

Kartlegging av radon i Stokke kommune

Radon 2000/2001

Vinteren 2000/2001 ble det gjennomført en fase 1-kartlegging av radon i inneluft i Stokke kommune, i forbindelse med den landsomfattende undersøkelsen "Radon 2000/2001". En andel på 8 % av kommunens husstander deltok i kartleggingen. Det ble funnet at 11 % av disse har en radonkonsentrasjon som er høyere enn anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m³ luft, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi av radonkonsentrasjonen er beregnet til 99 Bq/m³. Dette er verdier som ligger noe over landsgjennomsnittet. Stokke kommune anslås å kunne ha et stedvis radonproblem. Kommunen anbefales å gjøre ytterligere radonmålinger i områder hvor forhøyde radonverdier er påvist.

*Line Ruden
Gro Beate Ramberg
Katrine Ånestad
Terje Strand*

1. INNLEDNING

1.1 Om radon

Radon (^{222}Rn) er et radioaktivt stoff som dannes naturlig ved desintegrasjon av radium (^{226}Ra), og som finnes i varierende mengder i all berggrunn og jordsmonn. Radon er en edelgass, og har derfor liten evne til å danne kjemiske bindinger med andre stoffer. Radon frigjøres dermed lett til jordluften, og ved utettheter i boligkonstruksjonen mot bakken kan gassen oppkonsentreres i inneluften.

Radon brytes videre ned til de radioaktive isotopene av polonium, bly og vismut som med et fellesnavn kalles radondøtre. Hvis radongass er tilstede i lufta dannes radondøtrene kontinuerlig, og det er disse som gir stråledoser til lungene ved innånding. Norge er et av landene i verden med høyest radonkonsentrasjon i inneluften. På bakgrunn av landsomfattende kartlegginger er det anslått at ca. 160 000 husstander har en radonkonsentrasjon i inneluften som er høyere enn anbefalt tiltaksgrense på 200 Bq/m^3 . Dette er grenseverdien som er satt for å få tilskudd gjennom Husbanken til gjennomføring av tekniske tiltak for å redusere radonkonsentrasjonen. Det er videre anslått at ca. 50 000 husstander ligger over 400 Bq/m^3 (Strålevernrapport 2001:6).

Epidemiologiske undersøkelser har påvist at opphold over flere år i innemiljøer med høye radonkonsentrasjoner gir økt risiko for utvikling av lungekreft. Det er anslått at radon i inneluft er årsak til mellom 5 % og 15 % av alle nye lungekrefttilfeller i den norske befolkningen. Undersøkelser tyder på at risikoen ved radoneksponering er høyest for røykere. Norske anslag av risiko er i overensstemmelse med de vurderinger som er gjort internasjonalt av blant annet Verdens helseorganisasjon (WHO) og Den internasjonale stråleverniskommisjon (ICRP).

Mer generell informasjon om radon finnes på Strålevernets radonsider:
<http://radon.nrpa.no>.

1.2 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med Nasjonal kreftplan, som ble vedtatt i Stortinget i 1998, ble det bl.a. bestemt at arbeidet med radon skulle trappes opp. Tilskuddsordningen for gjennomføring av tiltak mot radon i norske privatboliger ble etablert, og det ble avsatt 60 millioner kroner for å støtte gjennomføring av radontiltak over en fireårsperiode. 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. For at tilskuddsordningen skulle kunne fungere etter intensjonene var det nødvendig å øke denne oppslutningen. Det ble avsatt midler til informasjonsrettede tiltak for å gjøre ordningen bedre kjent, i tillegg til at radonkompetansen hos byggebransjen og kommunale saksbehandlere skulle økes. Det ble også besluttet å utføre en målrettet kartlegging for å identifisere boliger med radonkonsentrasjon over tiltaksnivå.

Kartleggingsprosjektet "Radon 2000/2001" ble startet opp sommeren 2000 og omfatter radonmålinger i totalt ca. 30 000 boliger. Kartleggingen er utført i henhold til beskrivelse av fase 1-kartlegginger i Strålevernhefte 17 (1998).

2. GJENNOMFØRING

2.1 Deltagere

Alle landets 435 kommuner fikk brev med tilbud om å delta i prosjektet. Omtrent 200 kommuner svarte på henvendelsen, og ca. 170 av disse var positive. I forbindelse med fase 1-kartlegginger anbefales det å gjennomføre målinger i et tilfeldig utvalg på mellom 2 % og 10 % av boligmassen, avhengig av kommunens størrelse og boligtetthet. Det ble satt 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. Dette medførte at antall deltagende kommuner måtte begrenses. I forbindelse med utvalget av kommuner ble det tatt hensyn til om kommunene svarte på henvendelsen innen tidsfristen, og ønsket om god geografisk spredning. Som en følge av dette fikk 114 kommuner delta innenfor rammen på 30 000 målinger.

2.2 Utførelse

Hver kommune ble bedt om å velge ut en kontaktperson som via brev og et informasjonsmøte fikk detaljert opplæring og instruksjon i hvordan kartleggingen skulle gjennomføres. Størrelsen på utvalget ble avtalt med den enkelte kommune, og det ble foreslått å benytte et kommunalt register (f.eks. renovasjonsregisteret) for å gjøre et tilfeldig utvalg av boliger. Forespørsel ble sendt ut til et noe større utvalg enn målebehovet. Dette bygger på tidligere erfaringer om at svarandelen vanligvis er på 60-70 %. I bykommuner, hvor en betydelig andel av befolkningen bor i blokk, ble kommunene anbefalt å måle kun i laveste etasje.

Boliginnehavere som ønsket å delta i kartlegging fikk tilsendt en sporfilm og tilhørende veiledning med retningslinjer for utplassering. Det skulle måles i et oppholdsrom som benyttes daglig, for eksempel stue eller soverom. Der det var flere alternativer å velge mellom skulle rommet i laveste etasje velges. Etter ca. to måneder fikk boliginnehaver tilsendt et brev med beskjed om å returnere sporfilm til Statens strålevern for analyse. Boliginnehaver skulle også returnere et utfylt registreringskjema (se Vedlegg 2) med opplysninger om boligen (boligtype, byggeår, grunnmur, etc.). I etterkant av målingene fikk hver boliginnehaver tilsendt en rapport med

måleresultat for egen bolig. Denne målerapporten kan brukes som grunnlag for søknad til Husbanken i de tilfeller der årsmiddelverdien av radon ligger over 200 Bq/m³. Kommunen fikk tilsendt en samlerapport med oversikt over alle resultatene i den aktuelle kommunen.

Statens strålevern har utarbeidet radonkart for de kommunene som har oppgitt gårds-, bruks- og bygningsnummer. Det foreligger to typer kart – områdekart og punktkart. Områdekartet viser kommunen inndelt i skraverte områder, hvor skraveringen har en fargekode som indikerer hvor stor andel av de målte boligene som ligger over tiltaksgrensen på 200 Bq/m³. Kartene lages ved at kommunen deles inn i et rutenett. Totalt antall målinger telles opp i hver rute, og det samme gjøres med antall målinger som ligger over 200 Bq/m³. Deretter beregnes andel målinger over denne tiltaksgrensen for hver rute, og ruten fargelegges i henhold til dette. I grønne områder er det under 5 % av de målte boligene som ligger over 200 Bq/m³. I gule områder er det målt en radonkonsentrasjon på over 200 Bq/m³ i mellom 5 % og 20 % av boligene, mens over 20 % av målingene ligger over dette tiltaksnivået i de røde områdene. Områder av kommunen hvor det er foretatt få eller ingen målinger vil være uten skravering på områdekartet. Her er det vanskelig å gjøre en vurdering av sannsynligheten for forhøyde radonkonsentrasjoner i boligmassen. Valg av rutestørrelser gjøres manuelt, og det velges vanligvis ruter med størrelse på mellom 500 og 5000 meter. Det kreves et minimum antall målinger for å få et tilstrekkelig beregningsgrunnlag for inndeling i de ulike fargekategoriene. For grønne og gule celler kreves det minst 20 målinger for at cellen skal fargelegges. For røde celler kreves det minst 5 målinger for at cellen skal fargelegges, og røde områder vil da kunne ha mindre celler. Det er viktig at rutene verken blir for store eller for små i forhold til antall, tetthet og fordeling av målingene.

Når det gjelder punktkartene er hver bolig hvor det er foretatt en radonmåling avmerket som et punkt, og punktet har en fargekode avhengig av radonkonsentrasjonen. Denne fargekoden er tilsvarende som for områdekartene, med grønt for måleverdier under 200 Bq/m^3 , gult for måleverdier mellom 200 Bq/m^3 og 400 Bq/m^3 og rødt for radonmålinger over 400 Bq/m^3 . Punktkartet er overlevert kommunen.

Kartet er kun laget ut fra radonmålinger utført i forbindelse med "Radon 2000/2001". Det er verken tatt hensyn til geologi eller bygningstekniske opplysninger. Dette innebærer at det kan finnes boliger med høye konsentrasjoner i grønne områder, mens boliger i røde områder kan ha lave konsentrasjoner.

3. RESULTATER

I denne rapporten presenteres resultatene av kartleggingen i Stokke kommune. Kartleggingen ble gjennomført i samarbeid med kommunens kontaktperson Arne Havnås.

I Stokke kommune ble 523 boliger trukket ut tilfeldig fra kartregisteret VG-innsyn og alle disse boliginnhaverne fikk tilsendt brev fra kommunen med tilbud om radonmåling. Det kom inn positivt svar fra 317 husstander – dvs. en svarandel på 61 %.

Tabell 1: Resultater for Stokke kommune.

| | |
|---|---------------------|
| Gjennomsnittlig årsmiddelverdi | 99 Bq/m^3 |
| Andel radonmålinger $>200 \text{ Bq/m}^3$ | 11 % |
| Andel radonmålinger $>400 \text{ Bq/m}^3$ | 3 % |
| Høyeste verdi målt i Stokke | 480 Bq/m^3 |
| Totalt antall målinger foretatt i Stokke | 306 |
| Andel av boligmassen hvor det er målt | 8 % |

Målingene i Stokke kommune ble gjennomført i perioden fra medio januar til medio mars i 2001. Ikke alle boliginnhavere returnerte sporfilmen for analyse innen fristen, og i denne kommunen utgjorde dette 11 husstander. Totalt ble 306 sporfilmer returnert fra Stokke og de følgende beregninger, diskusjoner og konklusjoner er foretatt ut fra disse analyseresultatene.

På bakgrunn av målingene er gjennomsnittlig årsmiddelverdi for radonkonsentrasjon i Stokke kommune beregnet til 99 Bq/m^3 . Resultatene viser at 11 % av boligene har en radonkonsentrasjon på over 200 Bq/m^3 , mens 3 % av boligene også ligger over 400 Bq/m^3 .

Se Vedlegg 1 for resultater fra de andre kommunene som deltok i "Radon 2000/2001".

3.1 Radonkart

For å få en bedre oversikt over hvordan måleresultatene fordeler seg i kommunen er det vanligvis utarbeidet to typer radonkart – punktkart og områdekart. Punktkartet er kun til internt bruk i kommunen, og trykkes ikke i rapporten.

Områdekartene har skraverte områder som indikerer hvor stor andel av de målte boligene som ligger over tiltaksnivå. Dette gir grunnlag for å anslå sannsynligheten for at en bolig innenfor skravert område har forhøyde radonkonsentrasjoner.

Da Stokke kommune ikke har oversendt opplysninger om boligens gårds-, bruks- og/eller bygningsnummer, er det verken utarbeidet punktkart eller områdekart for denne kommunen.

3.2 Bygningstekniske opplysninger

For hver bolig hvor det er foretatt måling er det fylt ut et registreringsskjema med bygningstekniske opplysninger (se Vedlegg 2). Dette gir grunnlag for en sammenlikning av boliger med høy kontra lav radonkonsentrasjon, og mulighet for å finne fellestrekk mellom boliger med høy konsentrasjon. Parametere som fra tidligere undersøkelser har vist seg å kunne være viktige i denne sammenhengen er boligens

byggeår, boligtype, kjellertype, grunnmur, vannforsyning og i hvilken etasje målingen er foretatt. Disse dataene for Stokke kommune er vist i Tabell 2. Ikke alle boliginnehavere har fylt ut alle punkter i registreringsskjemaet, og det vil følgelig være enkelte mangler og varierende totalantall innenfor de forskjellige kategoriene. I tillegg vil tabellen også kunne inneholde data fra målinger som kom inn etter svarfristen.

Tabell 2: Informasjon fra boliginnehavernes registreringsskjemaer for Stokke kommune.

| Kategori | Beskrivelse | Antall | Årsmiddelverdi (Bq/m ³) | Andel målinger mellom 200 og 400 Bq/m ³ (%) | Andel målinger over 400 Bq/m ³ (%) |
|---------------|--------------------------------|--------|-------------------------------------|--|---|
| Byggeår | eldre enn 1960 | 96 | 89 | 6 | 1 |
| | f.o.m. 1960 til 1970 | 42 | 82 | 0 | 2 |
| | f.o.m. 1970 til 1980 | 63 | 100 | 8 | 0 |
| | f.o.m. 1980 til 1990 | 71 | 116 | 10 | 6 |
| | f.o.m. 1990 til 2000 | 17 | 118 | 6 | 12 |
| | f.o.m. 2000 og nyere | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Boligtype | Enebolig | 305 | 99 | 7 | 3 |
| | Rekkehus/vertikal tomannsbolig | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Horisontal tomannsbolig | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Blokkleilighet | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Terrasseleilighet | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Annen boligtype | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kjellertype | Ingen kjeller | 29 | 109 | 14 | 0 |
| | Kryprom | 12 | 86 | 8 | 0 |
| | Kjeller under deler av huset | 74 | 100 | 4 | 1 |
| | Kjeller under hele huset | 162 | 94 | 6 | 3 |
| Grunnmur | Mur av lettklinker | 144 | 106 | 6 | 5 |
| | Støpt grunnmur | 61 | 89 | 8 | 2 |
| | Naturstein | 45 | 86 | 4 | 0 |
| | Annen grunnmur | 16 | 88 | 6 | 0 |
| Måleetasje | Kjeller/sokkeetasje | 83 | 134 | 11 | 5 |
| | 1. etasje | 186 | 85 | 5 | 2 |
| | 2. etasje | 8 | 80 | 0 | 0 |
| | Høyere enn 2. etasje | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vannforsyning | Fra vannverk | 270 | 95 | 7 | 2 |
| | Overflatevann | 5 | 90 | 0 | 0 |
| | Privat borebrønn | 23 | 138 | 4 | 13 |

4. DISKUSJON

Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i Stokke kommune er beregnet til 99 Bq/m^3 . Landsgjennomsnittet er på ca. 90 Bq/m^3 , og nivået i Stokke kommune ligger dermed noe over dette. Andelen målinger over tiltaksgrensen på 200 Bq/m^3 ligger på 11 %, mot 9 % på landsbasis.

Utvalget av boliger som er med i kartleggingen er tilfeldig, og utgjør omtrent 8 % av det totale antall boliger i Stokke kommune. Dersom det er foretatt målinger fordelt over hele kommunen, og målingene avspeiler bosettingsmønsteret, må man kunne anta at resultatene er representative for kommunen (Strålevernhefte 17).

4.1 Radonkart

Det foreligger ikke radonkart for Stokke kommune pga. manglende opplysninger om gårds-, bruks- og/eller byggningsnummer for deltagende boliger.

4.2 Bygningstekniske opplysninger

Ut fra registreringsskjemaene som boliginnehaverne fra Stokke kommune har fylt ut, er det mulig å finne enkelte fellestrekk ved boliger med høye radonnivåer.

Sammenliknes måleresultatene med hensyn på boligernes byggeår er det i denne kommunen størst andel målinger over tiltaksgrensen på 200 Bq/m^3 blant boliger bygget på 80- og 90-tallet. Her er andelen målinger over tiltaksnivå 16-18 %, mens gjennomsnittlig årsmiddelverdi ligger på ca. 120 Bq/m^3 . I boliger bygget før 1980 er mellom 2 % og 8 % av målingene over tiltaksgrensen og gjennomsnittlig årsmiddelverdi ligger på ca. $80\text{-}100 \text{ Bq/m}^3$. Ingen boliger bygget etter år 2000 var med i prosjektet fra Stokke kommune.

Det er i følge Tabell 2 kun foretatt målinger i eneboliger i dette prosjektet i Stokke kommune. En stor andel av boligene har kjeller under hele huset. De høye måleverdiene (over 200 Bq/m^3) fordeler seg mellom boliger med alle kjellertyper, men størst andel måleverdier over tiltaksgrensen er i boliger uten kjeller (14 %). Gjennomsnittlig årsmiddelverdi ligger her på ca. 110 Bq/m^3 . Blant boliger med kjeller under hele eller deler av huset er tilsvarende andel på hhv. 9 % og 5 %, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi ligger på ca. $90\text{-}100 \text{ Bq/m}^3$. 1 av 12 boliger (8 %) med kryprom har målt radonkonsentrasjoner over tiltaksgrensen, og også her er gjennomsnittlig årsmiddelverdi ca. 90 Bq/m^3 .

Grunnmur av lettklinkerblokker kan medføre større risiko for høye radonverdier på grunn av det porøse materialet som er lett gjennomtrengelig for luft (Strålevernhefte 9). I Stokke kommune har 11 % av boligene med denne grunnmurstypen målt en radonverdi over 200 Bq/m^3 . Det er også blant disse boligene man finner høyest gjennomsnittlig årsmiddelverdi (106 Bq/m^3). Blant boligene med støpt grunnmur ligger 10 % over tiltaksgrensen, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi er på ca. 90 Bq/m^3 . For boliger med grunnmur av naturstein eller "annen grunnmur" ligger tilsvarende verdier på hhv. 4 % og 6 %, og også her er gjennomsnittlig årsmiddelverdi ca. 90 Bq/m^3 .

Tidligere undersøkelser har vist at andelen høye måleverdier avtar jo høyere opp i etasjene målingen er foretatt (SIS-rapport 1991:3). I Stokke kommune overstiger 16 % av målingene foretatt i kjeller/sokkeletasje tiltaksgrensen, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi ligger på 134 Bq/m^3 . 7 % av målingene som er utført i 1. etasje ligger over tiltaksgrensen, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi er 85 Bq/m^3 . Ingen av de 8 målingene utført i 2. etasje er over 200 Bq/m^3 radon i luft.

Vann fra borebrønner i fast fjell kan i enkelte tilfeller gi et betydelig bidrag til radonkonsentrasjonen i inneluft (Lind et al 1992). I denne kommunen oppgir 23 husstander å ha vannforsyning fra privat borebrønn, og 17 % av disse har målt radonkonsentrasjoner over 200 Bq/m³. Gjennomsnittlig årsmiddelverdi er 138 Bq/m³ luft. Av de 270 husstandene som oppgir å ha vannforsyning fra vannverk har en andel på 9 % radonkonsentrasjoner over 200 Bq/m³ luft, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi er her 95 Bq/m³. Ingen av de 5 som har krysset av for vannforsyning fra overflatevann har måleverdier over tiltaksgrensen.

4.3 Geologi

Byggegrunnen er en av de viktigste kildene til forhøyde radonkonsentrasjoner i boliger, sammen med byggeskikk og bygningsteknikk. Hus bygget i områder med store forekomster av alunskifer, uranrike granitter eller pegmatitter i kombinasjon med løsmasser eller morenegrunn er mer utsatt enn andre (Stranden et al 1988). Statens strålevern innehar ikke opplysninger om geologiske forhold i Stokke kommune. Dessverre er det heller ikke kapasitet til å foreta denne typen analyser ved utarbeidelse av rapporten. Kommunen anbefales likevel å sammenstille måledata fra denne rapporten med tilgjengelig geologisk informasjon fra lokalområdet.

Radonmålingene utført i denne kartleggingen viser tydelige variasjoner fra kommune til kommune. Man ser imidlertid en tendens til at innlandskommuner har høyere gjennomsnittsverdier enn kommuner som ligger ved kysten. Flere kommuner i indre strøk av Sør-Norge har relativt høye gjennomsnittsverdier og stor andel med forhøyde radonkonsentrasjoner i inneluften (Strålevernrapport 2001:6). Dette kan skyldes forskjeller i berggrunnsgeologiske forhold, men i alle tilfeller vil det være store lokale

variasjoner når det gjelder gjennomtrengelighet i berg og jordsmonn.

5. KONKLUSJON

I Stokke kommune er gjennomsnittlig årsmiddelverdi beregnet til 99 Bq/m³, og i 11 % av boligene som deltok ble det målt radonverdier over 200 Bq/m³. Stokke kommune anslås til å kunne ha et stedvis radonproblem.

Hvordan målingene fordeler seg i kommunen kommer ikke fram i denne rapporten, da det pga. manglende opplysninger ikke foreligger radonkart for Stokke kommune. Kommunen anbefales til selv å lokalisere de forhøyde verdiene, og gjøre ytterligere radonmålinger i områder hvor høye radonverdier er påvist.

Områder der mindre enn 5 % av målingene viser mer enn 200 Bq/m³, og ingen målinger viser over 400 Bq/m³ radon i luft, defineres vanligvis som områder med lav sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). Oppfølging fra kommunens side kan i disse områdene begrenses til generell informasjon og veiledning.

Områder der mellom 5 % og 20 % av målingene viser radonkonsentrasjoner over 200 Bq/m³, eller det er påvist enkelte verdier over 400 Bq/m³, defineres som områder med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier. I disse områdene bør det gjøres oppfølgende målinger i utvalgte boliger (Strålevernhefte 17). Tas datasettet for hele kommunen i betraktning (Tabell 2) er det to bygningsteknisk forhold som ser ut til å være felles for boliger hvor radonkonsentrasjonen overstiger tiltaksnivå. Dette gjelder boliger som har oppholdsrom i kjeller/sokkeletasje og/eller privat borebrønn. Anbefalt oppfølging i områder med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier i Stokke kommune blir derfor målinger i alle

boliger som oppfyller minst ett av disse to kriteriene.

Områder der over 20 % av målingene viser mer enn 200 Bq/m³ radon i luft defineres som områder med høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). I slike områder anbefales det å gjøre oppfølgende målinger i alle boliger som har leilighet eller oppholdsrom i 1. etasje eller underetasje.

Generelt anbefales det å gjennomføre forebyggende tiltak mot radon ved nybygg i områder med høy og middels høy sannsynlighet for høye radonkonsentrasjoner.

REFERANSER

Lind B, Strand T, *Radon in tap water from drilled wells in Norway*, Proceedings; International symposium on radon and radon reduction technology, Minneapolis, 1992. Washington DC.: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 1992.

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.

Strand T, Ånestad K, Ruden L, Ramberg GB, Jensen CL, Wiig AH, Thommesen G, *Kartlegging av radon i 114 kommuner. Kort presentasjon*. StrålevernRapport 2001:6, 14 s.

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 1

Tabell 3: Liste over 114 kommuner med resultater fra den landsomfattende kartleggingen i prosjektet "Radon 2000/2001".

| Kommune | Innbyggertall | Antall målinger | Årsmiddelverdi (Bq/m ³) | Andel målinger f.o.m. 200 Bq/m ³ til 400 Bq/m ³ | Andel målinger f.o.m. 400 Bq/m ³ og høyere | Høyeste verdi (Bq/m ³) |
|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------------------------|---|---|------------------------------------|
| 0104 Moss | 26 242 | 554 | 84 | 6,9 | 1,8 | 1000 |
| 0118 Aremark | 1 452 | 68 | 69 | 0 | 4,4 | 1200 |
| 0121 Rømskog | 674 | 40 | 51 | 0 | 0,0 | 140 |
| 0122 Trøgstad | 4 897 | 169 | 50 | 1,2 | 0,0 | 220 |
| 0125 Eidsberg | 9 896 | 310 | 56 | 3,3 | 0,3 | 480 |
| 0127 Skiptvedt | 3 200 | 109 | 50 | 0,9 | 0,0 | 220 |
| 0135 Råde | 6 266 | 237 | 112 | 4,6 | 3,8 | 3100 |
| 0136 Rygge | 12 621 | 345 | 65 | 5,2 | 0,6 | 760 |
| 0137 Våler | 4 059 | 132 | 82 | 5,3 | 1,5 | 530 |
| 0213 Ski | 25 531 | 549 | 83 | 5,8 | 0,9 | 850 |
| 0217 Oppegård | 22 992 | 529 | 95 | 8,2 | 1,3 | 2700 |
| 0220 Asker | 49 284 | 481 | 104 | 7,9 | 2,5 | 850 |
| 0226 Sørum | 12 300 | 398 | 56 | 2 | 1,0 | 1100 |
| 0227 Fet | 9 400 | 254 | 55 | 2,8 | 0,0 | 350 |
| 0228 Rælingen | 14 373 | 431 | 50 | 1,2 | 0,2 | 600 |
| 0229 Enebakk | 8 750 | 320 | 64 | 3,8 | 0,6 | 430 |
| 0230 Lørenskog | 29 502 | 482 | 64 | 4 | 0,4 | 440 |
| 0231 Skedsmo | 39 136 | 600 | 57 | 2,9 | 0,8 | 600 |
| 0235 Ullensaker | 20 160 | 453 | 67 | 2 | 1,1 | 940 |
| 0238 Nannestad | 9 100 | 277 | 71 | 5,1 | 0,7 | 1300 |
| 0301 Oslo, 4 bydeler | 105 394 | 887 | 102 | 11,5 | 2,0 | 1000 |
| 0403 Hamar | 26 545 | 504 | 118 | 9,3 | 4,8 | 2100 |
| 0412 Ringsaker | 31 610 | 478 | 75 | 5,3 | 2,1 | 1000 |
| 0415 Løten | 7 188 | 260 | 305 | 18,5 | 17,8 | 5300 |
| 0417 Stange | 18 126 | 588 | 350 | 22,9 | 21,7 | 5300 |
| 0418 Nord-Odal | 5 085 | 133 | 48 | 0,8 | 0,0 | 220 |
| 0420 Eidskog | 6 430 | 246 | 110 | 6,9 | 3,3 | 3300 |
| 0427 Elverum | 18 046 | 416 | 66 | 2,2 | 1,4 | 1400 |
| 0428 Trysil | 7 031 | 233 | 71 | 4,3 | 2,6 | 950 |
| 0429 Åmot | 4 393 | 131 | 124 | 6,1 | 6,9 | 1600 |
| 0441 Os | 2 158 | 93 | 84 | 6,7 | 4,4 | 870 |
| 0502 Gjøvik | 27 000 | 474 | 118 | 8,1 | 3,4 | 7900 |
| 0512 Lesja | 2 303 | 76 | 74 | 2,6 | 2,6 | 990 |
| 0513 Skjåk | 2 381 | 88 | 234 | 20 | 16,0 | 1700 |
| 0516 Nord-Fron | 5 952 | 198 | 173 | 16 | 10,0 | 1700 |
| 0517 Sel | 6 228 | 220 | 180 | 15,5 | 7,7 | 4600 |
| 0602 Drammen | 54 852 | 503 | 116 | 10 | 5,0 | 1600 |
| 0604 Kongsberg | 22 300 | 490 | 110 | 10,3 | 3,9 | 1100 |
| 0612 Hole | 4 977 | 195 | 107 | 8,7 | 2,1 | 560 |
| 0616 Nes i Hallingdal | 3 527 | 144 | 266 | 21,7 | 17,5 | 2600 |
| 0618 Hemsedal | 2 017 | 75 | 141 | 9,3 | 6,7 | 2000 |
| 0623 Modum | 12 366 | 367 | 128 | 9,3 | 5,2 | 2200 |
| 0625 Nedre Eiker | 20 231 | 402 | 106 | 8,1 | 3,8 | 1600 |
| 0628 Hurum | 8 345 | 375 | 205 | 15,6 | 14,5 | 3500 |
| 0709 Larvik | 40 362 | 514 | 65 | 3,7 | 0,8 | 810 |

Vedlegg 1

| Kommune | Innbyggertall | Antall målinger | Årsmiddelverdi (Bq/m ³) | Andel målinger f.o.m. 200 Bq/m ³ til 400 Bq/m ³ | Andel målinger f.o.m. 400 Bq/m ³ og høyere | Høyeste verdi (Bq/m ³) |
|---------------------|---------------|-----------------|--|--|--|---------------------------------------|
| 0720 Stokke | 9 611 | 306 | 99 | 8,2 | 2,6 | 480 |
| 0807 Notodden | 12 203 | 382 | 121 | 8,7 | 4,2 | 3250 |
| 0814 Bamble | 14 096 | 406 | 49 | 1,5 | 0,0 | 360 |
| 0815 Kragerø | 10 630 | 259 | 46 | 2,7 | 0,8 | 590 |
| 0817 Drangedal | 4 182 | 142 | 363 | 26,1 | 24,6 | 4200 |
| 0821 Bø | 4 840 | 184 | 125 | 10,4 | 4,9 | 1200 |
| 0826 Tinn | 6 560 | 229 | 358 | 21,1 | 25,0 | 4500 |
| 1026 Åseral | 879 | 51 | 104 | 7,8 | 3,9 | 800 |
| 1103 Stavanger | 108 818 | 621 | 105 | 7,3 | 3,9 | 1600 |
| 1121 Time | 13 313 | 462 | 52 | 1,8 | 0,6 | 1300 |
| 1122 Gjesdal | 8 896 | 322 | 60 | 4 | 1,9 | 790 |
| 1141 Finnøy | 2 850 | 121 | 40 | 0 | 2,0 | 500 |
| 1145 Bokn | 786 | 40 | 54 | 0 | 2,5 | 490 |
| 1219 Bømlo | 10 742 | 344 | 24 | 0,6 | 0,0 | 370 |
| 1221 Stord | 16 235 | 463 | 51 | 2,2 | 0,2 | 1400 |
| 1224 Kvinnherad | 13 196 | 341 | 46 | 2,3 | 0,6 | 490 |
| 1227 Jondal | 1 151 | 49 | 139 | 6,1 | 6,1 | 2500 |
| 1233 Ulvik | 1 222 | 59 | 209 | 13,8 | 8,6 | 2700 |
| 1234 Granvin | 1 049 | 48 | 80 | 6,2 | 4,2 | 530 |
| 1241 Fusa | 3 685 | 142 | 44 | 1,4 | 0,7 | 440 |
| 1244 Austevoll | 4 417 | 173 | 23 | 0 | 0,0 | 170 |
| 1251 Vaksdal | 4 203 | 154 | 81 | 1,3 | 3,9 | 1300 |
| 1263 Lindås | 12 511 | 386 | 10 | 0 | 0,0 | 140 |
| 1265 Fedje | 682 | 48 | 43 | 4,3 | 0,0 | 270 |
| 1413 Hyllestad | 1 561 | 85 | 17 | 0 | 0,0 | 120 |
| 1419 Leikanger | 2 182 | 82 | 63 | 4,9 | 2,4 | 470 |
| 1422 Lærdal | 2 219 | 119 | 58 | 3,4 | 2,5 | 470 |
| 1430 Gaular | 2 888 | 112 | 31 | 0 | 0,0 | 170 |
| 1445 Gloppen | 5 707 | 175 | 53 | 3 | 1,2 | 1100 |
| 1524 Norddal | 1 969 | 75 | 39 | 0 | 0,0 | 190 |
| 1525 Stranda | 4 677 | 176 | 25 | 1,7 | 0,0 | 270 |
| 1539 Rauma | 7 400 | 272 | 29 | 1,1 | 0,0 | 360 |
| 1563 Sunndal | 7 428 | 243 | 54 | 2,1 | 1,2 | 1000 |
| 1612 Hemne | 4 328 | 207 | 26 | 1,5 | 0,0 | 300 |
| 1634 Oppdal | 6 288 | 244 | 94 | 9,9 | 3,7 | 930 |
| 1640 Røros | 5 524 | 205 | 73 | 6,9 | 1,5 | 610 |
| 1648 Midtre Gauldal | 5 787 | 225 | 91 | 4,9 | 3,4 | 1100 |
| 1653 Melhus | 13 047 | 341 | 70 | 5,3 | 1,2 | 770 |
| 1657 Skaun | 5 843 | 222 | 40 | 2,3 | 0,0 | 280 |
| 1662 Klæbu | 5 013 | 142 | 43 | 0,7 | 1,4 | 550 |
| 1702 Steinkjer | 20 347 | 568 | 88 | 4,8 | 2,7 | 4400 |
| 1717 Frosta | 2 395 | 100 | 40 | 1 | 0,0 | 220 |
| 1718 Leksvik | 3 523 | 148 | 40 | 0 | 0,0 | 190 |
| 1729 Inderøy | 5 820 | 192 | 48 | 1,6 | 0,5 | 410 |
| 1750 Vikna | 3 867 | 141 | 50 | 2,9 | 0,7 | 480 |
| 1805 Narvik | 18 577 | 357 | 90 | 10,6 | 1,2 | 1100 |
| 1813 Brønnøy | 7 433 | 264 | 24 | 0 | 0,0 | 190 |

Vedlegg 1

| Kommune | Innbyggertall | Antall målinger | Årsmiddelverdi (Bq/m ³) | Andel målinger f.o.m. 200 Bq/m ³ til 400 Bq/m ³ | Andel målinger f.o.m. 400 Bq/m ³ og høyere | Høyeste verdi (Bq/m ³) |
|-------------------|---------------|-----------------|--|--|--|---------------------------------------|
| 1815 Vega | 1 414 | 97 | 19 | 0 | 0,0 | 180 |
| 1825 Grane | 1 611 | 80 | 136 | 8,8 | 11,2 | 1000 |
| 1826 Hattfjelldal | 1 642 | 72 | 100 | 7,1 | 7,9 | 1700 |
| 1836 Rødøy | 1 570 | 82 | 64 | 1,4 | 1,4 | 1400 |
| 1842 Skjerstad | 1 098 | 65 | 111 | 7,8 | 4,7 | 1800 |
| 1852 Tjeldsund | 1 527 | 75 | 56 | 4 | 0,0 | 280 |
| 1860 Vestvågøy | 10 780 | 366 | 20 | 0,7 | 0,0 | 280 |
| 1868 Øksnes | 4 755 | 187 | 19 | 0 | 0,0 | 100 |
| 1870 Sortland | 9 300 | 326 | 18 | 0 | 0,0 | 190 |
| 1901 Harstad | 23 043 | 551 | 71 | 3,9 | 2,2 | 2400 |
| 1902 Tromsø | 59 169 | 479 | 62 | 2,1 | 2,1 | 3190 |
| 1919 Gratangen | 1 302 | 58 | 63 | 3,5 | 0,0 | 220 |
| 1924 Målselv | 7 024 | 223 | 81 | 8,2 | 2,3 | 630 |
| 1928 Torsken | 1 170 | 70 | 30 | 1,4 | 0,0 | 390 |
| 1941 Skjervøy | 2 996 | 118 | 77 | 4,3 | 2,5 | 670 |
| 2002 Vardø | 2 799 | 90 | 56 | 3,3 | 1,1 | 520 |
| 2015 Hasvik | 1 200 | 50 | 47 | 4,1 | 0,0 | 230 |
| 2018 Måsøy | 1 477 | 90 | 54 | 2,3 | 1,1 | 420 |
| 2020 Porsanger | 4 451 | 220 | 53 | 2,8 | 0,9 | 1100 |
| 2021 Karasjok | 2 882 | 107 | 59 | 4,8 | 0,0 | 390 |
| 2024 Berlevåg | 1 236 | 56 | 115 | 14,8 | 0,0 | 400 |
| 2025 Tana | 3 045 | 93 | 198 | 4,3 | 7,6 | 5200 |
| Alle 114 kommuner | 1 310 753 | 28 810 | 89 | 6 | 3 | 7900 |

Innbyggertallene er basert på tall fra Norges kommunekalender 2001, med unntak av tallene for Oslo som er hentet fra "Oslostatistikken" utgitt av Oslo kommune byrådsavdelingen for finans. Disse tallene er pr. 1. januar 2001.

Vedlegg 2

VENNLIGST SKRIV MED BLOKKBOKSTAVER

1. Navn: _____

2. Adresse: _____

3. Postnummer: _____

4. Sted: _____

5. Gårdsnr: _____ 6. Bruksnr: _____

7. Byggningsnr: _____

8. Tlf. priv. _____ 9. Tlf. arb. _____

10. Kommune: _____

MÅLESTED: Sporfilmkode: _____

Startdato: _____ (dd/mm/åå)

Sluttdato: _____ (dd/mm/åå)

Type rom:

Stue/ dagligstue

Soverom

Annet: _____

Etasje:

Kjeller/sokkeletasje

1. etasje

2. etasje

Høyere

Daglig lufting i rommet under måleperioden:

ingen lufting

1-3 timer

6-12 timer

0-1 timer

3-6 timer

over 12 timer

11. Ventilasjon i boligen:

Naturlig ventilasjon (avtrekkskanaler fra våtrommene over tak og lufterventiler i vinduer/yttervegger).

Mekanisk avtrekksventilasjon (vifte som trekker luften ut fra våtrommene med lufterventiler i vinduer/yttervegger)

Balansert mekanisk ventilasjon (vifte som trekker luften ut fra våtrom og vifte som blåser frisk luft inn i oppholdsrommene)

12. Fødselsår til alle personer som bor i boligen: _____

13. I hvilken etasje ligger boliginnehavers soverom?

14. Luftes dette soverommet om natten vinterstid?

Ja Nei Av og til

15. Er det soverom i laveste etasje som er bruk?

Ja Nei

16. Totalt antall etasjer, inkludert kjeller/sokkel: _____

17. Hvis huset har kjeller, er det åpen løsning opp til 1. etasje?

Ja Nei

18. I hvilken etasje ligger stue/dagligstue? _____

19. Boligtype:

Frittliggende enebolig

Rekkehus eller vertikaldelt tomannsbolig

Horisontaldelt tomannsbolig

Blokkleilighet, etasje: _____

Terrasseleilighet, etasje: _____

Annen boligtype

20. Byggeår: _____

21. Hvilket år flyttet De inn i boligen? _____

22. Er det gjennomført etterisolering og/eller ombygging av boligen?

Ja, år: _____ Nei Vet ikke

23. Benyttes ved- eller oljefyring som viktigste oppvarmingskilde? Ja Nei

24. Byggmateriale yttervegger - hovedetasje:

Tre

Mur/betong/teglstein

Lettklinkerblokker (f.eks. Leca)

Annet

25. Byggmateriale grunnmur - kjeller/sokkeletasje:

Lettklinkerblokker (f.eks. Leca)

Støpt grunnmur

Naturstein

Annet

26. Dersom lettklinkerblokker (f.eks. Leca) er benyttet: Er det noen vegger som ikke er pusset på både innsiden og utsiden?

Ja Nei Vet ikke

27. Kjellertype:

Ingen kjeller

Kjeller under deler av huset

Kryprom

Kjeller under hele huset

28. Hvor stor andel av ytterveggene i kjeller/sokkeletasje er under bakkenivå?

0 ¼ ½ ¾ Hele

29. Er det støpt gulv (betonggulv) i etasjen nærmest bakken?

Ja Nei Vet ikke

30. Er det tidligere gjennomført radonmålinger i boligen?

Ja Nei Vet ikke

31. Er det gjennomført tiltak mot radon i boligen?

Ja Nei Vet ikke

32. Er det blitt målt høye radonkonsentrasjoner i nabolaget?

Ja Nei Vet ikke

33. Vannforsyning:

Fra vannverk

Overflatevann (gravd brønn, elv, innsjø, cisterne)

Fra privat borebrønn (grunnvann)