



## Er radonkonsentrasjonen signifikant forskjellig i ulike etasjer?

Forfatter: Marius Knøsberg Esvall, Lørenskog videregående skole

*Radon er en tung gass, dermed kan den samle seg opp i kjellere. Eksponering for høy radonkonsentrasjon kan øke sjansen for utvikling av kreft. Derfor går denne undersøkelsen ut på å finne ut om det er noen forskjell i radonkonsentrasjonen i to ulike klasserom i ulike etasjer. For å undersøke dette ble to radonmålere plassert 2 meter over bakken i to klasserom over en periode av 18 dager. Målingene viste en markant forskjell mellom de to klasserommene.*

### Innledning

Radon er en gjennomsiktig, smaksfri og luktfri radioaktiv edelgass som dannes når uran og thorium faller, radon siver da opp fra bakken. Radon er tyngre enn alle andre gasser ved vanlig temperaturer (Bjørnstad et al., 2024). Som alle andre edelgasser er radon lite reaktivt (Pedersen, 2024). Dette fører til at gassen blir stillestående. Derfor trenger man god ventilasjon for å bli kvitt gassen. Det er også vanlig å ha radonsperre i kjellere for å hindre at gassen siver inn (Bjørnstad et al., 2024)

Radon er helsefarlig. Det meste av faren kommer fra de radioaktive isotopene som dannes når radon brytes ned. Disse blir kalt radondøtre, radondøtrene har kort halveringstid og sender ut både alfa og beta stråling. Radondøtrene binder seg lett til støvkorn og røykpartikler. Slik kommer de ofte inn i lungene hvor de kommer i kontakt med innsiden av lungene. Dette kan føre til skade på lungevevet. (Levy, 2023). Ifølge kreftforeningen er det rundt 370 som utvikler lungekreft som følge av radon hvert år («Radon og kreft», 2020). I 2021 var det 3499 nye tilfeller av lungekreft, samme år døde 2202 av diagnosen (Forekomst og dødelighet, u.å.). Rundt 300 av disse dødsfallene antas å være resultat av radon («Radon og kreft», 2020).

Ettersom radon er umulig å oppdage med menneskelige sanser så er det viktig å gjøre målinger. Statens strålevesen stiller krav til skoler og barnehager, radonmengdene her skal være så lavt som mulig og oppdages det tilfeller hvor det påvises at det er mer enn  $100\text{Bq}/\text{m}^3$ , i et oppholdsrom så skal det gjøres tiltak for å senke mengden radon uansett hvor mye mengden overstiger  $100\text{Bq}/\text{m}^3$ . (Radon i skoler og barnehager, u.å.). Disse grensene gjelder også for boliger og leiligheter (Anbefalte grenser for radon, u.å.). En vanlig videregående elev er på skolen i rundt 29 timer i uka. Høye radonmengder på skolen ville ha en potensielt negativ effekt på elevenes fremtidige helse. Det er mange ulike klasserom på skolen fordelt over de ulike etasjene. Blant annet er det flere klasserom i kjelleren til skolen. Ettersom at radon er en tung gass ville det vært logisk at gassen har en større konsentrasjon jo lenger ned i bygget man er.

Dermed blir hypotesen min:

Det vil være en høyere radonkonsentrasjon i kjellerklasserommet.

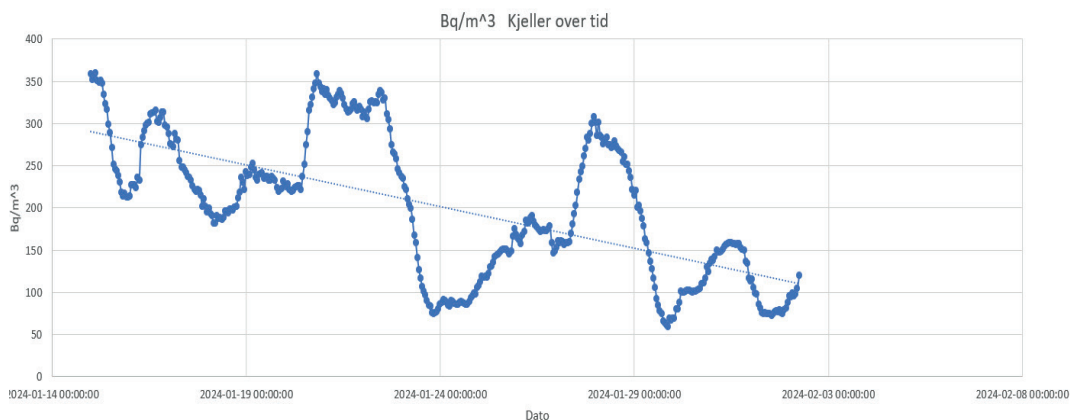
Ut ifra dette lager jeg en problemstilling: Blir elever utsatt for ulike radonkonsentrasjoner i ulike etasjer?

## Metode

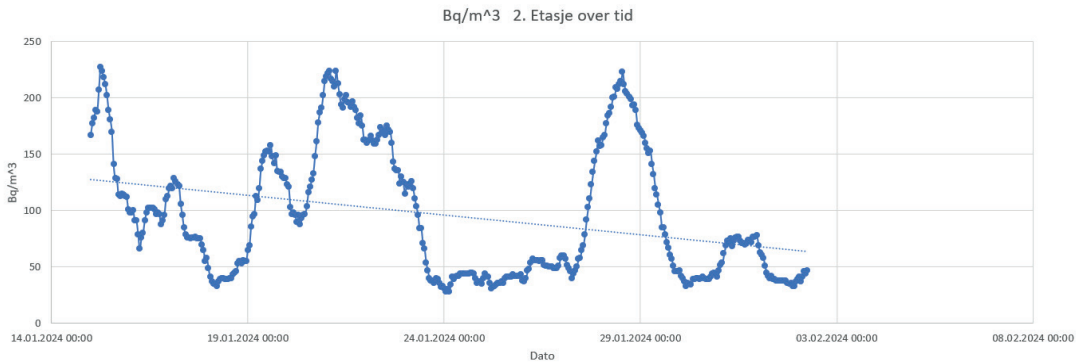
For å måle radonkonsentrasjonen så bruker jeg to målere produsert av firmaet Airthings. Disse målerne må stå ute i en uke før de begynner å gi pålitelige målinger. Målene gir en oversikt over radonkonsentrasjonen time for time hele døgnet. De måler hver dag hele uken inkludert i helgene når det ikke er noen aktivitet på skolen og ventilasjonssystemet ikke er på. Målerne står ute 18 dager etter at kalibreringen er fullført. Da er det er mulig å sammenligne radonkonsentrasjonen i de to klasserommene over en lengre periode. En måler blir plassert i et kjellerklasserom og den andre blir plassert i klasserommet to etasjer over. Dette er fordi det ikke er noen klasserom i etasjen rett over kjellerklasserommet. Begge målerne blir plassert 2 meter over bakken for å hindre at de blir forstyrret av elever, eller andre som er nysgjerrige.

## Resultater

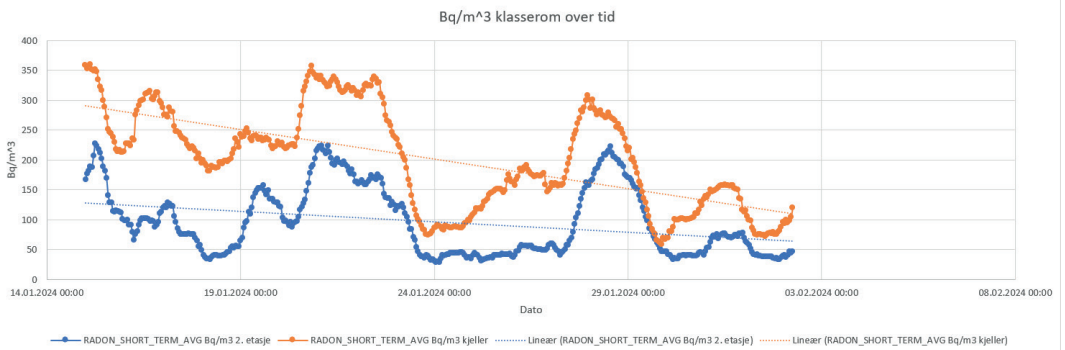
Grafene viser Bq pr kubikkmeter for hver time, etter at måling har startet. Målinger fra kalibreringsperiode har blitt fjernet. Trendlinjene er vist med en lineær graf.



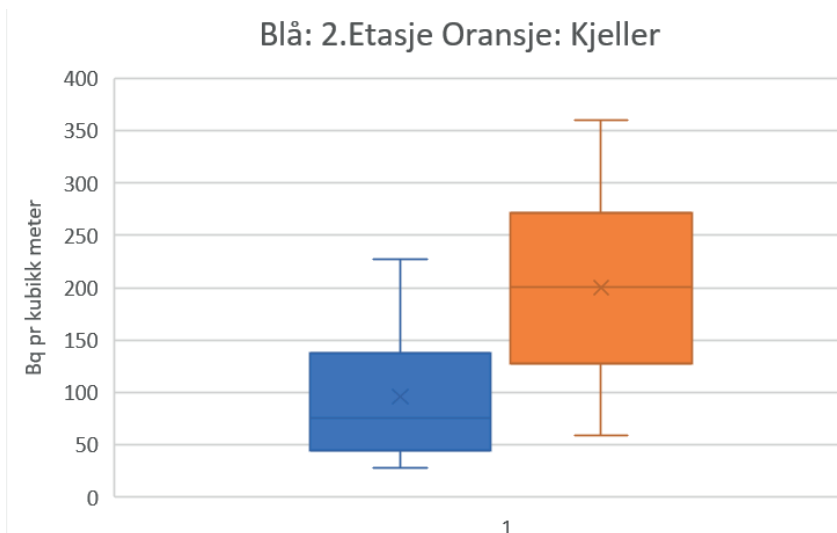
Figur 1



Figur 2



Figur 3 Kjeller målingene er i oransje og 2. etasje målingene er i blått.



Figur 4 BoksploTT fremhever fordelingen av data, og viser gjennomsnittet og normalfordeling. Y akse viser Bq pr kubikkmeter.

## Diskusjon

Hypotesen min er: Det vil være en høyere radonkonsentrasjon i kjellerklasserommet. Nullhypotesen er derfor: Det vil ikke være noen forskjell på radonkonsentrasjonen i klasserommene i ulike etasjer.

For å teste denne hypotesen kan vi bruke en T-test. Først må vi velge et signifikansnivå, et nivå på 5 % bør være tilstrekkelig for å forsikre at eventuelle forskjeller ikke er tilfeldige. Hvis p-verdien fra T-testen er over 5 % så lar vi nullhypotesen forbli, hvis den er under så forkaster vi den, og den opprinnelige hypotesen vil styrkes. Før vi gjør T-testen så kan vi se på grafene og sammenligne de, for å se om vi kan få en ide fra de visuelle dataene. Ser vi på figur 1, 2 og 3 så kan vi se at konsentrasjonen i kjelleren er høyere enn i 2. etasje nesten konstant. Den eneste unntaket er litt etter 29. januar hvor konsentrasjonen er nesten lik, men konsentrasjonen i kjelleren stiger etter noen dager. Ser vi på boksploottene i figur 4 så kan vi se begge har noe overlapp. Men gjennomsnittene er markant forskjellig.

Flere av målingene viser konsentrasjoner på over 100 Bq/m<sup>3</sup>, dette er tiltaksgrensen til Direktoratet for stråling og atomsikkerhet. Etter deres retningslinjer så skal det alltid gjøres tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen er over 100 Bq/m<sup>3</sup>, videre så skal konsentrasjonen aldri ha et årsmiddelverk på over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Av målingene var det flere som er over denne grenseverdien. (Radon i skoler og barnehager, u.å.). I Kjelleren så var 362 av de 439 målingene over 100 Bq/m<sup>3</sup> og 220 av målingen var over 200 Bq/m<sup>3</sup>. I 2.etasjeklasserommet var det 173 målinger over 100 Bq/m<sup>3</sup> og 28 målinger over 200Bq/m<sup>3</sup> har var det også gjort 439 målinger. Av de 362 målingene i kjelleren var 106 av de i skoletiden (8.00-16:00). Altså var 29 % av målingene over 100 Bq/m<sup>3</sup> i skoletiden. I 2. etasje så var det færre målinger som var over DSA sin anbefalte konsentrasjon, av disse var det 47 som var innenfor skoletiden, dette utgjør 27 % av målingene over 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Ettersom et klasserom ikke er et kontrollert miljø, så er det noen ulike feilkilder som vi bør tenke over. Det er mulig at elever kan fikle med måleren på et vis, noe som kan påvirke målingene vi får. En annen påvirkning kan være elever som åpner vinduer for å lufte, målingene er gjort om vinteren, men muligheten er der fortsatt. Det at skolen skrur av ventilasjonen i helgene kan også ha en effekt. Ettersom radon er en tung gass, så kan det hende at radonkonsentrasjonen vil stige fortere i kjelleren enn det vil i klasserommet 2 etasjer over. Feil med målerne er også en mulighet.

For å være helt sikker på at det er en reell forskjell, så gjør vi en T-test. T-testen gir en p-verdi på 0,00000 når vi setter desimalantall til 5, altså er den betydelig lavere enn 5 %. Sannsynligheten for at differansen mellom målingene er tilfeldig er altså svært liten. Nullhypotesen kan da forkastes og den originale hypotesen vår er styrket.

## Konklusjon

Etter å ha målt radonkonsentrasjonen i to ulike klasserom i ulike etasjer i 18 dager så kan man konstatere at det er en signifikant forskjell mellom klasserommet i kjelleren og det i 2. etasje. Dermed er elever som har flere timer i kjellerklasserommet mer eksponert til radon. Av de 439 målingene så hadde 362 av målingene i kjelleren en konsentrasjon på over 100 Bq/m<sup>3</sup>, av målingene gjort i 2. etasje klasserommet var det bare 173 av målingen med verdier 100 Bq/m<sup>3</sup>. DSA Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet setter tiltaksverdien for radonmålinger på 100 Bq/m<sup>3</sup>, altså så skal det gjøres tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen hvis det er målinger over dette. Den øverste grenseverdien for årsmiddelverket til radonmålinger setter DSA på 200 Bq/m<sup>3</sup>. Av målingene våre så er 220 av målingene i kjelleren over 200 Bq/m<sup>3</sup> og 28 av målingene i 2. etasje overstiger også 200 Bq/m<sup>3</sup>. (Radon i skoler og barnehager, u.å.). Det bør antagelig innsettes tiltak for å redusere radon mengden i kjelleren på skolen.

## Kilder

- Anbefalte grenser for radon. (u.å.). DSA. Hentet 15. januar 2024, fra <https://dsa.no/radon/anbefalte-grenser-for-radon>
- Bjørnstad, T., Kofstad, P. K., & Alstad, J. (2024). Radon. I Store norske leksikon. <https://snl.no/radon>
- Forekomst og dødelighet. (u.å.). Helsedirektoratet. Hentet 15. januar 2024, fra <https://www.helsedirektoratet.no/retningslinjer/lungekreft-mesoteliom-ogthymom-handlingsprogram/epidemiologi/forekomst-og-dodelighet>
- Levy, F. E. S (2023). Radon-helsevirkninger. I Store medisinske leksikon. [https://sml.snl.no/radon\\_-\\_helsevirkninger](https://sml.snl.no/radon_-_helsevirkninger)
- Pedersen, B. (2024). Edelgassene. I Store norske leksikon. <https://snl.no/edelgassene>
- Radon i skoler og barnehager. (u.å.). DSA. Hentet 15. januar 2024, fra <https://dsa.no/radon/radon-i-skoler-og-barnehager>
- Radon og kreft. (2020, februar 13). Kreftforeningen. <https://kreftforeningen.no/forebygging/kreftfremkallende-stoffer/radon-og-kreft/>