

Hvor mange radonmålinger må til for å kunne dokumentere radonnivået på skoler?

Av Intelytics AS ved Inger Tvenning for Statens strålevern

1. Innledning og bakgrunn

Hovedmålet med analysene var å finne ut hvor mange radonmålinger som må til for å kunne dokumentere radonnivået i skoler på en sikker måte. Oslo kommune ved Undervisningsbygg har vinteren 2011/2012 og våren 2012 målt radon i Oslo-skolen. Måledataene har blitt gjort tilgjengelig for Statens strålevern og skal benyttes til å forbedre retningslinjene i måleprosedyren.

Strålevernforskriften stiller krav om at årsmiddelverdien skal være under 200 Bq/m³ i skoler og barnehager. Tiltaksnivå er 100 Bq/m³ for oppholdsrom. Sporfilm har blitt brukt til å måle radon. Årsmiddelverdien er et gjennomsnitt av målingene som har vært gjort gjennom 2 til 3 måneder.

Analyseverktøyet IBM SPSS Statistics 22 har brukt i alle analysene.

2. Analyse

2.1 Tilrettelegging og kobling av data

Det ble foretatt 14832 målinger av radon i Oslo-skolene i vinteren 2011/2012 og våren 2012. Målingene er gjort ved 166 skoler/forvaltningsenheter som utgjør 589 skolebygg. Dataene bestod av 2 Excel-filer, en med radonmålingene og en med informasjon om skolebygningene. Informasjonen om skolebygningene inneholdt blant annet grunnflaten til skolebygningene. Filen som inneholdt informasjon om skolebygningene ble koblet til filen med radonmålingene. I filen med data om skolebygningene fantes det 215 skoler og 624 skolebygg.

Navnene på skolebygningene i de to filene måtte endres manuelt slik at de to filene kunne kobles. Det var noe uoverensstemmelse mellom de to filene. Filen som inneholdt opplysningene om skolebygningene ble styrende. Der hvor det var uoverensstemmelse ble det ikke koblet. Noen skoler hadde skiftet navn. Gamle Løren skole har blitt Refstad skole og er med. Sofienberg vgs. har blitt Sofienberg skole og finnes ikke i listen over skolebygg. Marienlyst barnehage finnes ikke i listen over skolebygg. Munkerud skole finnes ikke filen med skolebygg. Tveita skole G-blokk er heller ikke registrert i filen over skolebygg. Årvoll skole har fått nye bygg etter at radonmålingene ble gjort. Det var tilsammen 246 radonmålinger som ikke var mulig koble til skolebygg.

Det var målt radon i alle type rom og etter at de to filen var koblet ble rom som ikke kan defineres som oppholdsrom slettet. Dette var tekniske rom, fyrrom, ventilasjonsrom, vaskerom, svakstrøm, elektro-rom, lager, sprinklerrom, dusj, avfall, redskapsbod, serverrom, jordkjeller, mopperom, tilfluktsrom, arkiv, fjernvarme, tørkerom, kopi-rom kjølerom, maskinrom, disponible rom, hovedtavle-rom, sjakt, krypkjeller, sjakt, rekvisita, vifte-rom og kjeller når bruk ikke var spesifisert. De rommene som ikke var spesifisert har også blitt slettet. Slettingen skjedde manuelt og etter skjønn siden det ikke var noen enhetlig beskrivelse av rommene og en del forkortelser og skrivefeil i rombeskrivelsene.

Etter å ha gått gjennom materialet og slettet det som ikke var oppholdsrom, bestod filen av 12152 observasjoner, dette utgjør 11249 radonmålinger, 166 skoler og 428 skolebygg.

2.2 Er det nødvendig med målinger i 2. etasje?

Er det grunnlag for å si om det er nødvendig å gjøre målinger i andre etasjer enn grunnplan og eventuelt kjeller? For å kunne svare på dette så stilles følgende spørsmål til dataene:

- Er det en signifikant forskjell mellom etasjene i forhold til andelen som måler radon under 100 Bq/m³, mellom 100 og 200 Bq/m³ og over 200 Bq/m³ i de ulike etasjene?
- Er det slik at gjennomsnittet av årsmiddelverdiene mellom etasjene er signifikant forskjellige?
- For de skolebyggene som har målt radon både på grunnplan og 2./3. etasje har de forskjell i andel radon under 100 Bq/m³, mellom 100 og 200 Bq/m³ og over 200 Bq/m³ i de ulike etasjene? Viser disse skolebyggene en signifikant forskjell i gjennomsnitt mellom grunnplan og 2./3. etasje?

Krysstabellen under viser sammenhengen mellom etasjene og årsmiddelverdien. Andelen målinger under tiltaksgrense på 100 Bq/m³ øker til høyere opp i etasjene man kommer (med ett unntak, -3. etasje, men det utgjør kun 8 målinger). Et stort skillet går mellom 0. etasje (kjeller) og 1. etasje (grunnplan). Der er det en prosentdifferanse på 15,0 prosentpoeng. Det er også stor prosentdifferanse mellom -2. etasje og -1. etasje, på 16,4 prosentpoeng. I -2. og -1. etasje det også mye færre målinger (kun 181 i -2. etasje). Bokstavene ved siden av antall i tabellen viser resultatet av z-tester (justert med Bonferrino metode siden vi tester mange kategorier mot hverandre). En z-test tester om andelen i en celle i tabellen er signifikant forskjellig fra en annen på samme rad. Det at 0. etasje (b,c) og 1. etasje (d) har ulik bokstav betyr at de er signifikant forskjellig på 0,05 nivå. Forskjellen er ikke tilfeldig. At -2. etasje har ulik bokstav fra -1. etasje har mindre vekt siden vi har lite data i -2. etasje.

		Etasje							Total
		-3,0	-2,0	-1,0	,0	1,0	2,0	3,0	
Årsmiddel	Under	7 _{a,b,d}	94 _a	1221 _b	902 _{b,c}	5790 _d	874 _{d,e}	46 _{d,f}	8934
	100	87,5%	51,9%	68,3%	69,5%	84,5%	86,2%	97,9%	79,9%
	100-	0 ¹	31 _{a,b}	322 _a	235 _a	709 _b	100 _{b,c}	1 _{a,b}	1398
	200	0,0%	17,1%	18,0%	18,1%	10,3%	9,9%	2,1%	12,5%
	200+	1 _{a,b,d}	56 _a	244 _b	161 _{b,c}	353 _d	40 _{d,e}	0 ¹	855
		12,5%	30,9%	13,7%	12,4%	5,2%	3,9%	0,0%	7,6%
	Total	8	181	1787	1298	6852	1014	47	11187
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Når alle kjelleretasjene og 2. og 3. etasje er slått samme ser krysstabellen ut som tabellen under. Tabellen viser at andelen som måler radon under 100 Bq/m³ er 67,9% i kjeller, 84,5% på grunnplan og 86,7% i 2./3. etasje. Tabellen viser det er en stor forskjell mellom kjeller og grunnplan, men ikke mellom grunnplan og 2./3. etasje. Her er det også foretatt z-tester som tester om andelen mellom kolonnene på samme rad er signifikant forskjellige. Siden kjeller og grunnplan har ulik bokstav betyr det at de er signifikant forskjellige i andel både på årsmiddelverdi under 100 Bq/m³, mellom 100 og 200 Bq/m³ og over 200 Bq/m³. Det er ikke en signifikant forskjell mellom grunnplan og 2./3. etasje (3. etasje har kun 47 målinger og har liten betydning) i årsmiddelverdi når vi ser på tiltaksgrense og grenseverdien.

		Etasje			
		Kjeller	Grunnplan	2./3. etasje	Total
Årsmiddel	Under 100	2224 _a	5790 _b	920 _b	8934
		67,9%	84,5%	86,7%	79,9%
	100-200	588 _a	709 _b	101 _b	1398
		18,0%	10,3%	9,5%	12,5%
	200+	462 _a	353 _b	40 _b	855
		14,1%	5,2%	3,8%	7,6%
	Total	3274	6852	1061	11187
100,0%		100,0%	100,0%	100,0%	

Trekker vi ut de skolebyggene som har målt radon i på grunnplan og 2./3. etasje så ser fordelingen ut som tabellen under. Den viser noe større forskjell mellom andelen som skårer under 100 Bq/m³ i prosentdifferanser enn da vi hadde med alle målinger som i tabellen over. Prosentdifferansen mellom grunnplan og 2./3. etasje er på 4,6%-poeng. Det er en liten prosentdifferansen, men den er signifikant på 0,05 nivå siden bokstavene ved siden av antall blir forskjellig.

		Etasje		
		Grunnplan	2./3. etasje	Total
Årsmiddel	Under 100	3001 _a	891 _b	3892
		82,4%	87,0%	83,4%
	100-200	447 _a	96 _b	543
		12,3%	9,4%	11,6%
	200+	196 _a	37 _b	233
		5,4%	3,6%	5,0%
	Total	3644	1024	4668
100,0%		100,0%	100,0%	

En annen måte å analysere forskjellen mellom etasjene på et å teste om det er slik at gjennomsnittlig årsmiddelverdi er signifikant forskjellig i kjeller, grunnplan og 2./3. etasje. Tabellen under viser resultatet av en en-veis variansanalyse. Tabellen viser at det er en signifikant forskjell på 0,000 nivå i årsmiddelverdi mellom grunnplan og kjeller, men ikke mellom grunnplan og 2./3. etasje. Det bekrefter det krysstabellene med alle dataene over viste. Forskjellen finnes mellom kjeller og de to andre etasjene, ikke mellom grunnplan og 2./3. etasje. P-verdien på 0,361 som vi får når vi sammenligner grunnplan og 2./3. etasje, betyr at det ikke er en signifikant forskjell mellom grunnplan og 2./3. etasje. Forskjellen er kun på 3,21 Bq/m³ i snitt.

Games-Howell

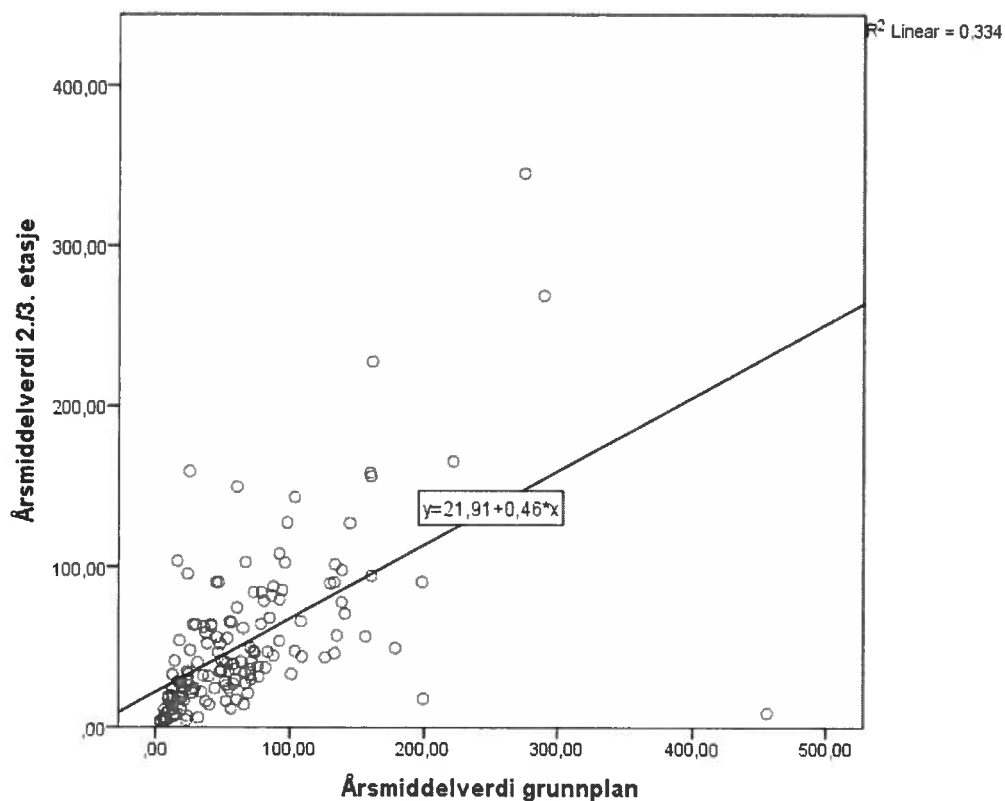
(I) Etasje	(J) Etasje	Gjennomsnittlig forskjell (I-J)	Standardfeil	Sig.
Kjeller	Grunnplan	53,76'	3,39	,000
	2./3. etasje	56,98'	3,85	,000
Grunnplan	Kjeller	-53,76'	3,39	,000
	2./3. etasje	3,21	2,35	,361
2. og 3. etasje	Kjeller	-56,98'	3,85	,000
	Grunnplan	-3,21	2,35	,361

Tabellen under viser forskjell i gjennomsnitt mellom de skolebyggene som har målt radon både på grunnplan og 2./3. etasje. Her er gjennomsnittsforskjellen større enn da vi så på alle målinger. Grunnplan skårer i snitt 62,3 Bq/m³ og 2./3. etasje skårer i snitt 53,6 Bq/m³. En t-test konkluderer med at denne gjennomforskjellen er signifikant på 0,05 nivå. Median er veldig lik og spredningen målt med standardavvik viser at det er større spredning på grunnplan. Der er det også over 3 ganger så mange målinger.

Årsmiddel

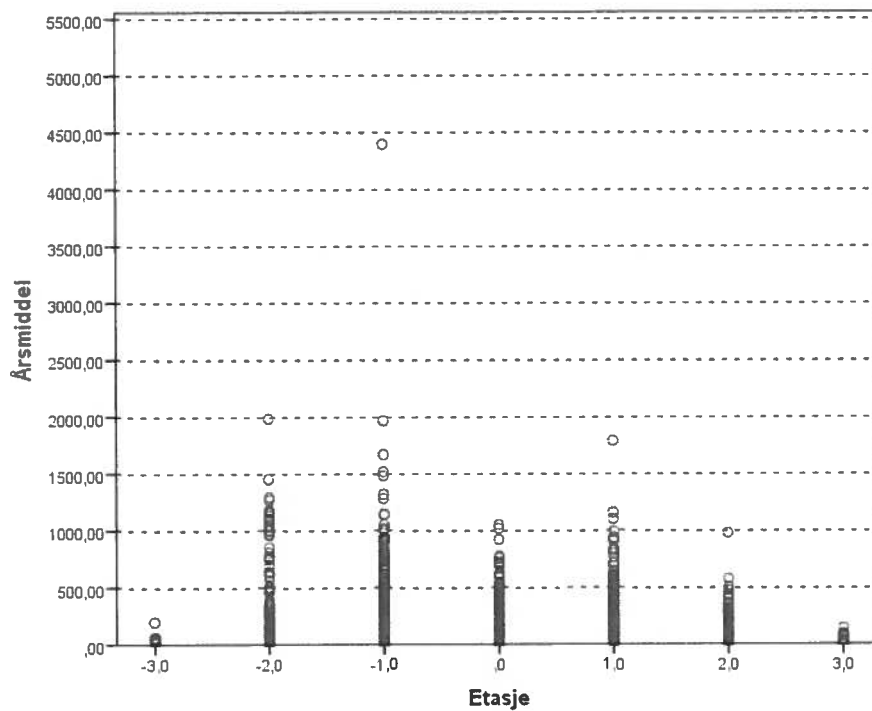
Etasje	Gjennomsnitt	Median	Standardavvik	N
Grunnplan	62,3	33,5	89,1	3644
2./3. etasje	53,6	33,3	68,8	1024
Total	60,4	33,4470	85,18735	4668

Grafen under viser at det er en lineær sammenheng mellom gjennomsnittet av årsmiddelverdi per skolebygg på grunnplan og i 2./3. etasje. Korrelasjonskoeffisienten er 0,578 som betyr at det er en relativt sterk sammenheng. Sammenhengen er klart signifikant. Regresjonskoeffisienten er på 0,46 som betyr at hvis årsmiddelverdien på grunnplan øker med 1 i snitt per skolebygg, så øker den med 0,46 i snitt i andre etasje. Det er målt rundt 3 ganger så mange målinger på grunnplan som i 2./3. etasje så målingene på grunnplan og 2./3. etasje er ikke helt sammenlignbare.



Når det gjelder de enkelte skolebyggene så vil det være for få målinger i de ulike etasjene for å si noe sikkert. Veldig mange skolebygg har ikke målinger i 2. etasje i det hele tatt. Det er i tillegg relativt få målinger i 2. etasje (1061 i antall) i forhold til grunnplan (6852 i antall). Og selv der det er målt i 2. etasje er det mange færre målinger enn i 1. etasje.

Det vi kan konkludere er at generelt er det slik at det er en forskjell mellom kjeller og grunnplan og kjeller og 2./3. etasje. Kjellere er de som har de høyeste årsmiddelverdiene. Grafen under viser at det er i kjeller vi måler de aller høyeste årsmiddelverdiene.



Skal kjeller brukes til oppholdsrom, så er det spesielt viktig å måle der. Det har blitt gjort vesentlig flere målinger på grunnplan eller noen andre etasjer. Det er der de fleste oppholdsrom er og der er det også lavere radonverdier enn i kjeller. Når vi kun ser på de skolebygg som har målt radon både på grunnplan og 2./3. etasje så ser vi en større forskjell mellom grunnplan og 2./3. etasje. Det vi kan konkludere er at radon målt i 2./3. etasje viser mindre andel radon over tiltaksgrense og grenseverdi enn på grunnplan. Det er likevel en mindre andel som måler over grenseverdi og tiltaksgrense i 2./3. etasje. Måler man på grunnplan så vil 2./3. etasje klart vise lavere årsmiddelverdi i snitt enn grunnplan, derfor skulle det være tilstrekkelig å måle på grunnplan og kjeller.

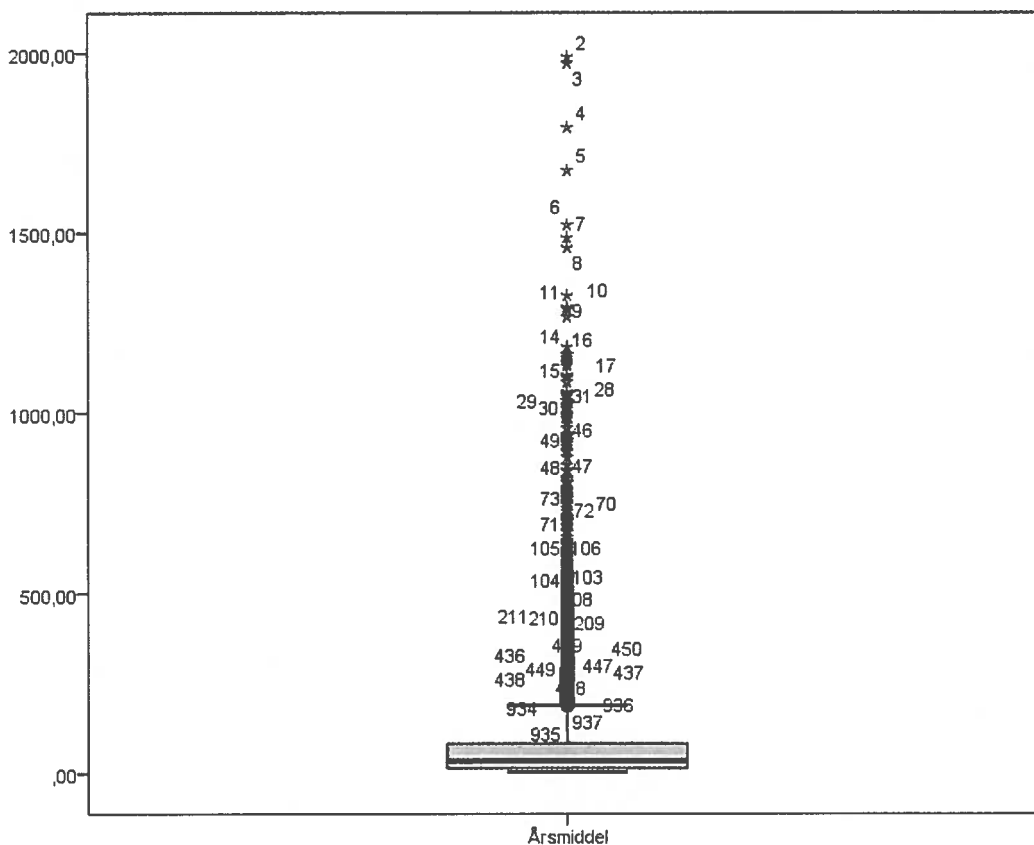
2.2 Hvor mange målinger må til?

Hovedmålet med denne analysen var å finne ut hvor mange radonmålinger som må til for å kunne dokumentere radonnivået i skoler. For å kunne svare på dette så stilles følgende spørsmål til dataene:

- Hva er sammenhengen mellom presisjonsnivå og datamengde?
- Hva er karakteristisk ved fordelingen av årsmiddelverdi?
- Er det en sammenheng mellom grunnflate og antall målinger på grunnplan?
- Når vi trekker tilfeldige utvalg på 70%, 66%, 60% etc., når blir andelen som måler over 200 Bq/m³ per skolebygg og per forvaltningsenhet signifikant forskjellig fra andelen i hele datasettet? Når vi trekker tilfeldige utvalg på 70%, 66%, 60% etc., når blir andelen som måler over 100 Bq/m³ per skolebygg signifikant forskjellig fra andelen i hele datasettet? Når vi trekker tilfeldige utvalg på 70%, 66%, 60% etc., når blir andelen som måler over 100 Bq/m³ og 200 Bq/m³ per skolebygg på grunnplan signifikant forskjellig fra andelen i hele datasettet?
- Hvor mange målinger må gjøres per m²?

Det er en klar sammenheng mellom datamengde og presisjonsnivået i beregninger i statistikk. Det betyr at til mere data til sikrere konklusjoner kan vi trekke. Reduserer vi datamengden vil vi få mindre presise målinger. Nå er det gjort veldig grundige målinger av Oslo-skolene, så å si alle skoler er målt og alle skolebygg som har oppholdsrom. Vi har med andre ord et høyt presisjonsnivå. Hvor mye kan vi tåle at dataene reduseres uten at vi får mindre presise data?

Fordelingen av årsmiddelverdi har en skjevhetsverdi på 8,2 og en kurtosis på 165,5 som betyr at fordelingen er svært skjevt fordelt og har sterk fortetting (mange målinger viser det samme). Gjennomsnittet er 72,7 Bq/m³ og median er 35,3. Det betyr at fordelingen av årsmiddelverdi er langt fra å være normalfordelt. Verdiene varierer mellom 3,7 og 4398 (eller rundt 2000, 4398 er en enkeltstående svært ekstrem verdi). Fjernes den mest ekstreme verdien 4398 ser fordelingen som boks-plottet under (er 4398 med blir det vanskelig å lese plottet). Ekstremverdien på 4398 er ikke fjernet i andre beregninger og den finnes i en kjeller (-1. etasje). Plottet viser sterk positiv skjevhet. Det er 936 observasjoner som er definert som ekstreme (utenfor 1 ½ interkvartil avstand) og de har årsmiddelverdi over 189 Bq/m³. Disse ekstremverdiene utgjør 8,3% av alle målinger av årsmiddelverdi. Tabellen under viser fordelingen av årsmiddelverdi. De mest ekstreme verdiene, over 1000 Bq/m³ er målt i idrettshaller, tannlegerom og gang i all hovedsak. Og de rommene ligger for det meste i kjeller.



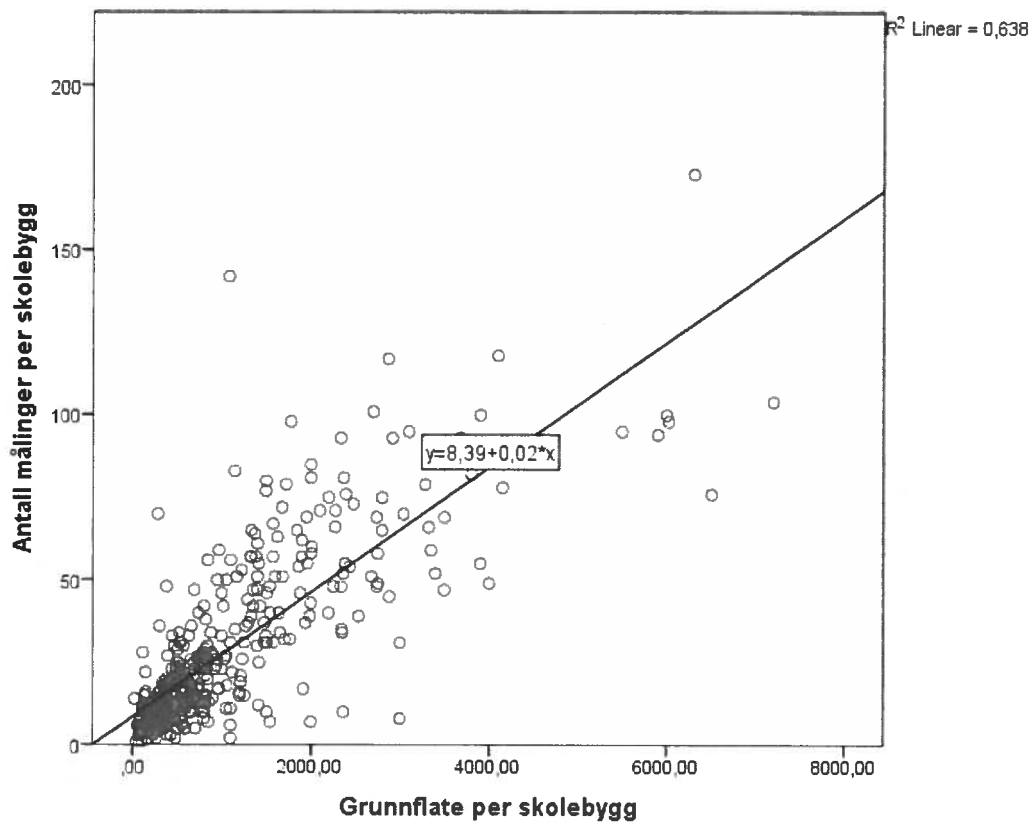
Tabellen under viser hvilken fordeling vi har over og under tiltaksgrense og grenseverdi. Tabellen viser at det er 7,6% av radonmålingene som viser en årsmiddelverdi over 200 Bq/m³. 20,1% av målingene har en årsmiddelverdi over tiltaksgrensen.

Årsmiddel

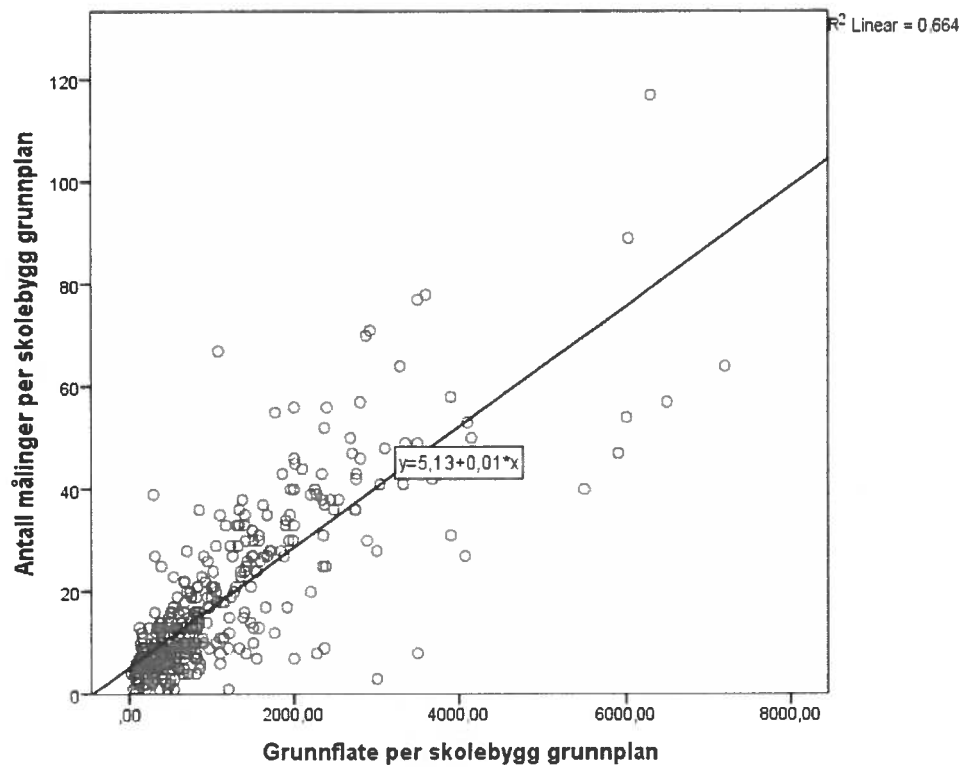
		Antall	Prosent
Valid	Under 100	8988	79,9
	100-200	1405	12,5
	200+	855	7,6
	Total	11248	100,0

35,5% av skolebyggene har ikke målinger over 100 Bq/m³ i det hele tatt. 42,9% har mindre enn 3 målinger over 100 Bq/m³. 53,7% av skolebyggene har ingen målinger over 200 Bq/m³. 61,4% har mindre enn 4 målinger over 200 Bq/m³.

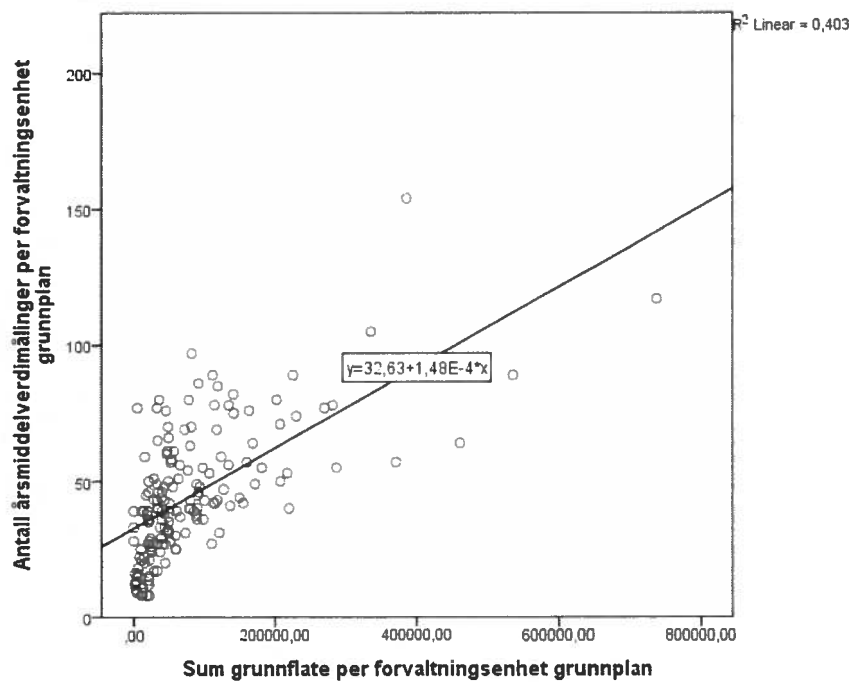
Det er en sterk sammenheng mellom antall målinger per skolebygg og grunnflaten per bygg. Pearsons korrelasjonskoeffisient er 0,768 hvis vi ser på alle målinger. Det betyr at til større grunnflate til flere målinger. Grafen under viser et punktplott med regresjonslinje (beste tilpasningen i forhold til dataene). Siden grunnflate er målt i antall m², viser grafen under at for hver m² grunnflate så øker antall målinger med 0,02 i gjennomsnitt per skolebygg. Det betyr at på 100 m² så gjøres det 2 målinger i gjennomsnitt (1,8 for å være helt nøyaktig).



Grafen under viser kun grunnplan. Her er grunnflate forstått som arealet skolebygningene har på grunnplan og det blir derfor det mest korrekt å bruke målinger på grunnplan. Punktplottet under viser at det er en klar lineær sammenheng mellom grunnflate per skolebygg og antall målinger på grunnplan. For hver m² grunnflate så øker antall målinger med 0.01 (stigningskoeffisienten til regresjonslinjen i grafen). Det betyr at på 100 m² så gjøres det 1 måling i gjennomsnitt (1,2 helt nøyaktig). Korrelasjonskoeffisienten er svært høy på 0,815 og klart signifikant på 0,05 nivå. Det betyr at antall målinger på grunnplan reflekterer godt hvor stor grunnflaten i bygningen er. Det var noen få bygg som er oppgitt med 0 og 1 i grunnflate, de har blitt fjernet.



Sammenhengen mellom sum av grunnflate per forvaltningsenhet på grunnplan og antall årsmiddelverdimålinger per forvaltningsenhet på grunnplan er langt fra så lineær som punktplottet over, vist i punktplottet under. Det betyr at det er viktig å måle ved hvert skolebygg.



Det viktigste når vi skal finne ut hvor mange målinger som er godt nok er at de skolebyggene som måler høye radonverdier, over grenseverdien 200 Bq/m³ og over tiltaksgrensen på 100 Bq/m³ ikke faller ut ved å redusere antall målinger. Men er det mulig å teste hvor stor andel som er nok?

Hvis vi reduserer antall målinger til 70%, 66% etc., hvor mange skolebygg vil da vise årsmiddelverdi over 200 Bq/m³? Dette er noe som er mulig å studere. 197 av 427 skolebygg har målt en eller flere årsmiddelverdier over 200 Bq/m³. Det utgjør 46,1% av skolebyggene. Et tilfeldig utvalg på 66% gir 177 av 425 skolebygg med årsmiddelverdi over 200 Bq/m³. Det utgjør 41,6% av skolebyggene. Et tilfeldig utvalg på 50% av målingene gir 155 skolebygg med årsmiddelverdi over 200 Bq/m³. Det utgjør 37%. Spørsmålet er om noen av disse prosentandelen er signifikant forskjellige? En ikke-parametrisk kji-kvadrat test viste at det var signifikant forskjell når andelen ble redusert til 50%, men ikke til 66%. Det kan tyde på at ved å velge 66% eller 2/3 så vil man oppdage omtrent like stor andel skolebygg med radonverdier over 200 Bq/m³ som om man hadde målt like nøyaktig som Oslo-skolene er målt. 60% ble også testet, men det viste det samme som 50%, at det ble en signifikant forskjell mellom utvalget og andelen over 200 Bq/m³ i Oslo-skolene. Tabellen under viser de samme tallene som er beskrevet over. Det som er merket med bold og lilla er ikke signifikant forskjellig.

	Ant all totalt	Prosent totalt	Ant all 70%	Prosent 70%	Ant all 66%	Prosent 66%	Ant all 60%	Prosent 60%	Ant all 50%	Prosent 50%	Ant all 40%	Prosent 40%	Ant all 30%	Prosent 30%
Ikke over 200	230	53,9	253	59,5	248	58,4	259	60,9	264	63	268	64,9	282	69,5
Over 200	197	46,1	172	40,5	177	41,6	166	39,1	155	37	145	35,1	124	30,5
Total	427	100	425	100	425	100	425	100	419	100	413	100	406	100

Det er også mulig å se på andelen forvaltningsenheter som har radonmålinger over 200 Bq/m³. Da må man opp i 80% for ikke å få en signifikant forskjell mellom andelen over 200 Bq/m³ i utvalget i forhold til den totale andelen. Siden det er en klar lineær sammenheng mellom grunnflate og antall målinger per skolebygg så blir det mer riktig å velge skolebygg med radon over 200 Bq/m³ som styrende for hvor stor andel som trengs, ikke forvaltningsenhet.

	Antall totalt	Prosent totalt	Antall 80%	Prosent 80%	Antall 75%	Prosent 75%	Antall 66%	Prosent 66%
Ikke over 200	30	18,1	36	21,7	42	25,3	40	24,1
Over 200	136	81,9	130	78,3	124	74,7	126	75,9
Total	166	100,0	166	100,0	166	100,0	166	100,0

Tabellen under viser andelen av skolebygg som måler radon over tiltaksgrense på 100 Bq/m³. Her er det ingen signifikant forskjell mellom andelen som måler en eller flere verdier over 100 Bq/m³ per skolebygg før andelen er redusert til 50%. Vi må velge minst 60% for å være sikker på at andelen over 100 Bq/m³ per skolebygg ikke skiller seg signifikant fra den totale fordelingen.

	Ant all totalt	Prosent totalt	Ant all 70%	Prosent 70%	Ant all 66%	Prosent 66 %	Ant all 60%	Prosent 60 %	Ant all 50%	Prosent 50%	Ant all 40%	Prosent 40%	Ant all 30%	Prosent 30%
Ikke over 100	152	35,6	160	37,6	164	38,6	168	39,6	176	41,9	181	43,8	194	47,7
Over 100	275	64,4	265	62,4	261	61,4	256	60,4	244	58,1	232	56,2	213	52,3
Total	427	100	425	100,0	425	100	424	100	420	100	413	100,0	407	100,0

Hvis vi kun analyserer grunnplan, så vil også 66% så vidt ikke være signifikant forskjellig fra den totale andelen som skårer over 100 Bq/m³ og over 200 Bq/m³.

	Ant all totalt	Prosent totalt	Ant all 70%	Prosent 70%	Ant all 66%	Prosent 66%	Ant all 60%	Prosent 60 %	Ant all 50%	Prosent 50%	Ant all 40%	Prosent 40%	Ant all 30%	Prosent 30%
Ikke over 200	316	76,3	324	79,0	326	79,9	331	80,9	325	81,3	337	84,5	327	87,7
Over 200	98	23,7	86	21,0	82	20,1	78	19,1	75	18,8	62	15,5	46	12,3
Total	414	100	410	100	408	100	409	100	400	100	399	100	373	100

	Ant all totalt	Prosent totalt	Ant all 70%	Prosent 70%	Ant all 66%	Prosent 66%	Ant all 60%	Prosent 60 %	Ant all 50%	Prosent 50%	Ant all 40%	Prosent 40%	Ant all 30%	Prosent 30%
Ikke over 100	233	56,3	247	60,2	251	60,9	250	61,4	245	61,3	264	66,0	253	66,9
Over 100	181	43,7	163	39,8	161	39,1	157	38,6	155	38,8	136	34,0	125	33,1
Total	414	100	410	100	412	100	407	100	400	100	400	100	378	100

Hvis vi omregner hvor mange målinger som trengs til antall målinger per m², så har vi sett at det i Oslo-skolen i snitt vært gjort 1,2 målinger per 100 m² på grunnplan. Reduseres dette til 66% vil det bli 0,79 per 100 m² (66% av 1,2 siden sammenhengen mellom grunnflate og antall målinger er lineær). Reduserer vi ytterligere til 60% vil 0,72 målinger per 100 m² (60% av 1,2). Siden det er på grunnplan vi har flest målinger og der grunnflaten speiler antall målinger best så er det strengt tatt bare på grunnplan vi kan beregne antall målinger per m².

Hva som skal være kriteriet for hvor mye data som trengs er ikke helt entydig. Det må enten være andelen som måler over tiltaksgrensen på 100 Bq/m³ eller andelen som måler over grenseverdien på 200 Bq/m³ over tiltaksgrensen for skolebygg på grunnplan.

3. Oppsummering

Det var ingen signifikant forskjell mellom grunnplan og 2./3. etasje i årsmiddelverdi når vi ser på tiltaksgrense og grenseverdiene for radon-nivået. Det er imidlertid en signifikant forskjell i andelen over tiltaksgrense og grenseverdi når vi kun ser på de skolebygg som har målt radon både i 1. og 2./3. etasje. Det er også en forskjell i gjennomsnitt. Andelen radon over tiltaksgrense og grenseverdi er lavere og gjennomsnittlig årsmiddelverdi er lavere enn på grunnplan. Måler man på grunnplan så vil 2./3. etasje klart vise lavere årsmiddelverdi i snitt enn grunnplan, derfor skulle det være tilstrekkelig å måle på grunnplan og kjeller

For å kunne finne ut hvor mange målinger som trengs er det viktig å ser på fordelingen av årsmiddelverdi. Den er sterkt skjevt fordelt og har sterk fortetting rundt gjennomsnittet.

Det er viktig å måle alle skolebygg siden det er en klar lineær sammenheng mellom grunnflate per skolebygg og gjennomsnittlig årsmiddelverdi per skolebygg.

Hva som skal være kriteriet for hvor mye data som trengs er ikke helt entydig. Det må enten være andelen som måler over tiltaksgrensen på 100 Bq/m^3 eller andelen som måler over grenseverdien på 200 Bq/m^3 over tiltaksgrensen. Ser vi bare på grunnplan så skal det være nok med 66% av de målingene som er gjort i Oslo på grunnplan for å få en riktig andelen målinger både over tiltaksgrense og grenseverdi. Det vi kan konkludere er at andelen enten bør være minst 66% hvis vi bare skal ta hensyn til statistikk.

Hvis vi omregner hvor mange målinger som trengs til antall målinger per m^2 per skolebygg, så har det i Oslo-skolen i snitt vært gjort 1,2 målinger per 100 m^2 på grunnplan. Reduseres dette til 66% vil det bli 0,79 per 100 m^2 (66% av 1,2 siden sammenhengen mellom grunnflate og antall målinger er lineær). Reduserer vi ytterligere til 60% vil 0,72 målinger per 100 m^2 (60% av 1,2).

Siden det er på grunnplan vi har flest målinger og der vi har grunnflate så er det strengt tatt bare på grunnplan vi kan beregne antall målinger per m^2 .

