

# Kartlegging av radon i 114 kommuner

Kort presentasjon av resultater

*Terje Strand*

*Katrine Ånestad*

*Line Ruden*

*Gro Beate Ramberg*

*Camilla Lunder Jensen*

*Anniken Heiberg Wiig*

*Georg Thommesen*



---

**Referanse:**

Strand, T., Ånestad, K., Ruden, L., Ramberg, G. B., Jensen, C. L., Wiig, A. H., Thommesen, G. Kartlegging av radon i 114 kommuner. Kort presentasjon av resultater. StrålevernRapport 2001:6.  
Østerås: Statens strålevern, 2001.

**Emneord:**

Radon, radonkartlegging, radonmåling.

**Resymé:**

Denne rapporten gir en kortfattet presentasjon av resultatene i forbindelse med kartlegging av radon i 114 kommuner. I hver kommune er det gjennomført målinger i et tilfeldig utvalg på mellom 2 % og 10 % av boligmassen. Målingene ble utført ved hjelp av lukket sporfilm. Det er store geografiske variasjoner når det gjelder problemomfang, det gjelder både mellom kommuner og innenfor enkelte av kommunene. Populasjonsveid årsmiddelkonsentrasjon av radon i disse kommunene er beregnet til 89 Bq/m<sup>3</sup>. Det er hhv. 9 % og 3 % av boligene som ligger over 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>. En sammenlikning med en tidligere kartlegging tyder på at radonnivåene i dagens boligmasse er 70-75 % høyere enn for 20 år siden.

---

**Reference:**

Strand, T., Ånestad, K., Ruden, L., Ramberg, G. B., Jensen, C. L., Wiig, A. H., Thommesen, G.  
Indoor radon survey in 114 municipalities. Short presentation of results. StrålevernRapport 2001:6.  
Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2001.

**Keywords:**

Radon, municipal mapping, radon measurements.

**Abstract:**

This report gives a short presentation of the results of a municipal indoor radon survey. In this survey 114 out of 435 municipalities of Norway participated. In each municipality measurements were performed in between 2 % and 10 % of the housing stock. The measurements were made by etched track detectors (CR-39), one in each dwelling. These dwellings were randomly selected. There are significant geographical variations, both between municipalities and within each municipality. The population weighted annual mean radon concentration was calculated to 89 Bq/m<sup>3</sup>. 9 % and 3 % of the dwellings had higher levels than 200 and 400 Bq/m<sup>3</sup>, respectively. By comparing these results with the results of an earlier survey, it was calculated that the average concentration in the present housing stock is 70-75 % higher than twenty years ago.

---

**Prosjektleder:** Terje Strand**Godkjent:**

Per Strand, avdelingsdirektør, Avdeling beredskap og miljø.

---

14 sider

Publisert september 2001

Antall eksemplarer: 3000

Omslagdesign: Stork Design AS

Trykket av: Lobo Media

---

Bestilles fra:

Statens strålevern, postboks 55, 1332 Østerås

Telefon: +47 67 16 25 00

Telefaks: +47 67 14 74 07

E-post: [nrpa@nrpa.no](mailto:nrpa@nrpa.no)

Internett:

<http://www.nrpa.no>

<http://www.stralevernet.no>

---

ISSN 0804-4910

# Kartlegging av radon i 114 kommuner

Kort presentasjon av resultater

*Terje Strand*

*Katrine Ånestad*

*Line Ruden*

*Gro Beate Ramberg*

*Camilla Lunder Jensen*

*Anniken Heiberg Wiig*

*Georg Thommesen*

**Statens strålevern**

Norwegian Radiation Protection Authority

Østerås, 2001

## Innledning

Det er gjennomført en kartlegging av radon i boliger i 114 kommuner i Norge. Totalt er det gjort målinger i nesten 29.000 boliger. Resultatene viser at det er store geografiske variasjoner når det gjelder problemomfang. Flere kommuner har en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i oppholdsrom som er høyere enn anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m<sup>3</sup> luft. I flere kommuner er mer enn 20 % av måleverdiene over 400 Bq/m<sup>3</sup>, som er grensen for å få tilskudd til gjennomføring av tekniske tiltak for å redusere konsentrasjonen. På bakgrunn av denne undersøkelsen er gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger beregnet til 88 Bq/m<sup>3</sup>. Det er videre anslått at 160.000 og 50.000 boliger i Norge har en radonkonsentrasjon i inneluften som ligger over hhv. 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Undersøkelsen tyder på at det har vært en betydelig økning av radonnivåene i boligmassen. Sammenliknet med en landsomfattende kartlegging fra 1987-1989, som omfatter boliger bygget før 1980, er nivåene i dagens boligmasse 70-75 % høyere enn for 20 år siden. Ingen andre kilder til ioniserende stråling enn radon gir større doser til befolkningen. Det gjelder både gjennomsnitt til befolkningen og individuelle doser for de som bor i boliger med forhøyde konsentrasjoner.

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn

På bakgrunn av tidligere kartlegginger er det anslått at ca. 150 000 boliger i Norge har en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i inneluften som overstiger anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m<sup>3</sup>. Det er videre anslått at ca. 70.000 boliger ligger over 400 Bq/m<sup>3</sup>, som er grensen for å få statlig tilskudd til gjennomføring av tekniske tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen i inneluft.

I forbindelse med Kreftplanen ble det avsatt midler til gjennomføring av radontiltak. I perioden fra ordningen trådte i kraft – sommeren 1999 – frem til forsommeren 2000 ble det behandlet svært få søknader i forhold til de midler som var avsatt. Det ble konkludert

### Kort om radon

Radon (<sup>222</sup>Rn) er en radioaktiv edelgass som dannes når radium (<sup>226</sup>Ra) desintegrerer. Både radium og radon er datterelementer av uran (<sup>238</sup>U) som finnes i varierende mengder i all berggrunn og jordmonn. Når radon desintegrerer dannes nye kortlivede radioaktive isotoper av polonium (<sup>218</sup>Po og <sup>214</sup>Po), vismut (<sup>214</sup>Bi) og bly (<sup>214</sup>Pb) og disse kalles ofte "radondøtre". Når radon er tilstede i luften vil det kontinuerlig dannes radondøtre, og det er de som gir stråledoser til lungene ved innånding. Epidemiologiske undersøkelser har påvist at opphold i luftmiljøer med høye radonkonsentrasjoner over lang tid (mange år) gir økt risiko for utvikling av lungekreft – og at risikoen er høyest for røykere.

Norge er et av de landene i verden som har de høyeste radonkonsentrasjonene i inneluften. Dette skyldes både geologiske forhold, vårt klima og måten vi bygger våre boliger på. De høyeste radonkonsentrasjonene finnes i områder med store forekomster av alunskifer, uranrike granitter eller pegmatitter i kombinasjon med løsmasser eller morenegrund. Hvis transportmulighetene opp til jordoverflaten er gode vil radongassen kunne trenge inn gjennom utettheter i grunnmurskonstruksjon og føre til forhøyde konsentrasjoner i inneluften.

### Tiltaksnivåer

I henhold til Strålevernhefte 5 (1998) bør det gjennomføres enkle og billige tiltak ved radonkonsentrasjoner i inneluften mellom 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>. Ved konsentrasjoner over 400 Bq/m<sup>3</sup> bør tiltak gjennomføres uavhengig av kostnad.

Det er etablert en tilskuddsordning for gjennomføring av tiltak som administreres av Husbanken. For mer informasjon, betingelser og søknadsprosedyre se <http://www.husbanken.no> eller ta kontakt med Husbankens avdelingskontor i ditt distrikt.

Mer informasjon om radon finnes på Strålevernets nettsider <http://www.nrpa.no>. Strålevernet har gitt ut flere informasjonshefter om radon.

Statens bygningstekniske etat har gitt ut en temaveiledning om radon, som spesielt fokuserer på tiltak. Denne er tilgjengelig på: <http://www.be.no>

med at dette mest sannsynlig skyldtes at tilskuddsordningen var lite kjent i befolkningen, og at det ble gjennomført for få målinger mhp. å finne frem til boliger med forhøyde radonkonsentrasjoner i inneluften.

## Innledning

For å bidra til at tilskuddsordningen skulle fungere etter intensjonene ble det derfor avsatt midler til 1) informasjonsrettede tiltak for å gjøre ordningen bedre kjent, 2) målrettet kartlegging for å spore opp boliger over tiltaksnivå og 3) tiltak for å bygge opp kompetansen om radontiltak i byggebransjen og hos saksbehandlere innen teknisk sektor i kommunene.

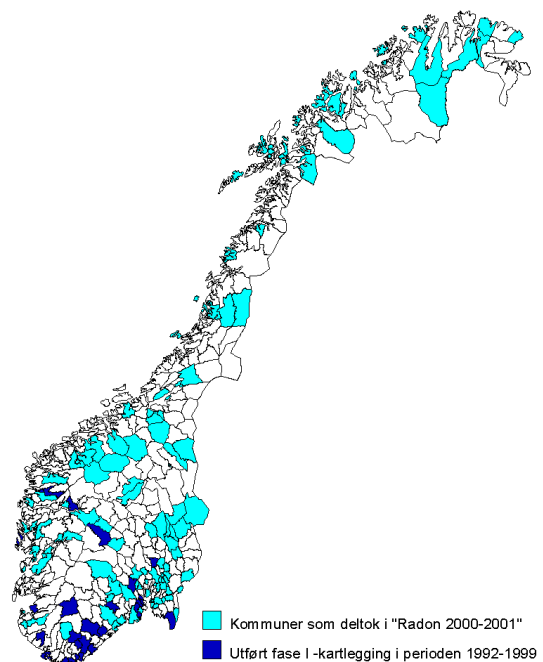
Prosjektet ble startet sommeren 2000 og er et samarbeid mellom Husbanken, Statens strålevern og Statens bygningstekniske etat hvor de respektive institusjoner har hovedansvar for hhv. informasjonstiltak, kartlegging og kompetanseoppbygging. Denne rapporten gir en oppsummering av resultatene fra kartleggingsdelen av prosjektet.

### 1.2 Opplegg og gjennomføring

Alle landets 435 kommuner fikk brev med tilbud om å delta i prosjektet. En del av de ca. 200 kommunene som svarte på henvendelsen hadde allerede gjennomført tilstrekkelige kartlegginger (fase I) i hht. de anbefalinger som er gitt i Strålevernhefte 17 (1998). Av de kommunene som svarte var ca. 170 aktuelle for å delta. Kommunene ble bedt om å utføre målinger i et tilfeldig utvalg på mellom 2 % og 10 % av boligmassen – avhengig av kommunens størrelse og boligtetthet – men med en nedre grense på 50 boliger (i små kommuner) og en øvre grense på 600 boliger (i store og tett befolkede kommuner). I prosjektet var det avsatt midler til gjennomføring av målinger i 30.000 boliger – med én måling i hver bolig. Som en følge av dette var det kun kapasitet til å la 114 kommuner delta. I forbindelse med utvalg av kommuner ble det tatt hensyn til om kommunene svarte på henvendelsen innen tidsfristen, tidligere kartlegginger og ønske om god geografisk spredning – se Figur 1.

Hver kommune ble bedt om å velge ut en kontaktperson som både via brev og et informasjonsmøte fikk detaljerte instruksjoner og opplæring i hvordan kartleggingen skulle gjennomføres. Kontaktpersonen ble bedt om å benytte kommunale boligregistre for å gjøre et tilfeldig utvalg av boliger. Det ble sendt ut forespørsel til et noe større utvalg boliger enn målebehovet. Dette ble gjort på bakgrunn av

tidligere erfaringer fra kartlegginger hvor svarandelen vanligvis har vært på 60-70%. Boliginnehaverne fikk tilsendt en sporfilm med beskjed om å plassere denne i et oppholdsrom som benyttes daglig – dvs. dagligstue/stue eller soverom i laveste etasje. Etter ca. to måneder ble de bedt om å returnere sporfilmen til laboratoriet for analyse, sammen med et utfylt registreringskjema med en del opplysninger om boligen (boligtype, byggeår, grunnmur, ventilasjon, etc.). Etter analysen fikk hver boliginnehaver tilsendt en målerapport. Denne kan brukes som grunnlag for søknad om tilskudd fra Husbanken i de tilfeller hvor årsmiddelverdien overstiger  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Kommunen fikk tilsendt en samlerapport med oversikt over alle resultatene i kommunen. I samarbeide med Strålevernet gjøres det en nærmere analyse av resultatene mhp. behov for oppfølgende kartlegging. Dette omfatter bl.a. utarbeidelse av et oversiktskart med soneinndeling basert på måleresultatene.



**Figur 1:** Kart over kommuner som har utført en fase I-kartlegging av radon. Deltagere i "Radon 2000-2001" er vist med lyseblå farge, mens andre kommuner som har foretatt en fase I-kartlegging i henhold til Strålevernhefte nr. 17 er vist i mørkeblått.

For nærmere detaljer om opplegg og gjennomføring henvises det til veiledningen som ble sendt kommunene i forkant av

## Innledning

kartleggingen ("Radon 2000-2001", 13. sept. 2000). For generell informasjon om kartlegging av radon i boliger og tolkning av måleresultater, henvises til Strålevernhefte 17 (1998). Disse er begge tilgjengelig på Strålevernets internettsider: <http://www.nrpa.no>

### 1.3 Radon i norske boliger – tidligere kartlegginger

I perioden fra 1987 til 1989 ble det gjennomført en landsomfattende kartlegging av radon i norske boliger (Strand et al 1991, Strand et al 1992). Måling av radonkonsentrasjonen i inneluft ble utført i ca. 7.500 tilfeldig utvalgte boliger fordelt etter folketall i alle landets kommuner. Boligtellingen i 1980 ble brukt som grunnlag for utvalg av boliger, hvilket betyr at samtlige boliger i dette prosjektet ble bygget før 1980. Denne undersøkelsen refereres som "Radon 1987-1989", hvor navnet viser til perioden undersøkelsen pågikk. Målingene ble foretatt med sporfilm, og det ble utplassert én detektor i hovedsoverommet i hver bolig, over en periode på seks måneder.

På bakgrunn av denne undersøkelsen ble gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i soverom beregnet til  $51 \text{ Bq/m}^3$ , og 4 % av alle verdiene lå over  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Nærmere analyse viste imidlertid at en stor andel (37 %) av eneboligene, tomannsboligene og de vertikaldelte rekkehusene hadde soverom en etasje høyere enn stue/dagligstue, kjøkken og andre oppholdsrom. Ved å ta hensyn til dette ble gjennomsnittet for boligene beregnet til  $56 \text{ Bq/m}^3$ . Dette stemmer godt overens med en tidligere undersøkelse av Stranden (1986), hvor det ble gjort parallelle målinger i stue og soverom, og hvor man kom frem til at konsentrasjonen i gjennomsnitt er 10 % høyere i stue enn i soverom. Et annet mulig forhold som kan ha påvirket målingene var at vintrene 87/88 og 88/89 var langt mildere enn normalt. Dette kan ha medført at måleverdiene ble noe lavere enn hva de ville blitt under normale betingelser. Hvordan dette kvantitativt kan ha påvirket målingene er vanskelig å si, så man valgte å anslå gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger til et

intervall fra 55 til  $65 \text{ Bq/m}^3$  (Strand et al 1992).

Resultater fra "Radon 1987-1989" er sammenliknet – kommune for kommune – med resultater fra målingene gjort i de 114 kommunene i forbindelse med prosjektet "Radon 2000/2001".

### Måling av radon

Ved vurdering av risiko for lungekreft og/eller behov for gjennomføring av tekniske tiltak for å redusere radonnivåene i inneluft, er det den gjennomsnittlige radonkonsentrasjonen over lang tid (år) som må benyttes. Tiltaksnivåene er relatert til årsmiddelverdi av radonkonsentrasjon.

Radonkonsentrasjonen innendørs kan variere mye over tid. Dette kan skyldes variasjoner i meteorologiske forhold, ventilasjonsforhold, fyringsvaner etc. De målinger som utføres må kunne midle ut disse variasjonene, slik at en årsmiddelverdi kan beregnes med en tilfredsstillende nøyaktighet. Det er derfor nødvendig å sette visse minimumskrav til integrasjonstid (måleperiode), og begrense målingene til tider på året hvor variasjonene i radonkonsentrasjonen er minst. Det er derfor anbefalt at man benytter målemetoder som har integrasjonstid på minimum to måneder, og at målingene begrenses til vinterhalvåret.

Radonkonsentrasjonen er vanligvis dobbelt så høy om vinteren som om sommeren, og det er derfor anbefalt at vintermålinger korrigeres til en årsmiddelverdi ved å multiplisere med en faktor 0,75.

Det er bare sporfilmmetoden som oppfyller alle de krav som er satt for å kunne vurdere behov for tiltak. Selve sporfilmene består av en polymer (CR-39). Når sporfilmene utsettes for alfastråling fra radon og dens datterprodukter kan det oppstå skader i strukturen på overflaten. Disse skadene gjøres optisk synlige i en etseprosess, og kan avleses i et mikroskop. Sporfilmene er omgitt av et diffusjonskammer som filtrerer luften for direkte eksponering for radondøtre.

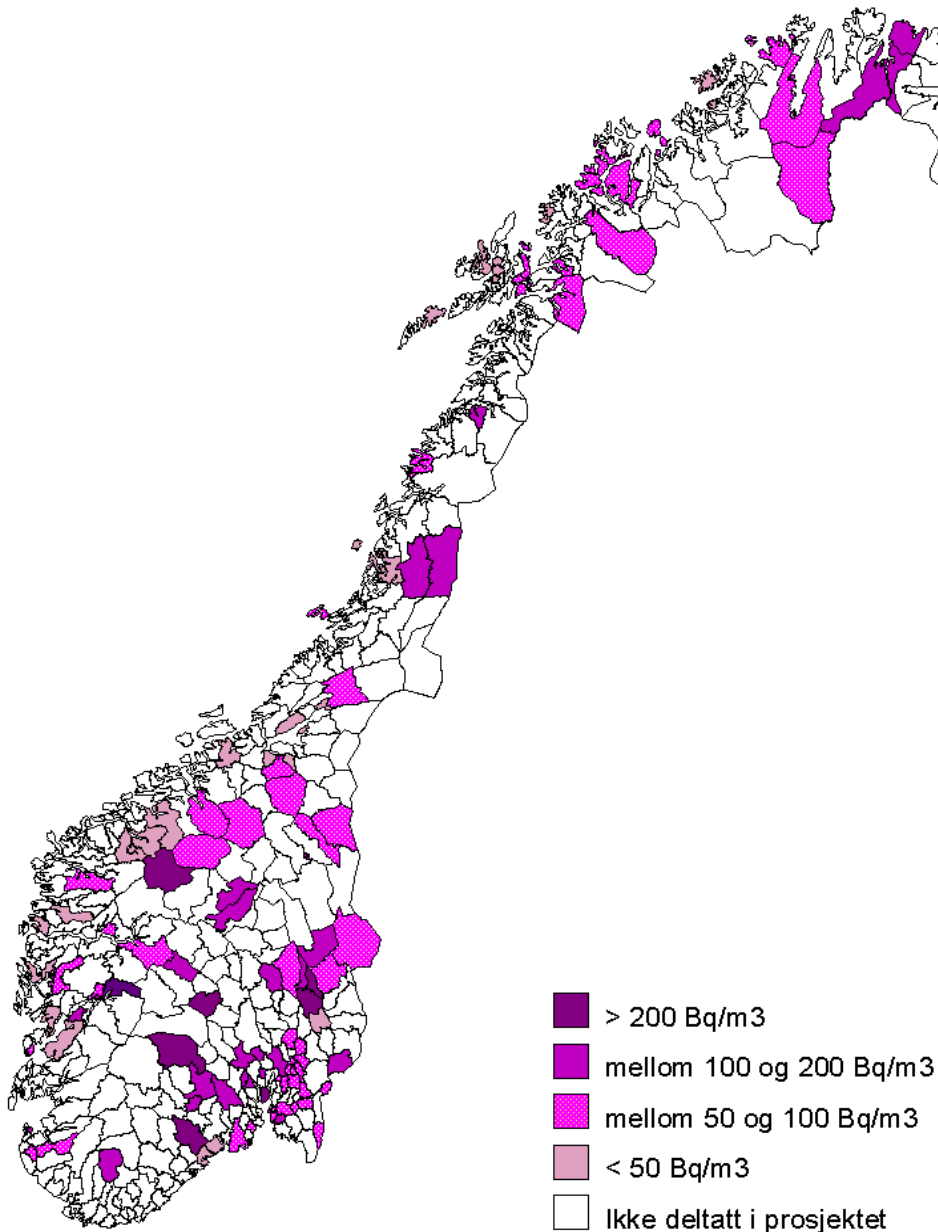
Sporfilmer kan distribueres via post, og for å unngå eksponering under postgang er den omgitt av en aluminiumspose.

For mer informasjon om målemetoder henvises til Strålevernhefte 3 (1996).

## Innledning

I perioden 1992-1999 ble det også gjennomført en rekke kommunale kartlegginger, med målinger i et tilfeldig utvalg av boligmassen i hht. de anbefalinger som er gitt av Statens strålevern (Strålevernhefte 17, 1998). I flere av disse undersøkelsene er det gjort to målinger i hver bolig – i stue/dagligstue og hovedsoverom. I 28 kommuner, med totalt ca. 5.500 målinger, vet man med stor sikkerhet at

utvalget er tilfeldig (se figur 1). Da det ble foretatt en sammenlikning mellom disse resultatene og resultatene for de samme kommunene fra "Radon 1987-1989", kom man frem til at radonkonsentrasjonen for disse kommunene i gjennomsnitt er mellom 70 % og 80 % høyere (Strand et al 1999). Dette tyder på at radonkonsentrasjonene i dagens boligmasse er høyere enn for 20 år siden.

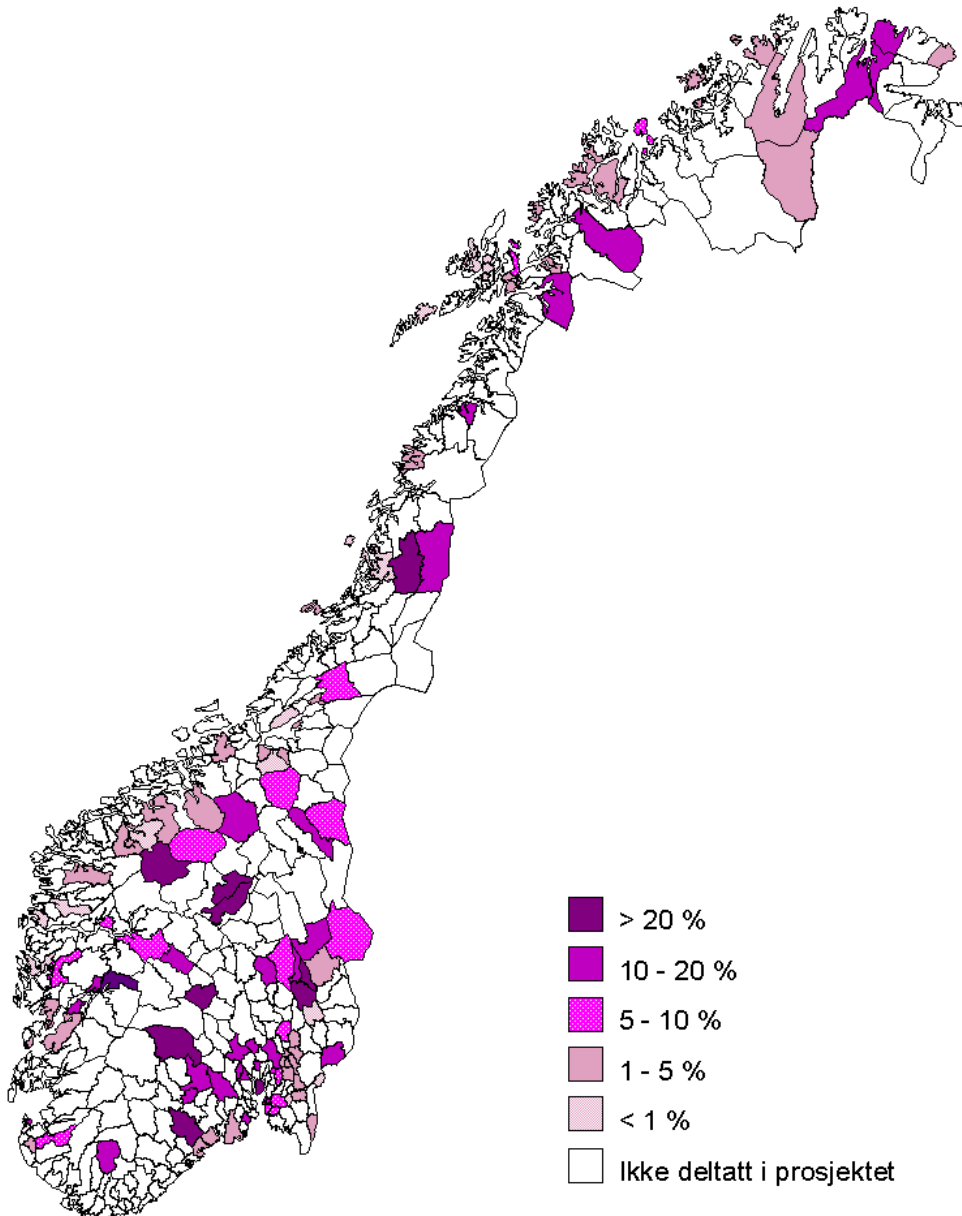


**Figur 2:** Kart over deltagerne i "Radon 2000-2001", sortert etter gjennomsnittlig årsmiddelværdi i kommunen.

### 2. Resultater

Det ble sendt ut sporfilmer til i alt 30.581 boliger fordelt på 114 kommuner. Målingene ble delt opp i 6 puljer og de første sporfilmene ble utplassert i begynnelsen av oktober 2000. De siste kom inn for analyse i mai 2001.

Av forskjellige årsaker vil det alltid være en viss andel sporfilmer som ikke blir returnert. Totalt ble det gjennomført målinger i 28.810 boliger – dvs. at 1771 husstander (5,8 %) ikke returnerte sporfilmen for analyse innen tidsfristen.



**Figur 3:** Kart over deltagerne i "Radon 2000-2001". Kommunene er her sortert etter andel målinger over 200 Bq/m<sup>3</sup>.



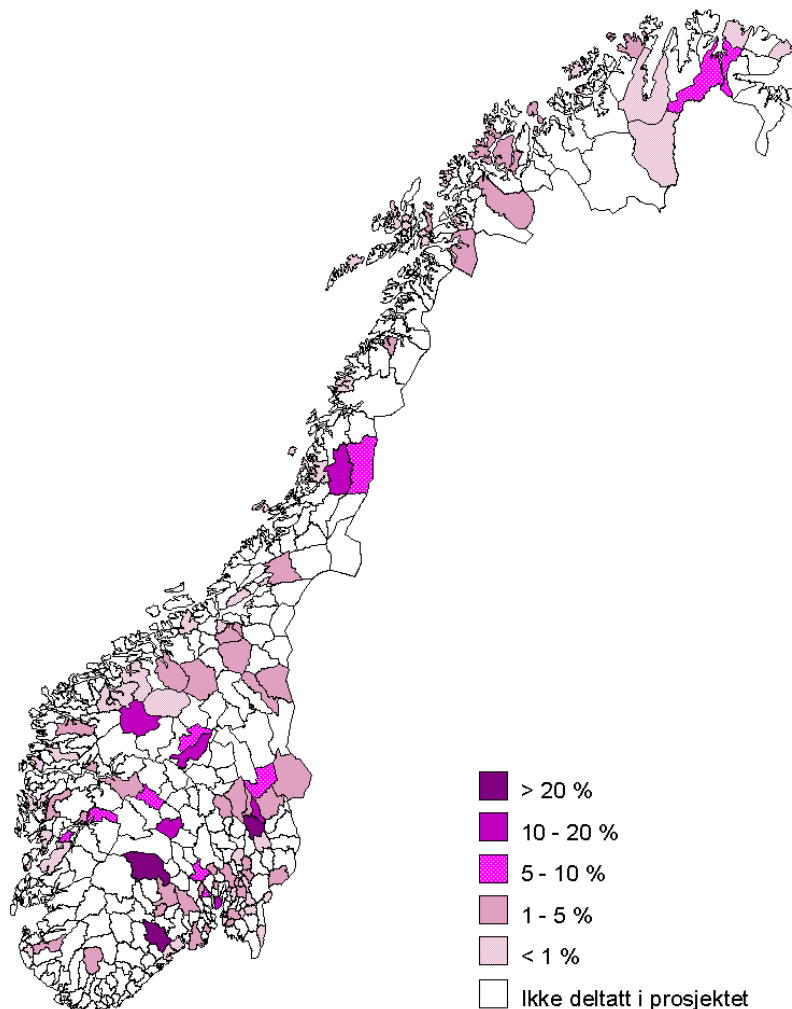
## Resultater

Resultatene viser at 2570 (9 %) av boligene har en årsmiddelverdi i radonkonsentrasjon som ligger over 200 Bq/m<sup>3</sup>, hvorav 958 (3 %) ligger over 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Tabell 1 (se vedlegg) gir en oversikt over resultatene for hver kommune når det gjelder antall målinger, årsmiddelverdi, andel over hhv. 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup> samt høyeste verdi. Gjennomsnittlig årsmiddelverdi i de ulike kommunene er også vist i Figur 2. Figur 3 og 4 viser kommunene sortert etter andel målinger over hhv. 200 Bq/m<sup>3</sup> og 400 Bq/m<sup>3</sup> radon i luft.

Årsgjennomsnittet for kommunene varierer fra 10 Bq/m<sup>3</sup> for Lindås kommune i Hordaland til 363 Bq/m<sup>3</sup> for Drangedal kommune i Telemark. I Lindås kommune er det ingen verdier som ligger over tiltaksnivå på 200 Bq/m<sup>3</sup>, mens 51 % og 25 % ligger over hhv. 200 Bq/m<sup>3</sup> og 400 Bq/m<sup>3</sup> i Drangedal kommune.

Det er 8 av kommunene som har en gjennomsnittskonsentrasjon i boligmassen høyere enn tiltaksnivå på 200 Bq/m<sup>3</sup>. I 11 kommuner har mer enn 20 % av boligmassen målt radonkonsentrasjon i luft til over 200 Bq/m<sup>3</sup>, mens det i 3 kommuner er over 20 % av boligene som ligger over 400 Bq/m<sup>3</sup> radon i luft.



**Figur 4:** Kart over deltagerne i "Radon 2000-2001". Her er kommunene sortert etter hvor stor andel av målingene som ligger over 400 Bq/m<sup>3</sup>.

I de siste tre kolonnene i Tabell 1 er også resultatene fra den landsomfattende kartleggingen "Radon 1987-1989" vist. Det er betydelig forskjell i gjennomsnittsverdi mellom disse undersøkelsene. Siste kolonne i tabellen viser at radonnivået i dagens boligmasse for de fleste kommunene er vesentlig høyere enn den var under "Radon 1987-1989". Det er foreløpig ikke gjort noen nærmere analyse av de geografiske variasjonene innenfor de enkelte kommunene, for å identifisere eventuelle områder som er spesielt utsatt. En slik analyse er under utarbeidelse.

I forbindelse med målingene ble hver boliginnehaver bedt om å gi opplysninger om boligen, bl.a. boligtype, byggeår, bygningsmateriale, kjellerkonstruksjon, ventilasjon, vannforsyning og om det er gjennomført etterisolering eller ombygging. Disse opplysningene vil bli benyttet i en mer detaljert analyse i rapportene som utarbeides til hver av deltagerkommunene.

Det ble beregnet et populasjonsveid gjennomsnitt for de 114 kommunene på bakgrunn av resultatene fra Tabell 1. Den gjennomsnittlige radonkonsentrasjonen ble da beregnet til  $89 \text{ Bq/m}^3$ . På tilsvarende måte ble det funnet at 9 % og 3 % av boligmassen i de 114 kommunene ligger over hhv. 200 og  $400 \text{ Bq/m}^3$  radon i inneluft.

For de samme 114 kommunene ble det gjort en tilsvarende beregning basert på den landsomfattende kartleggingen "Radon 1987-1989" (Strand et al 1991). Beregningen er basert på målinger som ble foretatt i soverom i ca. 2000 boliger bygget før 1980 fra disse kommunene. Populasjonsveid gjennomsnitt ble beregnet til  $51,3 \text{ Bq/m}^3$ . Dette tyder på at radonkonsentrasjonen i dagens boligmasse er 70-75 % høyere enn i 1980. Dette er godt i samsvar med resultatene fra tilsvarende analyse basert på tidligere kartlegging i 28 kommuner (Strand et al 1999).

## 3. Diskusjon

På landsbasis ligger hovedtyngden av de høye radonverdiene i innlandet på Østlandet. Dette gjelder både hvis en ser på gjennomsnittskonsentrasjon og andel boliger med forhøyde konsentrasjoner. De to kommunene som deltok fra Vestfold fylke viser relativt lave verdier. Det samme er tilfellet for kommunene på Vestlandet. I Trøndelagsfylkene og Nordland kan en se tydelig forskjell på kystkommunene og kommunene som ligger lenger inn i landet. Det er lavere gjennomsnittsverdier ved kysten enn i innlandet. De fleste kommunene i Troms og Finnmark har en gjennomsnittlig årsmiddelverdi på mellom  $50$  og  $100 \text{ Bq/m}^3$ , som er nær opp til gjennomsnittet på  $89 \text{ Bq/m}^3$  for de 114 kommunene.

Noen av de høyeste konsentrasjonene finner vi i Telemark fylke. Drangedal og Tinn har en gjennomsnittskonsentrasjon på hhv.  $363 \text{ Bq/m}^3$  og  $358 \text{ Bq/m}^3$ , og over 20 % av boligmassen ligger over  $400 \text{ Bq/m}^3$ . I den sørlige delen av Hedemark fylke er det også flere kommuner som har høye verdier. I disse områdene er det store forekomster av alunskifer som har forhøyde konsentrasjoner av radium ( $^{226}\text{Ra}$ ). Tidligere undersøkelser har vist at boliger bygget på alunskifer kan ha svært høye radonkonsentrasjoner (Stranden & Strand, 1988). Stange og Løten kommune har en gjennomsnittlig årsmiddelverdi på hhv.  $350 \text{ Bq/m}^3$  og  $305 \text{ Bq/m}^3$ , og også her ligger ca. 20 % av verdiene over  $400 \text{ Bq/m}^3$ .

I Buskerud fylke deltok åtte kommuner i prosjektet. To av disse kommunene, Nes i Hallingdal og Hurum, har gjennomsnittskonsentrasjoner der mellom 30 % og 40 % av måleverdiene overstiger  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Nes har over 17 % av måleverdiene over  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Ingen av de åtte kommunene i Buskerud har gjennomsnittskonsentrasjoner under  $100 \text{ Bq/m}^3$ , og alle har mer enn 10 % av måleverdiene over  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

I Oppland fylke deltok fem kommuner. Skjåk kommune har høyest gjennomsnitt og størst andel boligmasse med konsentrasjoner over tiltaksnivå. I Skjåk ligger 36 % og 16 % over hhv. 200 og  $400 \text{ Bq/m}^3$ . Også Nord-Fron og Sel kommune har betydelig forhøyde

## Diskusjon

konsentrasjoner med nærmere 10 % av boligmassen over 400 Bq/m<sup>3</sup>.

I Hordaland fylke deltok 11 kommuner. Her er det spesielt Ulvik som skiller seg ut med et gjennomsnitt på 209 Bq/m<sup>3</sup>, og over 20 % av måleverdiene over 200 Bq/m<sup>3</sup>. I Hordaland finner vi den kommunen som har de laveste konsentrasjonene – dvs. Lindås. Her er gjennomsnittet i underkant av 10 Bq/m<sup>3</sup> og ingen verdier over 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Tabell 1 viser at de aller fleste kommunene har høyere gjennomsnittskonsentrasjoner nå enn hva som ble målt i den landsomfattende undersøkelsen ”Radon 1987-1989”. Det bør imidlertid bemerkes at det i ”Radon 1987-1989” ble målt i svært få boliger i små kommuner, noe som medførte ganske stor usikkerhet i gjennomsnittsverdiene for de enkelte kommunene.

Det er beregnet et populasjonsveid gjennomsnitt for resultatene fra ”Radon 1987-1989” basert på de 114 deltagerkommunene i ”Radon 2000-2001”. Dette er beregnet til 51,3 Bq/m<sup>3</sup>. Gjennomsnittet for alle landets 435 kommuner ble beregnet til 51,1 Bq/m<sup>3</sup> i ”Radon 1987-1989”. Ved å anta at forholdet mellom gjennomsnittet for de 114 kommunene i de to undersøkelsene er representativt for alle kommunene i Norge, kan den gjennomsnittlige radonkonsentrasjonen i norske boliger ekstrapoleres til 88 Bq/m<sup>3</sup>.

Det er videre beregnet at 9 % og 3 % av boligmassen ligger over hhv. 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>. Totalt er det ca. 1,8 mill. boliger i Norge, og dette betyr at ca. 160.000 og 50.000 boliger har en radonkonsentrasjon i oppholdsrom som er over hhv. 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>.

I undersøkelsen ”Radon 1987-1989” ble gjennomsnittskonsentrasjonen av radon i norske boliger beregnet til 51,3 Bq/m<sup>3</sup>. Hvis dette sammenliknes med resultatet fra ”Radon 2000-2001”, hvor gjennomsnittet for alle landets kommuner ble anslått til 88 Bq/m<sup>3</sup>, er radonkonsentrasjonen i norske boliger 70-75 % høyere enn den var for 20 år siden.

Det er flere mulige årsaker til at radonkonsentrasjonene i dagens boligmasse er

høyere enn det undersøkelsen ”Radon 1987-1989” viser. I etterkant av energikrisen på 70-tallet ble det satt i gang store energisparekampanjer, som kan ha medført en reduksjon i ventilasjonen av inneluften. En annen mulig medvirkende årsak er bruk av lettklinkerblokker i grunnmur. De fleste boliger bygget på 70-tallet og senere har lettklinkerblokker som grunnmur. Bruk av slike porøse byggematerialer, uten at det tas tilstrekkelige forholdsregler, kan føre til økt innstrømming av radon fra grunnen. På 80- og 90-tallet ble det også vanlig å innrede leiligheter og oppholdsrom i kjeller/sokkeletasje, hvor det vanligvis er noe høyere radonkonsentrasjoner. Dette kan ha bidratt til en generell økning i eksponeringen for radon.

## 4. Konklusjon

Det er gjennomført en kartlegging av radon i boliger i 114 kommuner i Norge. Totalt er det gjort målinger i nesten 29.000 boliger. Resultatene viser at det er store geografiske variasjoner når det gjelder problemomfang. Flere kommuner har en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i oppholdsrom som er høyere enn anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m<sup>3</sup>. I flere kommuner er mer enn 20 % av måleverdiene over 400 Bq/m<sup>3</sup>, som er grensen for å få tilskudd til gjennomføring av tekniske tiltak for å redusere konsentrasjonen. På bakgrunn av denne undersøkelsen er gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske boliger beregnet til 88 Bq/m<sup>3</sup>. Det er videre anslått at 160.000 og 50.000 boliger i Norge har en radonkonsentrasjon i inneluften som ligger over hhv. 200 og 400 Bq/m<sup>3</sup>.

Undersøkelsen tyder på at det har vært en betydelig økning av radonnivåene i boligmassen. Sammenliknet med en landsomfattende kartlegging fra 1987-1989, som omfatter boliger bygget før 1980, er nivåene i dagens boligmasse 70-75 % høyere enn for 20 år siden. Ingen andre kilder til ioniserende stråling enn radon gir større doser til befolkningen. Det gjelder både gjennomsnitt til befolkningen og individuelle doser for de som bor i boliger med forhøyde konsentrasjoner.

## 5. Videre arbeid

Denne kortfattede rapporten er den første av i alt tre faser i rapporteringen fra dette prosjektet. I neste fase vil det bli utarbeidet en rapport til hver enkelt kommune. Den vil omfatte en tolkning av måleresultatene mhp. identifisering av eventuelle områder som er spesielt utsatt. Det framstilles kart med soneinndeling. I analysen skal også opplysningene gitt i registreringskjemaene analyseres. Rapporten vil danne grunnlag for å gi en anbefaling om behov for oppfølgende målinger for å finne frem til de boligene som har forhøyde konsentrasjoner i innemiljøet.

Deretter utarbeides en sluttrapport hvor resultatene fra hver kommune vil bli analysert og vurdert mer detaljert.

## Referanser

Strand T, Green BMR, Lomas PR, Magnus K, Stranden E, *Radon i norske boliger*, Statens inst. for strålehygiene, Rapport 1991:3, 35 s.

Strand T, Green BMR, Lomas PR, *Radon in Norwegian dwellings*, Radiat Prot Dosim 45(1/4), s. 503-508, 1992.

Strand T, Heiberg A, Thommesen G, *Radon concentrations in the 1998 Norwegian housing stock*, Proc. Radon in the Living Environm, Athen, Hellas, 19.-23.april, 1999.

Stranden E, *Radon-222 in Norwegian dwellings*, Proc. Radon and Its Decay Products – Occurrence, Properties and Health Effects, New York, 13. – 18. april, 1986, American Chemical Society, symposium series 331, Washington DC, 1987.

Stranden E, Strand T, *Radon in an alum-shale rich Norwegian area*, Radiat.Prot.Dosim 24(1/4), s. 367-370, 1988.

Strålevernhefte 3, *Måling av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn*, Statens strålevern, november 1996, 16 s.

Strålevernhefte 5, *Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø*, Statens strålevern, oktober 1998, 10 s.

Strålevernhefte 9, *Radon i inneluft – helserisiko, målinger og mottiltak*, Statens strålevern, februar 1996, 24 s.

Strålevernhefte 17, *Kartlegging av radon i boliger*, Statens strålevern, oktober 1998, 18 s.

## Vedlegg

**Tabell 1: Liste over 114 kommuner med resultater fra "Radon 2000-2001" og "Radon 1987-1989".**

Kommune	Innbyggertall	"Radon 2000-2001"					"Radon 1987-1989"		Prosent endring
		Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Andel >200 Bq/m <sup>3</sup>	Andel >400 Bq/m <sup>3</sup>	Høyeste verdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	
0104 Moss	26 242	554	84	8,7	1,8	1000	50	73	15 %
0118 Aremark	1 452	68	69	4,4	4,4	1200	3	184	- 63 %
0121 Rømskog	674	40	51	0,0	0,0	140	1	65	- 22 %
0122 Trøgstad	4 897	169	50	1,2	0,0	220	7	56	- 11 %
0125 Eidsberg	9 896	310	56	3,6	0,3	480	16	48	17 %
0127 Skiptvedt	3 200	109	50	0,9	0,0	220	5	29	72 %
0135 Råde	6 266	237	112	8,4	3,8	3100	12	47	138 %
0136 Rygge	12 621	345	65	5,8	0,6	760	21	45	44 %
0137 Våler	4 059	132	82	6,8	1,5	530	5	32	156 %
0213 Ski	25 531	549	83	6,7	0,9	850	36	71	17 %
0217 Oppegård	22 992	529	95	9,5	1,3	2700	35	43	121 %
0220 Asker	49 284	481	104	10,4	2,5	850	68	102	2 %
0226 Sørums	12 300	398	56	3,0	1,0	1100	18	41	37 %
0227 Fet	9 400	254	55	2,8	0,0	350	12	43	28 %
0228 Rælingen	14 373	431	50	1,4	0,2	600	24	29	72 %
0229 Enebakk	8 750	320	64	4,4	0,6	430	12	53	21 %
0230 Lørenskog	29 502	482	64	4,4	0,4	440	49	34	88 %
0231 Skedsmo	39 136	600	57	3,7	0,8	600	51	49	16 %
0235 Ullensaker	20 160	453	67	3,1	1,1	940	29	46	46 %
0238 Nannestad	9 100	277	71	5,8	0,7	1300	15	41	73 %
0301 Oslo, 4 bydeler	105 394	887	102	13,5	2,0	1000	577*	46*	122 %
0403 Hamar	26 545	504	118	14,1	4,8	2100	26	42	181 %
0412 Ringsaker	31 610	478	75	7,4	2,1	1000	65	43	74 %
0415 Løten	7 188	260	305	36,3	17,8	5300	16	155	97 %
0417 Stange	18 126	588	350	44,6	21,7	5300	39	148	136 %
0418 Nord-Odal	5 085	133	48	0,8	0,0	220	11	28	71 %
0420 Eidskog	6 430	246	110	10,2	3,3	3300	14	37	197 %
0427 Elverum	18 046	416	66	3,6	1,4	1400	38	36	83 %
0428 Trysil	7 031	233	71	6,9	2,6	950	17	61	16 %
0429 Åmot	4 393	131	124	13,0	6,9	1600	10	45	176 %
0441 Os	2 158	93	84	11,1	4,4	870	4	23	265 %
0502 Gjøvik	27 000	474	118	11,5	3,4	7900	49	54	119 %
0512 Lesja	2 303	76	74	5,2	2,6	990	7	23	222 %
0513 Skjåk	2 381	88	234	36,0	16,0	1700	8	70	234 %
0516 Nord-Fron	5 952	198	173	26,0	10,0	1700	12	81	114 %
0517 Sel	6 228	220	180	23,2	7,7	4600	11	86	109 %
0602 Drammen	54 852	503	116	15,0	5,0	1600	93	67	73 %
0604 Kongsberg	22 300	490	110	14,2	3,9	1100	41	63	75 %
0612 Hole	4 977	195	107	10,8	2,1	560	9	70	53 %
00616 Nes i Hallingdal	3 527	144	266	39,2	17,5	2600	8	236	13 %
0618 Hemsedal	2 017	75	141	16,0	6,7	2000	-	-	-
0623 Modum	12 366	367	128	14,5	5,2	2200	21	59	117 %
0625 Nedre Eiker	20 231	402	106	11,9	3,8	1600	31	91	16 %
0628 Hurum	8 345	375	205	30,1	14,5	3500	19	120	71 %

## Vedlegg

Kommune	Innbyggertall	"Radon 2000-2001"					"Radon 1987-1989"		Prosent endring
		Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Andel >200 Bq/m <sup>3</sup>	Andel >400 Bq/m <sup>3</sup>	Høyeste verdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	
0709 Larvik	40 362	514	65	4,5	0,8	810	14	57	14 %
0720 Stokke	9 611	306	99	10,8	2,6	480	16	78	27 %
0807 Notodden	12 203	382	121	12,9	4,2	3250	25	68	78 %
0814 Bamble	14 096	406	49	1,5	0,0	360	26	39	26 %
0815 Kragerø	10 630	259	46	3,5	0,8	590	18	46	0 %
0817 Drangedal	4 182	142	363	50,7	24,6	4200	9	147	147 %
0821 Bø	4 840	184	125	15,3	4,9	1200	7	101	24 %
0826 Tinn	6 560	229	358	46,1	25,0	4500	13	157	128 %
1026 Åseral	879	51	104	11,7	3,9	800	3	241	- 57 %
1103 Stavanger	108 818	621	105	11,2	3,9	1600	164	63	67 %
1121 Time	13 313	462	52	2,4	0,6	1300	25	37	41 %
1122 Gjesdal	8 896	322	60	5,9	1,9	790	12	35	71 %
1141 Finnøy	2 850	121	40	2,0	2,0	500	5	16	150 %
1145 Bokn	786	40	54	2,5	2,5	490	2	33	64 %
1219 Bømlo	10 742	344	24	0,6	0,0	370	25	17	41 %
1221 Stord	16 235	463	51	2,4	0,2	1400	29	40	28 %
1224 Kvinnherad	13 196	341	46	2,9	0,6	490	26	30	53 %
1227 Jondal	1 151	49	139	12,2	6,1	2500	4	134	4 %
1233 Ulvik	1 222	59	209	22,4	8,6	2700	2	76	175 %
1234 Granvin	1 049	48	80	10,4	4,2	530	3	19	321 %
1241 Fusa	3 685	142	44	2,1	0,7	440	9	26	69 %
1244 Austevoll	4 417	173	23	0,0	0,0	170	8	18	28 %
1251 Vaksdal	4 203	154	81	5,2	3,9	1300	8	48	69 %
1263 Lindås	12 511	386	10	0,0	0,0	140	22	14	- 29 %
1265 Fedje	682	48	43	4,3	0,0	270	1	17	153 %
1413 Hyllestad	1 561	85	17	0,0	0,0	120	3	10	70 %
1419 Leikanger	2 182	82	63	7,3	2,4	470	4	20	215 %
1422 Lærdal	2 219	119	58	5,9	2,5	470	5	72	- 19 %
1430 Gaular	2 888	112	31	0,0	0,0	170	6	18	72 %
1445 Gloppen	5 707	175	53	4,2	1,2	1100	15	41	29 %
1524 Norddal	1 969	75	39	0,0	0,0	190	7	16	144 %
1525 Stranda	4 677	176	25	1,7	0,0	270	8	15	67 %
1539 Rauma	7 400	272	29	1,1	0,0	360	15	21	38 %
1563 Sunndal	7 428	243	54	3,3	1,2	1000	17	32	69 %
1612 Hemne	4 328	207	26	1,5	0,0	300	11	26	0 %
1634 Oppdal	6 288	244	94	13,6	3,7	930	13	49	92 %
1640 Røros	5 524	205	73	8,4	1,5	610	16	58	26 %
1648 Midtre Gauldal	5 787	225	91	8,3	3,4	1100	14	45	102 %
1653 Melhus	13 047	341	70	6,5	1,2	770	24	26	169 %
1657 Skaun	5 843	222	40	2,3	0,0	280	8	22	82 %
1662 Klæbu	5 013	142	43	2,1	1,4	550	7	12	258 %
1702 Steinkjer	20 347	568	88	7,5	2,7	4400	47	39	126 %
1717 Frosta	2 395	100	40	1,0	0,0	220	3	13	208 %
1718 Leksvik	3 523	148	40	0,0	0,0	190	9	16	150 %
1729 Inderøy	5 820	192	48	2,1	0,5	410	13	15	220 %

## Vedlegg

Kommune	Innbyggertall	"Radon 2000-2001"					"Radon 1987-1989"		Prosent endring
		Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Andel >200 Bq/m <sup>3</sup>	Andel >400 Bq/m <sup>3</sup>	Høyeste verdi (Bq/m <sup>3</sup> )	Antall målinger	Årsmiddelverdi (Bq/m <sup>3</sup> )	
1750 Vikna	3 867	141	50	3,6	0,7	480	7	18	178 %
1805 Narvik	18 577	357	90	11,8	1,2	1100	38	55	64 %
1813 Brønnøy	7 433	264	24	0,0	0,0	190	13	19	26 %
1815 Vega	1 414	97	19	0,0	0,0	180	6	14	36 %
1825 Grane	1 611	80	136	20,0	11,2	1000	3	137	- 1 %
1826 Hattfjelldal	1 642	72	100	15,0	7,9	1700	4	59	69 %
1836 Rødøy	1 570	82	64	2,8	1,4	1400	2	20	220 %
1842 Skjerstad	1 098	65	111	12,5	4,7	1800	3	44	152 %
1852 Tjeldsund	1 527	75	56	4,0	0,0	280	2	197	- 72 %
1860 Vestvågøy	10 780	366	20	0,7	0,0	280	17	10	100 %
1868 Øksnes	4 755	187	19	0,0	0,0	100	13	< 10	-
1870 Sortland	9 300	326	18	0,0	0,0	190	22	18	0 %
1901 Harstad	23 043	551	71	6,1	2,2	2400	41	58	22 %
1902 Tromsø	59 169	479	62	4,2	2,1	3190	64	54	15 %
1919 Gratangen	1 302	58	63	3,5	0,0	220	2	20	215 %
1924 Målselv	7 024	223	81	10,5	2,3	630	13	71	14 %
1928 Torsken	1 170	70	30	1,4	0,0	390	-	-	-
1941 Skjervøy	2 996	118	77	6,8	2,5	670	8	40	93 %
2002 Vardø	2 799	90	56	4,4	1,1	520	5	43	30 %
2015 Hasvik	1 200	50	47	4,1	0,0	230	1	17	176 %
2018 Måsøy	1 477	90	54	3,4	1,1	420	2	78	- 31 %
2020 Porsanger	4 451	220	53	3,7	0,9	1100	9	30	77 %
2021 Karasjok	2 882	107	59	4,8	0,0	390	5	42	40 %
2024 Berlevåg	1 236	56	115	14,8	0,0	400	2	218	- 47 %
2025 Tana	3 045	93	198	11,9	7,6	5200	3	31	539 %