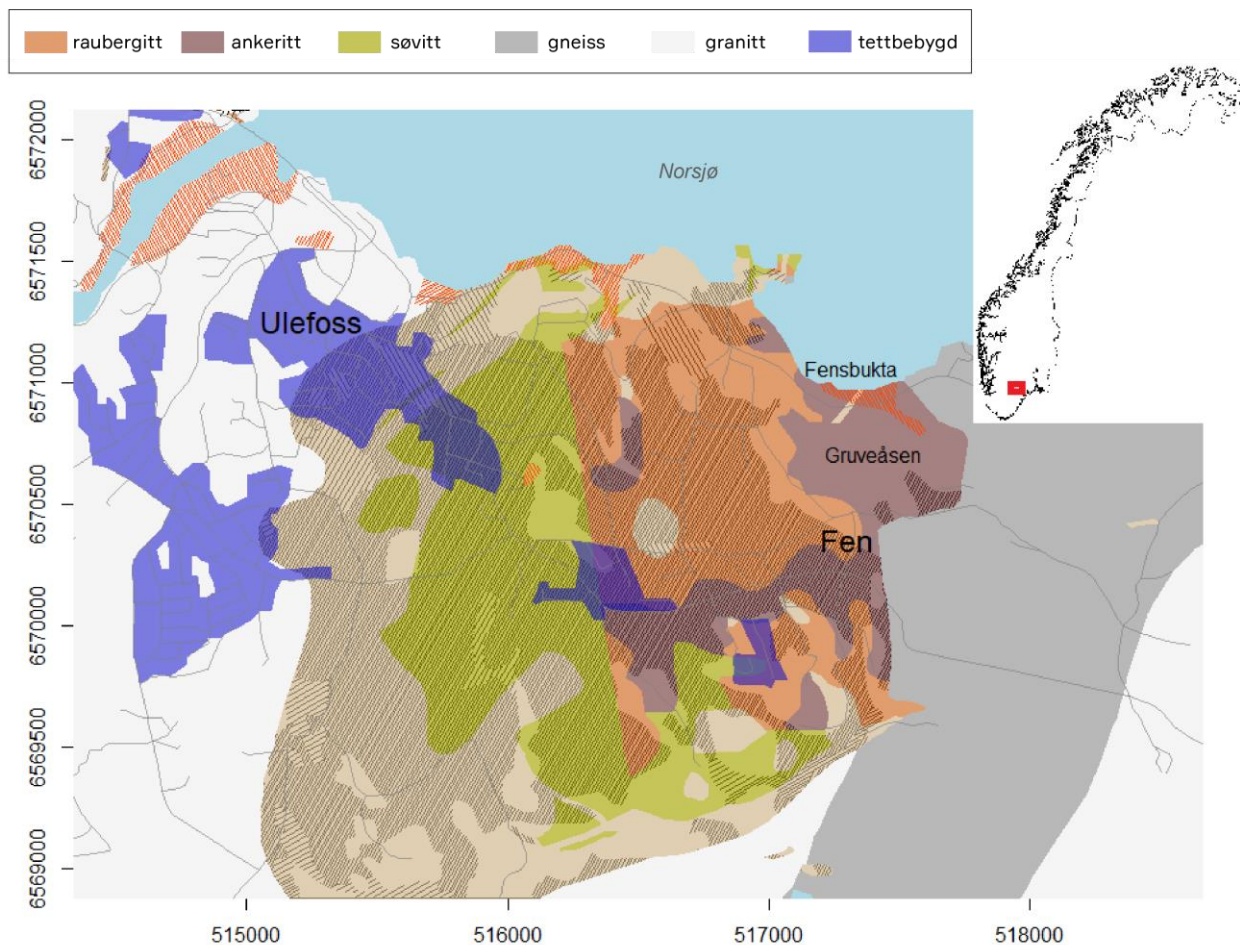


Naturlig radioaktivitet i uteluft i Fensbukta, Gruveåsen, Fen og Ulefoss

Fensfeltet ved Ulefoss i Telemark har bergarter med forhøyede nivåer av naturlig radioaktivitet, men mye er dekket av istidsavsetninger. Unntak er Fensbukta og Gruveåsen, der disse bergartene er oppe i dagen. Her er strålenivåene lokalt mye høyere enn i naboområdene Fen og Ulefoss. Lokalt tilføres lufta radioaktivitet fra både bakken og store luftvolum som ventileres fra de gamle jerngruvene i Gruveåsen.

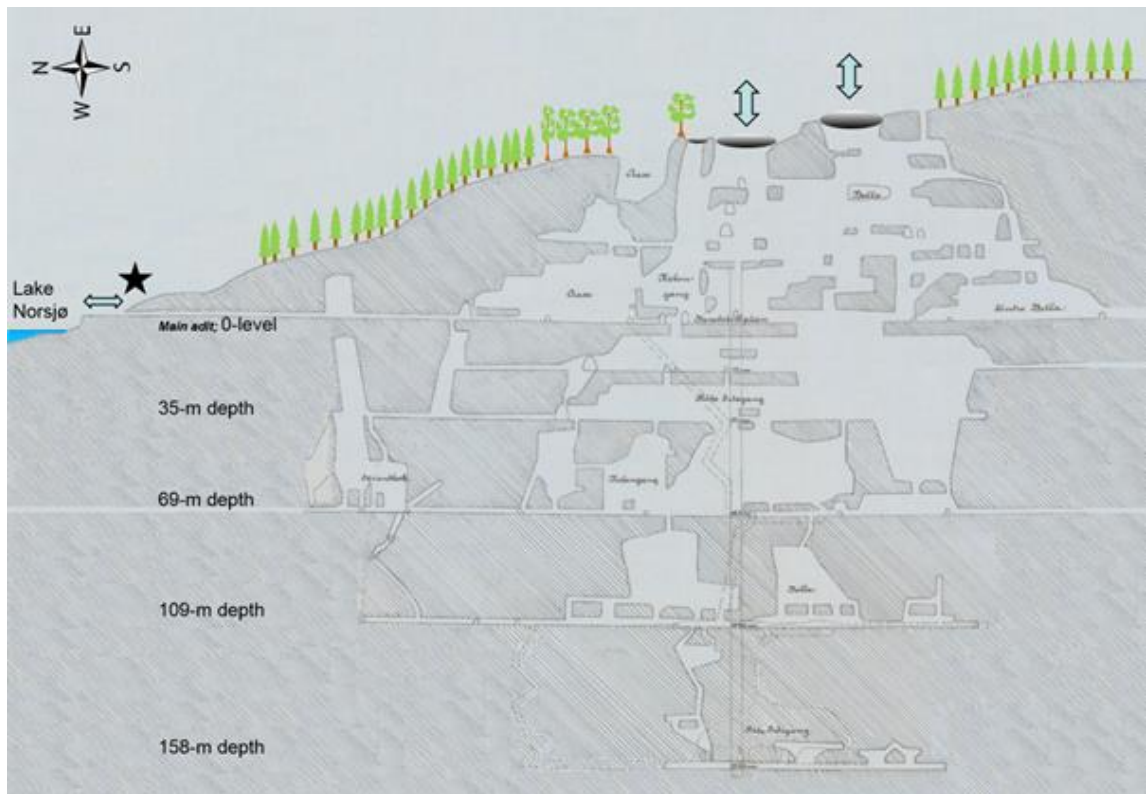


Figur 1 Fensfeltet er en gammel (500 mill. år) erodert vulkan hvor bergartene (raubergitt, ankeritt, søvitt) er rik på radionuklider i henfall-kjedene til thorium og uran. Mye av området er dekket av istidsavsetninger (skravert, rød skravering er antropogene avsetninger) men få tettbebygde områder.

Naturlig radioaktivitet i uteluft i Fensbukta, Gruveåsen, Fen og Ulefoss

Det ble på åttitallet målt forhøyede nivåer av naturlig forekommende radioaktivitet i bergartene i Fensfeltet (Stranden 1984, 1985), som ligger nær Ulefoss i Telemark (Figur 1). Området har i media

vært omtalt som en skattekiste med høye nivå av sjeldne jordmetaller og radioaktivt thorium (NRK 2008, 2018; Teknisk Ukeblad 2016). Naturlig forekommende radioaktivitet i berggrunn og jordsmonn gir gammastråling, og er opphav for de radioaktive gassene radon og thoron, som sammen med jordluft kan sive inn i hus eller til uteluft.



Figur 2: Tverrsnitt av gruvene i Gruveåsen (Haanes & Rudjord 2018), med dreneringsrøret i Fensbukta markert med stjerne. Luft som inneholder thoron slipper ut både gjennom dreneringsrøret og gjennom åpninger i toppen av gruvene (se piler).

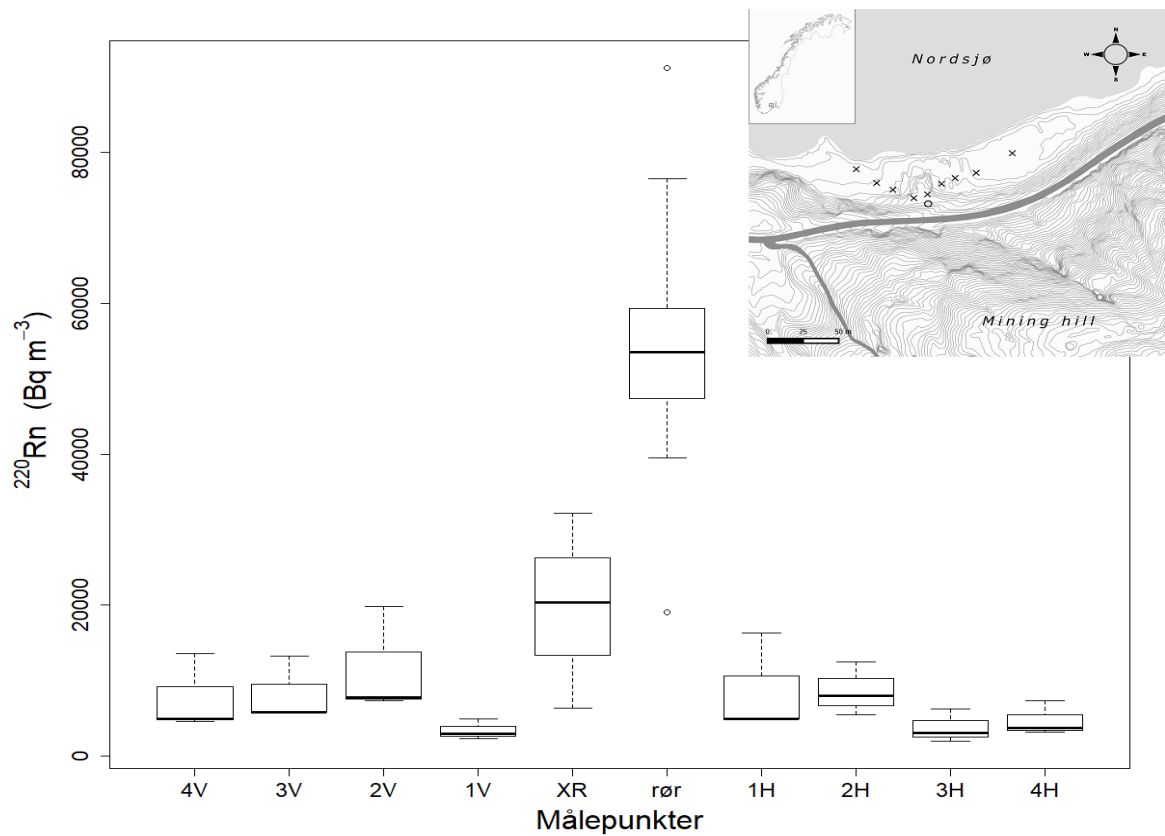
Store deler av området er imidlertid dekket av tykke lag leire og sand avsatt under istidene (se skravering i kart, Figur 1), som skjermer stråling fra underliggende bergarter svært godt, mens dette ikke er tilfellet i Gruveåsen og Fensbukta hvor bergarten raubergitt kommer opp i dagen med radionuklider i henfallskjeden til thorium (Fig.1). Her har jordsmonnet nivåer av naturlig radioaktivitet (Popic et al., 2011, 2012) som er 60 til 500 ganger høyere enn det globale gjennomsnittet av thorium i bakken. Gruveåsen er imidlertid også perforert av gamle jerngruver (Figur 2).

I 2014 ble det i Fensbukta oppdaget forhøyede nivåer av thoron fra et dreneringsrør fra gruvene og det ble i ettertid gjennomført grundige målinger. Nivåene av radon og thoron er her i 1 meters høyde 100 til 200 ganger det globale gjennomsnittet, men enda høyere langs bakken og nær dreneringsrøret (Fig. 3; Haanes et al. 2016). Tilsvarende nivåer er også observert flere steder lokalt i Gruveåsen. Både i Fensbukta og Gruveåsen er det observert høyere enn normal gammastråling.

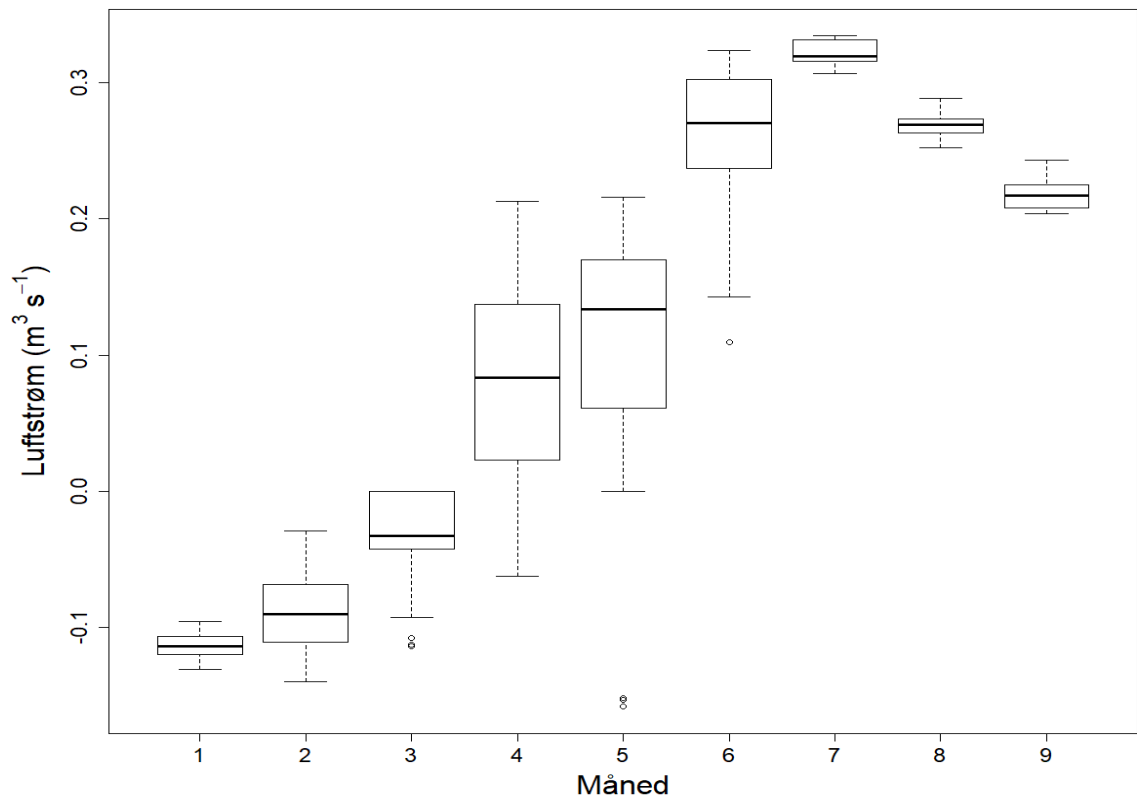
Ventilasjon av gruveluft.

Gruveluft ventilert gjennom dreneringsrøret er en sannsynlig kilde for de lokalt forhøyede thoron nivåene i Fensbukta. Dette ble bekreftet gjennom målinger frem til 2017 av lufta som strømmet ut her (Haanes & Rudjord 2018).

Det er god korrelasjon mellom temperaturen utendørs og luftstrømmens hastighet og retning, noe som tyder på at gruvene primært er ventilert som en skorstein. Statistiske analyser viser at atmosfærisk trykk, vind og endringer i vannstand inne i gruvene på grunn av snøsmelting og nedbør også påvirker. Det er stor variasjon i luftstrømmen gjennom året og det er primært i årets varme måneder det er utslipp fra dreneringsrøret (Figur 4).



Figur 3: Målepunkt for sporfilm (20 cm høyde) i Fensbukta (kart) og boks-diagram av nivå thoron (målepunkt for rør: XR, til høyre: H og venstre: V, for og inni dreneringsrøret: rør: Haanes et al. 2016).



Figur 4: Boks-diagram av luftstrøm-hastighet gjennom dreneringsrør per måned (nummer). Positive tall for luftstrøm ut gjennom røret og negative tall betegner luftstrøm inn røret (Haanes & Rudjord 2018).

Det strømmer i størrelsesorden 7000-8000 m³ luft per døgn ut gjennom dreneringsrøret i Fensbukta i april og mai og tilsvarende 20 000 til 30 000 m³ luft per døgn i juni, juli og august. Denne lufta har thoron nivåer som er fra 2800 til 4200 ganger så høye som det globale gjennomsnittet. Det ble estimert at opptil 1 milliard Bq thoron kan slippe ut per dag under årets varmeste måned, noe som forklarer de lokalt forhøyede nivåene i Fensbukta (Haanes & Rudjord 2018). Fortynning i uteluft og kort halveringstid medfører imidlertid at thoron ikke spres langt. Thorons henfallsprodukter, eller døtre, har derimot en noe lengre halveringstid, og vil kunne spres betydelig lengre.

Med lave utendørstemperaturer er det både forventet og observert at gruveluft ventilerer i store volum ut gjennom gruveåpningene på toppen av Gruveåsen. Det fins også indikasjoner på gruveventilasjon fra øvre deler av Gruveåsen om sommeren.

Utendørs nivå lokalt og i naboområdene

For å sjekke nivåene i luft i områdene rundt Fensbukta og Gruveåsen, ble det i 2018 gjort sporfilm målinger av thorondøtre utendørs i Fen og Ulefoss i ulike avstander fra Gruveåsen. Om vinteren vil tele og snø på bakken motvirke at thoron slipper ut. Undersøkelsen ble derfor gjentatt både sommer og vinter. Radon og thoron utslipp fra bakken motvirkes også av istidsavsetningene som dekker mye av området (Figur 1).

Utendørsnivåene minsket med økende avstand til Gruveåsen, også når det ble tatt hensyn til mengden radioaktivt materiale i bakken (gammamålinger). Nivåene var høyere om sommeren når berggrunn og jordsmonn bidrar til utslipp, og lavere om vinteren når utslipp til utendørsluft i hovedsak skyldes ventilering av gruvene (Haanes et al. 2019).

Nivåene og estimerte doserater i bebygde strøk i Ulefoss-området er mye lavere enn nivåene i Fensbukta (Fig.5), både sommer og vinter. Til sammenligning er nivåene målt i Fensbukta 9-275 ganger høyere enn nivåene målt i Fen og Ulefoss. Målingene i Fensbukta og upubliserte resultat tyder på utendørs lokalt forhøyede nivå i store deler av Gruveåsen. Undersøkelser pågår derfor for å estimere den totale størrelsen på utslippene, samt å estimere doserater med så lav usikkerhet som mulig for hele Gruveåsen gjennom hele året.

Konklusjon

Den foreløpige konklusjonen er at de forhøyede nivåene av naturlig radioaktivitet i luft potensielt kun kan være av betydning lokalt i Gruveåsen, mens de målte nivåene i områder lenger unna, som i Ulefoss og Fen, ikke vil innebære vesentlig økte stråledoser. Langvarig opphold og eksponering i Gruveåsen vil kunne medføre høyere stråledoser enn det som er vanlig fra naturlig stråling, og det kan bli aktuelt å vurdere tiltak for å begrense eksponering. Det jobbes derfor videre med å skaffe mer nøyaktige estimater av nivåene i Gruveåsen for å avklare dette.

Referanser

- Haanes, H., Finne, I.E., Kolstad, T., Mauring, A., Dahlgren, S., Rudjord, A.L., 2016. Outdoor thoron and progeny in a thorium rich area with old decommissioned mines and waste rock. *Journal of Environmental Radioactivity* 162-163, 23-32.
- Haanes, H., Finne, I.E., Skjerdal, H.K., Rudjord, A.L., 2019. Indoor and Outdoor Exposure to Radon, Thoron and Thoron Decay Products in a NORM Area with Highly Elevated Bedrock Thorium and Legacy Mines. *Radiation Research* 192, 431-439.
- Haanes, H., Rudjord, A.L., 2018. Significance of seasonal outdoor releases of thoron from airflow through a point source during natural ventilation of a mine-complex in thorium-rich bedrock. *Atmospheric Pollution Research* 9, 1000-1008.
- NRK 2008 <https://www.nrk.no/dokumentar/straleloven-stanser-thorium-1.6256567>
- NRK 2018 <https://www.nrk.no/telemark/framtidas-high-tech-metall-kan-vere-sikra-1.13890138>
- Popic, J.M., Salbu, B., Strand, T., Skipperud, L., 2011. Assessment of radionuclide and metal contamination in a thorium rich area in Norway. *J. Environ. Monit.* 13, 1730e1738.
- Popic, J.M., Bhatt, C.R., Salbu, B., Skipperud, L., 2012. Outdoor ²²⁰Rn, ²²²Rn and terrestrial gamma radiation levels: investigation study in the thorium rich Fen Complex. *Nor. J. Environ. Monit.* 14, 193e201.
- Stranden, E., 1984. Thoron (²²⁰Rn) daughter to radon (²²²Rn) daughter ratios in thorium-rich areas. *Health Phys.* 47, 784e785.
- Stranden, E., 1985. The radiological impact of mining in a Th-rich Norwegian area. *Health Phys.* 48, 415e420.
- Teknisk Ukeblad 2016 <https://www.tu.no/artikler/vil-bore-1000-meter-dypt-pa-fensfeltet/277546>