

Solassisterte bergvarmepumper

Eksempler fra Norge

Kirsti Midttømme

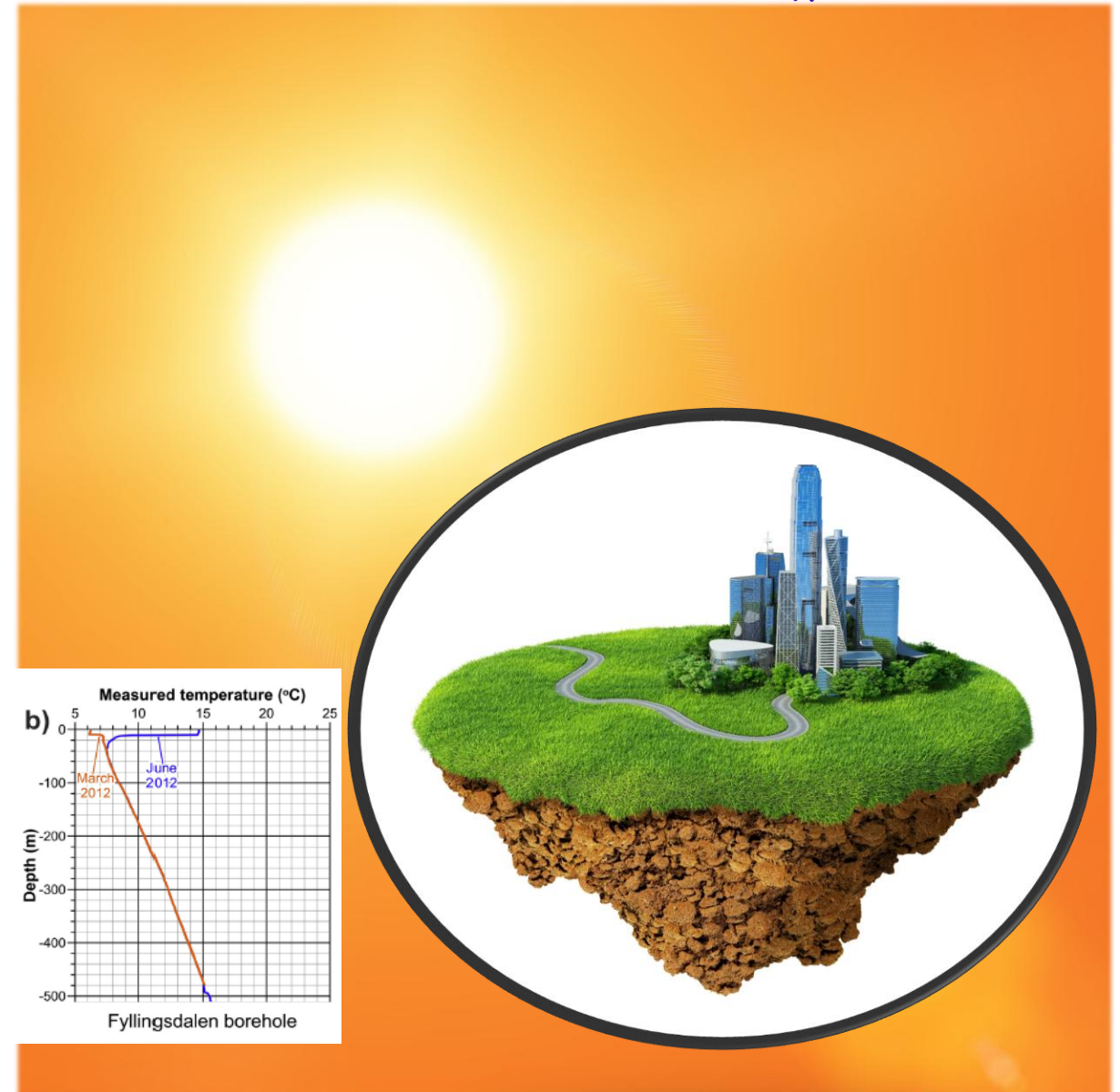
NORCE Research

15. SEPTEMBER 2025

Solenergi og bergvarme

Bergvarme er også en teknologi for å utnytte solenergi

- Solenergi fanget av solceller eller solfangere
 - Mest effektiv fangstmetode
 - Kan utnyttes både til strøm og oppvarming
 - Tilgjengelig når sola skinner
- Solenergi fanget av bygningsmasse
 - Passiv oppvarming
 - Avhengig av bygningsfasade
 - Tilgjengelig når sola skinner
- Solenergi fanget og magasinert i grunnen
 - Lavtemperatur solenergi
 - Avhengig av geologi og tilgjengelig areal
 - Solenergien kan lagres



Hva er den beste energiløsningen ?

- **Energieffektivitet:**
- **Miljøpåvirkning:**
- **Kostnadseffektivitet:**
- **Pålitelighet og stabilitet:**
- **Skalerbarhet og fleksibilitet:**
- **Teknisk integrasjon:**
- **Reguleringer og insentiver:**
- **Komfort og brukervennlighet:**
- **Levetid og vedlikehold:**
- **Energilager og backup-systemer:**



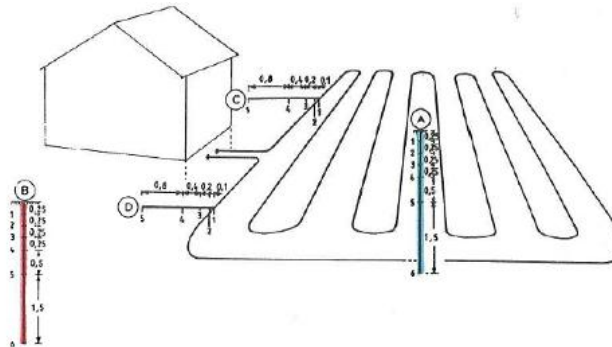
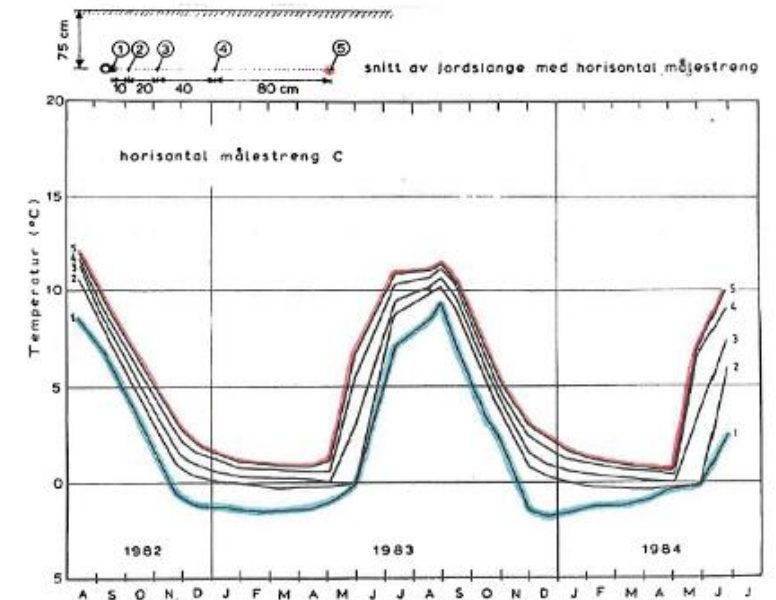
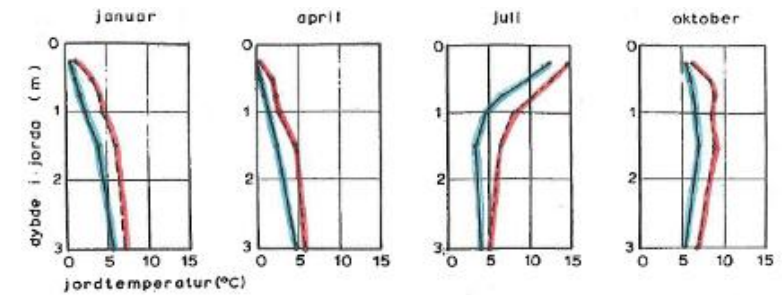
Jordvarmepumpe på Heimdalsmyra, 1981

Varmepumpen dekker hele varmebehovet til en enebolig, og ble satt i drift i 1981. En plastrør-kollektor på 300 m er gravet ned på 75 cm dybde i et kommunalt myrområde utenfor huset

Tekniske data:

- VP varmeeffekt: 12 kW
- Årlig varmeproduksjon: 18 000 kWh
- Årsvarmefaktor: $\varepsilon = 3,0$

Anlegget ble fulgt opp med målinger gjennom to år fra 1982 til 1984. Figuren øverst viser temperaturer i jordvarmesystemet sammenlignet med nøytral mark.



- I overflaten (ned til 25 cm dybde) er jordtemperaturen lite påvirket av kollektoren
- Under 25 cm er jorda i kollektorfeltet ca. 2°C lavere enn i nøytral mark

Ref, Sintefprosjekt 1984
Geir Eggen, Cowi

Jordsløyfer og energibrønner

Samnanger barneskule 1998

- Jordsløyfer lagt under grusbane
- Kommunen har liten oversikt over anlegget og mangler energidata, men konkluderer med at det er begrenset effekt av jordsløyfene

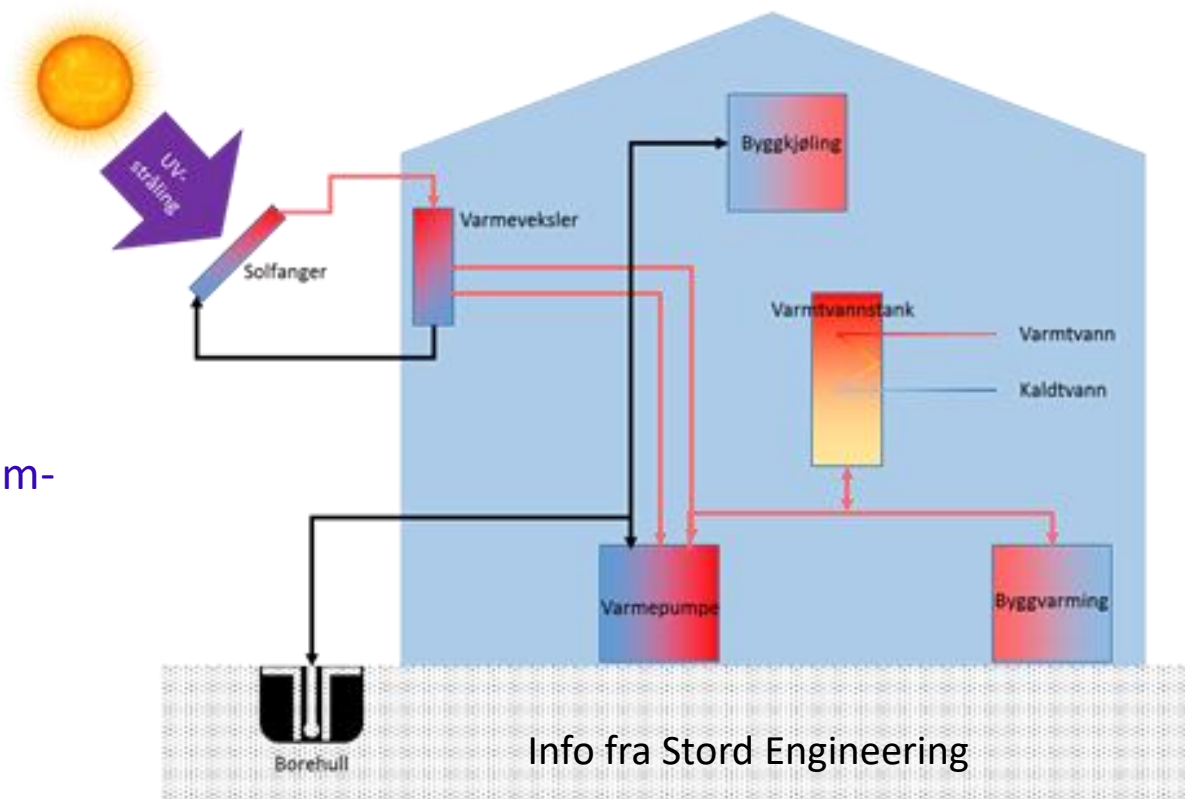


Foto: Samnanger kommune

Stord Engineering testanlegg, 2012



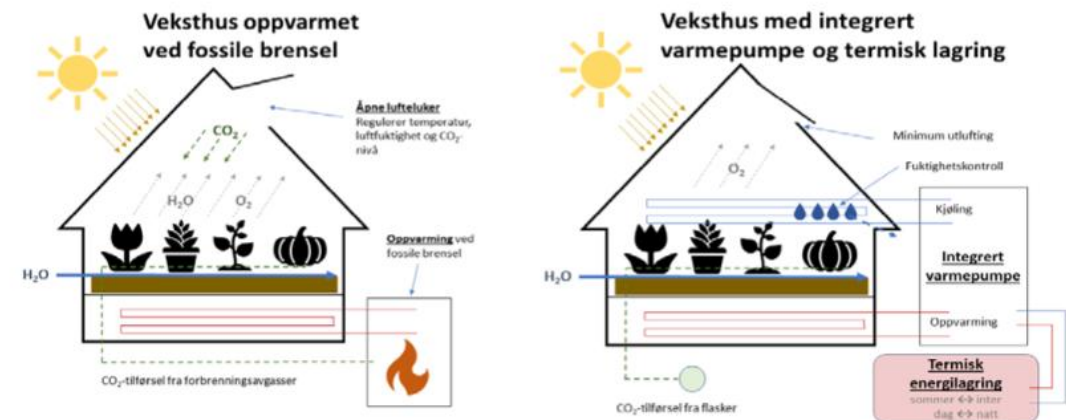
- Fire energibrønner
 - varme-produksjon (32 kW)
 - kjøling 10 kW dagtid sommer
 - solfangere (toppeffekt 50kW dagtid sommer)
- Kretsløp med alkoholbasert væske
- Styrt av egenutviklet automasjons-anlegg med åpen systemarkitektur for integrasjon av komponenter fra eksterne leverandører
- Ikke innvilget søknad om mer avansert overvåking av anlegget med blant annet fiberoptisk temperaturovervåking



- S.E jobber med en oppgradert versjon der en bruker R290 varmepumpeteknologi (<76C) Varmemedium brukes i en kombinert syklus der en avdamper væske fra svartvann produsert i en egenutviklet bio løsning (nullutslippsløsning) i kombinasjon med vakuumtoalett som har et lavt vannforbruk, kun 0,5 liter per nedspyling. Videre jobber syklusen mot oppvarming av tappevann uten bruk av spisslast for legionellakontroll samt oppvarming av bygningsmasse. Både varm og kald side på varmepumpe er koblet opp mot bioløsning for blant annet å øke utnyttelsesgrad til varmepumpe.

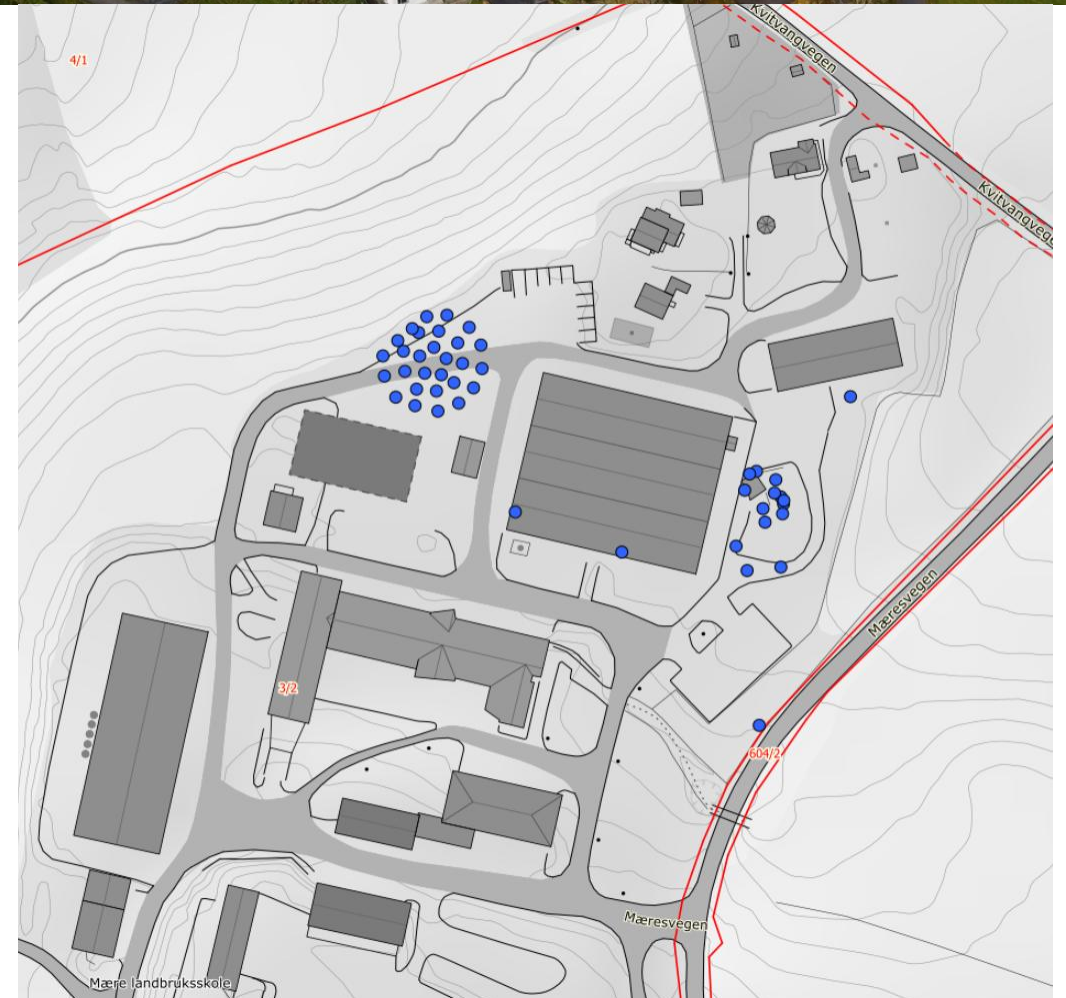
Mære landbruksskole, 2010

- Demonstrasjonsanlegget for bruk av varmepumper og bergvarme ved Mære landbruksskole har gitt følgende erfaringer: (Sannan et al, 2022)
- Termiske energiforbruket i veksthuset på Mære er redusert med ca. 80 %
- Bedre kontroll med veksthusklimaet gjør at det kan driftes på en mer energieffektiv måte med mindre bruk av varme til fuktstyring.
- Det nye varmepumpeanlegget førte til økte tomatavlinger i forhold til tidligere.
- ****
- Gartnerforbundet pers komm.
- Investeringskostnader for BTES og varmepumpe er for høye
- Mangler god innsikt og dokumentasjon om anlegget på



Mære landbruksskole, 2010

- Demonstrasjonsanlegget for bruk av varmepumper og bergvarme ved Mære landbruksskole samt simuleringer med Trnsys har gitt følgende erfaringer: (Sannan et al, 2022)
- Det termisk energiforbruket i veksthuset på Mære er redusert med ca. 80 %
- Bedre kontroll med veksthusklimaet gjør at det kan driftes på en mer energieffektiv måte med mindre bruk av varme til fuktstyring.
- Det nye varmepumpeanlegget førte til økte tomatavlinger i forhold til tidligere.
 - ****
 - Gartnerforbundet pers komm.
- Investeringskostnader for BTES og varmepumpe er for høye
- Mangler god innsikt og dokumentasjon om anlegget på Mære



Scandic Flesland Airport, 2017

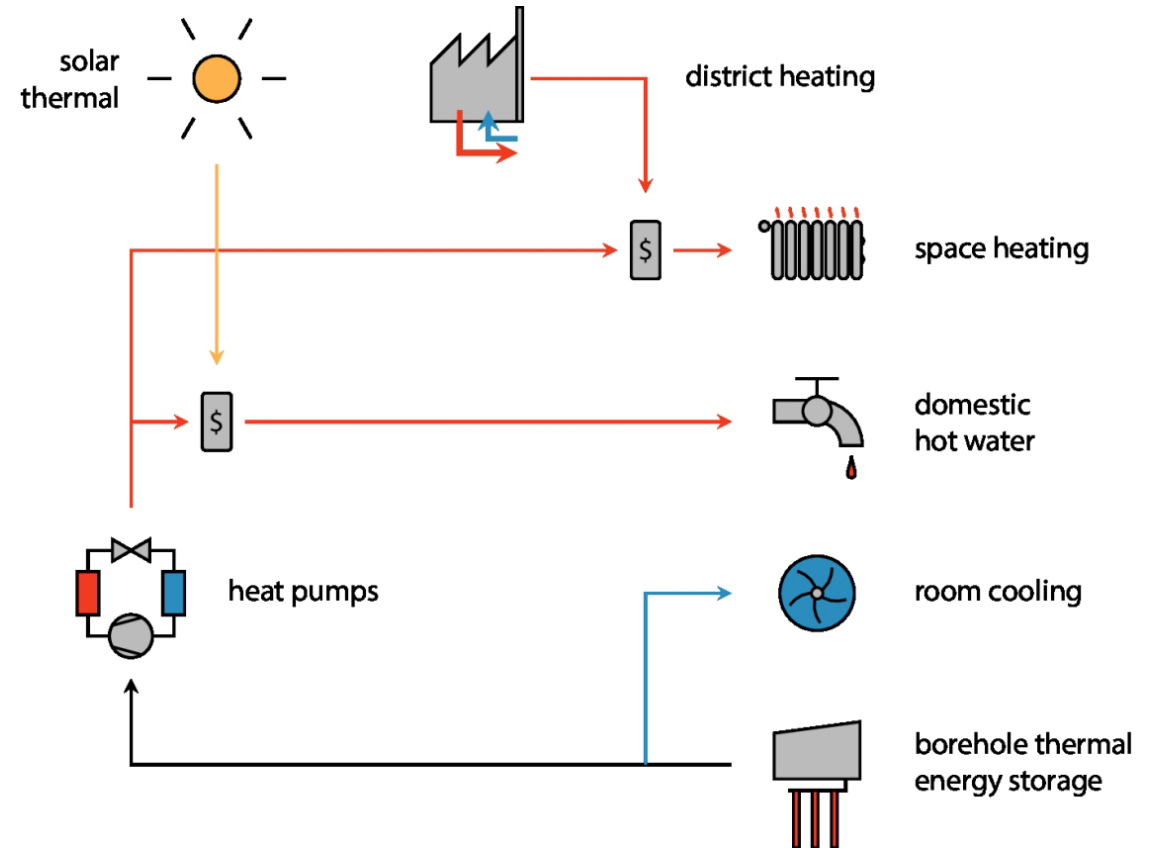
- 18000 m² konferansehotell
- Bergvarme
 - 4 totrinns varmepumper med total kapasitet 320 kW
 - Brønnpark med 50 brønner a 200 m
 - Frikjøling 380 kW + adiabatisk kjøling 220kW
- Solkollektorer, 60 m² for oppvarming av varmtvann
- Påkoblet fjernvarme som backup



- Norsk case, IEA HPT Annex 52
- Norsk case i EØS prosjektet Geo4Poland

Sammenligning med 3 alternative energiløsninger for Scandic Flesland Airport

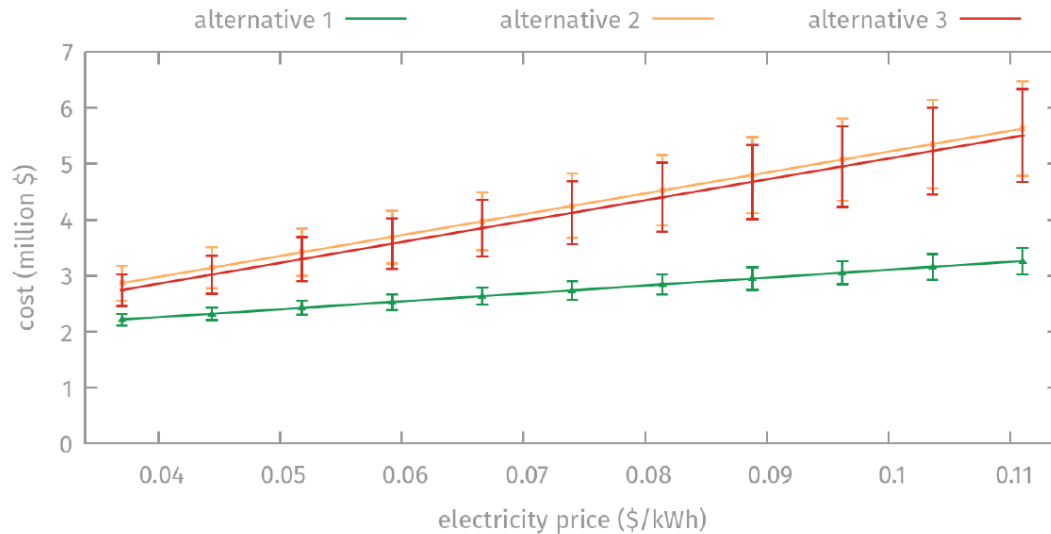
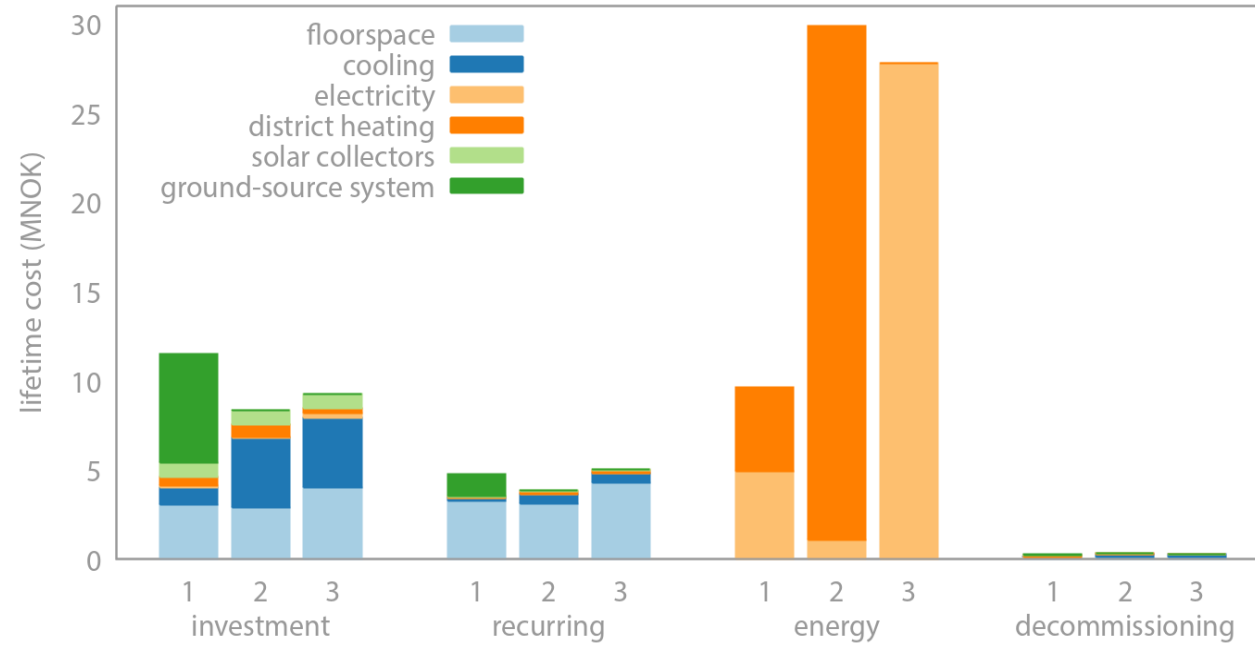
1. Eksisterende løsning med bergvarme
2. Fjernvarme med tørrkjøler
3. Elektrisk oppvarming og kjøling



Performance study and life-cycle cost analysis of a ground-source heat-pump system in a commercial building in Norway

Resultater

CE



- Livssyklus kostnadene for det eksisterende systemet er betydelig lavere enn alternativene. Solvarmekollektorene er ikke lønnsomme i dette systemet på grunn av høye investeringskostnader og lave produksjon av varmt vann.

Skarpnes passivboliger, Arendal



- 5 av eneboligene ble bygd som nesten null utslippshus i 2013:
 - PV
 - Batteripakke
 - Vannbåren varmesystem
 - Bergvarme med 100 m energibrønn pr hus
 - Energidata (1 min og 1 times intervall)

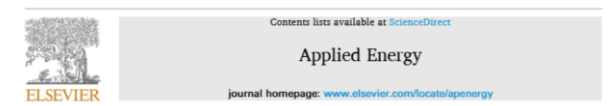
Boligfelt i Arendal skal produsere like mye energi som det bruker

Blir Norges første boligfelt med bare nullenergihus.



Norges første nullenergi boligfelt får byggstart i januar 2013 på Skarpnes i Arendal.

TU artikkel 2012

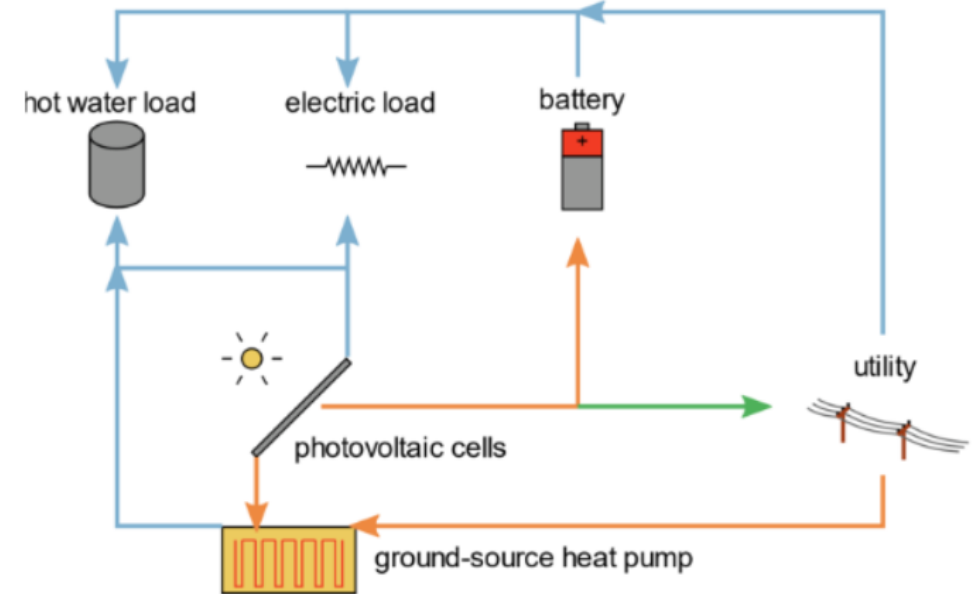


Case study on optimal design and operation of detached house energy system: Solar, battery, and ground source heat pump

Ellen Nordgård-Hansen^{a,*}, Nand Kishor^{b,c}, Kirsti Midtømme^d, Vetle Kjær Risinggård^e, Jan Kocbach^f

Simuleringer med pris og bergvarme løsninger for de 5 eneboligene

- Mixed –integer linear programming (MILP) modell
- Usikkerheter pga manglende data
- Resultater:
 - Med Feed in tariff (avtale for egenprodusert strøm): Bergvarmeanlegget kan brukes som energikilde
 - Uten Feed in tariff: Bergvarmeanlegget bør brukes som termisk energilager
 - Bergvarmeanlegget er ikke økonomisk lønnsomt for små passivhus



Teknologi optimist

- Drift av mer komplekse system er en utfordring og har vært en barriere for teknologiutvikling av bergvarme + sol løsninger
- Med maskinlæring og KI har vi nå verktøy for optimalisering av drift og vedlikehold av mer komplekse systemer
- Krever mer fokus på overvåkning og kvalitet på enegridata
- Viktig å høste erfaring fra eksisterende anlegg og å dele denne erfaringen.



Takk for
oppmerksomheten !

Kirsti Midttømme

kimi@norceresearch.no

