

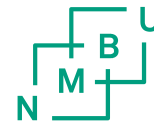
Sesonglagring av solenergi for utslippsfri oppvarming av bygninger hele året.

Foredrag ved Vikensamling i Akershus: KOLA Viken 2016
- Økt produksjon av mat og tømmer -
Gardermoen 10.- 11. november 2016.

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

Fremtidens hus skal bruke mindre energi.

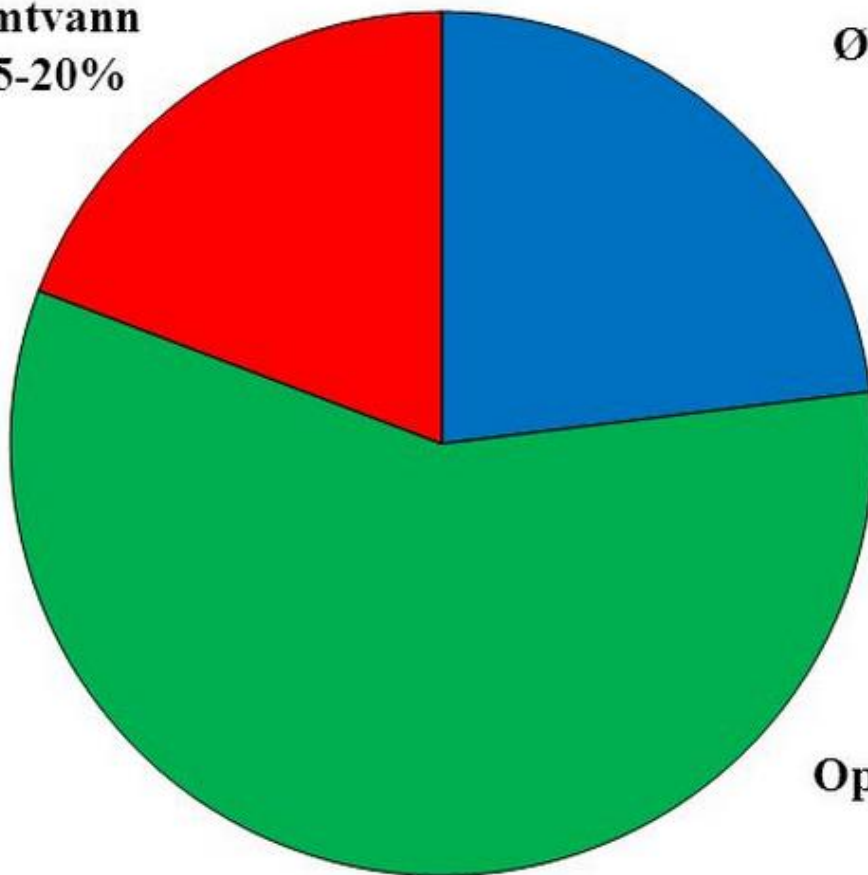
I dag brukes den slik:



**Varmtvann
ca 15-20%**

Øvrig ca 20%

**Lys, kjøleskap,
fryseboks, komfyr,
PC, TV.....**

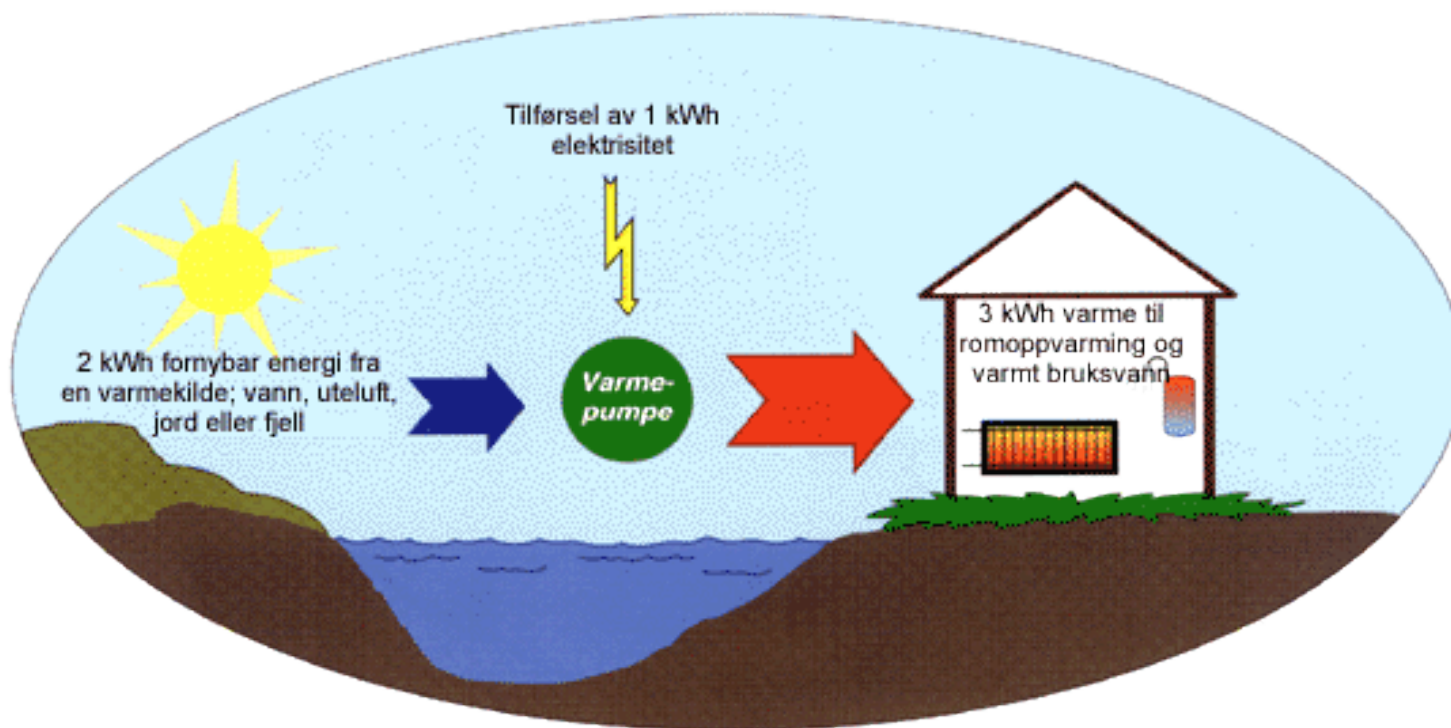


Oppvarming ca. 55-60%

Hvordan kan vi reducere **tilført** energi til bygget?

Og hva menes med tilført energi?

Varmepumpe gjør at vi kan bruke mindre energi til oppvarming



Så er det fristende å ha det litt varmere i huset
og å kjøle om sommeren

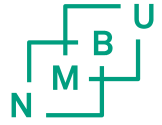
Da spares ikke så mye energi likevel

Solceller produser egen strøm på taket. Du kan bli plusskunde.



- Gir mest strøm når vi trenger den minst. Selges til spotpris.
- Plusskunden kjøper strøm tilbake til full pris.
- Ja, huset går i null eller til og med positivt på **energi**.
- Men strømnettet belastes to ganger med **effekt**.

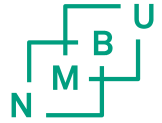
Godt isolerte hus krever tykke vegger og tak



Energihus,
Lian i
Trondheim

Kilde: Teknisk Ukeblad. <http://opcoa.st/J7zvK>

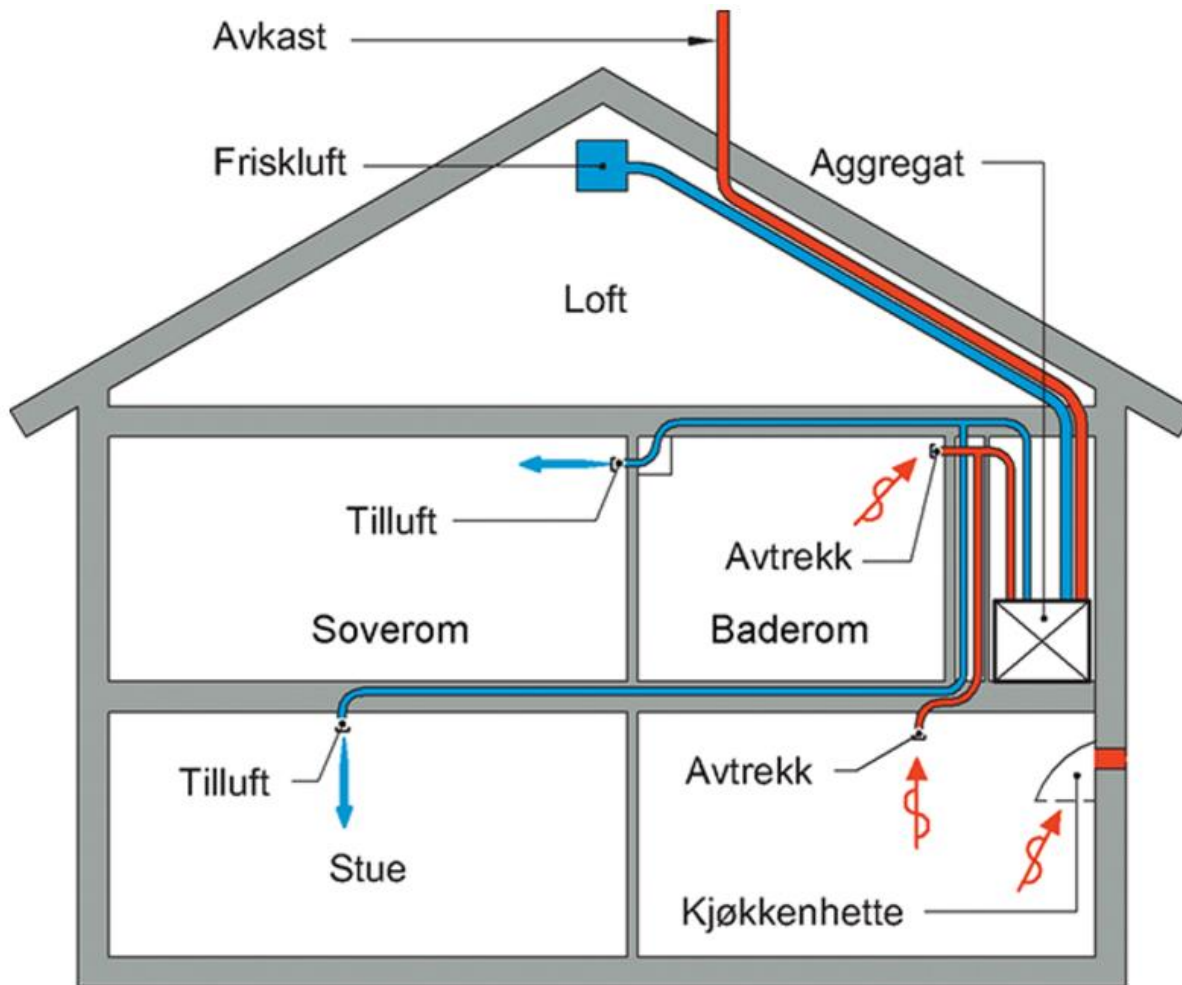
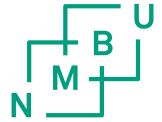
Vi sparer energi ved å isolere husene mer og gjøre dem tettere



- Men:
- god isolasjon krever tykke vegger
- tette hus kan gi dårligere inneklima
- husene må ventileres mer
- husene blir dyrere

Kilde: Varme og bad. Vb.no

Gjenvinning av energi.



- Gir god luft inne
- Fordeler varmen jevnt
- Men...
- Tar plass
- Krever vedlikehold
- Bruker energi til drift av vifter
- Støyer
- Høy investering
- Begrenset levetid

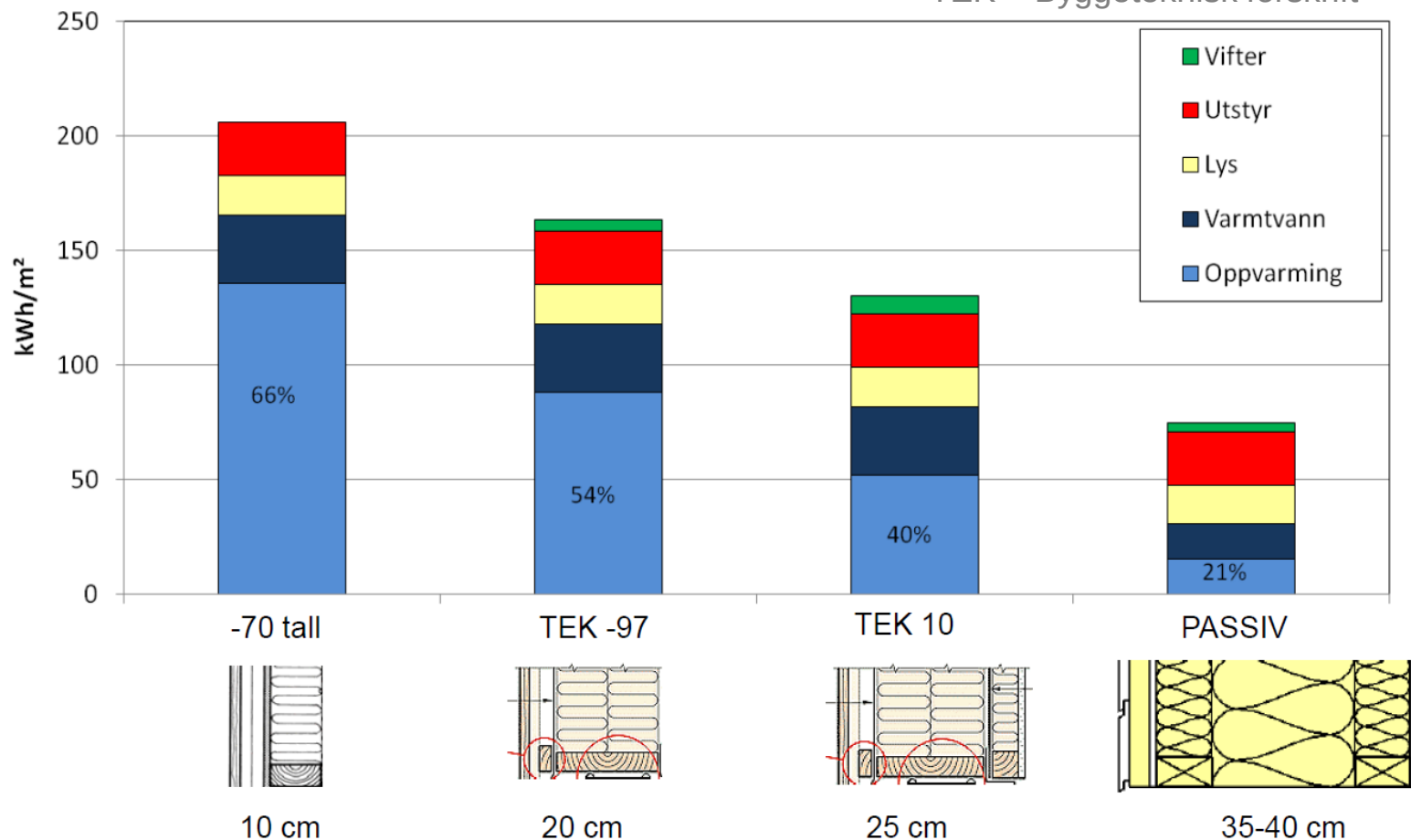
Kilde: Byggeforskserien, Oktober 2015, ISSN 2387-6328, Balansert ventilasjon i småhus, 552.303

TEK – trappen for boliger

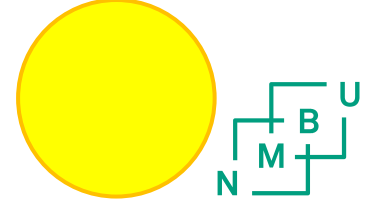


Mer isolasjon i vegger, tak og gulv

TEK = Byggeteknisk forskrift



Solen er generøs.



På dette taket
strømmer det
årlig inn minst
60.000 kWh.

Huset bruker 12 –
16.000 kWh i året

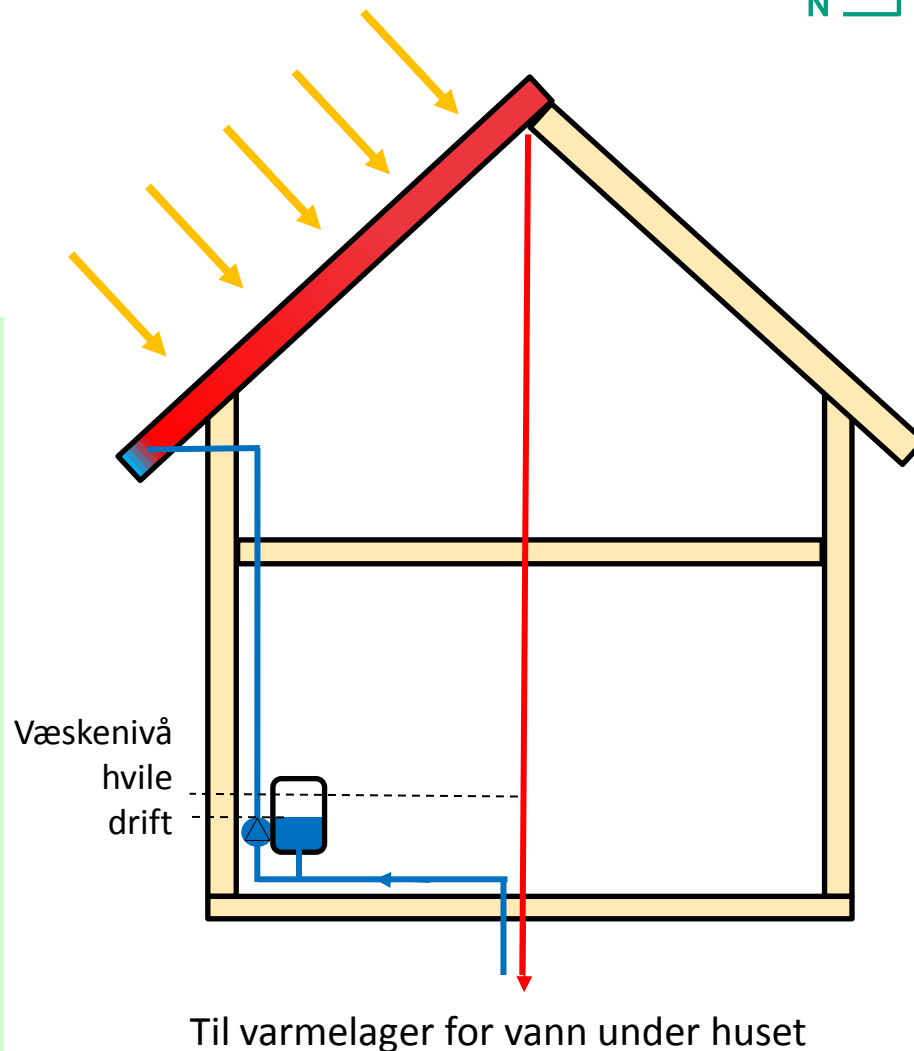
Til høsten er all takvarmen borte.
Vi må varme huset med annen energi **tilført utenfra**

Kan vi flytte solvarme
fra sommer til vinter?
SESONGLAGRING AV VARME.

Vi må fange mye solvarme.

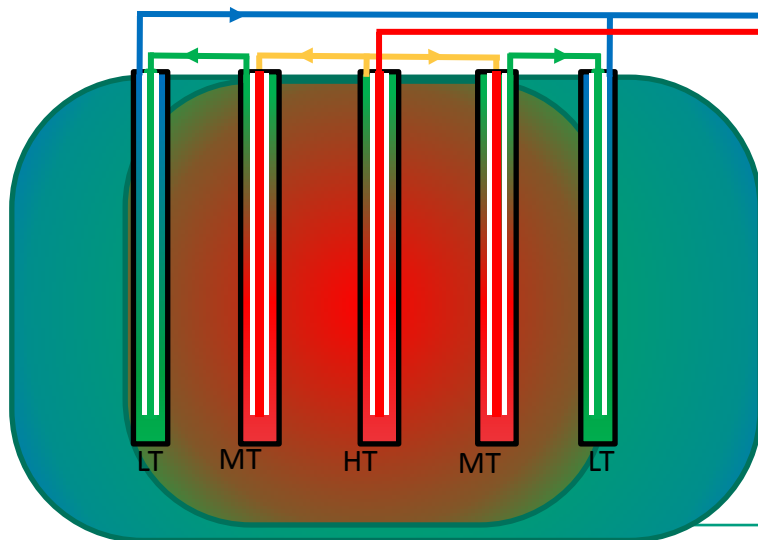
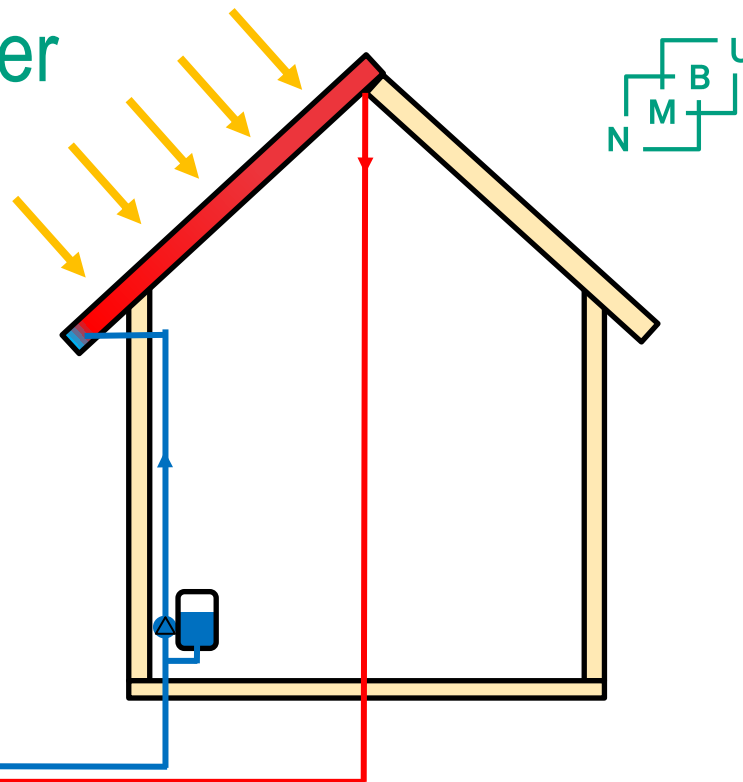


- Enkelt solfangeranlegg med drainback: Vannet renner til tank når pumpen stopper
- Beskytter mot koking og frost
- Trykkløst - lavere kostnad
- Bruker rent vann
- 100% fornybar
- Usynlig
- Lydløs
- Luktfri



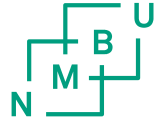
Solvarmen lagres i energibrønner ved eller under huset.

- 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 -10 cm diameter).
- Kaldt vann er tungt og skal løftes opp av brønnene.

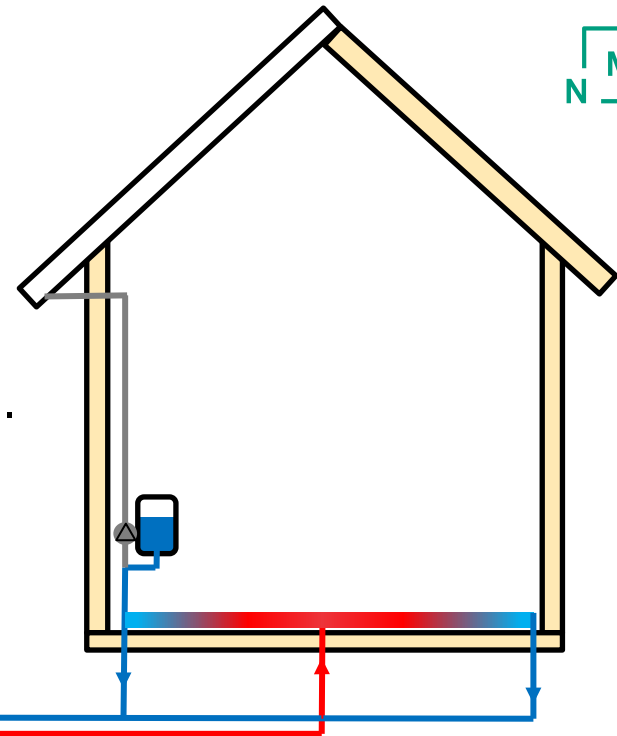
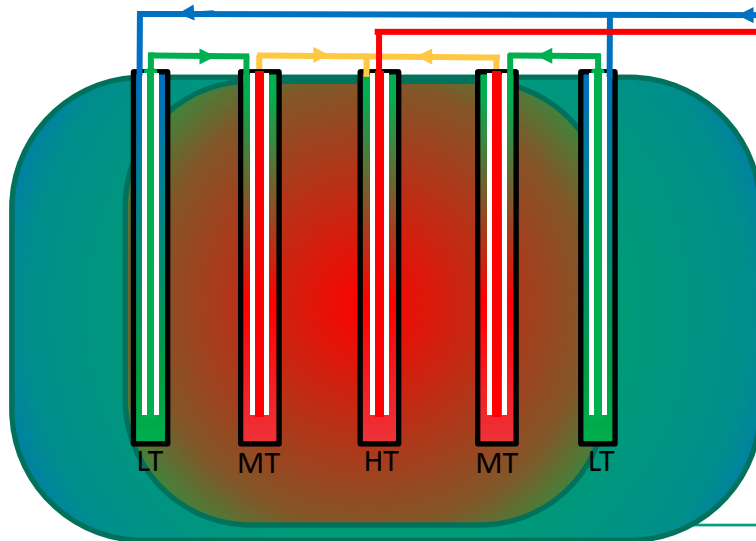


- Alt dette krever relativt høy pumpeeffekt.
- Dette er greit, for når solen skinner kan vi ha god tilgang på elektrisk effekt fra solceller.

Opptak av varme om vinteren

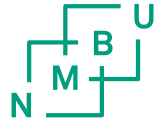


- Fangerne er tømt for vann
- Lett, varmt vann fra parken vil opp
- Tungt, nedkjølt vann fra varmeanlegget vil ned.
- Oppvarmingen går med svært lite tilskudd av pumpeeffekt – kanskje helt av seg selv?



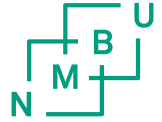
- Dette passer bra, for når det trengs varme kan prisen på strøm være høy.

Eksempel på solfangertak



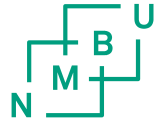
Kilde: asv.no

Boring av energibrønn



- Grunne brønner
($h < 60\text{m}$)
- Liten diameter
($\varnothing < 90\text{mm}$)
- Tillater topphammer.
- Lett maskin.
- Billigere hull.
- Borer mange.

Eksempel på stort anlegg i drift.



Drake Landing Solar Community, Alberta, Canada

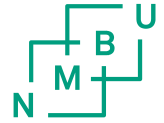


- 52 boliger á 150m^2
- 800 solfangere á 2.9m^2
- Totalt areal solfangere: 2300m^2
- Areal solfanger per bolig: 45m^2
- 100% av romvarmebehovet dekket siste år.

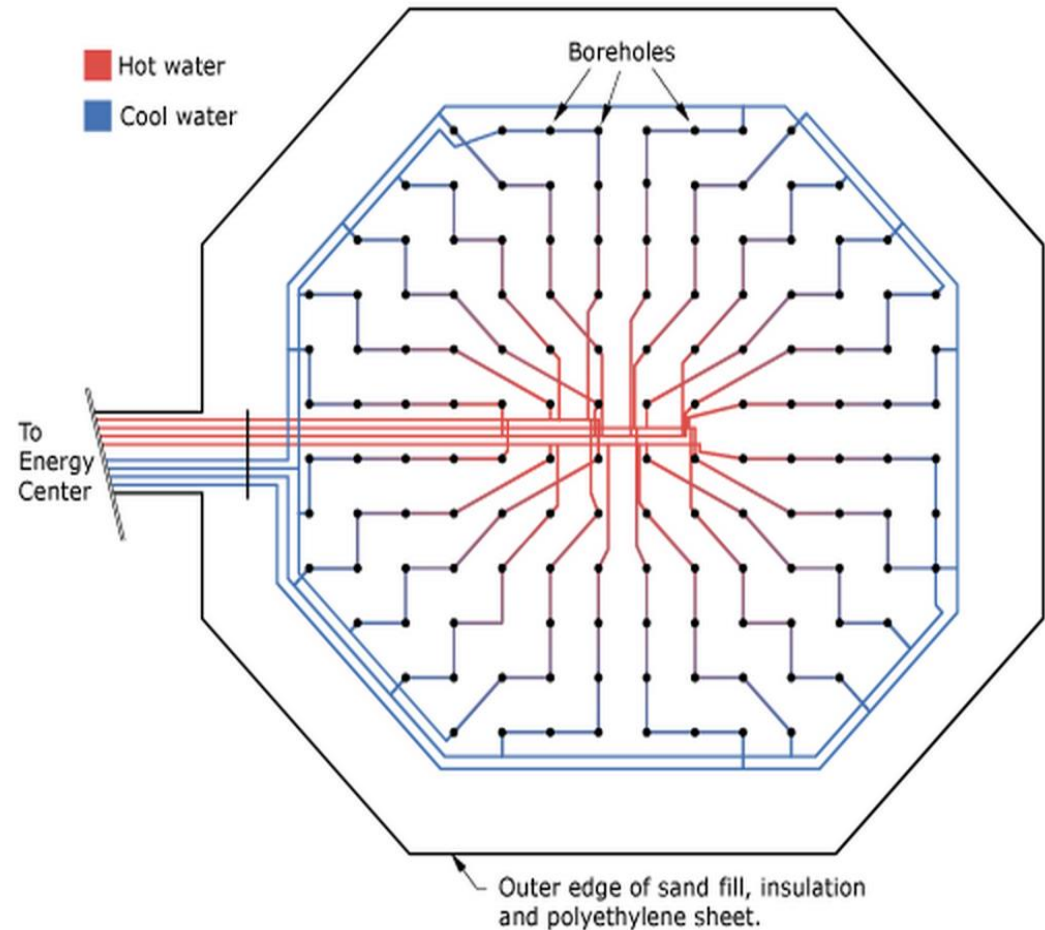
Kilde: <http://www.dlsc.ca/>

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 25.000m³
- Parken isolert på toppen



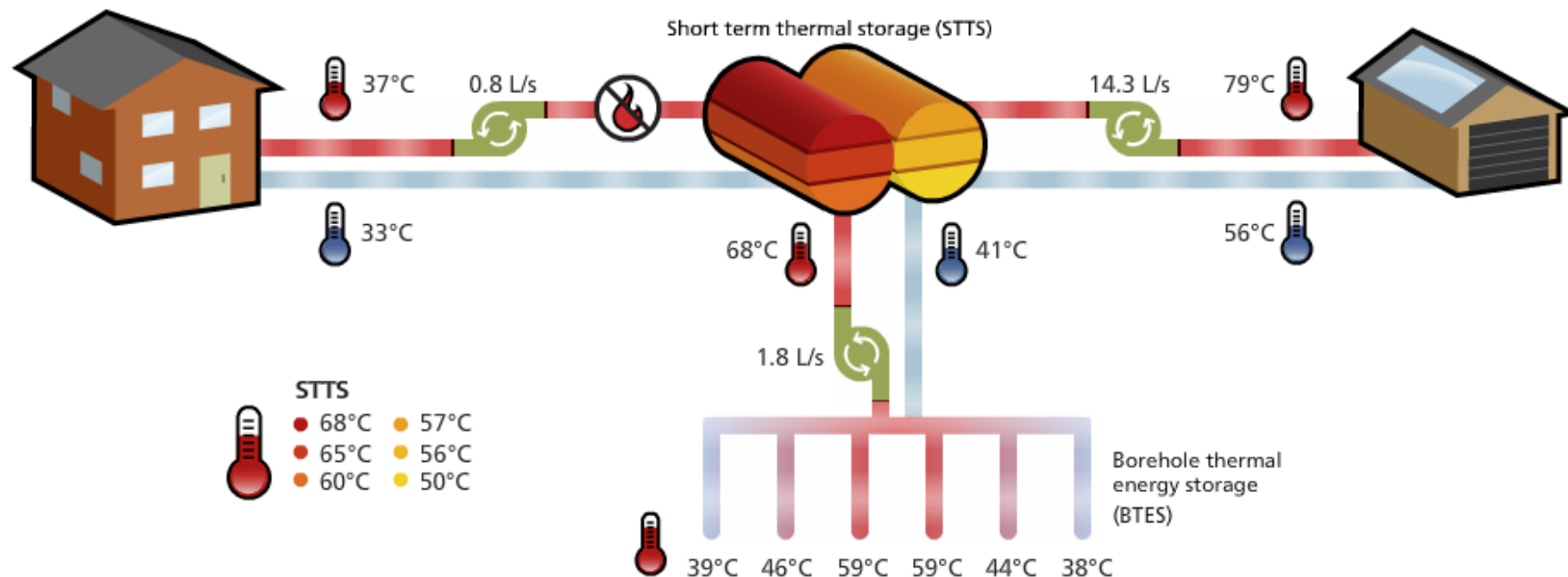
Tilstand Drake Landing 20. april 2015 kl. 14



Current Conditions

April 20, 2015

14:00



Outdoor Temperature
16°C



Incident Solar
977 W/m²



Solar Energy Collected
1187 kW



Solar Fraction
100%



Space Heating Load
13 kW

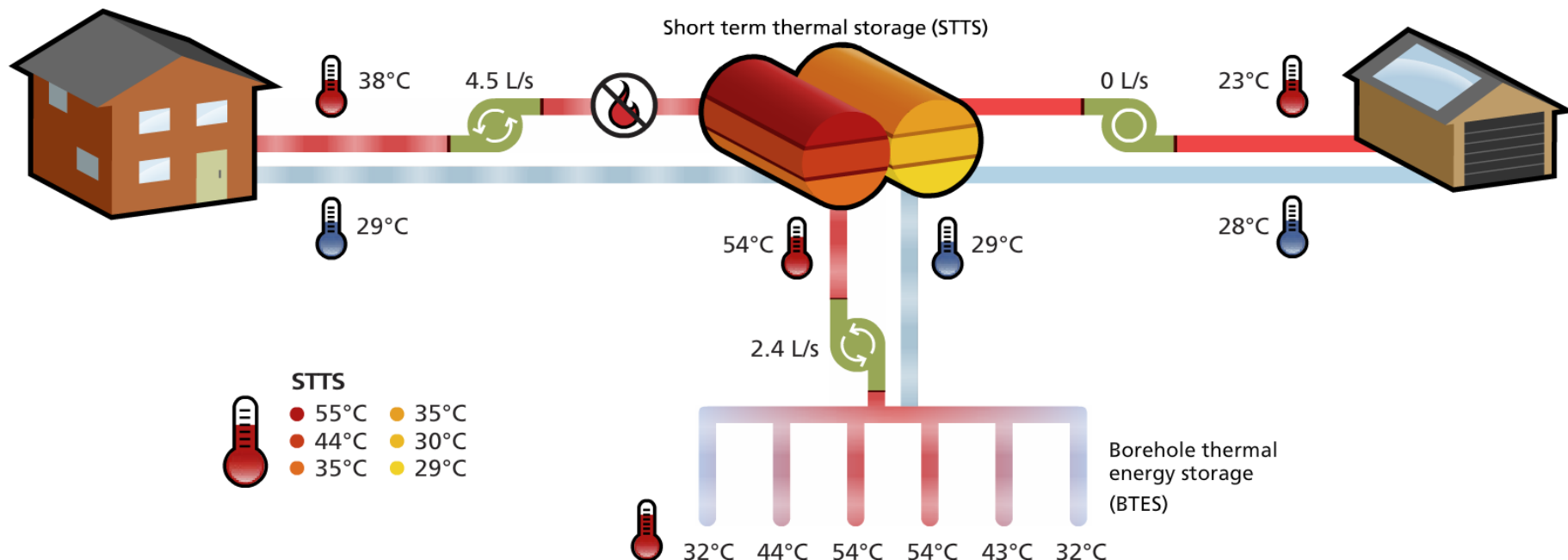
Tilstand DLSC14. desember 2015 kl 12.20



Current Conditions

December 14, 2015

12:20



Outdoor Temperature
-5°C



Incident Solar
14 W/m²



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 = 2300m²
- NB: **45m² solfangere per bolig**
- Totalt høstet solenergi: 1.118.000kWh
- Solfangernes ytelse: 486kWh/(m²·år)
- 144 brønner på 52 boliger = **3 brønner/bolig**
- Hver brønn «betjener» et areal i parken på 5m²
- **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

Demonstrator ved NMBU

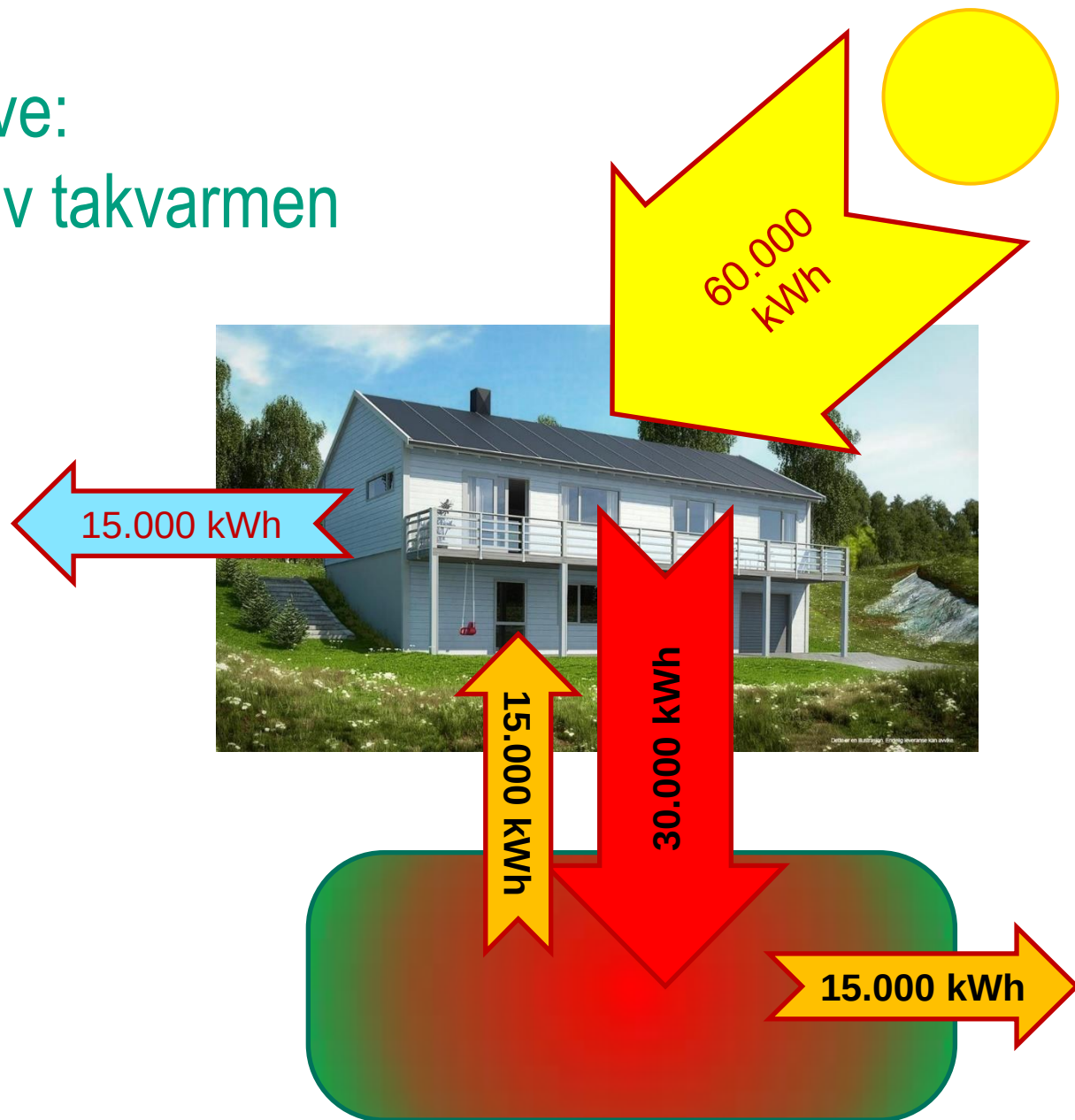
- Resultatene fra Drake Landing viser at boligfelt kan varmes 100% med solenergi hele året.
- Klimaet der borte er sammenliknbart med vårt.
- Vi vil med demonstratoren på NMBU se om:
 - *Prinsippet kan dekke varmebehovet for **én** enkelt bolig*
 - ***uten varmepumpe.***
 - *at deler av eller hele kostnaden for anlegget kan dekkes ved at bygget blir enklere, det vil si tillate lavere TEK-klasse.*
- *Åpner for økt bruk av massivtre da vi har rikelig med energi.*
- *Energien er samlet, lagret og brukt lokalt.*

Tynnere vegger gir mer plass inne

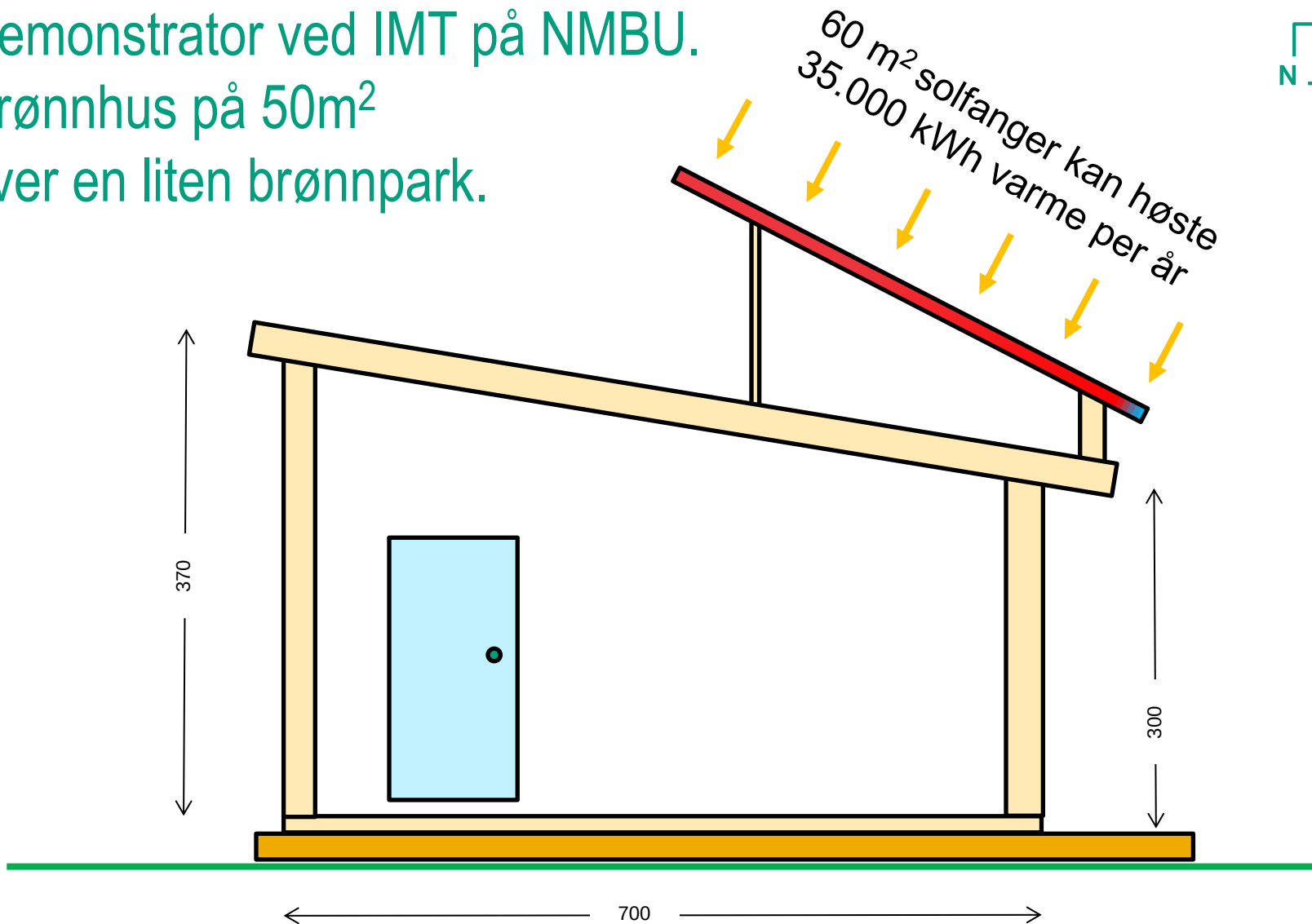
Et hus på
 $12 \times 8 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$
 har omkrets
 40 meter

15cm tynnere
 yttervegg gir
 et ekstra rom på 6 m^2
 på samme grunnflate

Oppgave: Gjenvinne 25% av takvarmen



Demonstrator ved IMT på NMBU.
Brønnhus på 50m²
over en liten brønnpark.

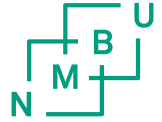


Flatplate solfanger på Energilaben, NMBU

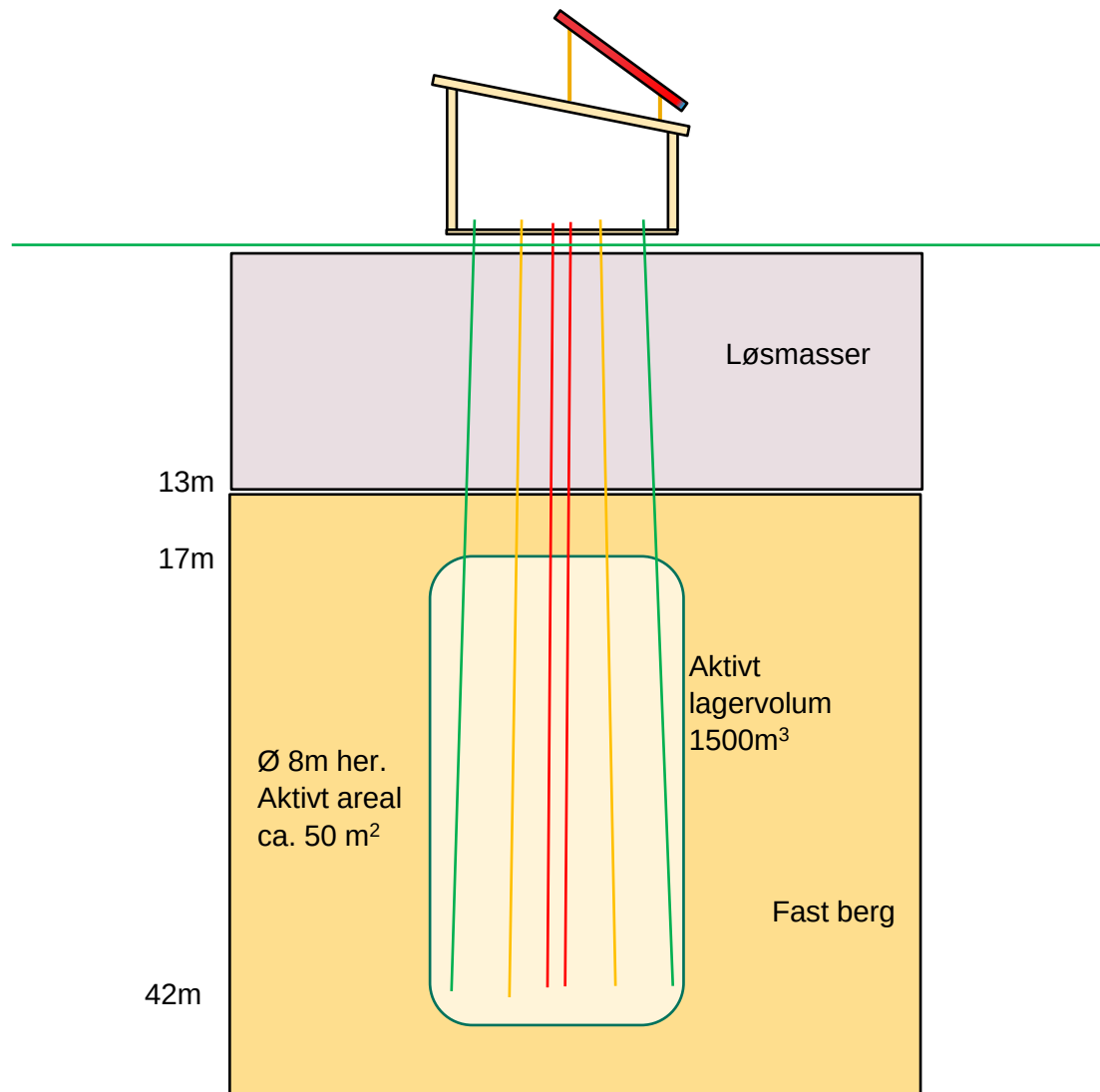


Ref: ASV.no. 18m² fangere. 86% effektivt fangerareal

Brønnhus og solfangere ved NMBU



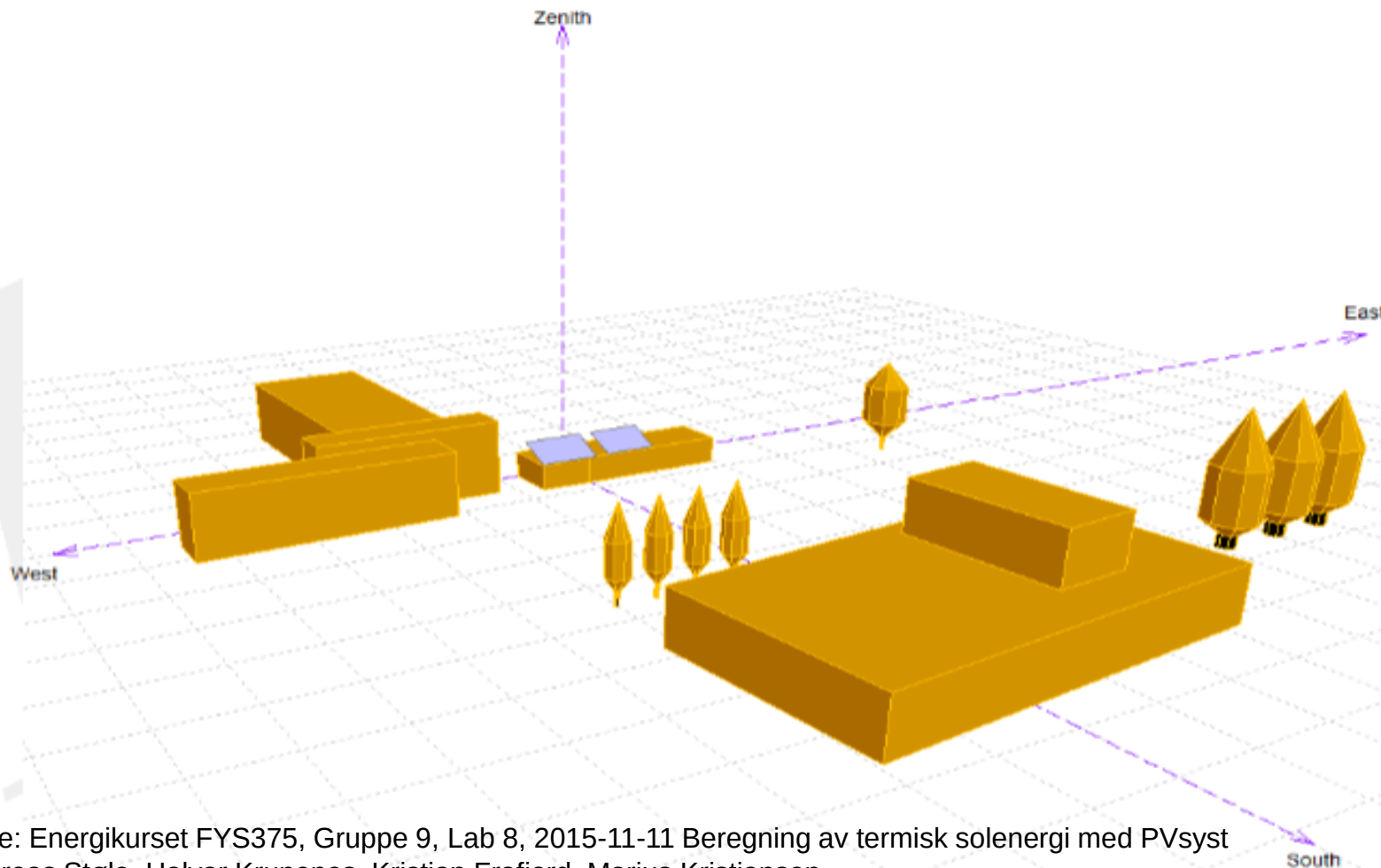
Demonstrator ved IMT – Skisse av varmelager



Beregning av innstrålt energi med PVsyst

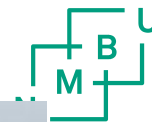


Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Kilde: Energikurset FYS375, Gruppe 9, Lab 8, 2015-11-11 Beregning av termisk solenergi med PVsyst
Andreas Støle, Halvor Krunenes, Kristian Frafjord, Marius Kristiansen

PVsyst må ha skyggeobjekter inn i modellen



Objektmålingene gjøres med appen Theodolite.
Azimuthvinkel nederst i midten og høydevinkel til høyre.



Ja,
dette ser
lovende ut.

Demonstratoren på NMBU er støttet av:

Innovasjon Norge og Anergy AS

Sponsorer: Moelven, Hunton, Asola, Nexans

Takk for oppmerksomheten