

# En laboratorieøvelse i måling av konsentrasjon av radongass

Bjarne Stugu  
Fysisk institutt  
Universitetet i Bergen

2. februar 1994

## 1 Innledning

Kjerne og partikkelfysikk har preget fysikken gjennom hele vårt århundre, både i teoretisk og eksperimentell forskning. Følgelig står temaet nokså sentralt i universitetsundervisningen i fysikk, og studentene bør få kjennskap til emnene såvel fra en teoretisk som en eksperimentell side. Det siste er i de senere år blitt spesielt viktig, ettersom disse eksperimentelle metodene benyttes for målinger av nivåer av radioaktiv stråling.

Radongass er en kilde til radioaktiv stråling, og for mange mennesker den største enkeltkilden til stråledose. Som ledd i fornyelsen av fysikk-kurset FYS-134, "eksperimentalfysikk", ved Universitetet i Bergen ble det av kursets leder gjennom mange år, Kjell Aarsnes, foreslått å lage en laboratorieøvelse for studentene der en skulle måle konsentrasjon av radongass. Ettersom radongassproblematikken er meget aktuell skulle en slik øvelse virke motiverende på studentene, og artikkelforfatteren gikk med glede løs på oppgaven med å lage en slik øvelse.

## 2 Måleprosedyre

Den vanligste metoden for måling av konsentrasjon av radongass i et rom er å sette ut en boks med aktivt kull i rommet. Radonet vil da klebe seg til overflaten av kullet i en mengde som kan regnes som proporsjonal med konsentrasjonen i rommet. Boksen bør stå åpen i rommet i 2 til 4 døgn. Så tar en med boksen for utmåling ved et laboratorium. Disse kullbokser er rimelige i anskaffelse (kr. 45,- pr. stk.), og kan dessuten benyttes flere ganger. Det var derfor duket for en oppgave som inviterer til aktiv deltakelse fra studentene, idet vi kunne kjøpe inn så mange bokser at hver student fikk sjansen til å ta med en hjem, og måle radonkonsentrasjon i et rom etter eget valg.

Laboratorieoppsettet er imidlertid relativt kostbart. Figur 1 viser oppsettet skjematisk. Påvisning av radon gjøres ved påvisning av linjer i energispekteret fra radonets gammastråling. Vi benyttet et 3,5 tommers Na-I krystall med påmontert fotomultiplikator for å detektere gammastrålingen. Grunnet

de lave strålenivåene som skulle registreres måtte måleutstyret avskjermes i en blybeholder av spesielt lavaktivt bly (dette kan skaffes kommersielt). For å utføre analysen av gammaspektrene ble et kommersielt utviklet system benyttet. Dette systemet besto av et kretskort med Analog til Digital Converter (ADC) for montasje i PC og programvare for å lese ut ADC og for analyse og tegning av oppsamlede spektrere. To sett utstyr ble innkjøpt. Innkjøp av PCer var ikke nødvendig idet to relativt gamle IBM-AT maskiner ved Fysisk institutt kunne benyttes. Prisen var ca. kr. 50000,- pr. oppsett.

Målinger som denne, der en skal komme frem til en absolutt måleverdi, krever en gjennomtenkt kalibreringsmetode, d.v.s en sikker måte å relatere det en måler til den størrelse en vil estimere. I dette tilfellet dreier det seg om å relatere radonkonsentrasjon i et rom til en registrert økning i antall tellinger pr. tidsenhet for pulser i et bestemt pulshøydeområde. Til kalibreringsarbeidet fikk vi hjelp av Statens strålevern. Der har de nemlig innrettet et rom med kjent radonkonsentrasjonen. En boks med aktivt kull ble derfor sendt til Statens strålevern, og eksponert i dette rommet i tre døgn. ADC-spektre fra denne boksen ble deretter tatt opp med vår apparatur og lagret for senere bruk. Dette ble da det spektrum som studentene skulle sammenligne sine observasjoner med. Denne kalibreringsprosedyren ble bare utført på et av de to oppsettene vi hadde. Grunnen til dette var at utstyret til det andre oppsettet ble mottatt så sent at det ikke var anledning til en slik kalibrering før øvelsen begynte. Det viste seg at dette andre oppsettet gav et estimat av radonkonsentrasjoner som lå omtrent 20 % for høyt når en brukte kalibreringsspektra fra det første settet.

### 3 Gjennomføring av øvelsen

Før studentene begynner på den sekvensen av øvelser som omhandler radioaktiv stråling gis det en forelesning med en kort generell innføring om apparatur som brukes i kjerne/stråle-fysikk. Under denne forelesningen ble kullbokser utdelt til studentene, slik at de kunne plassere dem for eksponering i et fritt valgt rom. Videre ble en skriftlig laboratorieveiledning utdelt. Foruten veiledning til selve øvelsen inneholdt denne et kortfattet resyme av problematikken omkring radon.

I alt 47 studenter tok kurset FYS-134 i høstsemesteret 1993, og alle gjennomførte øvelsen i løpet av to hektiske uker. Studentene arbeidet to og to, og måtte, etter å ha justert forsterkningen i systemet, ta opp spektrere fra to bokser, samt et bakgrunnsspekter. Det tok 20 minutter å ta opp et spektrum. Disse spektrere skulle altså sammenlignes med spektrere fra en "kjent" boks som allerede var lagret på disk. Studentene hadde 4 timer til rådighet for gjennomføring av øvelsen, og de aller fleste ble ferdige godt innenfor denne tiden. Radonkonsentrasjonene som studentene estimerte er oppsummert i figur 2. De fleste verdier som ble funnet med den ukalibrerte apparatur er her korrigert nedover med 20 %. Fordelingen av måleverdier oppnådd her svarer godt til det en kan forvente på grunnlag av undersøkelser gjennomført av f. eks. Statens strålevern (se fig. 3) [1]. Usikkerheten i anslagene av radonkonsentrasjon måtte naturligvis estimeres av studentene, og lå stort sett mellom 10 og 15  $Bq/m^3$ .

De studenter som fikk høye verdier av radonkonsentrasjon (over  $200 \text{ Bq/m}^3$ ) fikk utdelt informasjonsmateriale om tiltak for å få ned radonkonsentrasjonen. Som det framgår av fig. 2 fikk en student meget høy verdi på sin måling. Han fikk anledning til å gjøre flere målinger på sitt bosted.

#### 4 Studentenes evaluering av øvelsen

For å få et inntrykk av studentenes reaksjon på øvelsen ble et spørreskjema utdelt til alle studenter. 32 av de 47 studentene besvarte dette skjemaet (d.v.s. 68 %). Spørreskjema finnes i vedlegget. Figur 4a-c viser frekvensfordeling av besvarelser av de tre generelle spørsmålene sist i spørreskjemaet. Det ser ut til at en kan konkludere at øvelsen ble meget godt mottatt av studentene. Alle mente at dette var et positivt eller meget positivt tilskudd til kurset, og de syntes at de hadde lært mye om radongassproblematikken. Imidlertid har kurset også som målsetting at en skal få kunnskaper om eksperimentell apparatur, og bruk av denne. Her ser vi at det var mange som følte at de fikk bare en middels bra kunnskap om dette. Siden det samtidig ser ut til at en kan øke arbeidsmengden på laboratedagen noe (ingen av studentene mente det var for mye å gjøre; noen mente det var for lite!), kan en tenke seg å utarbeide et ekstra punkt i øvelsen som bidrar til å belyse apparaturen.

#### 5 Konklusjon

Konklusjonen må altså være at dette har blitt et positivt tilskudd til kurset FYS-134. Grunnen til dette ligger nok først og fremst i valg av aktuelt tema, og den motiverende effekten dette kan ha hatt på studentene. Forfatteren var, før øvelsen ble gjennomført, redd for at mange studenter skulle ha glemt å sette ut kullboksen noen dager før selve laboratedagen. Dette viste seg grunnløst idet samtlige studenter hadde husket dette. Dette tar jeg som et tegn på god motivasjon!

Til slutt vil jeg takke amanuensis Kjell Aarsnes som hadde ideen til denne øvelsen og som har lagt forholdene godt til rette for at jeg har kunnet arbeide med et så interessant og inspirerende tema som del av undervisningen. Han har også sørget for innkjøp av nødvendig apparatur. Videre er jeg meget takknemlig for informasjon og nødvendig assistanse fra Statens Strålevern. Forøvrig nevnes at denne rapporten er en utvidet versjon av en skriftlig omtale av denne øvelsen gitt under deltakelse i kurset i universitetspedagogikk for nytilsatte ved Universitetet i Bergen.

#### VEDLEGG:

1. Evalueringsskjema

#### REFERANSE:

1. T. Strand, B.M.R. Green, P.R. Lomas: "Radon in Norwegian Dwellings" Contribution to 5th Int. Symp. on the Natural Radiation Environment, Salzburg, Austria, Sept. 22-28 1991.

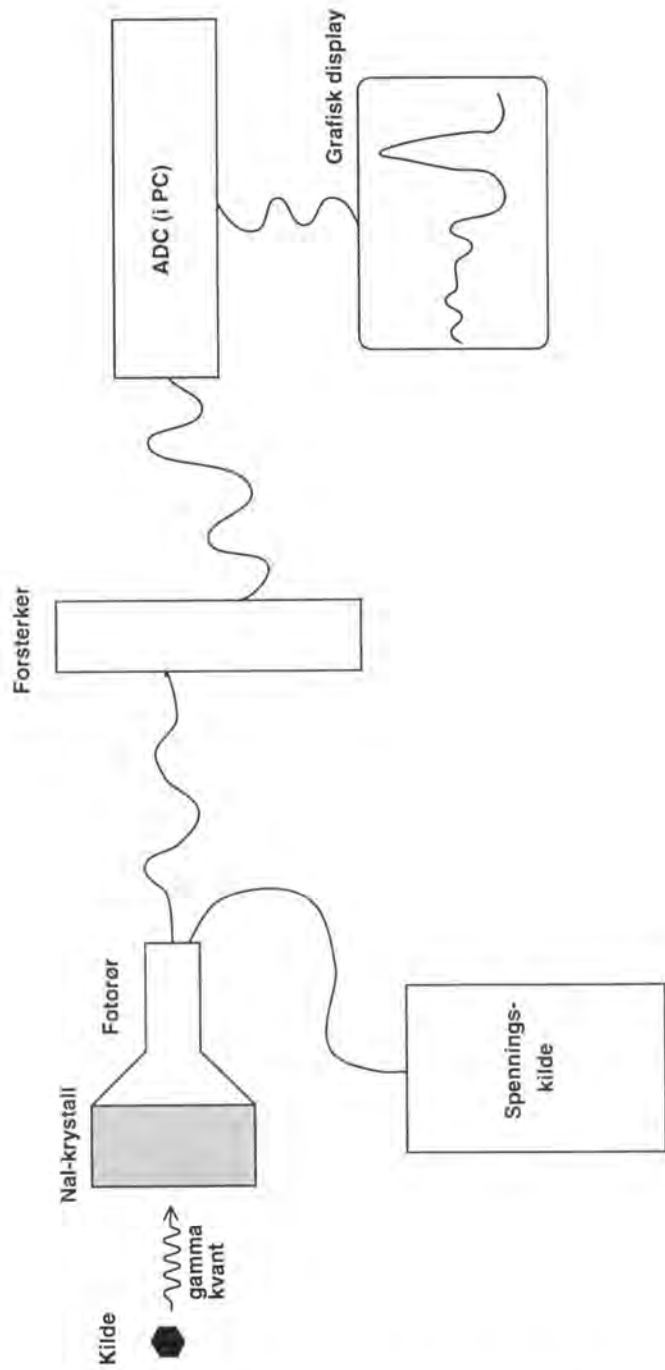


Figure 1: Skjematisk tegning av apparatoppsett

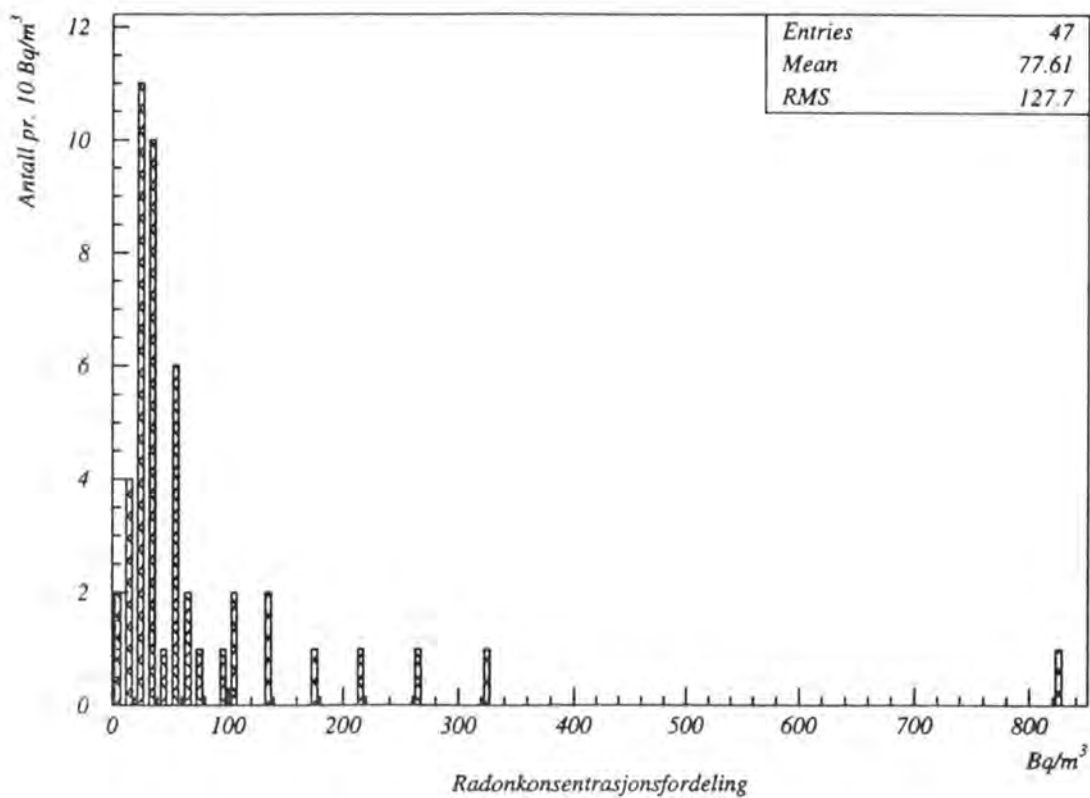


Figure 2: Frekvensfordeling av målte radongasskonsentrasjoner.

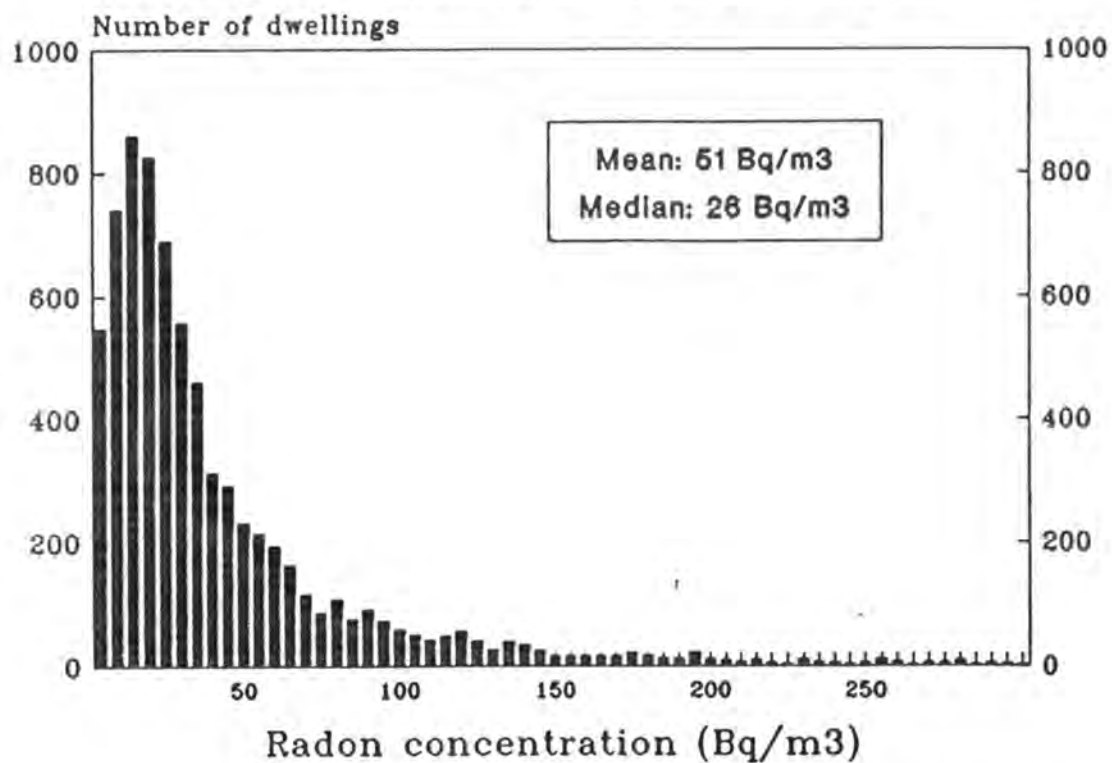


Figure 3: Radonkonsentrasjoner i norske soverom. Fra en omfattende norsk undersøkelse [1]

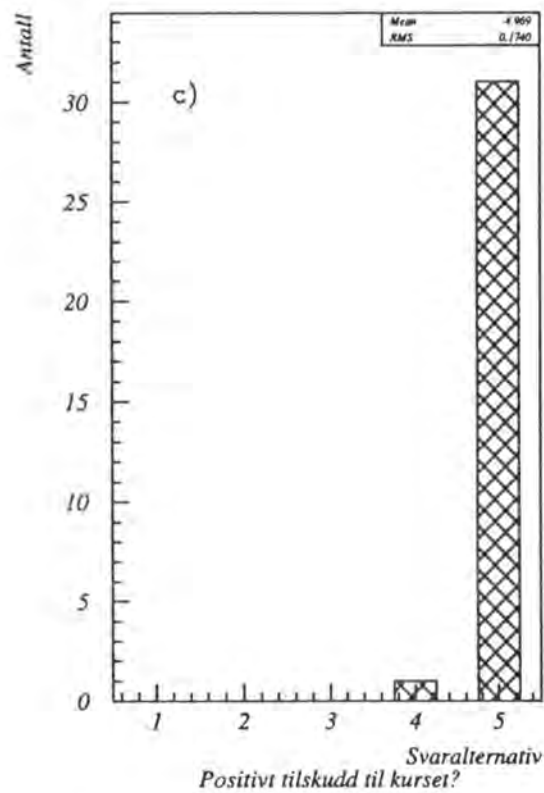
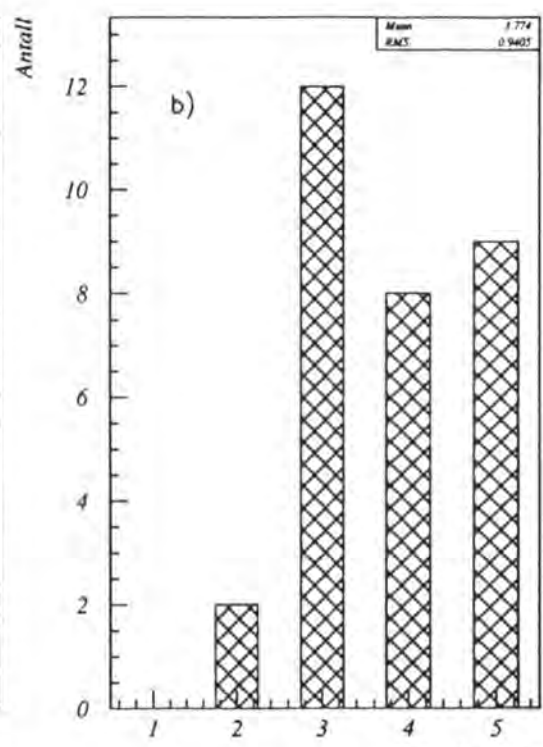
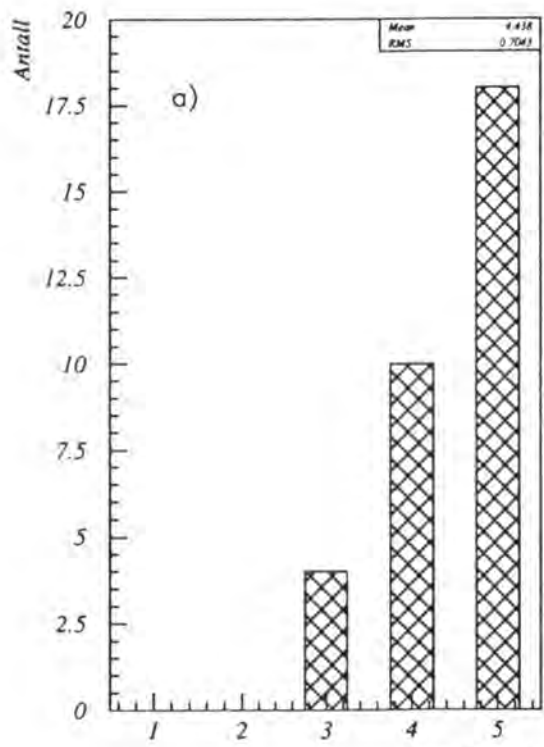


Figure 4: a)-c): Frekvensfordelinger av studentenes besvarelser på de tre spørsmålene under "GENERELT" i evalueringsskjema (vedlegg 1).

## SPØRRESKJEMA ANGÅENDE OPPGAVE 9, FYS-134 (RADON).

Denne øvelsen er ny av året. Som en del av arbeidet i å gjøre øvelsen så god og innstruktiv som mulig er vi interessert i reaksjoner fra studentene. Vi ber derfor om at du svarer på disse spørsmålene, og leverer skjemaet i innleveringshylla eller i posthylla til Bjarne Stugu i 3. etasje. Du skal ikke skrive navnet ditt på skjemaet.

Spørsmålene besvares med tall et mellom 1 og 5. Etter hvert spørsmål er angitt hva ytterpunktene av skalaen skal bety. Skriv tall-'karakteren' til høyre for spørsmålet.

### OM OPPGAVETEKSTEN:

1. Innledningen om Radongass:
  - A) Interessant og lærerik? (1=slett ikke, 5=meget)
  - B) For lang eller for kort? (1=alt for kort, 3=passe lang, 5=alt for lang)
2. Apparatbeskrivelse og forklaring:
  - A) Var den forståelig? (1=slett ikke, 5=meget)
  - B) For knapp eller for detaljert? (1=alt for knapp, 3=passe lang, 5=alt for omstendelig)
3. Instruksjonsdelen (til utføringen av øvelsen):
  - A) Var den forståelig? (1=slett ikke, 5=meget)
  - B) For knapp eller for detaljert? (1=alt for knapp, 3=passe, 5=alt for omstendelig)
4. Helhetsinntrykk: (1=uklar og forvirrende tekst, 5=grei og instruktiv tekst)
5. Kommentarer til teksten(hva kan kuttes ut, hva kan utvides etc.):

### SELVE LABDAGEN:

1. Om den muntlige veiledning:
  - A) Var den forståelig? (1=forvirrende instruksjon, 5= klar og forståelig instruksjon)
  - B) For mye eller for lite veiledning? (1=for lite, 3= passe, 5=veilederen avbrøt arbeidet alt for ofte med unødvendige kommentarer)
2. Gikk det greit å bruke apparaturen? (1=vanskelig å bruke, 5= lett å bruke)
3. Følte du at du lærte noe om apparaturens hensikt og virkemåte i løpet av øvelsen? (1=slett ikke, 5=Jeg forstår nå apparaturen godt.)
4. Hvordan vil du karakterisere arbeidsmengden? (1=for lite å gjøre, 3=passe arbeidsmengde, 5=for mye å gjøre)
5. Kommentarer:

#### GENERELT:

1. Synes du at du har lært noe om Radon-gass og problematikken omkring dette?  
(1=ingenting,5=en god del)
2. Synes du at du har lært noe om apparaturen som brukes for gamma-spektroskopi?  
(1=ingenting,5=en god del)
3. Vil du si at denne øvelsen er et positivt eller negativt tilskudd til FYS-134?  
(1=negativt, kutt ut dette neste år!, 5=positivt tilskudd)

#### KOMMENTARER FORØVRIG:



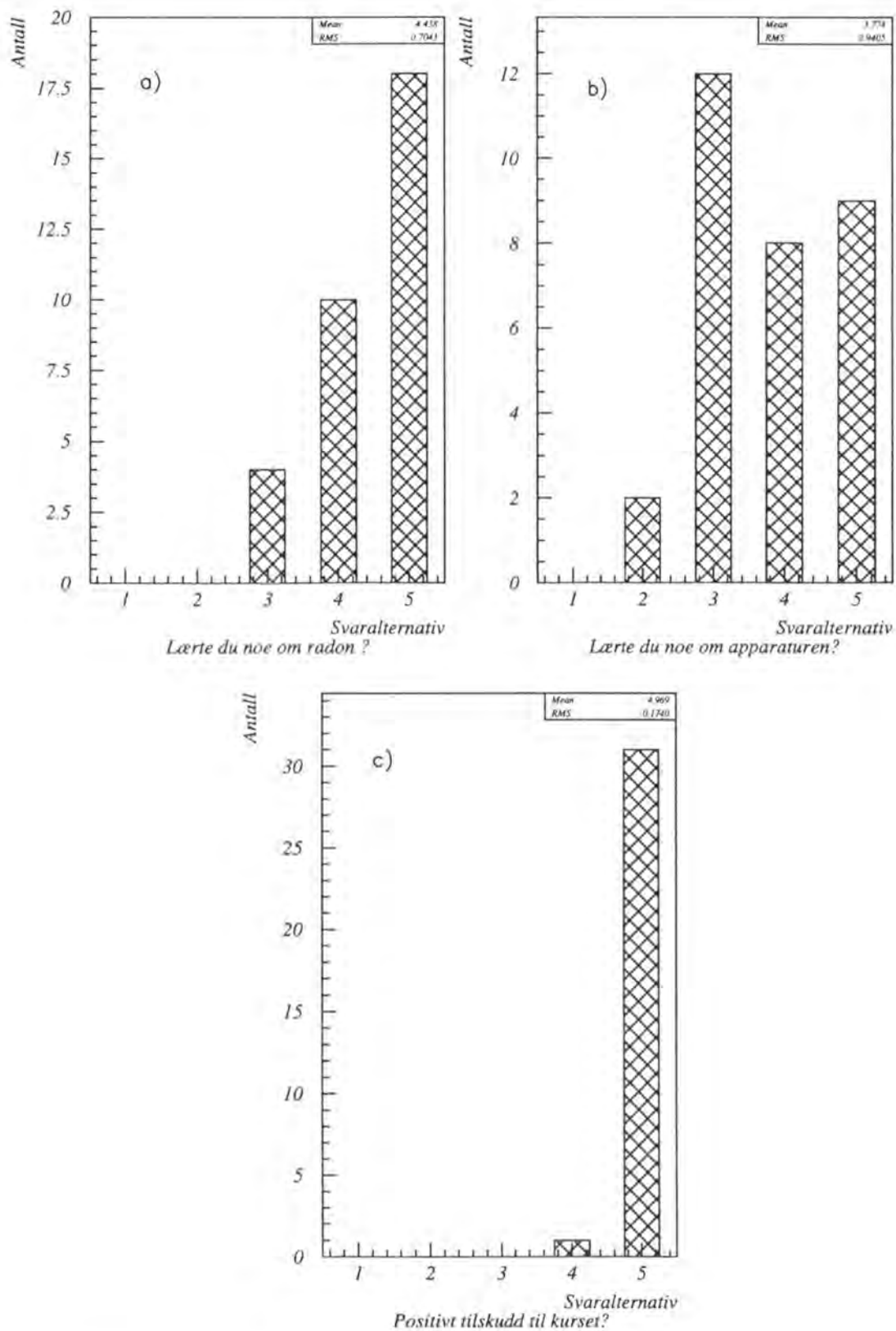


Figure 4: a)-c): Frekvensfordelinger av studentenes besvarelser på de tre spørsmålene under "GENERELT" i evalueringsskjema (vedlegg 1).

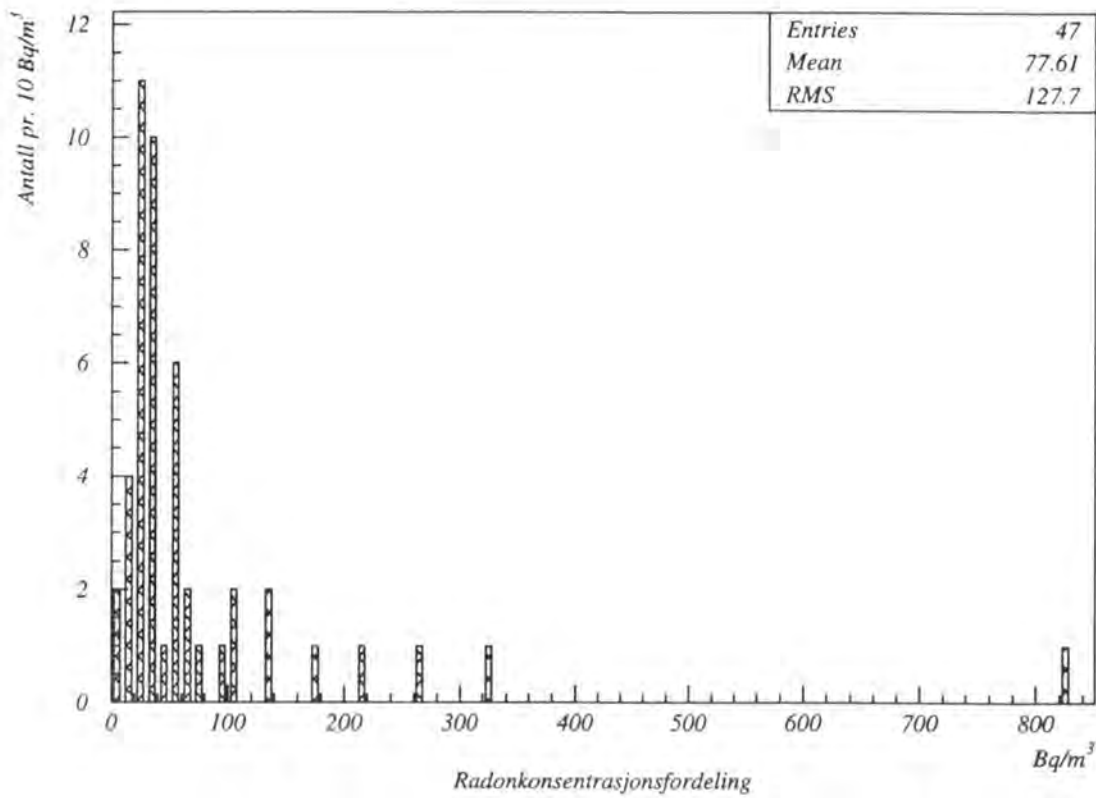


Figure 2: Frekvensfordeling av målte radongasskonsentrasjoner.

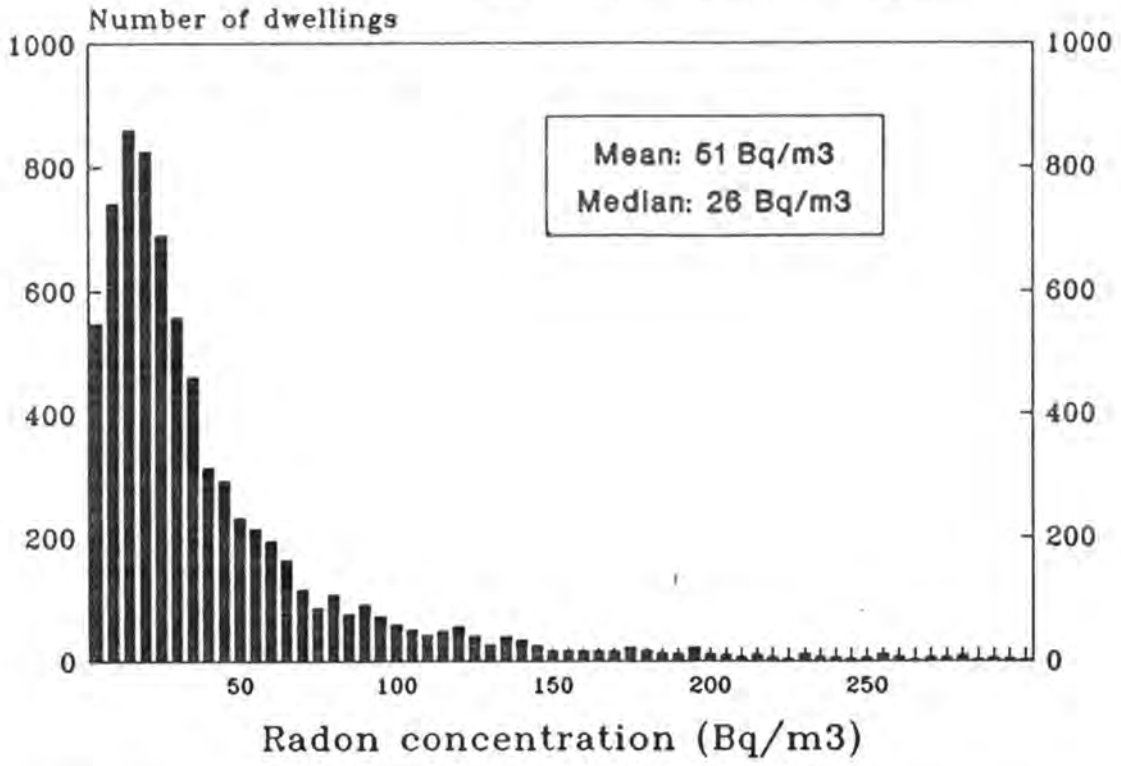


Figure 3: Radonkonsentrasjoner i norske soverom. Fra en omfattende norsk undersøkelse [1]

