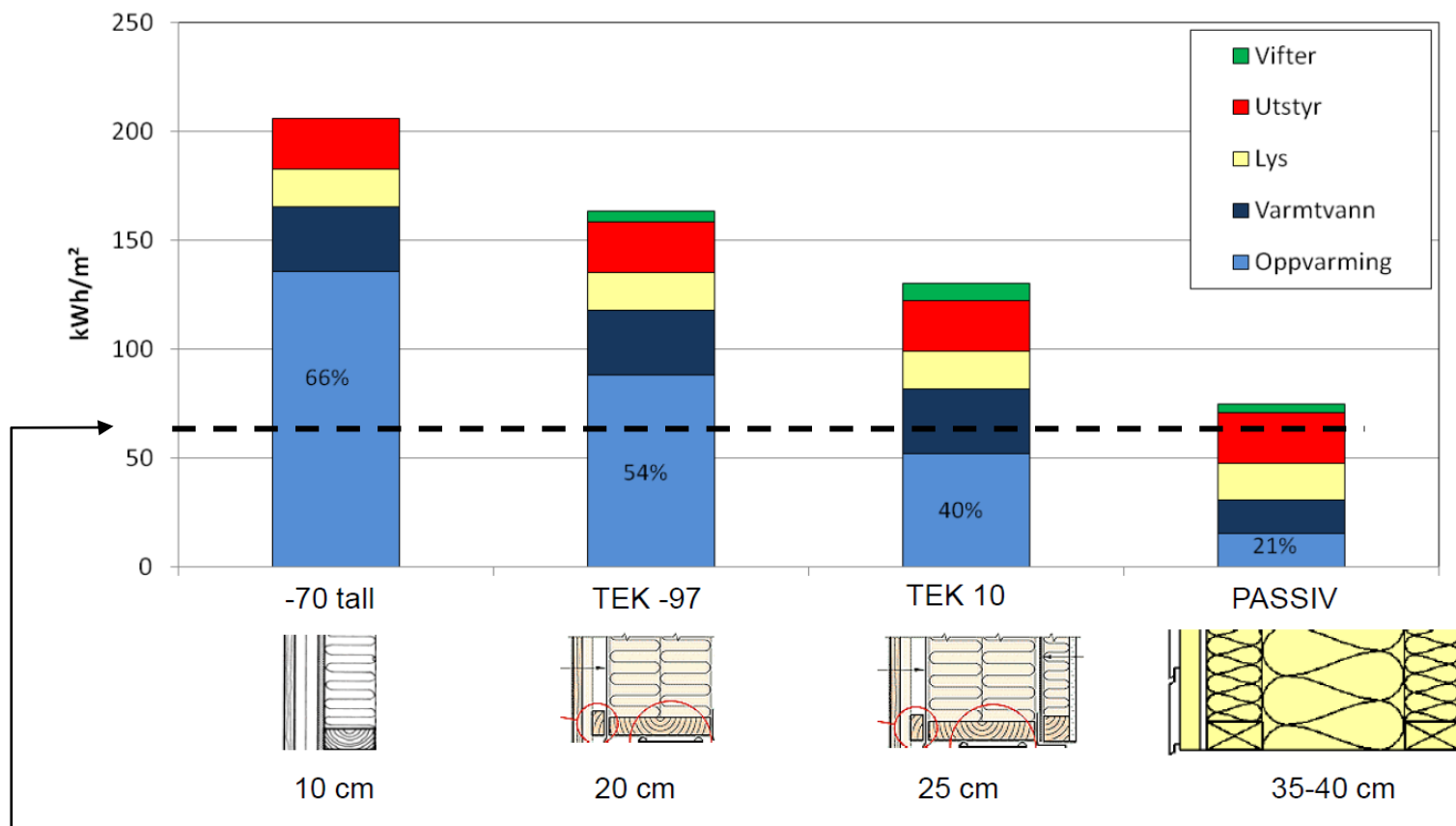
Og hva menes med tilført energi?

# TEK – trappen for boliger



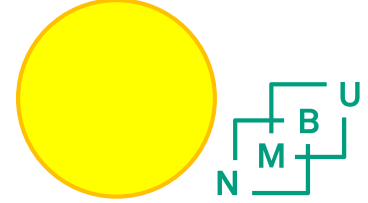
Mer isolasjon i vegger, tak og gulv

TEK = Byggeteknisk forskrift



**Vårt mål:** Dekke 70 kWh/m<sup>2</sup> romvarme + 3000kWh til varmtvann

# Solen er generøs.



På dette taket  
strømmer det  
årlig inn  
60.000 kWh.  
Det kan høstes  
30.000 kWh

Huset bruker 12 –  
16.000 kWh i året



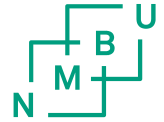
Til høsten er all takvarmen borte.  
Vi må varme huset med annen energi **tilført utenfra**



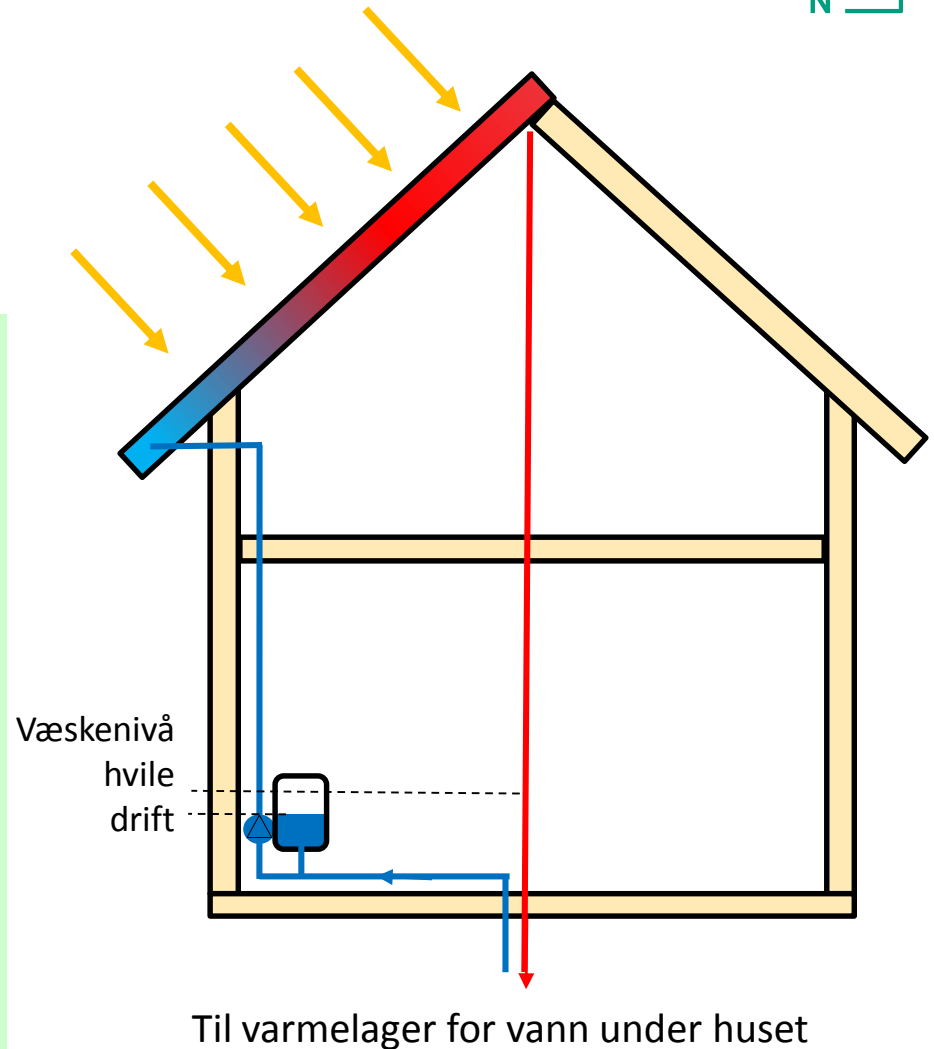
Kan vi flytte solvarme  
fra sommer til vinter?

*SESONGLAGRING AV VARME.*

# Vi må fange mye solvarme.

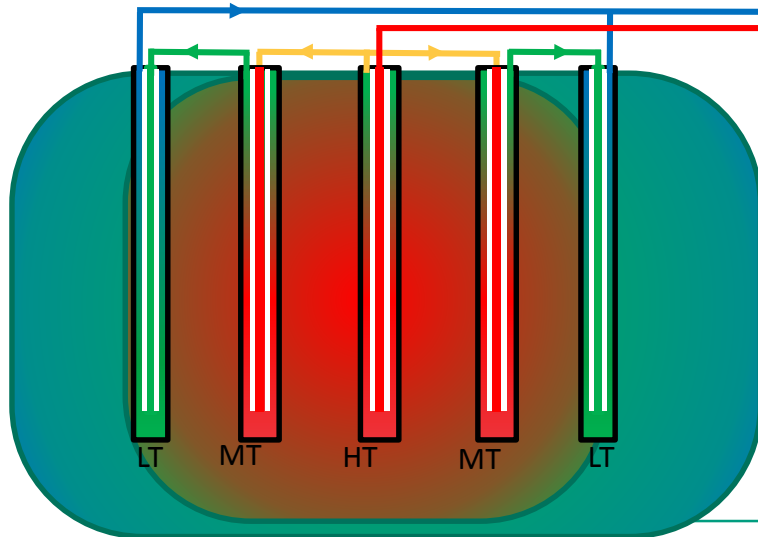
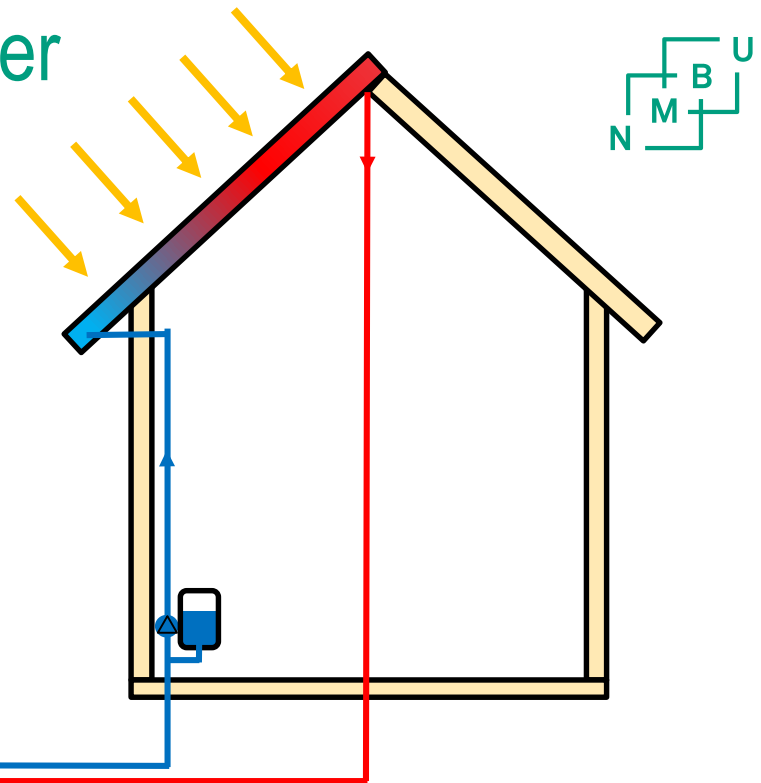


- Enkelt solfangeranlegg med drainback: Vannet renner til tank når pumpen stopper
- Beskytter mot koking og frost
- Trykkløst - lavere kostnad
- Bruker rent vann
- 100% fornybar
- Usynlig
- Lydløs
- Luktfri



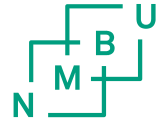
# Solvarmen lagres i energibrønner ved eller under huset.

- Når solen skinner mottar panelene høy effekt. Det trengs stor strømning av vann for å lede varmen ned i grunnen..
- Varmt vann er lett og skal presses ned i brønnene (25 - 50 m dype, 8 cm diameter).
- Kaldt vann er tungt og skal løftes opp av brønnene.

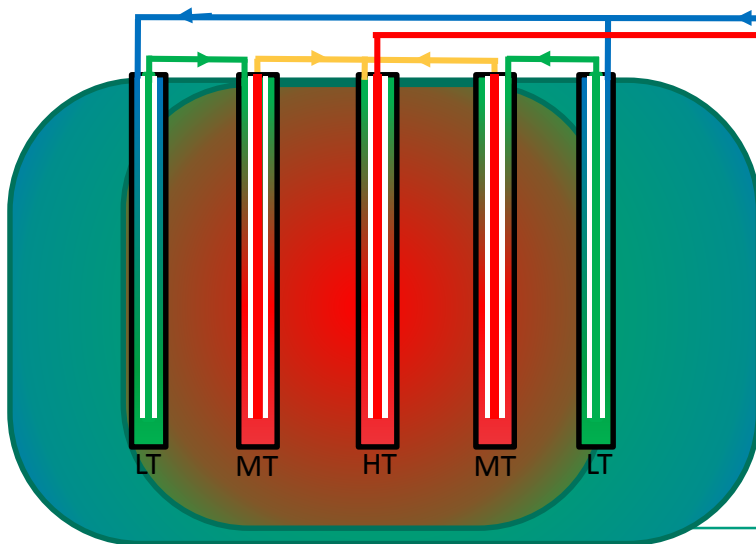
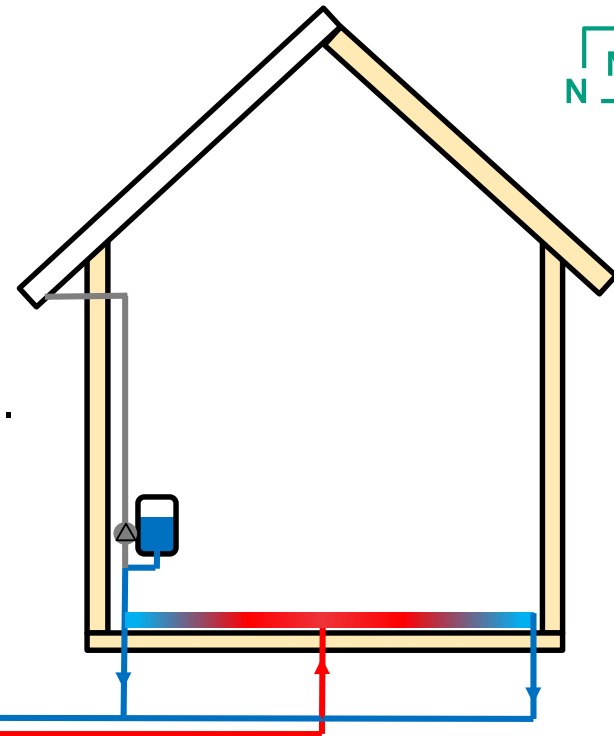


- Alt dette krever relativt høy pumpeeffekt.
- Dette er greit, for når solen skinner kan vi ha god tilgang på elektrisk effekt fra solceller.

# Opptak av varme om vinteren



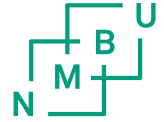
- Fangerne er tømt for vann
- Lett, varmt vann fra parken vil opp
- Tungt, nedkjølt vann fra varmeanlegget vil ned.
- Oppvarmingen går med svært lite tilskudd av pumpeeffekt – kanskje helt av seg selv?



- Dette passer bra, for når det trengs varme kan prisen på strøm være høy.



# Eksempel på stort anlegg i drift.



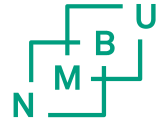
Drake Landing Solar Community, Alberta, Canada



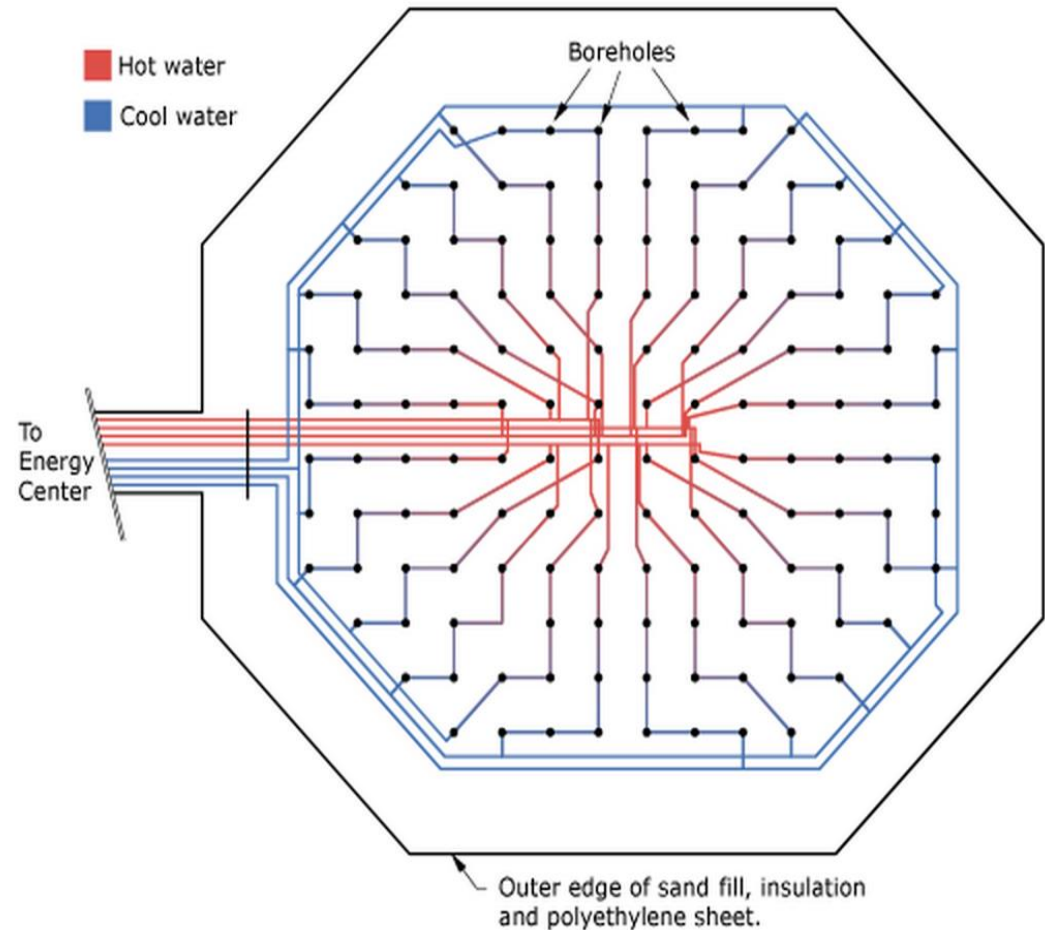
- 52 boliger á 150m<sup>2</sup>
- 800 solfangere á 2.9m<sup>2</sup>
- Totalt areal solfangere: 2300m<sup>2</sup>
- Areal solfanger per bolig: 45m<sup>2</sup>
- 100% av romvarmebehovet dekket siste år.

Kilde: <http://www.dlsc.ca/>

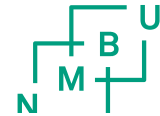
# Borehole Thermal Energy Storage (BTES) Brønnplan i Alberta



- 144 brønner – 3 per bolig.
- Brønndiameter: 150mm
- 37m dype
- 40mm U-rør kollektorer
- 6 brønner i serie pr streng
- Varmeste brønn i senter
- 80°C i senter sensommers
- 2.25m intern avstand
- Total diameter 35m
- Volum 25.000m<sup>3</sup>
- Parken isolert på toppen



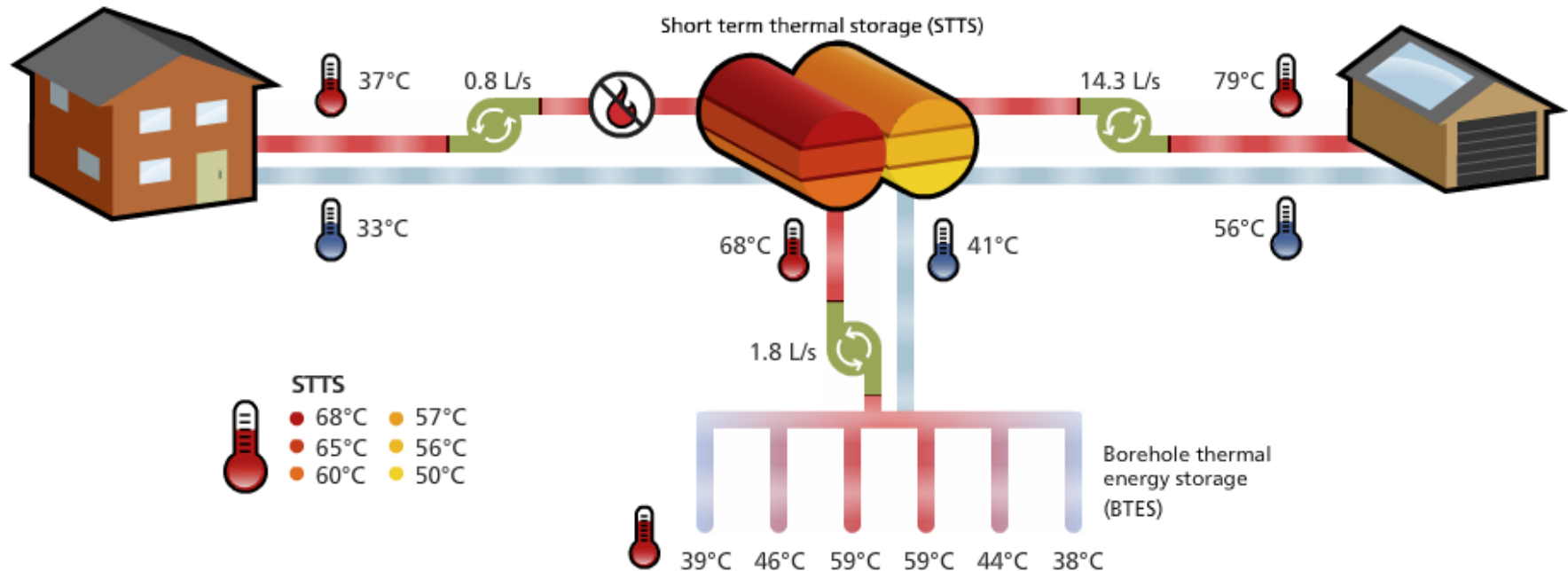
# Tilstand Drake Landing 20. april 2015 kl. 14



Current Conditions

April 20, 2015

14:00



Outdoor Temperature  
16°C



Incident Solar  
977 W/m<sup>2</sup>



Solar Energy Collected  
1187 kW

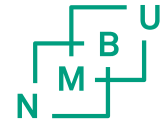


Solar Fraction  
100%



Space Heating Load  
13 kW

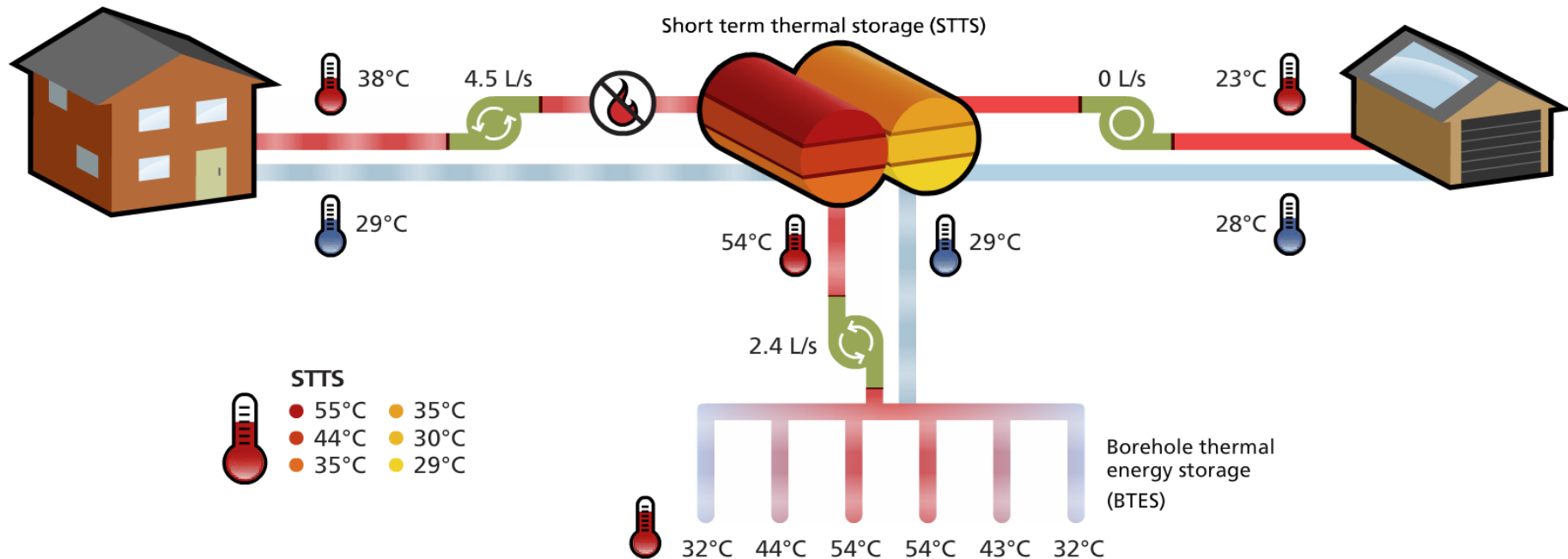
# Tilstand DLSC14. desember 2015 kl 12.20



Current Conditions

December 14, 2015

12:20



Outdoor Temperature  
-5°C



Incident Solar  
14 W/m<sup>2</sup>



x 798

Solar Energy Collected  
0 kW



Solar Fraction  
100%



x 52

Space Heating Load  
180 kW

# Nøkkeltall fra Drake Landing, Canada (DLSC).

## I drift siden 2007.

- Solfangerareal: 800 stk 2,45m x 1,18m fangere = 2300m<sup>2</sup>
- NB: 45m<sup>2</sup> solfangere per bolig
- Totalt høstet solenergi: 1.118.000kWh
- Solfangernes ytelse: 486kWh/(m<sup>2</sup>·år)
- 144 brønner på 52 boliger = 3 brønner/bolig
- Hver brønn «betjener» et areal i parken på 5m<sup>2</sup>
- Total solenergi levert til brønnparken 574.000kWh
- Total energi gjenvunnet fra parken 381.000kWh
- Gjenvinningsgrad (Energi opp)/(Energi ned) = 381MWh/574MWh = 66%
- Toppen av parken er isolert. Temperatur om høsten 60 – 80 grader.

Kilde: Energy Report Summary for June 2014. Periode: 1/7-13 til 30/6-14.

[http://www.dlsc.ca/reports/JUL2015/DLSC\\_June2014ReportSummary\\_v1.0.pdf](http://www.dlsc.ca/reports/JUL2015/DLSC_June2014ReportSummary_v1.0.pdf)

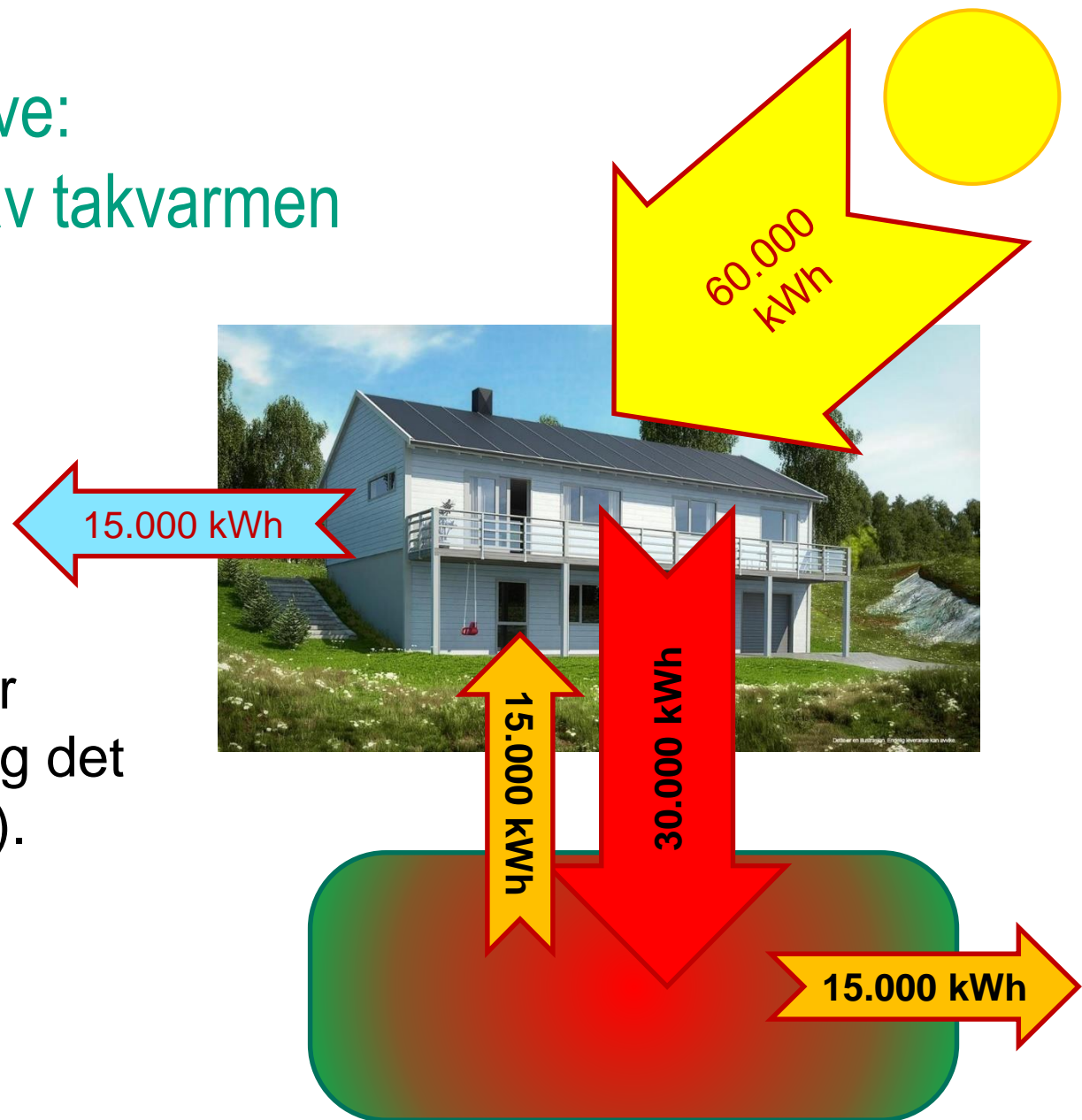
# Demonstrator ved NMBU



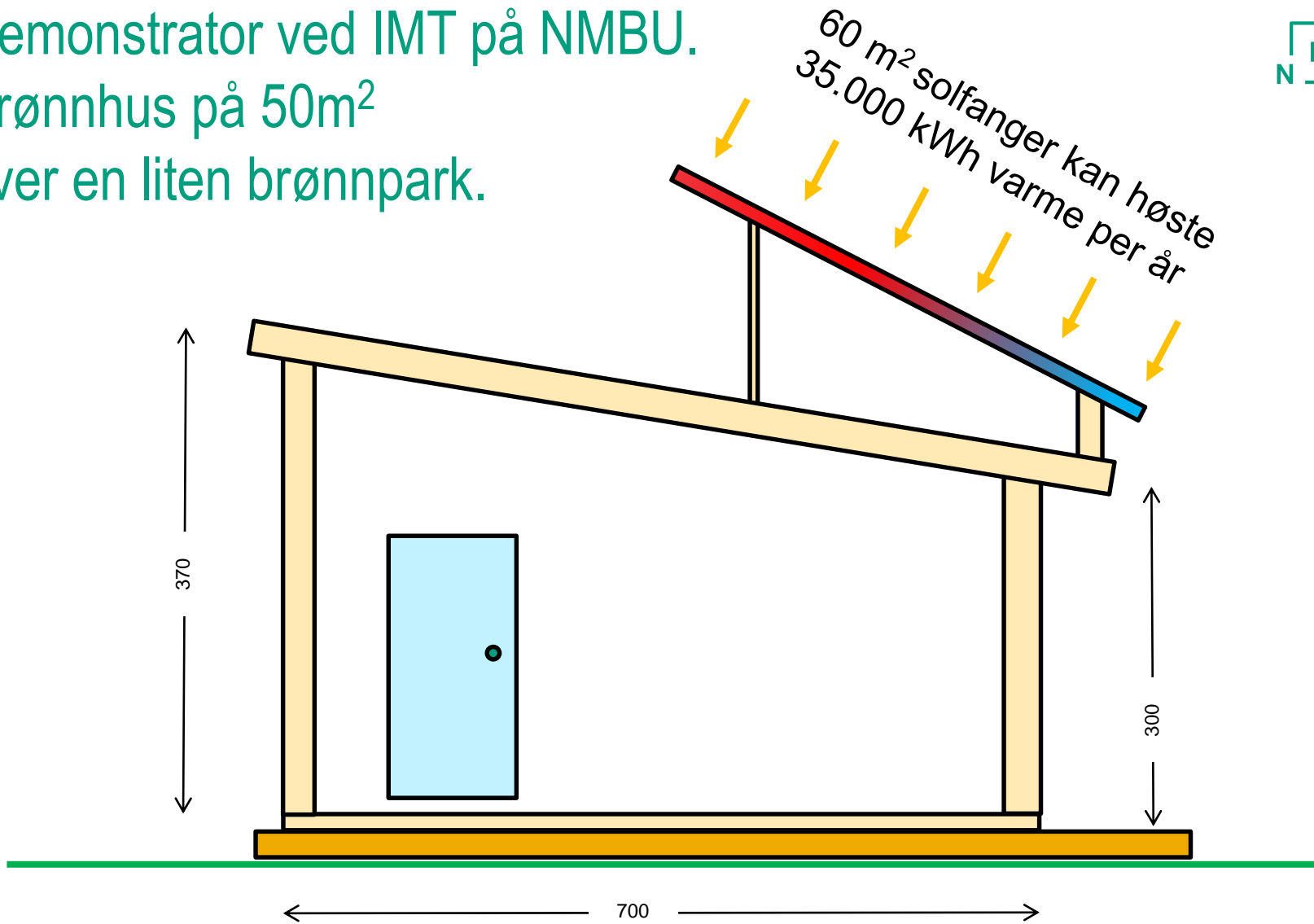
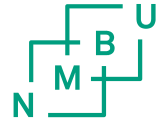
- Resultatene fra Drake Landing viser at boligfelt kan varmes 100% med solenergi hele året.
- Klimaet der borte er sammenliknbart med vårt.
- Vi vil med demonstratoren på NMBU se om:
  - *Prinsippet kan dekke varmebehovet for **én** enebolig*
  - ***uten varmepumpe.***
  - *at deler av eller hele kostnaden for anlegget kan dekkes ved at bygget blir enklere, det vil si tillate lavere TEK-klasse.*

# Oppgave: Gjenvinne 25% av takvarmen

Lavtemperatur  
varmesystem øker  
virkningsgraden og det  
blir billigere (plast).

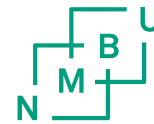


Demonstrator ved IMT på NMBU.  
Brønnhus på 50m<sup>2</sup>  
over en liten brønnpark.



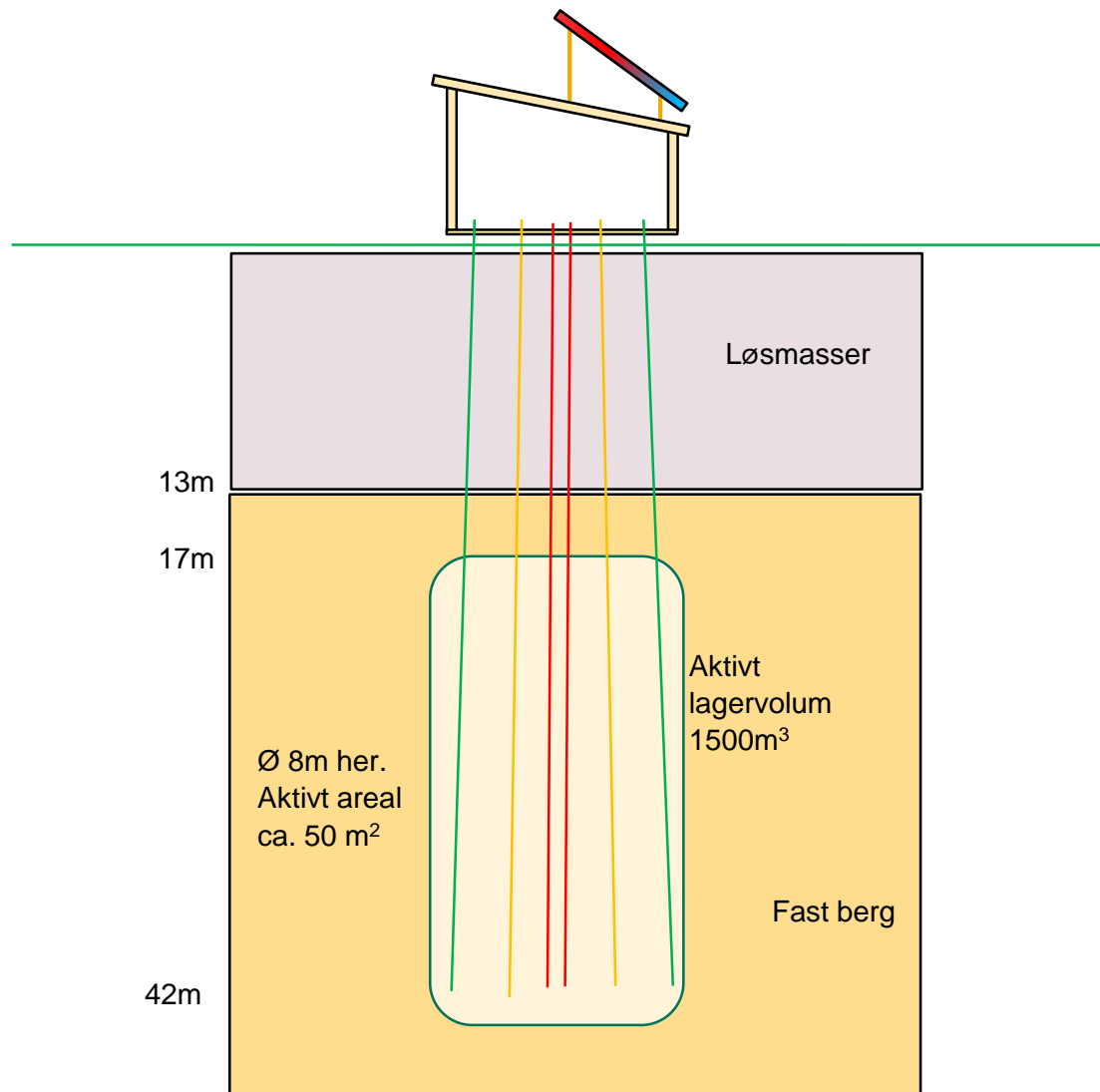


# Brønnhus og solfangere ved NMBU



64m<sup>2</sup> aktiv flate

# Demonstrator ved IMT – Skisse av varmelager



Lokalt fanget, lagret og brukt energi.

I tråd med EUs mål.

Demonstratoren på NMBU er støttet av:  
Innovasjon Norge  
Anergy AS  
Og nå etter hvert en rekke sponsorer

Takk for oppmerksomheten