

Grunnvann og energi – grunnvarme i et økonomisk, bærekraftig og folkelig perspektiv

Randi Kalskin Ramstad, Asplan Viak, NTNU IGP

Verdens vanndag 22. mars 2022, Grunnvann – gjør det usynlige synlig

Innhold

- Potensialet for grunnvarme i Norge – og bruk i Norge og Sverige
- Grunnvarmeteknologier
 - Bergvarme
 - Grunnvann, inkl. ORMEL-prosjektene
 - Høytemperatur sesongvarmelagring i borehull (inkl. GeoTermos i Drammen og grunnvannsbevegelse)
- Vi trenger mer kunnskap om grunnen
- Mye grunnvarme (og sol) framover
- Kunnskap fra ORMEL - artikler

Potensialet for grunnvarme Norge

- Potensialet for energi fra grunnvarme tilsvarer ca. 21 % (33 TWh/år*) av Norges kraftproduksjon i et normalår.
- Friggjør verdifull vinterkraft / avlaster strømmettet de kaldeste vinterdagene når vindmøllene står og solcellene er nedsnødd. Friggjør elektrisitet til industri og elektrifisering av transportsektoren.
- 0,54-3,9 millioner tonn mindre utslipp av CO₂** per år. → når klimanøytralitet med konfliktfri energi. Lønnsomt for alle, og skaper arbeidsplasser.
- Potensialet for grunnvarme er underkommunisert, og må tas inn i den norske energidebatten.
- Trenger treffsikre låne- og støtteordninger for å utløse potensialet.

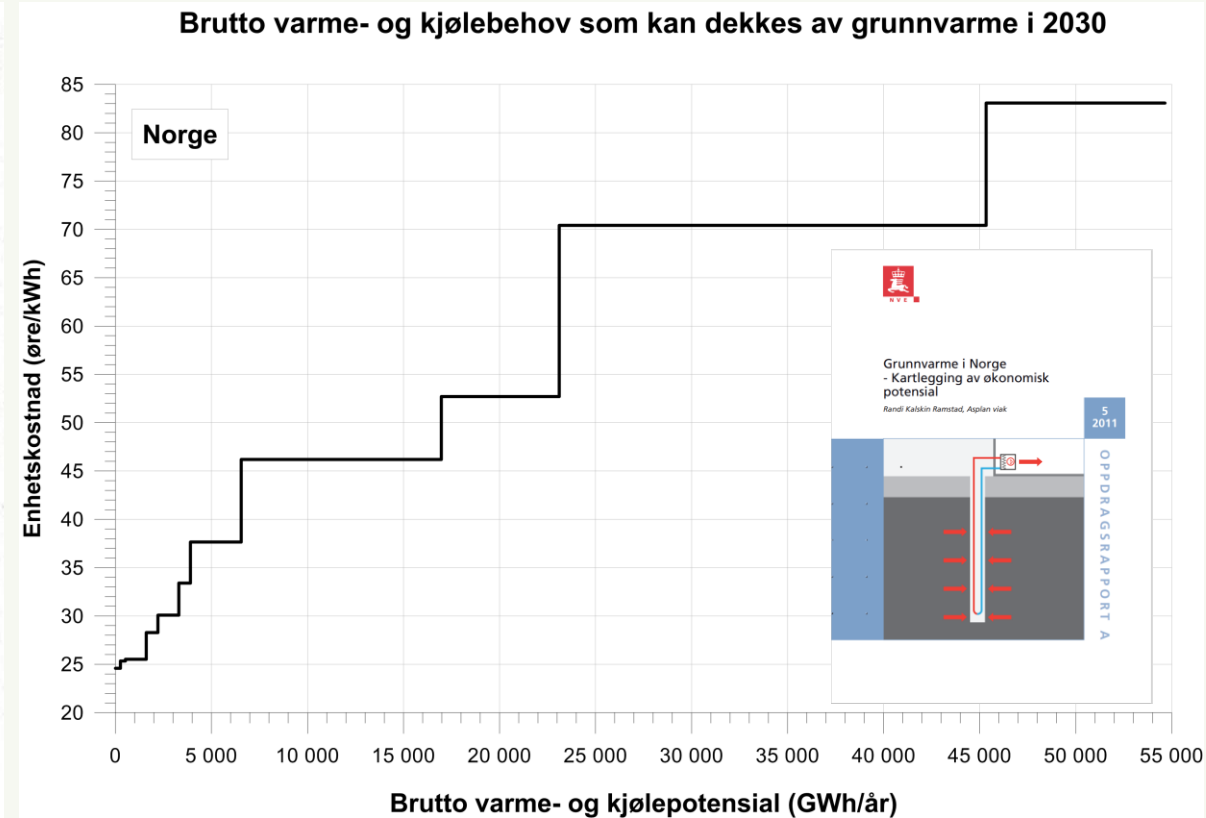
NVE: Grunnvarme kan erstatte strøm

■ Varmepumper som henter energi fra grunnvarme kan erstatte mye av strømmen og oljen som i dag brukes til oppvarming og kjøling av bygninger, mener NVE.

– Energi fra grunnvarme kan utgjøre et vesentlig tilskudd til den norske energiforsyningen, sier avdelingsdirektør Marit L. Fossdal i NVE i en pressemelding.

I 2030 vil samlet energibehov til oppvarming og kjøling av norske bygninger være mer enn 50 TWh. Teknisk sett vil det aller meste av dette energibehovet kunne dekkes med grunnvarme, fremgår det av en rapport som Asplan Viak har laget for NVE. Ved en kostnadsgrense på 40 øre pr kWh, er potensialet for grunnvarme rundt 15 TWh, viser rapporten.

AFTENPOSTEN
9.05.11



*Forutsetter at 90% av varmebehovet dekkes av grunnvarmeanlegget. Ca. 70% av varmen kommer fra berggrunn, jord og grunnvann. Resten er elektrisitet for drift av varmepumpen.

**NS3720: 16,2 gCO₂e/kWhel norsk, og 116,93 gCO₂e/kWhel norsk-europeisk Kraftproduksjon i et normalår er ca. 157 TWh (NVE 2022)

Bruk av grunnvarme i Norge og Sverige

Norge ([Midtømme et al. 2020](#)):

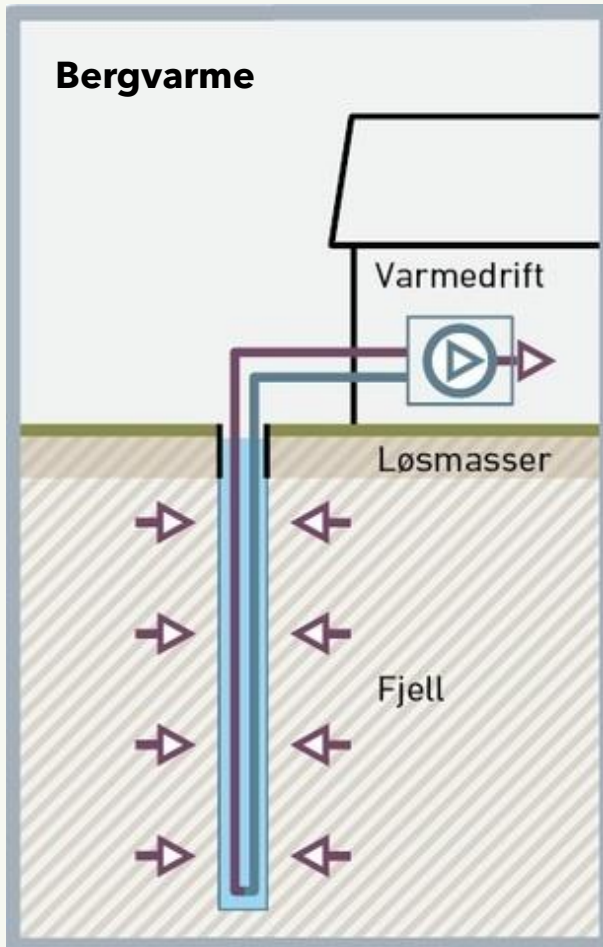
- Ca. 3 TWh/år fra grunnen (el til varmepumpe er ikke inkludert)
- Installert kapasitet er ca. 1,2 GW
- Antall installasjoner / enheter er ca. 60 000
- Potensialet er ca. 33 TWh/år og installert kapasitet på ca. 10-15 GW (el til varmepumpe er ikke inkludert)
- Til sammenligning : Elproduksjon i et normalår er 157 TWh/år ([NVE 2022](#)), og installert kapasitet er 38,8 GW

Sverige ([Gehlin et al. 2020](#)):

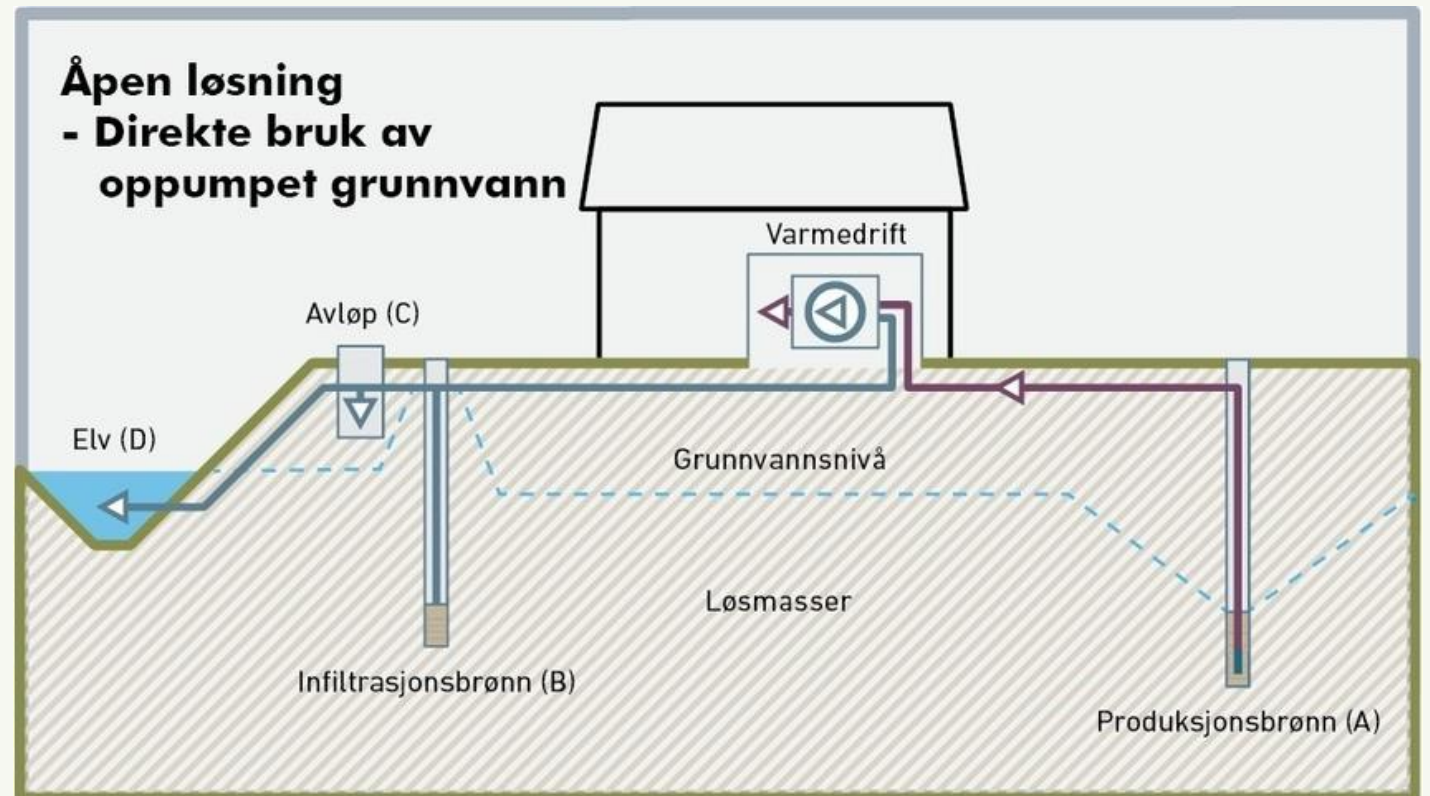
- Ca. 17,1 TWh/år fra grunnen (el til varmepumpe er ikke inkludert)
- Installert kapasitet 6,7 GW
- Antall installasjoner / enheter er ca. 591 000

GRUNNVARMEANLEGG

- Dekker 90-100% av byggets varmebehov og leverer «gratis» kjøling
- Henter ca. 70% av varmen fra berggrunnen / grunnvann
- Varmepumpen øker varmen fra berget / grunnvann opp til gulvvarme- og radiatortemperatur
- Kommer godt ut i beregning av livssyklus kostnader (LCC)
- Gode anlegg gir god økonomi



Ill.: Asplan Viak. Kilde: NGU

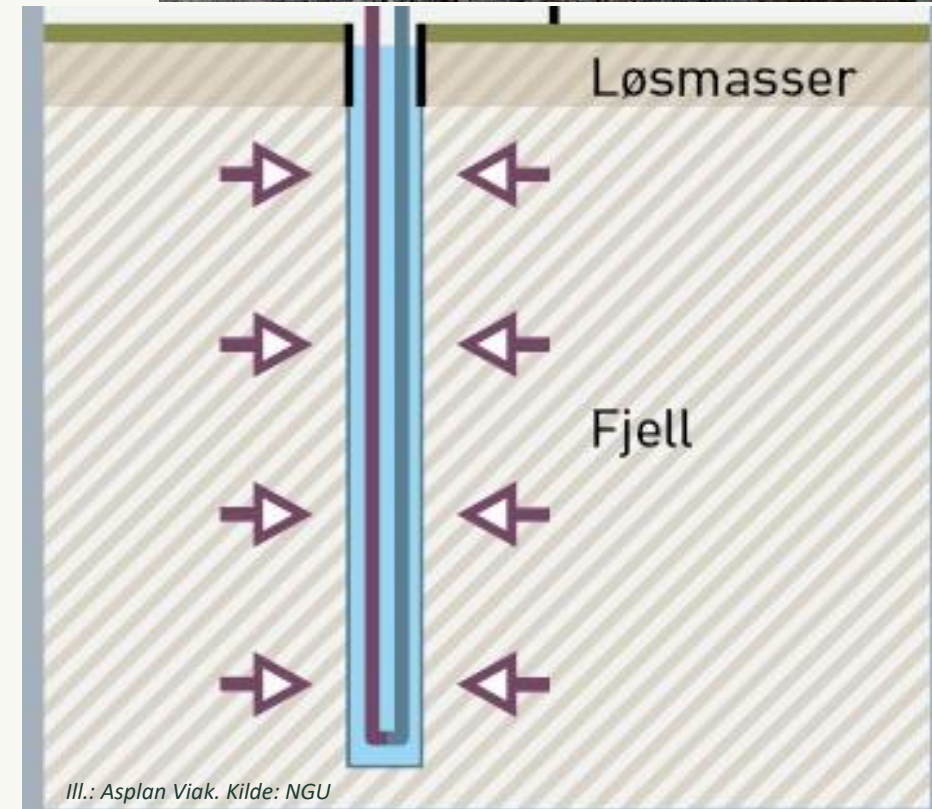


Ill.: Asplan Viak. Kilde: NGU

ENERGIBRØNNEN / BERGVARME

- Lukket system - borehull med kollektorslange
- Varmeuttak i den **grunnvannsfylte** delen
- Vanligst
- Kan etableres i hele Norge
- Dybde: 100-300 m
- Store og små grunnvarmeanlegg
- Synes ikke

- Henter varme og kjøling fra grunnen
- Lagret varme i fjellet, **dvs. ikke grunnvannsgjennomstrømning.**
- Kan plasseres under bygg, parkering etc.



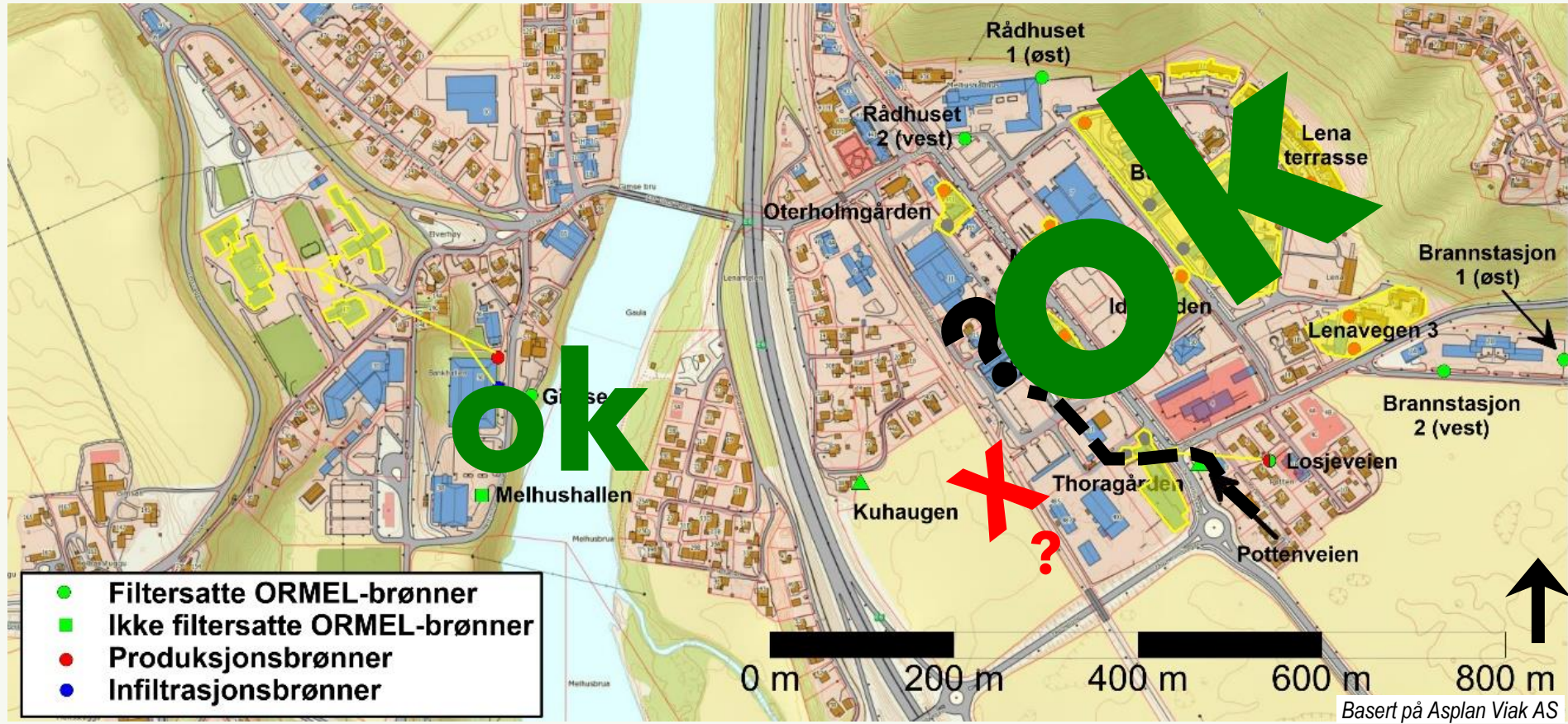
ORMEL-PROSJEKTENE

Optimal ressursutnyttelse av grunnvann til varme og kjøling i Melhus og Elverum (2015-2018)

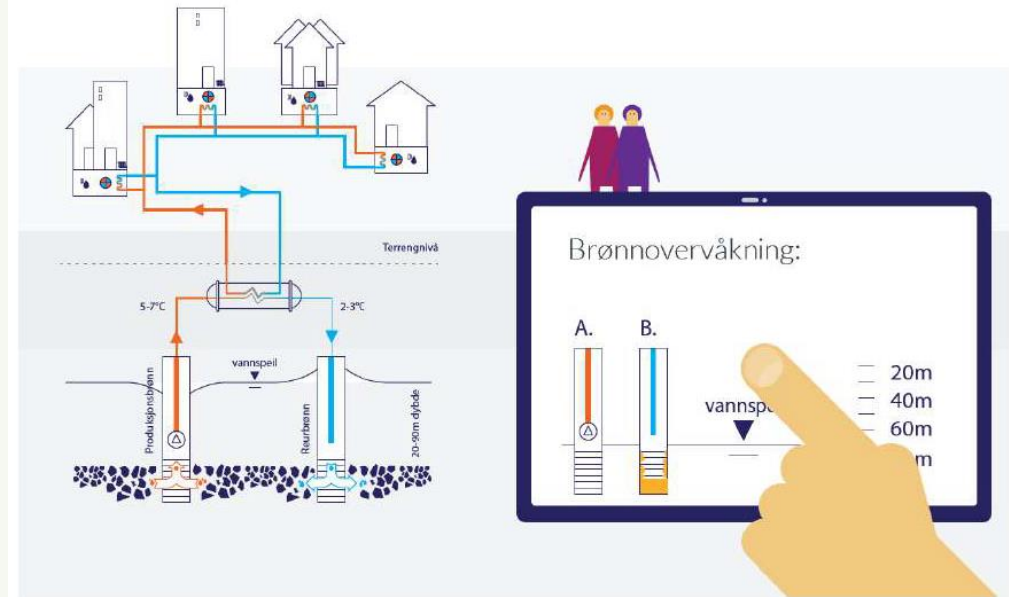
Optimal ressursutnyttelse av grunnvann til varme og kjøling i Melhus (2018-2021)

- De viktigste resultatene:
 - I Melhus sentrum er grunnvannsressursen så stor at den bør utnyttes kommersielt og i stor skala (ca. 5-10 MW og 15-30 GWh/år).
 - I Elverum er det også områder hvor store mengder grunnvann og energi kan utnyttes lokalt.
 - Design, drift, overvåking og vedlikehold - behov for profesjonalisering.
 - Kunnskap og samarbeid
 - Jern og mangan i grunnvann: Årsaksforståelse og praktiske tiltak. PhD ferdig neste år.
 - Utvikling av brønn- og driftsløsninger for fellesløsning for storskala utnyttelse av grunnvann til energiformål i Melhus sentrum / Gimse
 - PhD Sondre Gjengedal (2021)
 - PhD Lars Aaberg Stenvik (pågår)
- Støttet av regionale forskningsfond Midt-Norge

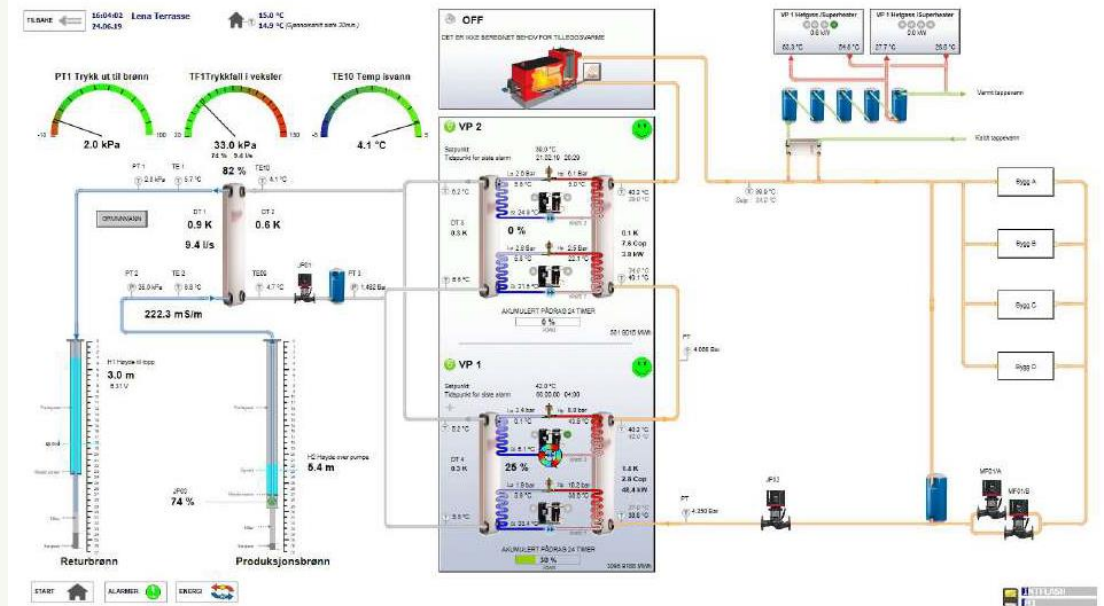
Grunnvannsressursen i Melhus



Trønderenergi Kraft AS
**KONSEPTUTREDNING
 FELLESLØSNING GRUNNVANN
 TIL VARME OG KJØLING
 I MELHUS SENTRUM/ GIMSE**



Figur 16. Driftsovervåking er en viktig del av oppfølgingen av fellesnettet. Her illustrert med overvåking av vannstanden i brønnene. Over tid kan endringer i f.eks. vannstand påpeke behov for brønnvedlikehold.



Bømoen på Voss



→ Der de geologiske forutsetningene og ressursene er tilstede, kan grunnvannet utnyttet i stor skala til oppvarming og kjøling. Det er både Melhus, Bømoen og Gardermoen gode eksempler på.

[Rett under bakken på Voss er det varme nok til hundrevis av hus – E24](#)

PhD-prosjekt Christian Rekve Bryn, NTNU IGP og COWI: [Dette kan bli Norges første plussbygd | COWI AS \(ntb.no\)](#)

Sesongvarmelagring i borehull med høyere temperaturnivåer - prinsipper

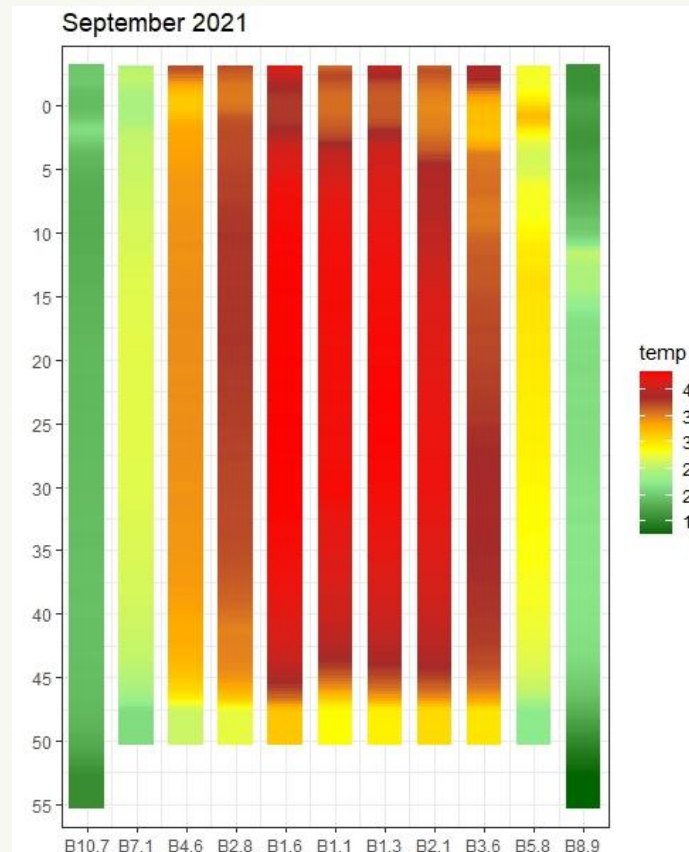
- Borehullene lades med overskuddsvarme om sommeren → temperaturen i berggrunnen øker.
- Lading med mer varme enn varmeuttaket om vinteren øker temperaturen i varmelageret.
- Sesongvarmelageret kan levere betydelige mengder varme (kWh) og varmeeffekt (kW) om vinteren.
- Effektiv bruk av energibrønner siden antall kWh / meter borehull per år er høyt
- Liten investering / lagret energi ([Energiforsk 2019](#)).
- Kan øke kapasiteten i et fjernvarmenett
- Viktig teknologi for å nå miljømål
- *NB: Sesonglagring av varme i borehull med medium til høye temperaturnivåer krever en minimumsstørrelse. Jo større, jo bedre (forholdet bergvolum varmelager versus overflateareal må være størst mulig).*



GeoTermos ved Fjell skole i Drammen – sesongvarmelagring i borehull

Oppdragsgiver og anleggseier er Drammen Eiendom KF v/Geir Andersen

- Sesonglagring av sommervarme i borehull (100*50m). Varmebatteri.
- Oppvarming av skolen med «frivarme» fra borehullene. Levert ca. 150 000 kWh varme siden 14. oktober.
- Nesten off grid. Reduserer belastningen i strømmettet de kaldeste dagene.
- Skalerte og tilpassede anlegg kan få stor betydning for Norges energisystem – områder, byer og industri.

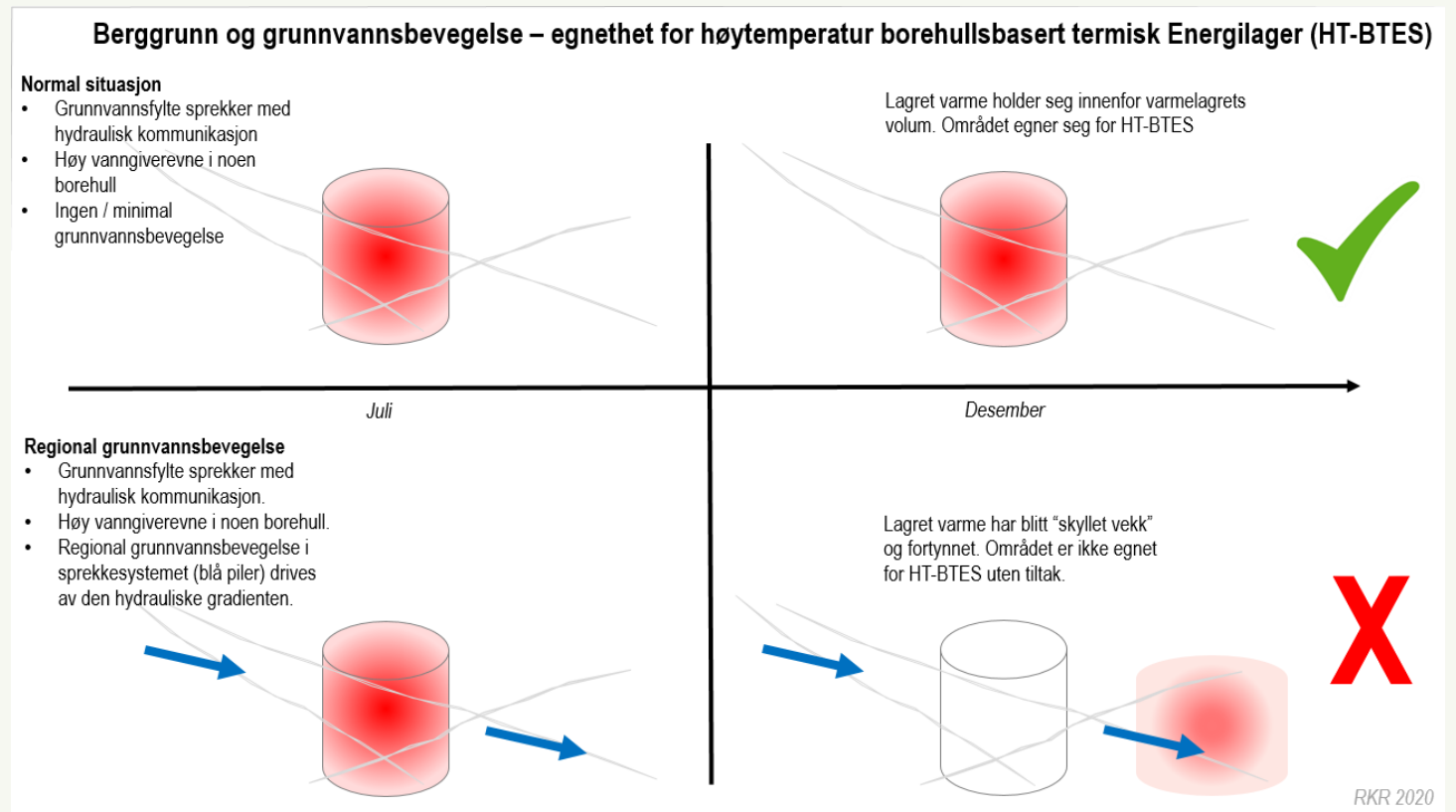


Grunnvannsbølge og høytemperatur sesongvarmelagring

Opptre sjelden, men må avklares med forundersøkelser

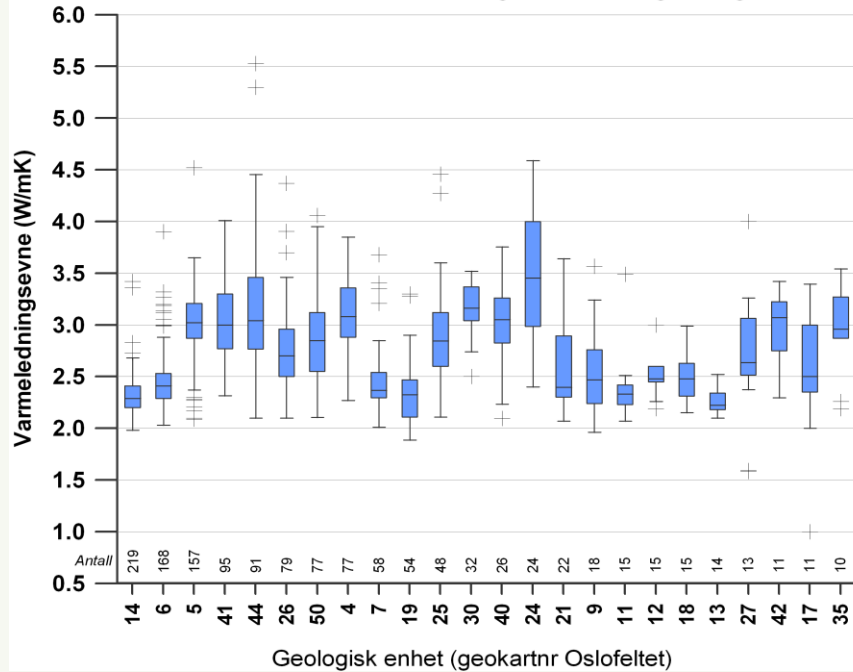
Metode utviklet innen grunnvarme / høytemperatur sesongvarmelagring:

- Effektiv in-situ varmeledningsevne målt med termisk responstest
- Laboratoriemålinger / forventet varmeledningsevne for berggrunnen ut i fra mineralogisk sammensetning og lagdeling.
- Avkjølingstester etter termisk responstest viser evt. soner/nivåer med raskere / saktere avkjøling.



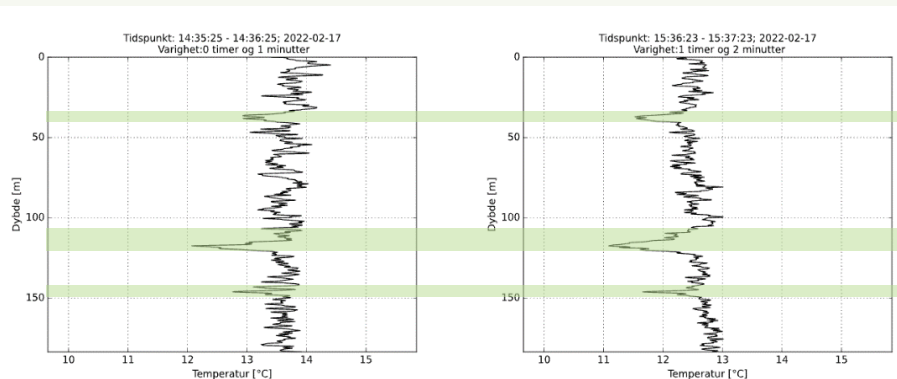
Varmeledningsevne og avkjølingstester / soner med grunnvann

Varmeledningsevne for geologiske enheter i Oslofeltet



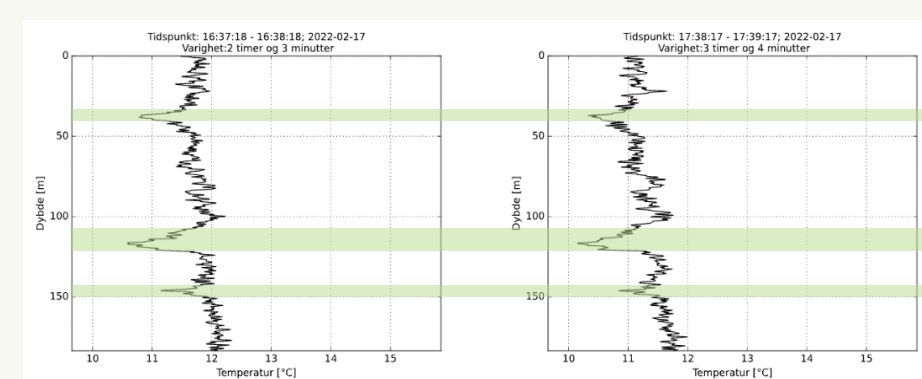
GeoK. Nr	Geologisk enhet / bergartsnavn
14	Monzonitt, monzodioritt (larvikitt og kjelsåsitt)
6	Alkalifeltspsyenitt og kvartsalkalifeltspsyenitt (nordmarkitt)
5	Granitt, granodioritt
41	Granittisk til tonalittisk gneis
44	Glimmergneis, stedvis med granat og kyanitt
26	Leirskifer, mergelskifer og kalkstein
50	Glimmerskifer, metasandstein, amfibolitt, granittisk til tonalittisk gneis
4	Alkalifeltspatgranitt (ekeritt)
7	Biotittsyenitt (bl.a. grefsen-syenitt)
19	Latitt (rombeoporfy)
25	Kalkstein, leirstein og sandstein, tidligsilurisk alder
30	Granitt (Iddefjordgranitten)
40	Granittisk øyegneis
24	Sandstein, sensilurisk alder
21	Basalt
9	Syenittporfy (ringgangbergart)
11	Alkalifeltspsyenitt, syenitt, titantrikk syenitt
12	Syenitt til monzonitt (akeritt)
18	Ryolitt, ryodacitt, dacitt
13	Syenitt, nefelin- og olivinførende (lardalitt)
27	Alunskifer, sandstein, konglomerat og kalkstein
42	Diorittisk til tonalittisk gneis, stedvis metagabbro
17	Breksje
35	Granittisk til granodiorittisk gneis

205 termiske responstester



Start avkjøling

Etter 1 time



Etter 2 timer

Etter 3 timer



Behov for:

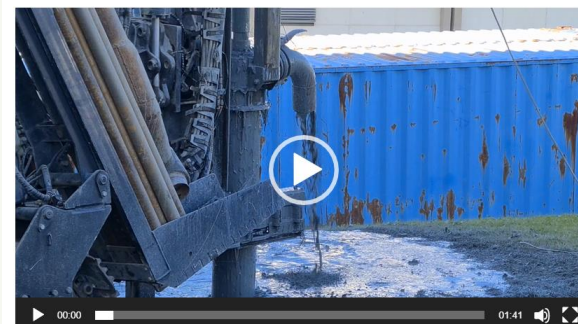
- **Mer kunnskap og forståelse av grunnen / grunnforhold**
- **Gjøre nok forundersøkelser**

For eksempel:

- Hydrogeologiske forundersøkelser
- Dybde til fjell?
- Hva er setnings- og stabilitetspotensialet ved ulike grunnforhold og temperaturforhold?
- Hvordan påvirkes grunnvannet?
- Forvaltning av grunnvannet?
- Trenger kart og databaser / modeller:
 - Systematisk innsamling og forvaltning av alle typer boringer som gjøres allment tilgjengelig.
 - Det samme for kart og 3D-modeller av undergrunnsdata/-prosjekter.

Kan geovarme hentes ut i områder med mye kvikkleire?

I Nardovegen i Trondheim skal det bygges 800 nye studentboliger. I sommer har det blitt utført prøveboring og testing av ulike isolasjonsmetoder for å hente ut geovarme på trygg måte i områder med kvikkleire. Resultatet av undersøkelsen kan få stor betydning for fremtidig bærekraftig utbygging i Trondheim og andre steder med lignende utfordringer. Prosjektet er et samarbeid mellom Studentsamskipnaden i Trondheim, Asplan Viak, Multiconsult og Båsum Boring, og med på laget er flere master og PhD studenter fra NTNU som har bistått med gjennomføring og analyse av resultatene.



[Kan geovarme hentes ut i områder med mye kvikkleire? - Institutt for geovitenskap og petroleum \(ntnu.no\)](#)



Foto: NTNU

Home > Geoforskning

Vanskelige grunnforhold skaper innovasjon!

september.17., 2021, 07:10 Njål Hagen

Prøveboring i Trondheim kan gi svar på fremtidig utbygging av geovarme i områder med kvikkleire.

I Nardovegen i **Trondheim** skal det bygges 800 nye studentboliger. Grunnforholdene er en blanding av fjell, sand og kvikkleire. Det er blitt utført prøveboring og testing av ulike isolasjonsmetoder for å kunne hente ut geovarme på trygg måte i områder med slike grunnforhold.

– Resultatet av undersøkelsen kan få stor betydning for fremtidig bærekraftig utbygging i Trondheim og andre steder med lignende utfordringer, skriver **NTNU** i en melding. Prosjektet er et samarbeid mellom **Studentsamskipnaden** i Trondheim, **Asplan Viak**, **Multiconsult** og **Båsum Boring**. Med på laget er flere master- og PhD-studenter fra NTNU, som har bistått med gjennomføring og analyse av resultatene.

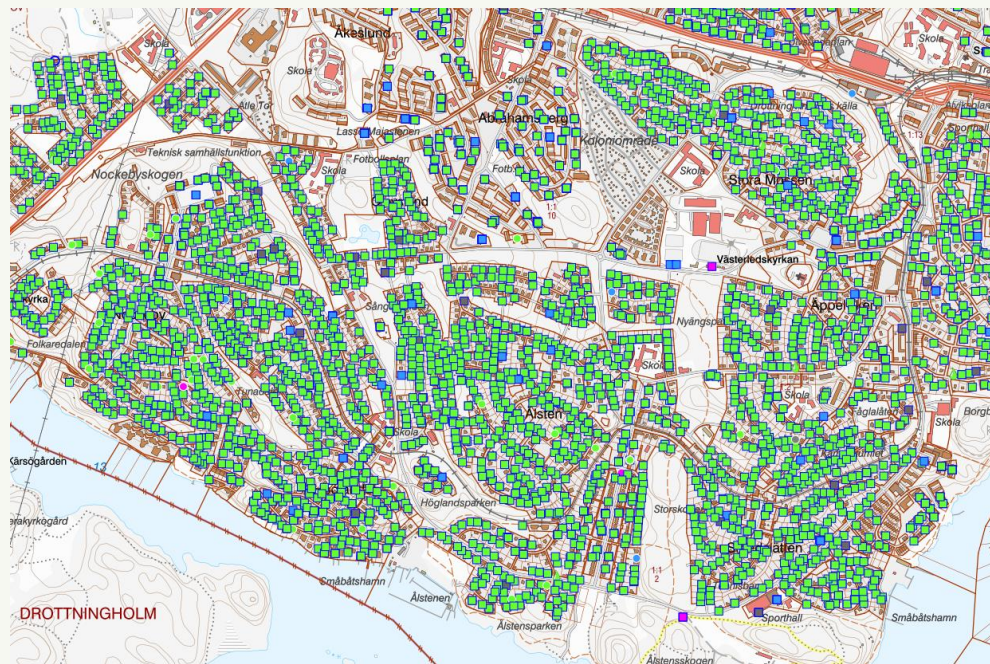


Sofie Hartvigsen, masterstudent geologi, NTNU, er blant studentene som deltar i prøveprosjektet. Foto: NTNU

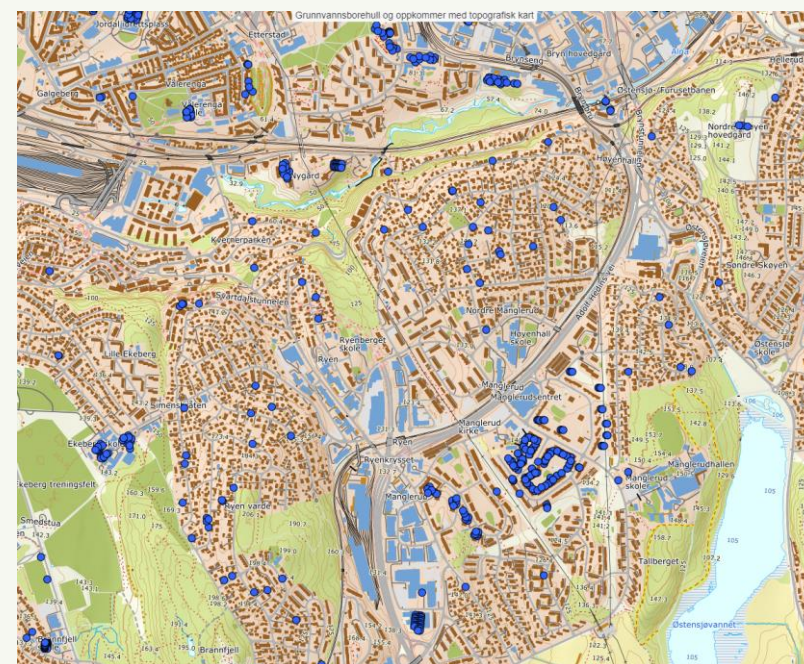
[Vanskelige grunnforhold skaper innovasjon! - Geo365](#)

Vi kan forvente mye grunnvarme og varmepumper framover

- Grunnvarme blir viktig for å nå Norges klimaforpliktelser
- Norske bygg blir mer selvforsynt med lokal energi - grunnvarme og solceller
- Grunnvarme og høytemperatur sesongvarmelagring blir viktig for det norske energisystemet.
- Reduserer belastningen i strømmettet / frigjør verdifull vinterkraft.



Stockholm



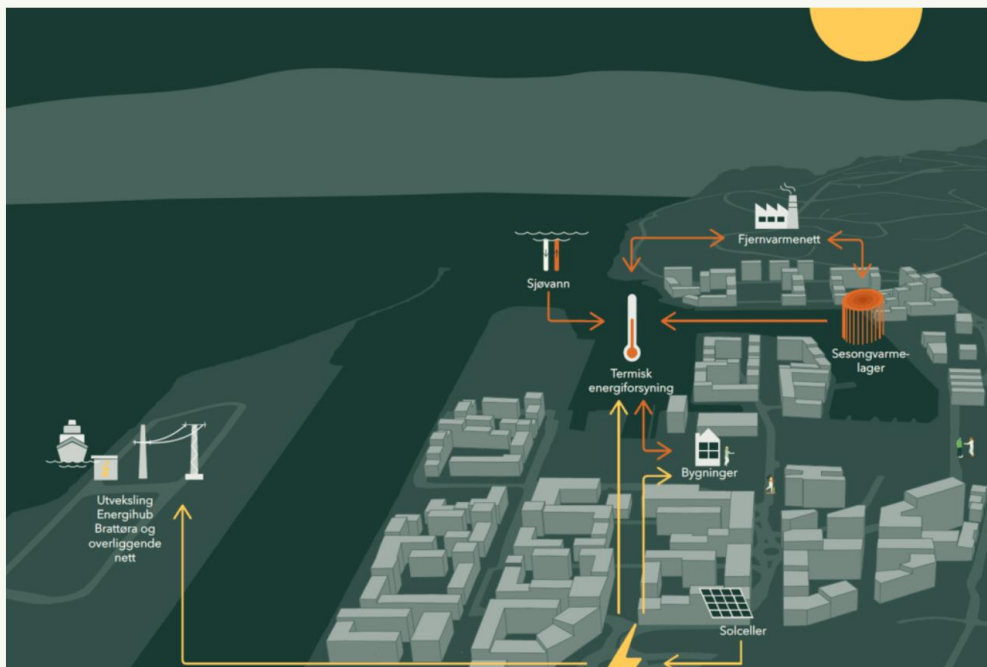
Oslo

Velkommen på frokostseminar torsdag 31. mars i Kongens gate 1 i Oslo

[Frokostseminar: Grunnvarme og sol - Finansiering av grønne løsninger - Asplan Viak](#) Påmelding nederst på siden

Arrangement

Frokostseminar: Grunnvarme og sol - Finansiering av grønne løsninger



Vi inviterer til frokostseminar med tema: Grønn finansiering, grunnvarme og sol - lokal og konfliktfri energi for framtida. Seminaret finner sted i våre lokaler i Oslo 31. mars kl 8 - 10.30.

Hvordan kan vi bruke grønne finansieringsordninger for å realisere gode energiløsninger for bygg? Solenergi, grunnvarme og sesongvarmelagring i borehull blir nødvendige brikker i fremtidens grønne puslespill. Målsetningen er å lage lønnsomme og bærekraftige energiløsninger med lave klimagassutslipp. Det er slik vi skaper de gode løsningene for nabolaget og energisystemet som helhet.

Vi ønsker å sette kombinasjonen av solenergi, grunnvarme og borehullsbasert sesongvarmelager på agendaen. Hvilke teknologiske muligheter finnes og hvordan kan disse løsningene kvalifisere for grønn finansiering?

Velkommen til et av årets viktigste frokostseminarer!

PROGRAM

08:00 Frokost serveres

08:30 Velkommen

v/Per Christian Randgaard divisjonsdirektør i Asplan Viak

08:35 Grunnvarme, solceller og sesongvarmelagring

v/Randi K. Ramstad, Henrik Holmberg og Vidar Lind Ytterstian i Asplan Viak

09:00 GeoTermosen i Drammen - historien, status og planer

v/Geir Andersen, leder vedlikehold og miljø i Drammen Eiendom KF

09:20 Grønne finansieringsmuligheter

v/Kia Kriens Haavi i Kommunalbanken

09:40 Muligheter for Enovastøtte - eksempler og forretningsmuligheter

v/Monica Berner, seniorrådgiver i Enova

10:00 Oppsummering og avslutning

Takk for oppmerksomheten!

Mer info om grunnvarme: [Grunnvarme - Asplan Viak](#)

[Grunnvarme fra jorda kan kutte både strømregning og klimautslipp og spare utbygging av strømmettet - NRK Trøndelag](#)

[Høye strømpriser fører til langt større interesse for grunnvarme – Dagsavisen](#)

Mer info om sesongvarmelager:

- [Termos-metode kan varme tusener på Nyhavna - Trondheim 2030. NRK 19 NOV 2020 - testboring](#)
- [Vil bygge gigantisk geotermos på Svalbard - Tu.no](#)
- [Miljøpris for GeoTermos | Drammen kommune. Prosjektside Enova, sluttrapport konseptutredning.](#)
- [Solenergi + sesongvarmelagring i borehull = sant! - Asplan Viak](#)
- [Smarte energiløsninger - 2018 - Campusutvikling - NTNU](#)

Vi jobber også med dype brønner og bistår bla. GTML med [konseptutredning i Longyearbyen](#)

Mer info om INTO-ZERO: [Utvikler fremtidens nullutslippssamfunn - Asplan Viak](#)

Randi Kalskin Ramstad

Fagansvarlig Grunnvarme
Dr.ing

✉ randi.kalskin.ramstad@asplanviak.no

☎ 975 13 942



Kunnskap fra ORMEL - artikler

- Gjengedal, S.; Ramstad, R. K.; Hilmo, B. O.; Frengstad, B. S., 2018. *Video inspection of wells in open loop ground source heat pump systems in Norway*. Editor: Prof. Jeffrey D. Spitler. International Ground Source Heat Pump Association, Oklahoma. In IGSHA conference proceedings 2018. <https://doi.org/10.22488/okstate.18.000025>
- Gjengedal, S.; Ramstad, R. K.; Hilmo, B. O.; Frengstad, B. S., 2019. *Fouling and clogging surveillance in open loop GSHP systems. A systematic procedure for fouling and clogging detection in the whole groundwater circuit*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. Springer Verlagen. <https://doi.org/10.1007/s10064-019-01556-5>.
- Gjengedal, S.; Stenvik, L. A.; Storli, P. T.; Ramstad, R. K.; Hilmo, B. O.; Frengstad, B. S., 2019. *Design of groundwater heat pump systems. Principles, tools and strategies for controlling gas and precipitation problems*. Energies.12. 3657. <https://doi.org/10.3390/en12193657>
- Gjengedal, S.; Brøtan, V.; Buset, O. T.; Larsen, E.; Berg, O. Å.; Torsæter, O.; Ramstad, R. K.; Hilmo, B. O.; Frengstad, B. S.. 2020 *Fluid flow through 3D printed particle beds. A new technique for understanding permeability and validating and improving predictability of empirical equations*. Transport in Porous Media. Netherlands. Springer Verlagen. [Fluid flow through 3D-printed particle beds: a new technique for understanding, validating, and improving predictability of permeability from empirical equations | SpringerLink](#)
- Ramstad, R. K., Gjengedal, S., Frengstad, B. S., Hilmo, B. O.; Riise, M. H. & Holmberg, H. *Groundwater for Heating and Cooling in Melhus and Elverum in Norway - Highlights from the ORMEL-Project with Focus on Infiltration Wells*. Proceedings World Geothermal Congress 2020. Reykjavik. Iceland. (Accepted)
- Gjengedal, S.; Stenvik, L. A.; Ramstad, R. K.; Ulfsnes, J. I.; Hilmo, B. O. & Frengstad, B. S., 2020: *Online remote-controlled and cost-effective fouling and clogging surveillance of groundwater heat pump systems. A case study from Lena Terrace in Melhus, Norway*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. Springer Verlagen. [Online remote-controlled and cost-effective fouling and clogging surveillance of a groundwater heat pump system | SpringerLink](#)
- Stenvik, L. Aa, Gjengedal, S., Ramstad, R.K., Frengstad B. (2022): *Hydrochemical and biotic control on iron incrustations in groundwater heat pump systems: Case study from a saline, anoxic aquifer in Melhus Norway*. Geothermics. Vol. 100. [Hydrochemical and biotic control on iron incrustations in groundwater heat pump systems: Case study from a saline, anoxic aquifer in Melhus, Norway - ScienceDirect](#)
- Stenvik, L. Aa (2020) *Utfellingsproblemer med jern og mangan i norske drikkevannsbrønner*. [Kommunalteknikk](#).
- Stenvik, L.Aa, Hilmo, B.O. (2020) *Jern- og manganproblematikk ved grunnvannsutttak med eksempler fra Ringerike og Sunndal vannverk*. [Vann](#). vol. 55 (2).