



0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet gir oversikt over de viktigste innendørs luftforurensningene og beskriver forurensningskilder, typiske konsentrasjoner, offentlige krav, anbefalte normer og målemetoder. De anbefalte normene for maksimalt forurensningsnivå gjelder alle typer bygninger og rom for varig opphold.

Bladet kan brukes som hjelpemiddel ved utarbeidelse av kravspesifikasjoner eller ved vurdering av innemiljøet i en aktuell bygning.

02 Henvisninger

Byggdetaljer:

- 421.503 Krav til luftmengder i ventilasjonsanlegg
- 421.522 Bygningsmaterialer og luftkvalitet
- 552.331 Filtrering av uteluft for ventilasjonsanlegg
- 552.360 Plassering av friskluftinntak og avkast for å minske luftforurensning

1 Krav og normer for luftkvalitet

11 Forskriftskrav

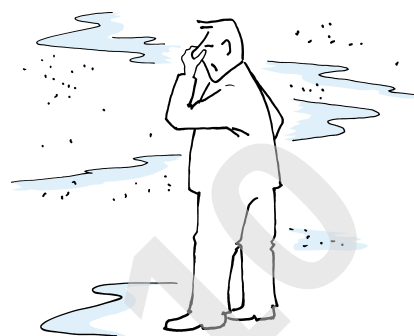
Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (pbl) stiller følgende generelle krav til luftkvalitet innendørs:

- «Inneluften skal ikke inneholde forurensninger i kjente skadelige konsentrasjoner med hensyn til helsefare og irritasjon.»
- «Dersom uteluften ikke er tilfredsstillende ren med hensyn til helsefare eller risiko for tilsmussing av ventilasjonsinstallasjoner, skal den renses før den tilføres bygning.»

Kravet om rensing innebærer at bygninger som oppføres inntil sterkt trafikkert veg eller nær område med forurensende virksomhet, må ha ventilasjonssystem som gjør det mulig å rense inntaksluften, fortrinnsvis med et partikkelfilter. For øvrig må inntakskammeret til ventilasjonsanlegget plasseres på en slik måte at minst mulig forurensninger trekkes inn i bygningen. Se Byggdetaljer 552.360.

12 Normer

Normene for maksimalt forurensningsnivå i dette bladet er i hovedsak basert på Statens Institutt for folkehelse: Anbefalte faglige normer for inneklima [721]. En oppsummering av disse normene for ulike typer forurensningskomponenter er gitt i tabell 12. Normverdiene er ikke juridisk bindende, men den enkelte kommunen kan fatte vedtak som innebærer at normen for en eller flere



enkelte faktorer ikke må overskrides i en enkelt bygning. Normene i [721] er i utgangspunktet fastsatt med tanke på boliger og arbeidsplasser uten industrielle, forurensende prosesser. Men så langt det er mulig bør normene benyttes i alle typer bygninger.

13 Administrative normer i arbeidsatmosfære

For arbeidsplasser med forurensende prosesser gjelder «Administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfære» [722]. Disse normene anses normalt ikke som relevante for ikke-forurensede arbeidsmiljøer og boliger. Men i en del sammenhenger [723] kan de yrkeshygieniske normverdiene overføres til «rene» miljøer som boliger ved å multiplisere normen for den aktuelle kjemiske forbindelsen med faktoren 1/40. Faktoren skal kompensere for lengre eksponeringstid (24 timer i boliger) og mer følsomme personer (barn/eldre).

14 Irritasjons- og lukterskler

Normene i pkt. 12 omfatter kun en liten del av de forbindelsene som fins i inneluft. For mange vanlige kjemiske forbindelser er det imidlertid angitt lukt- og irritasjonsterskler [724, 725], dvs. stoffkonsentrasjon som en gitt andel av et stort antall personer vil kunne lukte og/eller oppleve som irritasjon i slimhinner e.l. Disse terskelverdiene kan brukes ved evaluering av en luftprøve, f.eks. i forbindelse med måling av avgassing fra byggematerialer.

Svært ofte fins det flere forbindelser i en luftprøve som kan virke irriterende. Det antas at den irriterende virkningen fra flere stoffer samtidig er større enn den irriterende virkningen fra enkeltstoffene. Dersom man ønsker å unngå irritasjonseffekter når det er flere irriterende forbindelser til stede, må følgende uttrykk være tilfredsstillende:

$$\sum_{i=1}^x \frac{C_{si}}{C_{li}} < 1$$

hvor:

C_{si} = Konsentrasjon av stoff nr. «i» i rommet

C_{li} = Irritasjonsterskel for stoff nr. «i»

x = Antall irriterende forbindelser i luftprøven

Tabell 12

Anbefalte faglige normer for inneluftkvalitet [721]

Forurensning	Anbefalt norm	Kommentar
Tobakksrøyk – Røykfrie soner – Ikke-røykeseksjoner	< 1,0 µg/m ³ < 10 µg/m ³	Bør ikke forekomme innendørs Praktisk norm for nikotinkonsentrasjon Praktisk norm for nikotinkonsentrasjon. Gjelder restauranter m.m.
Fuktighet		Fukt- og råteskader skal ikke forekomme
Muggsopp		Synlig mugg og mugglukt skal ikke forekomme
Husstøvmidd	< 1 µg allergen/g støv	Dermatophagoides pteronyssinus I
Radon – Tiltaksgrense 1 – Tiltaksgrense 2	> 200 Bq/m ³ > 400 Bq/m ³	Enkle og billige tiltak bør gjennomføres Tiltak bør gjennomføres
Flyktige organiske forbindelser (VOC)	–	Unødvendig eksponering bør unngås
Formaldehyd	< 100 µg/m ³	30 minutters midlingstid
Asbest	< 0,001 fibrer/ml	Frie asbestfibrer bør ikke forekomme
Syntetiske mineralfibrer	< 0,01 fibrer/ml	
Svevepartikler	< 20 µg/m ³	PM _{2,5} – 24 timers midlingstid
Karbondioksid (CO ₂)	< 1 800 mg/m ³ / 1000 ppm	Generell hygienisk indikator på luftskifte for å hindre ubehagelig kroppslukt
Karbonmonoksid (CO)	< 25/10 mg/m ³	1/8 timers midlingstid
Nitrogen dioksid (NO ₂)	< 100 µg/m ³	1 times midlingstid

Kravene for gasser i tabellen er angitt i mg/m³. Ofte angis gasskonsentrasjon i ppm (parts per million). Omregningsfaktorer mellom de to enhetene er som følger:

Formaldehyd: 1 ppm = 1,2 mg/m³, 1 mg/m³ = 0,833 ppm

Karbondioksid: 1 ppm = 1,8 mg/m³, 1 mg/m³ = 0,56 ppm

Karbonmonoksid: 1 ppm = 1,145 mg/m³, 1 mg/m³ = 0,873 ppm

Nitrogen dioksid: 1 ppm = 1,88 mg/m³, 1 mg/m³ = 0,532 ppm

2 Tobakksrøyk

21 Karakteristikk

Tobakksrøyk er en kompleks blanding av mer enn 4 000 forskjellige kjemiske forbindelser. En del forbindelser forekommer vesentlig bundet til partikler, mens andre vesentlig fins i gassfase. Den delen av røyken som røykeren suger inn i munnen, kalles hovedstrømsrøyk, mens den delen som går ut i omgivelsene når røykeren ikke trekker inn, kalles sidestrømsrøyk. Sidestrømsrøyken kommer inn i andres lunger ved passiv røyking. Kjemisk sett er det store forskjeller mellom hovedstrømsrøyk og sidestrømsrøyk, blant annet inneholder sidestrømsrøyken langt mer nikotin og benzen enn hovedstrømsrøyken.

22 Forekomst og kilder

I 1998 røykte 33 % av den voksne norske befolkningen daglig, se fig. 22. I tillegg var det 11 % som røykte av og til. Nasjonalt sett er tobakksrøyk den klart viktigste forurensningen innendørs.

Tobakksrøyking kan gi høye konsentrasjoner av svevestøv i romluften, fra noen få mikrogram til over 1 000 µg/m³. I røykesoner i restauranter er det målt opp til 65 µg/m³ nikotin [721].

23 Anbefalte normer

Tobakksrøyk gir økt livstidsrisiko for lungekreft og hjerteinfarkt selv ved lave eksponeringsnivåer. Siden mange mennesker reagerer med irritasjonssymptomer ved svært lave konsentrasjoner, bør røyking ikke forekomme

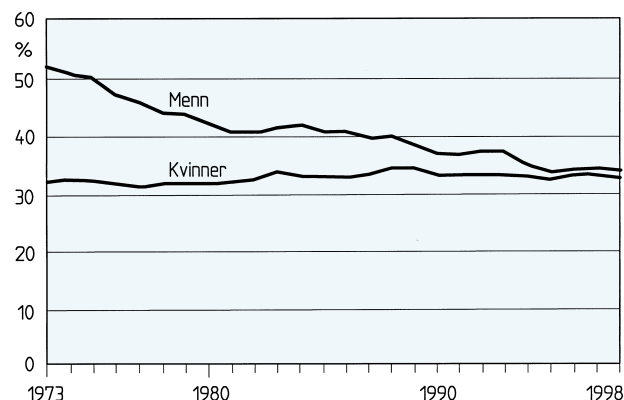


Fig. 22

Andel av den norske befolkningen i alderen 16 – 74 år som røyker. Utvikling i årene 1973 – 98

(Kilde: Statistisk sentralbyrå 1999)

innendørs. For praktisk håndheving av tobakkskadeloven i forbindelse med røykfrie soner, gir [721] følgende anbefalte normer:

- I områder som skal være røykfrie, men hvor det likevel kan være en viss forurensning som følge av røyking i nærliggende områder, bør det ikke forekomme innendørs nikotinkonsentrasjoner over 1,0 µg/m³.
- I restauranter og serveringssteder hvor det er tillatt å røyke, bør nikotinkonsentrasjonen i ikke-røykeseksjonene holdes under 10 µg/m³.

24 Målemetoder

Partikkeltellinger i romluft (pkt. 34) vil vise om luften i et lokale er forurensset av tobakksrøyk. For å kvantifisere mengden tobakksforurensning er det vanlig å måle konsentrasjonen av nikotin i luft. Den forurensede luften samles da opp på et filter som deretter analyseres med gasskromatografi i laboratorium.

3 Svevepartikler

31 Karakteristikk

311 Type partikler. Uteluft inneholder en mengde partikler fra forbrenning (biler eller fyring), vegslitasje, industrielle prosesser eller naturlig vinderosjon. Partiklene er en blanding av tåke, røkgasser, tørre, kornformede partikler og fibrer. Analyse av en luftprøve fra et innemiljø kan typisk vise sot og røyk, kvarts, leire, spor av forvitrede dyr og planter, organisk materiale (f.eks. tekstilfibrer) og metallfragmenter. Bakterier, sporer og pollen er også vanlige bestanddeler.

312 Partiklenes størrelse oppgis som en aerodynamisk diameter (μm). Partikler i atmosfæren varierer i størrelse fra mindre enn $0,01 \mu\text{m}$ og opp til $100 \mu\text{m}$. Figur 312 viser størrelser av ulike typer svevepartikler.

Sigarettørøyk har en gjennomsnittlig partikkelstørrelse på $0,5 \mu\text{m}$, men blir synlig fordi partikkelskonsentrasjonen er tilstrekkelig stor. Virus varierer i størrelse fra $0,005$ til $0,1 \mu\text{m}$. De kan opptre både i kolonier og sammen med faste partikler. Størrelsen på bakterier er mellom $0,4$ og $5 \mu\text{m}$, og de sitter som regel på andre, større partik-

ler. Pollen har en størrelse på $10 - 100 \mu\text{m}$. Det betyr at de enkelt kan skilles ut i de fleste filtre. Sot og oljerøyk, som sverter innvendige flater, har en størrelse ned mot $0,04 \mu\text{m}$.

313 Partikkelfordeling. Vekten av svevestøv utgjøres for en stor del av de største partiklene, mens de mindre partiklene utgjør antallet og overflaten. Figur 313 viser tre kurver med typisk fordeling av partikler i en luftprøve ut fra antall, overflate og vekt.

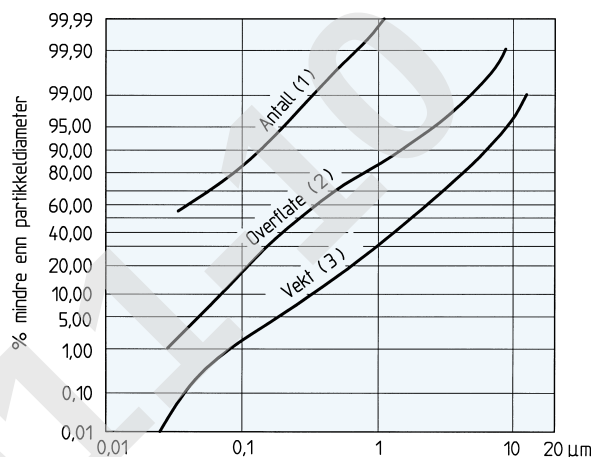


Fig. 313

Typisk partikkelfordeling i luft ut fra antall, overflate og vekt

- Kurve 1 viser i prosent hvor mange partikler av det totale antallet i luften som er mindre enn en viss partikkelstørrelse. 99,97 % av alle partikler er mindre enn $1 \mu\text{m}$.
- Kurve 2 viser fordelingen av partiklenes totale overflate. Partikler som er mindre enn $1 \mu\text{m}$, står for 83 % av partikkeloverflaten.
- Kurve 3 viser vektfordelingen av atmosfæriske partikler. Partikler som er mindre enn $1 \mu\text{m}$, utgjør bare 30 % av vekten av atmosfærisk støv.

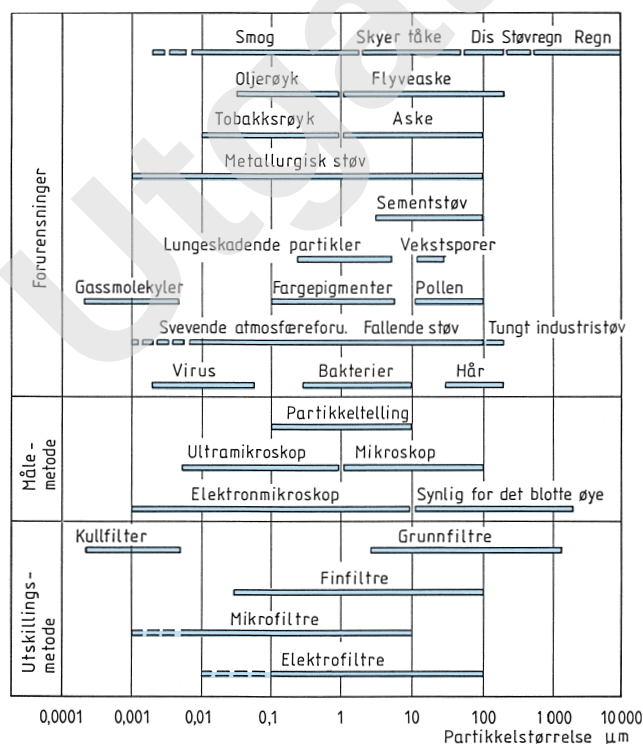


Fig. 312

Atmosfærisk diameter for vanlige bestanddeler i luft. Figuren viser også måle- og utskillingemetoder, avhengig av partikkelstørrelsen.

32 Forekomst og kilder

Konsentrasjonen og fordelingen av atmosfærisk støv i uteluft varierer enormt, avhengig av bebyggelse, trafikk, vindretning, årstid, m.m. Innendørs støvkonsentrasjon avhenger i høy grad av kvalitet på filtre, ventilasjonsluftmengder, aktivitet og renholdsrutiner.

Selv i en by har uteluften normalt lavere støvinnehald enn inneluften, jf. fig. 32. Uteluft inneholder imidlertid en større andel fine partikler, som stammer fra biltrafikk

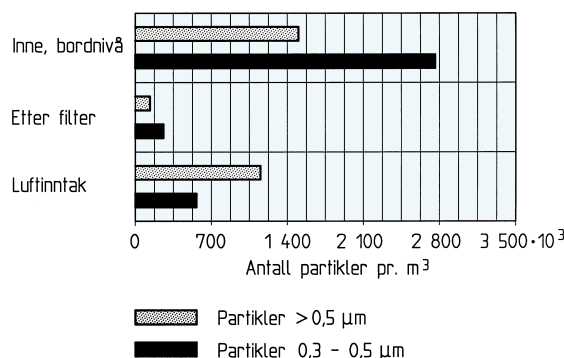


Fig. 32

Eksempel på partikkelmåling i typisk kontorbygning med filter klasse EU8 i ventilasjonsanlegget

og forbrenning. Slike partikler fins også innendørs, men i tillegg tilføres store mengder tekstilfibrer, papirstøv etc. Der det røykes, er tobakksrøyk den klart dominerende kilden til innendørs partikkelforurensning. Vedovner og peiser med mangelfulle trekkforhold kan også være en betydelig forurensningskilde i innemiljøet. Ildsteder med dårlig oksygentilførsel kan gi sotpartikler, karbonmonoksid og ulike organiske forbindelser (f.eks. PAH).

33 Anbefalte normer

Normen for høyeste innhold av svevestøv i inneluft tar utgangspunkt i at de minste partiklene er mest problematiske med hensyn til helseplager, og er fastsatt til $PM_{2,5}$: 20 $\mu g/m^3$ (24 timers midlingstid), se pkt. 341. For mengder over 20 $\mu g/m^3$ ser det ut til å være lineære sammenhenger mellom økning i eksponeringsnivå og forekomst av uønskede helseplager.

Det fins ingen offisiell norm for antall partikler i romluft. Årsaken er både manglende data om sammenhengen mellom antall partikler og helseplager, og at målemetoden er lite reproducerbar, se pkt. 342.

Normalverdier for partikkelinnhold i romluft er:

– Totalkonsentrasjon (over 0,5 μm): 20 000 – 300 000 partikler/kubikkfot

– Partikler (> 3,0 μm): 500 – 2 500 partikler/kubikkfot
Totalantall under 85 000 partikler pr. kubikkfot (over 0,5 μm) regnes som meget godt. I bygninger uten røyking og med balansert ventilasjon med filtrering, måles det sjelden over 100 000 partikler (over 0,5 μm).

Svevestøv måles også i vekt. Normale konsentrasjoner for partikkelstørrelser under 10 – 15 μm i ikke-forurensede innemiljøer er 20 – 100 $\mu g/m^3$.

Forekomsten av spesielt irriterende partikler må vurderes særskilt. Det gjelder mineralfibrer (asbest og MMMF, jf. pkt. 4) og sementstøv, som i kraft av sin alkalitet kan virke irriterende på slimhinner og hud.

34 Målemetoder

341 *Måling av konsentrasjon.* Svevestøvkonsentrasjonen (oppgitt i $\mu g/m^3$) i luft måles enten med direktevisende instrumenter eller ved å veie luftfiltre før og etter prøvetaking. Blant de direktevisende instrumentene fins to grupper, basert på ulike fysiske måleprinsipper:

- endring i svingefrekvens når støv deponeres på et elektronisk svingende kvartskrystall
 - grad av lysspredning når en monokromatisk laserlystråle treffer luft som trekkes gjennom instrumentet
- $PM_{2,5}$ (Particle Matter) henspeiler på en målemetode som går ut på at omgivelsesluft suges gjennom et filter utformet slik at minst 50 % av partiklene som passerer filteret har en aerodynamisk diameter mindre enn 2,5 μm .

342 *Partikkeltelling.* Laser-partikkeltellere teller antall partikler innenfor bestemte størrelsesklasser (f.eks. totalkonsentrasjonen av partikler med diameter større enn 0,5 μm , samt andelen av partikler større enn 0,7, 1,0, 2,0, 3,0 og 5,0 μm). Partikkeltelling har fordeler framfor konsentrasjonsmålinger ved at det er lettere å skille ut de minste partiklene. Dette kan gjøre det enklere å lokalisere f.eks. røyking. Samtidig er partikkelmålinger ofte ikke reproducerbare, og det betyr at målinger som skal kunne sammenliknes bør skje med ett og samme instrument.

4 Asbest og syntetiske mineralfibrer

41 Karakteristikk

411 *Asbest* er et kommersielt navn på flere silikatmineraler med gitte grunnstoffsammensetninger og krystallinsk form. Det skilles mellom asbestiforme og ikke-asbestiforme mineralfibrer. Det er de asbestiforme som anses som helsefarlige ved at de har krystallisert til oppsplittbare og svært tynne fibrer.

412 *Syntetiske mineralfibrer* (MMMF, Man Made Mineral Fibres) produseres av glass eller stein. I motsetning til asbest inneholder ikke MMMF tynne, oppsplittbare og krystallinske fibrer.

42 Forekomst og kilder

Asbest ble brukt som isolasjon og brannhemmende materiale, spesielt mellom 1940 og 1980. Godt vedlikeholdte/forseglede asbestmaterialer avgir ikke asbestfibrer. Kildene til målbare asbest-fiberkonsentrasjoner i inneluft har oftest vært materialer hvor overflaten ikke er tilstrekkelig forseglet.

Syntetiske mineralfibrer kan frigis til inneluften fra fukt-skadde himlingsplater, ikke forseglede isolasjonsmatter/plater, innvendig isolasjon i ventilasjonsanlegg m.v.

43 Anbefalte normer

431 *Asbest* har iboende kreftframkallende egenskaper. Risikoen for lungekreft ved eksponering for asbest tilsier at frie asbestfibrer ikke bør forekomme innendørs. Samtidig er kreft risikoen ved lave konsentrasjoner liten, og det er ikke gitt at asbestholdige materialer i bygningskonstruksjonene nødvendigvis må føre til tiltak. Det er derfor anbefalt en norm [721] for asbest i tilfeller der en asbestkilde er til stede i bygningen: Frie asbestfibrer skal ikke forekomme inne i konsentrasjoner over 0,001 fibrer pr. ml luft.

432 *Frie syntetiske mineralfibrer.* Risikoen for lungekreft pga. syntetiske mineralfibrer regnes som mikroskopisk. Man antar imidlertid at fibre kan forårsake irritasjoner i luftveier og slimhinner.

Anbefalt norm: Syntetiske mineralfibrer skal ikke forekomme inne i konsentrasjoner over 0,01 fibrer pr. ml luft.

44 Målemetoder

Til å påvise og identifisere fibrer kan det brukes polarisasjonsmikroskop eller mer avanserte instrumenter som elektronmikroskop. Antall fibrer i luft kan bestemmes med lysmikroskop.

5 Fukt og mikrobiologisk forurensning

51 Karakteristikk

Vannlekkasjer, høy luftfuktighet/dårlig ventilasjon, innebygd fuktighet (byggfukt), stillestående vann i luftfuktere osv. kan øke forekomsten av biologiske partikler i luften, som muggsopp sporer, bakterier og rester av husstøvmidd.

52 Forekomst og kilder

521 *Muggsopper.* Sporer fra muggsopper kan normalt påvi-

ses i luften i alle miljøer. Forekomsten varierer sterkt med årstiden. I uteluften finner man for de fleste typer det høyeste antallet på sommeren og høsten. Hvis sporekonsentrasjonen er høyere i inneluft enn i uteluft, kan det være et signal om muggvekst på innvendige overflater. Det samme kan være tilfelle dersom en type muggsopp som ikke fins utendørs er dominerende innendørs. Muggvekst innendørs henger sammen med fuktighet (over 70 % RF i materialets overflate). God næringstilgang (f.eks. støv og skitt) og mørke fremmer muggvekst.

- 522 *Bakterier*. Stillestående vann med næringsstoffer kan føre til bakterievekst. Gram-negative bakterier fra luftfuktere basert på vannforstøvning antas å være årsak til såkalt luftfukterfeber. Legionella-bakterier fra kjøle- eller befuktningsanlegg i ventilasjonsanlegg kan i enkelte tilfeller forårsake lungeinfeksjonen legionærfieber.
- 523 *Husstøvmidd* avgir allergener som forårsaker allergiske reaksjoner. Midden trives best ved 25 °C og 70 – 80 % RF. Forekomsten avtar fra september og utover vinteren.

53 Anbefalte normer

Det er påvist sammenheng mellom å bo i hus med høy fuktighet, fuktskader eller mugglukt og forekomst av bl.a. akutte og kroniske luftveisinfeksjoner, allergiske reaksjoner og utløsning av astma. Dette er bakgrunnen for følgende normer [721]:

- Muggsopper: Mugglukt og synlig mugg skal ikke forekomme.
- Husstøvmidd: 1 µg *Dermatophagoides pteronyssinus* I allergen pr. g støv.

For bakterier er det ikke mulig å sette en tallfestet norm. Mengden levedyktige fragmenter/sporer oppgis ofte i enheten cfu/m³ (colony forming units). Foreløpig har det ikke vært mulig å knytte risiko for helseeffekter mot noen norm uttrykt i cfu/m³.

54 Målemetoder

- 541 *Mikroorganismer*. Flere alternative metoder er aktuelle for å måle mikroorganismer. Mest vanlig er en såkalt agar-prøve, hvor mikroorganismer i luft eller på overflater samles inn på et næringssubstrat (agar) som så sendes til et laboratorium for dyrking og analyse. Type næringssubstrat kan varieres og tilpasses de enkelte typer sopp og bakterier. Ved å bruke ulike næringssubstrater kan man bestemme både mengde og type mikroorganismer. Det fins flere typer prøvetakere til å samle opp mikroorganismene i luft. Luftprøver som skal sammenliknes, bør være tatt med den samme prøvetakeren, på samme måte som for partikkeltellere.
- 542 *Husstøvmidd*. Utgangspunkt for middanalyser er støvprøver. Prøvene analyseres med middtelling under mikroskop, immunkjemiske metoder eller guaninbestemmelse.

6 Gasser

61 Radon

- 611 *Karakteristikk*. Radon (²²²Rn) er en radioaktiv, usynlig og luktfri edelgass som dannes naturlig gjennom

nedbrytning av grunnstoffet radium. Når radon brytes videre ned, dannes det en rekke metalliske stoffer. Disse kalles radondøtre. Det er de kortlivede radondøtrene som i det alt vesentligste gir den stråledosen lungen blir utsatt for når vi puster inn radonholdig luft. Radon er kreftframkallende for mennesker, og regnes som den viktigste risikofaktor for lungekreft etter røyking.

- 612 *Forekomst og kilder*. Radon tilføres huset fra byggegrunnen, først og fremst der det fins bergarter som granitt og alunskifer. Radon med sine datterprodukter er den kvantitativt viktigste strålekilden i Norge. Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i norske bolighus anslås til ca. 70 Bq/m³. Det er beregnet at ca. 7 % av den totale boligmassen har radonkonsentrasjoner over tiltaksnivået på 200 Bq/m³.

613 Anbefalte normer:

- Ved radonkonsentrasjoner mellom 200 og 400 Bq/m³ bør enkle og billige tiltak gjennomføres.
- Ved radonkonsentrasjoner over 400 Bq/m³ bør tiltak gjennomføres selv om kostnadene kan bli store.
- Radonkonsentrasjonen i nye bygninger bør ikke overstige 200 Bq/m³.
- Tiltaksnivået for radon i husholdningsvann er 500 Bq/l (kBq/m³)

- 614 *Målemetoder*. Forhøyet konsentrasjon av radon kan bare fastslås med målinger. Radonmåling med sporfilm gjør det mulig å beregne en middelkonsentrasjon over en lengre periode (måneder/år). Slike integrerende langtidsmålinger gir et godt grunnlag for å velge tiltak.

62 Flyktige organiske forbindelser

- 621 *Karakteristikk*. Det fins mange forskjellige organiske forbindelser i inneluft. I typiske ikke-industrielle innemiljøer kan 50 – 300 kjemiske stoffer påvises med dagens analysemetoder. Organiske forbindelser i inneluft kan grupperes etter hvor flyktige de er. Verdens Helseorganisasjon har definert flyktige organiske forbindelser (VOC) til stoffer som har kokepunkt mellom en nedre grense på 50 – 100 °C og en øvre grense mellom 240 – 280 °C.

- 622 *Forekomst og kilder*. I måling av flyktige organiske forbindelser har man vanligvis beregnet totalkonsentrasjon av flyktige organiske forbindelser, TVOC (Total Volatile Organic Compounds). Normale TVOC-konsentrasjoner i ikke-industrielle miljøer i Norge ligger i området 0,1 – 0,6 mg/m³, målt ved metoden som er beskrevet i pkt. 624.

VOC-konsentrasjonen er som regel høyere inne enn ute pga. bidrag fra bygningsmaterialer, overflatebehandling, innredning, menneskelige aktiviteter og prosesser.

- 623 *Anbefalte normer*. Sammenhengen mellom lave konsentrasjoner av flyktige organiske forbindelser og helseplager er uklar. Dette er bakgrunnen for at det i [721] ikke er etablert noen norm for høyeste akseptable konsentrasjon av flyktige organiske forbindelser. Økende konsentrasjon av TVOC gir imidlertid økt sannsynlighet for lukt- eller irritasjonseffekter. Man bør derfor unngå unødvendig eksponering, og holde konsentrasjonen av flyktige organiske forbindelser så lav som mulig. TVOC-verdien kan brukes som en indikator på innendørs luftkvalitet. Følgende retningslinjer kan brukes [726]:

- Rom med TVOC-konsentrasjoner 10 – 25 mg/m³ bør bare brukes til kortvarig opphold.
- I rom for varig opphold bør totalkonsentrasjonen ikke overstige 1 – 3 mg/m³. Konsentrasjoner over 1 mg/m³ tyder på at spesielle forurensningskilder er til stede.
- Som et langsiktig mål bør TVOC-konsentrasjonen innendørs ligge i området 0,2 – 0,3 mg/m³.

For øvrig bør vurderingen av helsefare og komfortproblemer først og fremst knyttes til forekomsten av spesielt irriterende/reaktive stoffer. I [724] og [725] fins terskelverdier basert på bl.a. lukt eller irritasjon for ulike typer flyktige organiske forbindelser.

- 624 *Målemetoder.* Valg av metode betyr svært mye for målt konsentrasjon av flyktige organiske forbindelser. Retningslinjene for TVOC er basert på at forurensninger i luften samles opp på en adsorbent (Tenax), som deretter desorberes og analyseres i gasskromatograf og massespektrometer.

Målemetoden er ikke egnet for en del typer irritanter som formaldehyd og eddiksyre. Metoden egner seg heller ikke for stoffgruppen aminer, hvor mange av stoffene gir luktproblemer ved svært lave konsentrasjoner, samt diisocyanater og noen polysykliske hydrokarboner. Alle disse forbindelsene må måles med spesielle metoder.

63 Formaldehyd

- 631 *Karakteristikk.* Formaldehyd er en fargeløs gass med kraftig, stikkende lukt.
- 632 *Forekomst og kilder.* Mange produkter kan inneholde formaldehyd, som harpikser, lim, isoleringsmaterialer, sponplater, kryssfinerplater og tekstiler. Andre innendørs kilder er røyking, ildsteder med dårlig trekk og matlaging.
- 633 *Anbefalte normer.* Det er stor variasjon i individuell følsomhet for formaldehyd. Friske individer viser klar økning i irritasjonssymptomer på nivåer over 0,1 mg/m³. Høyeste konsentrasjon av formaldehyd bør derfor ikke overstige 0,1 mg/m³ (30 minutters midlingstid).
- 634 *Målemetoder.* Prinsippet for den mest brukte målemetoden er at inneluft suges gjennom et prøverør impregnert med 2,4-dinitrofenylhydrazin. Etter prøvetaking vaskes reagerte aldehyder og ketoner ut av røret og analyseres med væskechromatografi (HPLC).

64 Karbondioksid

- 641 *Karakteristikk.* Karbondioksid (CO₂) er en fargeløs og luktfri gass, i fast form kalt «tørre».
- 642 *Forekomst og kilder.* Karbondioksid (CO₂) dannes ved forbrenning av organisk materiale. Gassen produseres ved stoffskiftet i organismen og fins derfor i utåndingsluften. CO₂ brukes som en generell hygienisk indikator på ventilasjon, fordi målt CO₂ kan korreleres til intensiteten av kroppslukt. I rom med mange mennesker og dårlig ventilasjon vil CO₂-nivået overstige 2 – 3 000 mg/m³. Ved slike nivåer oppfatter mange luktintensiteten som sjenerende. Ved de høyeste CO₂-nivåer som er registrert i inneluft (opp til 9 000 mg/m³), er det ikke påvist noen toksikologiske, fysiologiske eller psykologiske forandringer.
- 643 *Anbefalte normer.* Det anbefales at CO₂-nivået ikke overstiger 1 800 mg/m³ (1 000 ppm) [721]. Denne normen

er fastsatt med bakgrunn i indikatoregenskaper for dårlig luftkvalitet og luftbehov.

- 644 *Målemetoder.* Det fins flere typer enkle håndinstrumenter som måler CO₂-nivået direkte. Vanlige typer er basert på infrarød spektrometri.

65 Karbonmonoksid

- 651 *Karakteristikk.* Karbonmonoksid (CO) er en luktfri, fargeløs og smakløs gass.
- 652 *Forekomst og kilder.* Karbonmonoksid (CO) i luft stammer i hovedsak fra ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Biltrafikk er den største kilden i uteluft. I tillegg til det som trekkes inn utenfra bidrar sigarett-røyking til CO-konsentrasjonen innendørs. Ildsteder med dårlig trekkforhold er også mulige kilder. Normale verdier i bystrøk er 1 – 2 mg/m³.
- 653 *Anbefalte normer.* Det anbefales at CO-konsentrasjonen ikke overstiger 25/10 mg/m³ (1/8 timers midlingstid).
- 654 *Målemetoder.* Som for CO₂ fins det enkle håndinstrumenter som måler CO-nivået direkte. Instrumentene er basert på infrarød spektrometri.

66 Nitrogendioksid

- 661 *Karakteristikk.* Nitrogendioksid (NO₂) er en såkalt nitrøs gass med skarp, gjennomtrengende lukt.
- 662 *Forekomst og kilder.* I Norge er NO₂-forurensning hovedsakelig et utendørsproblem forbundet med biltrafikk i by- og tettsteder. Innendørskonsentrasjoner er som regel lavere fordi gassen absorberes av innvendige flater. Sigarett-røyking øker NO₂-nivået, likeledes gasskomfyrer og ikke-ventilerte parafinovner.
- 663 *Anbefalte normer.* Det anbefales at nivået for nitrogendioksid ikke overstiger 100 mg/m³ (1 times midlingstid).
- 664 *Målemetoder.* Nitrogendioksid kan måles med kontinuerlig registrerende instrumenter basert på ultrafiolett absorpsjon.

7 Referanser

71 Utarbeidelse

Bladet er utarbeidet av Peter Blom. Det erstatter blad med samme nummer utgitt 1990. Saksbehandler har vært Knut I. Edvardsen. Redaksjonen ble avsluttet i november 1999.

72 Litteratur

- 721 Statens Institutt for folkehelse. Anbefalte faglige normer for inneklima. November 1998
- 722 Administrative normer for forurensninger i arbeidsatmosfære. Best. Nr. 361. Arbeidstilsynet, 1996
- 723 Foreningen Dansk Indeklimamærkning. Prøvningsstandard til bestemmelse af afgangning fra byggevarer. Dansk Teknologisk Institut. Taastrup, 1994
- 724 VOCBASE. Versjon 2.1. Arbeidsmiljøinstituttet. København, 1996
- 725 WHO. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series No. 23. København, 1987
- 726 Seifert, B. m.fl. Guideline Values for Indoor Air Pollutants. Proceedings, Indoor Air 99, Vol 1, p. 499. Edinburgh, 1999