



## Hvor er radonkonsentrasjonen størst?

*Forfatter: Lina Aanesland Arlander, Lørenskog videregående skole*

*Denne undersøkelsen går ut på å se om vi får signifikante forskjeller på radon konsentrasjoner i hodehøyde og gulvnivå i et rom uten ventilasjon. Parallelt med dette forsøket ble det også plassert en radonmåler i et godt ventilert skolebygg, for å se om vi kunne se merkbare forskjeller med og uten ventilasjon. Jeg fant en merkbar forskjell i radonkonsentrasjonen når man flyttet måleren fra gulv til hodehøyde. Jeg fikk også bekreftet at ventilasjon er med på å redusere radonkonsentrasjoner.*

### Introduksjon

Radon er en tung radioaktiv edelgass som man finner i berggrunnen/undergrunnen, og som dannes naturlig av jordarter. Radon dannes ved at radium brytes ned, som igjen kommer fra uran (radonova.no). Det som er spesielt med edelgasser, er at deres ytterste skall er fylt opp, noe som gjør at de er lite reaktive med andre stoffer (Tor Bjørnstad, Per K. Kofstad, Jorolf Alstad, (23.08.21), SNL). Ved at stoffet ikke reagerer med andre stoffer, og gassen er tung og stillestående, er den vanskelig å bli kvitt.

Ifølge statens strålevern er det omkring 300 personer som dør av radon hvert år i Norge. Det som gjør radon ekstra farlig, er at den er luktfri og usynlig og kan feste seg til lungevevet og gi stråling. Konstant eksponering av radongass er noe som kan føre til pustevansker, allergier som senere kan utvikle seg til lungekreft (forskning.no). Radon siger igjennom vegger og inn i hus. Siden radon er en tung edelgass, legger gassen seg på gulvnivå og er vanskelig å ventilere ut. I noen tilfeller kan ventilasjonssystemet bidra med å trekke radongassen inn i huset igjen. World Health Organisasjon påpeker også at den nest viktigste årsaken til lungekreft er radonstråling. Røyking utgjør en større andel av tilfellene. Av ca. 1800 nye tilfeller av lungekreft i Norge per år, skyldes mellom 100 og 300 av disse radon i inneluft (radonlab.com).

Med tanke på at radon verken kan sees, smakes eller luktes, er det viktig å måle radonnivåene i rom man ofte befinner seg i. Det anbefales også å plassere radonmålerne fra 1-2 meter over gulvet, da radon er en tung edelgass som legger seg på bakkenivå. Måleren vil da ta opp den lufta som er mest mulig representativ for den lufta vi puster inn til vanlig (dsa.no, 2021). Det er anbefalt å ha radonverdier under 100 Bq/m<sup>3</sup> og om det overstiger 200 Bq/m<sup>3</sup> burde det gjøres tiltak. Det kan være høyere verdier ved gulvet, men hvor stor forskjell kan det være fra gulvhøyde opp til hodehøyde? Er for eksempler barn mer utsatt for radon?

*Det gjør at problemstilling er: Vil vi se en målbar forskjell i radonkonsentrasjon mellom gulv- og takhøyde? Min hypotese er dermed: Det er høyere radonnivåer ved gulvnivå enn ved taket.*

I tillegg vet vi at en løsning på høye radon verdier er ventilasjon. Det ble sett nærmere på et skolebygg med og uten ventilasjon, for å kunne se hvor stor betydning den ventilasjonen har på radonnivåene. Så min andre hypotese vil være; *Når ventilasjonen er på, vil vi kunne se en reduksjon i radonnivåene.*

## Metode

For å måle radon fikk jeg låne to instrument av firmaet *Radonmannen*. Disse instrumentene inneholder sensorer som måler radonnivå, og tar en måling hver time og mottar derfor 24 målinger i døgnet.

Jeg plasserte ett av instrumentene på ett av kontorene på skolen, og ett i kjelleren hjemme. I tillegg bestemte jeg meg for hvilken høyde, avstand fra vinduer og ventilasjonsanlegg, og hvor de ville stått mest mulig uforstyrret. Jeg har lagd en oversikt over hvor radonmålerene var plassert i rommene.



## Plassering

### Hjemme

Radonmåleren ble plassert på kontoret i kjelleren da dette er ett av oppholdsrommene som blir tatt mye i bruk, samt at kjellere vil kunne ha mest radon da det er nærmest bakken.

Under forsøksperioden var det flere variabler som måtte være under kontroll, blant annet; alle vinduer og ventiler, disse ble beholdt lukket.

Posisjon 1



Posisjon 2



Skolen

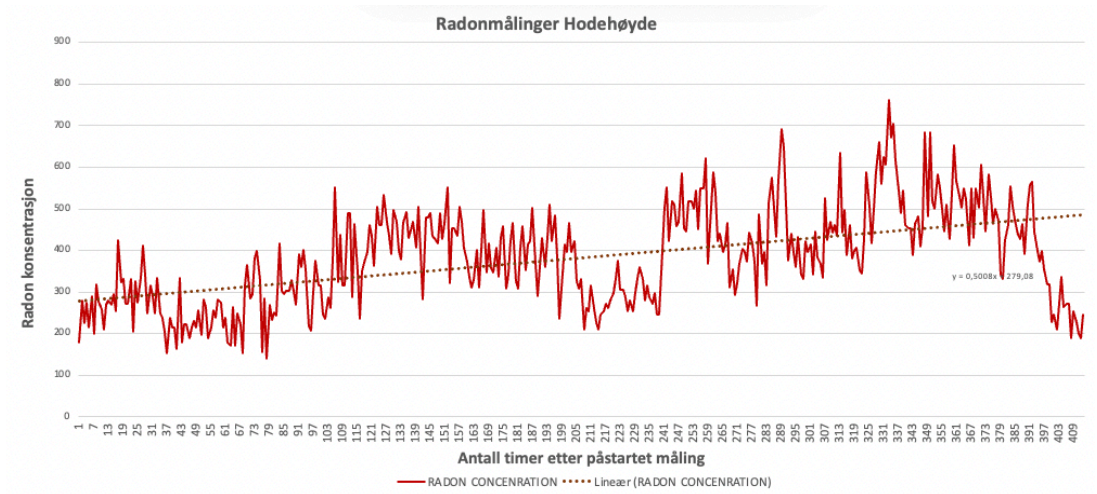


I posisjon 1 er radonmåleren plassert på gulvet, på andre siden av ventilasjonen og vinduet, og ovenfor døren. Det er ikke mye gjennomgang og bevegelser, så måleren står for det meste for seg selv uten mange ytre påvirkninger. I posisjon 2 ligger radonmåleren på motsatt side av vinduet og en ventil. Den ligger 170 cm over bakken. På skolen var radonmåleren 180 cm over bakken, 200 cm unna vinduet og 220 cm unna nærmest ventilasjonsanlegg.

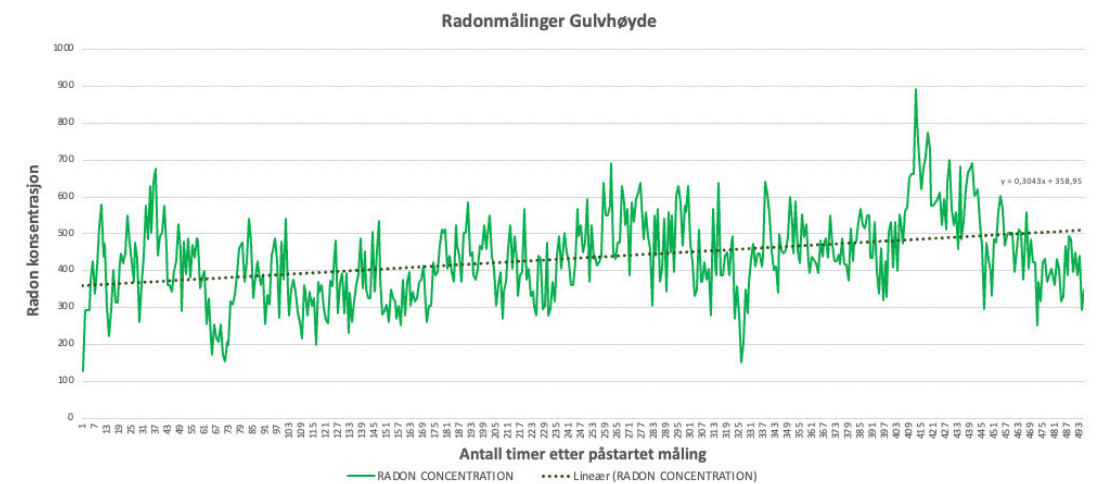
## Resultater

### Hjemme

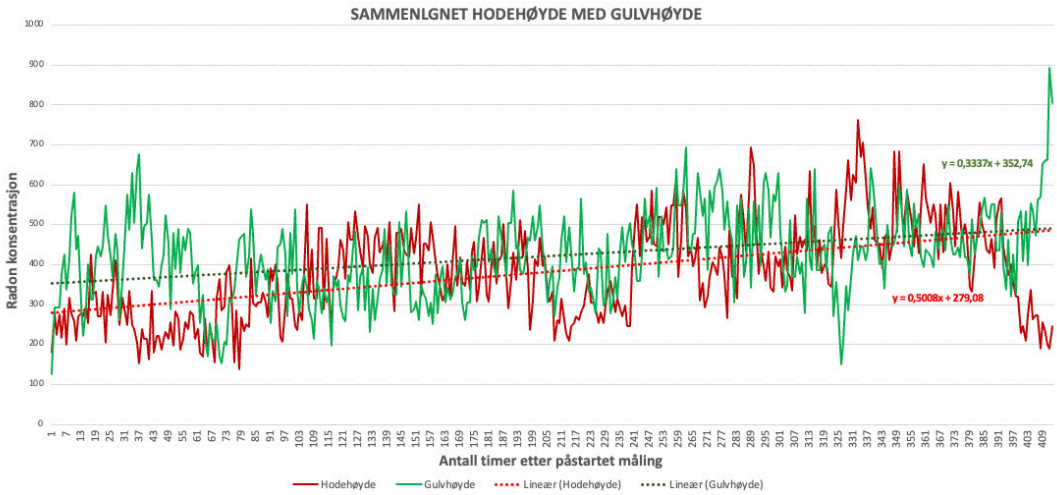
Grafene under viser Radonnivåene etter hver time, etter påbegynt måling. De lineære grafene viser trendlinjene.



Figur 1



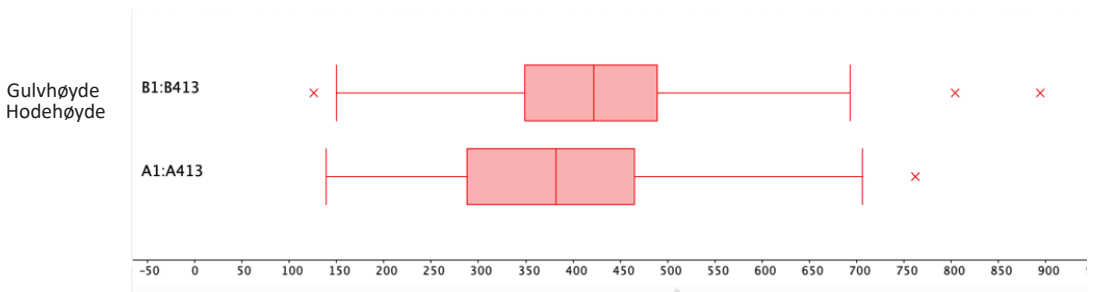
Figur 2



Figur 3

**Boksplott og T-test (hjemme)**

Boksplott viser fordelingen av data i kvartiler og fremhever gjennomsnittet og utliggere. T-test bruker vi for å teste om det er en signifikant forskjell mellom to datasett.



T-test, Differanse mellom gjennomsnitt

Kombinert

Nullhypotese:  $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternativ hypotese:   $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

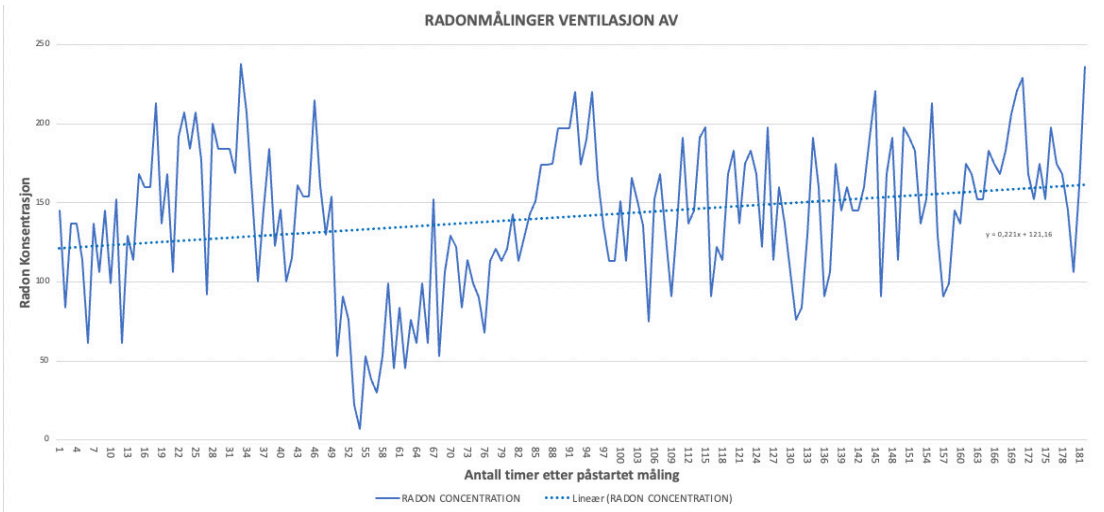
		Gjennomsnitt	s	n
Utvalg 1	B1:B413	421.8063	107.9698	413
Utvalg 2	A1:A413	382.7312	117.6611	413

Differanse	P	t	SF	df
39.0751	0	4.9727	7.8579	817.9858

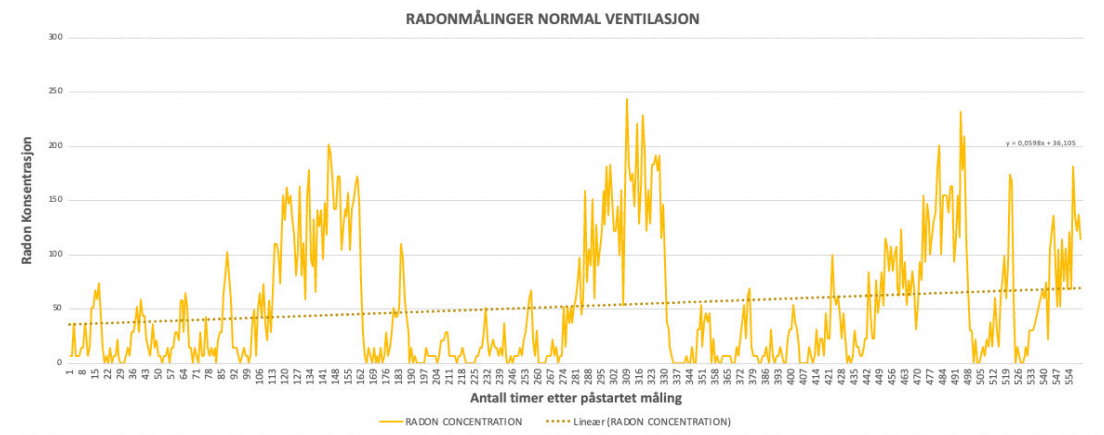
Figur 4

Skolen

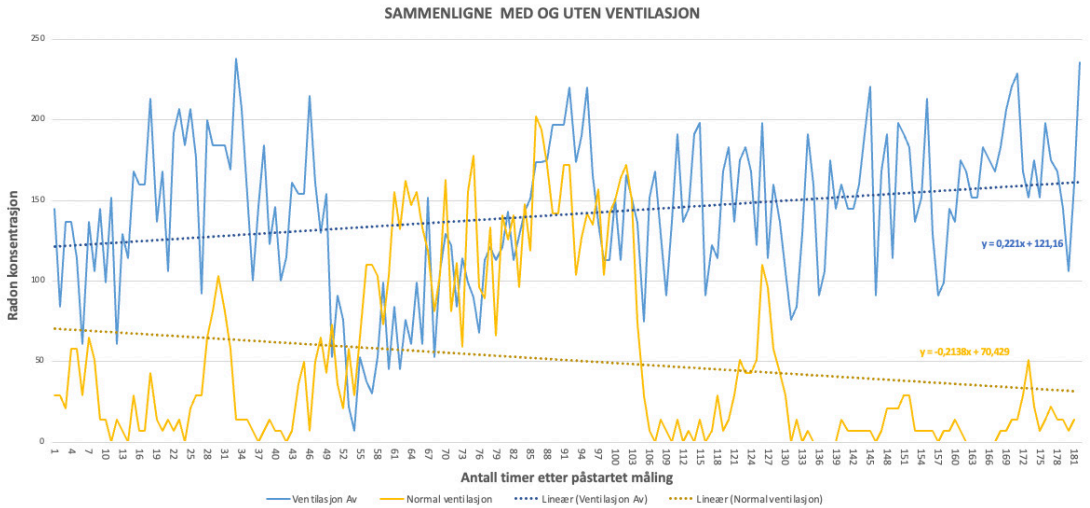
Grafene under viser radonnivåene i forhold til ventilasjonssystemet i skolebygget på Lørenskog vgs. Øverste grafen viser «vanlige» dager, hvor ventilasjonssystemet fungerer i ukedager og avslått i helger. Nederste graf viser perioden hvor ventilasjonssystemet var avslått til enhver tid.



Figur 5

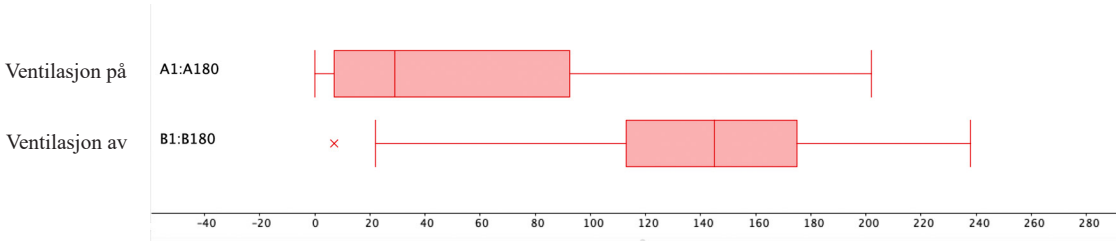


Figur 6



Figur 7

**Boksplott og T-test (skolen)**



T-test, Differanse mellom gjennomsnitt

Kombineret

Nullhypotese:  $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Alternativ hypotese:   $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$

	Gjennomsnitt	s	n
Utvalg 1 A1:A180	51.2222	55.6356	180
Utvalg 2 B1:B180	140.75	46.3599	180

Differanse	P	t	SF	df
-89.5278	0	-16.5859	5.3978	346.7172

Figur 8

**Diskusjon**

Hypotesen min var: *Det er høyere radonnivåer ved gulvnivå enn ved taket.* For å teste denne hypotesen lager jeg en nullhypotese koblet til denne hypotesen, den blir da:

Ho: *Det er ingen forskjell mellom radonnivåene ved gulvnivå og ved taket.*

Denne hypotesen bruker vi for å gjennomføre en t-test. Velger å bruke et signifikansnivå på 5 %, så dersom vår p-verdi blir lavere enn 5 %, må vi forkaste vår nullhypotese og vår opprinnelige hypotese vil bli forsterket. Men før vi gjennomfører t-testen ser vi på grafene og boksplottene for å sammenligne visuelt. Ved å se

på grafene på figur 1, 2 og 3 og boksploottene på figur 4, som er tatt av datasettene for radonkonsentrasjon hjemme, kan man se en merkbar forskjell. Figur 4, for boksploott hjemme, viser to datasett, det øverste datasettet viser til da instrumentet lå på gulvet. Vi kan se en større variasjon i verdiene da instrumentet lå i hodehøyde. Både av grafene og boksploottene ser vi dermed betydelige forskjeller. Det var forventet å se forskjell, men det er ikke alltid det forventede resultatet lar seg måle i virkeligheten. For å være helt sikker på at de forskjellene vi se er signifikante, ser vi på p-verdien til t-testen, figur 4, den viser verdien 0 når vi har avrundet til fire desimaler etter komma. Det vil si at verdien er betydelig lavere enn 5 %, så nullhypotesen forkastes. Målingene bekreftet dermed hypotesen vår om at det var mer radon ved gulvnivå, og vi kan dermed si at det er liten sjans for at disse verdiene er forskjellige grunnet tilfeldigheter.

Av skolen ble det opplyst at ventilasjonsanlegget skrur seg på i ukedagene og av i helgene. I perioden hvor ventilasjonen var av, som var i juleferien, ble ventilasjonen slått på en av dagene. Fra grafene og boksploottene for radonkonsentrasjonen på skolen, ser man en tydelig forskjell fra målinger med og uten ventilasjon. Fra figur 8, ser vi klare forskjeller mellom med og uten ventilasjon, der vi har betydelig lavere radonnivåer når vi har på ventilasjon. Fra grafene på figur 6, ser vi at det er betraktelig lavere verdier i ukedagene, når ventilasjonen er på, dermed ser vi at ventilasjonen fungerer godt. Dette var også forventet, men var usikker på hvor tydelig forskjellene skulle være. Ut ifra dette, vil vi kunne si at den andre hypotesen om ventilasjon er styrket.

## Konklusjon

Etter å ha sett på radonkonsentrasjonen hjemme både i gulvhøyde og hodehøyde, kan man si at det er en betydelig høyere verdier på gulvnivå enn i takhøyde. I dette tilfelle vil barn være mer utsatt enn voksne. Vi kan også se at både verdiene i gulv og hodehøyde overstiger den anbefalte verdien for radon i hjem. Hjem burde ikke ha verdier over 100 Bq/m<sup>3</sup> og ta større tiltak om verdiene overstiger 200 Bq/m<sup>3</sup> (dsa.no). I vår kjeller er det verdier opp til 420 Bq/m<sup>3</sup>. Dette er ekstremt høye verdier hvor det må settes inn radontiltak for å redusere nivået betraktelig. Som vist igjennom forsøket på radonnivåenes påvirkning av ventilasjon, kunne man se en klar positiv forskjell. Noe som betyr at vi kan starte med å forbedre ventilasjonen i kjelleren og se om det gir god nok effekt.

## Kildeliste

Bjørnstad T., Kofstad P. K., Alstad J., (23.08.2021), SNL.NO <https://snl.no/radon>  
Radonova.no, *Alt du trenger å vite om radon*. <https://radonova.no/hva-er-radon/>  
Radonlab.com, *Spørsmål og svar om Radon*. <https://radonlab.com/sporsmal-og-svar#faqnoanchor>  
Manzetti S., (19.03.2013), Forskning.no, *Kronikk: Radongass gir helseproblemer*. <https://forskning.no/kronikk-forebyggende-helse-geofag/kronikk-radongass-gir-helseproblemer/1177167>  
Microsoft.com, *boksploott*. <https://support.microsoft.com/nb-no/office/opprette-et-boksdiagram-62f4219f-db4b-4754-aca8-4743f6190f0d>