

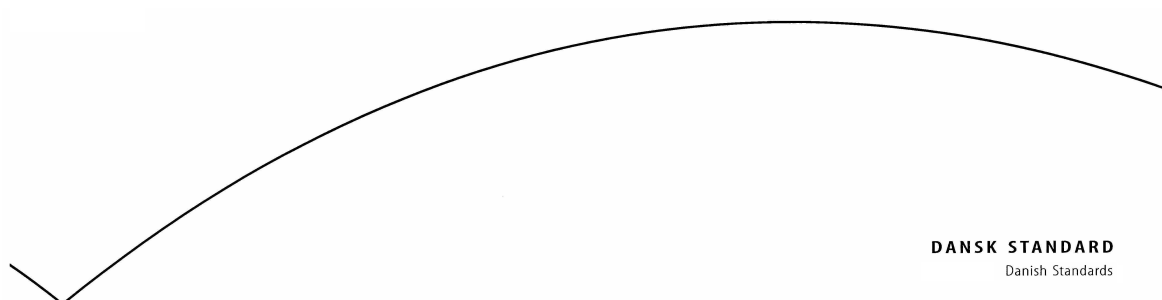


Dansk standard

DSF 3033

Frivillig klassifikation af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer

Classification of the quality of the indoor climate in residential houses, schools, childrens' day-care centres and offices



DANSK STANDARD

Danish Standards

Kollegievej 6

DK-2920 Charlottenlund

Tel: +45 39 96 61 01

Fax: +45 39 96 61 02

dansk.standard@ds.dk

www.ds.dk

© Dansk Standard - Eftertryk uden tilladelse forbudt

DS 3033

København

DS Projekt: M241026

ICS:

Deskriptorer:

Indeklima, frivillig klassificering, klassifikation, boliger, skoler, daginstitutioner, børneinstitutioner, børnepasning, normalklasseværelser, kontorer, eksponering, koncentration, person-belastning, måling, vurdering, ventilationsrate, radon, formaldehyd, termiske forhold, akustiske forhold, dagslys, kunstlys, fugt, skimmelsvamp, partikler, emhætter, brændeovne, blænding, CO₂.

Første del af denne publikations betegnelse er: DS, hvilket betyder, at det er en dansk standard.

DS-publikationstyper

DANSK STANDARD udgiver forskellige publikationstyper.

Typen på denne publikation fremgår af forsiden.

Der kan være tale om:

Dansk standard

- standard, der er udarbejdet på nationalt niveau, eller som er baseret på et andet lands nationale standard eller
- standard, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som har fået status som dansk standard

DS-information

- publikation, der er udarbejdet på nationalt niveau, og som ikke har opnået status som standard, eller
- publikation, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som ikke har fået status som standard, fx en teknisk rapport, eller
- europæisk præstandard

DS-håndbog

- samling af standarder, eventuelt suppleret med informativt materiale

DS-hæfte

- publikation med informativt materiale

Til disse publikationstyper kan endvidere udgives

- tillæg og rettelsesblade

DS-publikationsform

Publikationstyperne udgives i forskellig form som henholdsvis

- fuldtekstpublikation (publikationen er trykt i sin helhed)
- godkendelsesblad (publikationen leveres i kopi med et trykt DS-omslag)
- elektronisk (publikationen leveres på et elektronisk medie)

DS-betegnelse

Alle DS-publikationers betegnelse begynder med DS efterfulgt af et eller flere præfikser og et nr. fx **DS 383**, **DS/EN 5414** osv. Hvis der efter nr. er angivet at **A** eller **Cor**, betyder det, enten at det er et **tillæg** eller et **rettelsesblad** til hovedstandard, eller at det er indført i hovedstandard.

DS-betegnelse angives på forsiden.

Overensstemmelse med anden publikation:

Overensstemmelse kan enten være IDT, EQV, NEQ eller MOD

- IDT**: Når publikationen er identisk med en given publikation.
- EQV**: Når publikationen teknisk er i overensstemmelse med en given publikation, men præsentationen er ændret.
- NEQ**: Når publikationen teknisk eller præsentationsmæssigt ikke er i overensstemmelse med en given standard, men udarbejdet på baggrund af denne.
- MOD**: Når publikationen er modificeret i forhold til en given publikation.

Forord	5
Indledning	5
1 Gyldighedsområde	7
2 Normative referencer	7
3 Definitioner	7
4 Klassifikation af indeklimaet	8
4.1 De fem kvalitetsklasser	8
4.2 Generelle forhold	9
5 Anvendelse af standarden	9
5.1 Generelle forhold	9
5.1.1 Forudsætninger for klassificeringen	9
5.1.2 Særligt følsomme personer	10
5.1.3 Årstidsvariationer	10
5.2 Måling og vurdering	10
5.3 Øvrige forhold omkring klassificeringen	10
6 Parametre i indeklimate klassifikationen	10
6.1 Parametre og baggrund for udvælgelsen	10
7 Teknisk beskrivelse af måling og vurdering	11
7.1 Grundlæggende forudsætninger inden måling/vurdering	11
7.2 Måling af ventilationsraten	11
7.3 CO ₂ -koncentration	12
CO ₂ -koncentration skal ikke bestemmes i boliger, da der ikke stilles CO ₂ -krav til denne bygningstype i bygningsreglementet	12
7.4 Termiske forhold	12
7.5 Radon	13
7.6 Formaldehyd	13
7.7 Partikler	14
7.8 Fugt/skimmelsvampe	14
7.9 Dagslys og kunstig belysning	15
7.9.1 Lysadgangen	15
7.9.2 Kunstig belysning	15
7.9.3 Udsyn - lystransmittans	15
7.9.4 Dagslysadgang	15
7.9.5 Dagslysfaktor	16
7.10 Akustiske forhold	16
8 Brugsscenarier	16
9 Klassegrænser	16
Tabel 2, klassegrænser for boliger	18
Tabel 3, Klassegrænser, skoler og børneinstitutioner	20
Tabel 4, Klassegrænser, kontorer	23
Appendix A - Effekter af forringet indeklima	26
A.1 Kræft	26
A.2 Hjerter-karsygdomme	26
A.3 Astma/allergisk sygdom	26
A.5 Gener	26
A.6 Præstationer	26
Appendix B - Særligt følsomme gruppers behov	27
Appendix C - Brugsscenarier	28
C.1 Kontorer	28
C.2 Skoler og børneinstitutioner	28
Appendix D - Baggrundsnoter	29

D.1	Undersøgelser for klassificering	29
D.2	Ventilationsrate	30
D.3	CO ₂	31
D.4	Termiske forhold (herunder lufthastighed).....	32
D.5	Radon.....	32
D.6	Formaldehyd.....	34
D.7	Partikelforurening i indeluften.....	35
D.8	Fugt og skimmelsvamp	37
D.9	Dagslys og kunstig belysning.....	38
D.10	Akustiske forhold	40
Appendix E - Målerapport.....		42
Appendix F – Brugertilfredshedsundersøgelse vedr. termiske forhold i større skoler, institutioner og kontorer.....		43

Forord

Denne publikation indeholder grundlaget for en ny dansk, frivillig mærkningsordning til klassifikation af indeklimaets kvalitet (indeklimastandard). Med klassifikationen kan bygningsejere og –brugere få vurderet indeklimaet i de bygninger, hvor de opholder sig. Klassifikationen er baseret på målinger og vurderinger af de væsentligste indeklimaforhold. Klassifikationen kan anvendes til at bestemme indeklimaets kvalitet på en let og omkostningseffektiv måde. Den frivillige mærkningsordning omfatter tre bygningskategorier: (1) Boliger, (2) skoler og daginstitutioner for pasning af børn samt (3) kontorer. Klassifikationen omfatter ni indeklimaparametre fordelt på fem kvalitetsklasser, hvor klasse A⁺⁺ er den allerbedste klasse, klasse A svarer til bygningsreglementets krav og klasse C er den dårligste klasse.

Målingerne og vurderingerne skal foretages af fagfolk. Resultatet heraf præsenteres i en målerapport, hvor der bl.a. gives karakter for hver af de ni parametre, der indgår i klassifikationen. Det samlede resultat af indeklima klassificeringen udtrykkes som én værdi (klasse A⁺⁺ – C). Målerapporten ledsages af en kort beskrivelse, så bygningsejeren og –brugeren får indblik i, hvorledes resultaterne skal forstås.

Hovedtrækkene i klassifikationen er udarbejdet af en ekspertgruppe, som på initiativ af Erhvervs- og Byggestyrelsen er blevet nedsat af Dansk Standard. Ekspertgruppen har udarbejdet klassifikationen baseret på en udvælgelse af en række væsentlige faktorer og kriterier for indeklima. De inkluderede indeklimaparametre er alle af stor betydning for bygningsbrugernes komfort eller sundhed. En referencegruppe med repræsentanter fra en lang række organisationer og offentlige styrelser har fulgt arbejdet. Dansk Standard sendte et tidligere udkast i høring henover sommeren 2009. På baggrund af høringssvarene udarbejdede ekspertgruppen et revideret udkast i januar 2010. Den foreliggende høringssversion er bearbejdet yderligere i Erhvervs- og Byggestyrelsen, hvorved det bl.a. er sikret, at klasse A er i overensstemmelse med BR10.

Denne version af klassifikationen er version 1.0. I takt med, at der indhentes erfaringer med brug af klassifikationen, vil behovet for en revision af klassifikationen blive vurderet. Ved senere revisioner kan det tænkes, at antallet af indeklimaparametre udvides.

Indledning

Sunde bygninger med et godt indeklima er af stor betydning for menneskers velbefindende, fysisk såvel som mentalt. Vore boliger skal have et godt og sundt indeklima, så vi ikke bliver syge af at opholde os der. Vore skoler og daginstitutioner skal danne gode og sunde rammer for børns opvækst og være gode læringsmiljøer. Vore kontorarbejdspladser skal være sunde, så de ikke lægger en dæmper på arbejdsevnen og -glæden.

I erkendelse heraf indeholder bygningsreglementet krav, der skal sikre et sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima i nyopførte bygninger. Med klassifikationen her får bygningsejere og –brugere et værktøj, de kan bruge til at vurdere indeklimaet i boliger, skoler og dagsinstitutioner samt kontorer. Ikke bare i nyopførte bygninger, men også i ældre bygninger. Klassifikationen ændrer eller erstatter ikke bygningsreglementets krav. De klassebetegnelser, der anvendes i mærkningsordningen, svarer ikke nødvendigvis til de klassebetegnelser, der anvendes i bygningsreglementet.

I andre mærkningsordninger er der fokus på byggevarer og brugen af farlige stoffer i byggevarer, men med denne klassifikation gives der for første gang en målestok for det resulterende indeklima. Klassifikationen danner grundlag for, at bygningsejere og –brugere

kan få bygningen vurderet professionelt – på et gennemskueligt og omkostningseffektivt grundlag.

Listen over alle de faktorer, som bestemmer indeklimaets kvalitet, er lang, og omfatter en række forhold, der er afgørende for indeklimaet, herunder forhold relateret til lys og lyd. Ved opstillingen af klassifikationen er der foretaget en prioritering mellem alle disse faktorer. De udvalgte parametre har betydning for bygningsbrugernes komfort og sundhed enten på kort eller langt sigt. Det har i den forbindelse været afgørende, at de inkluderede mål er robuste og entydige.

De ni prioriterede indeklimaparametre er ventilationsrate, CO₂, termiske forhold, radon, formaldehyd, partikler, fugt/skimmelsvamp, lysforhold og akustiske forhold. For boliger omfatter lysforholdene alene dagslysadgang og CO₂ og akustiske forhold medtages ikke.

Klassifikationen omhandler alene indeklimaets kvalitet. Eftersom ca. 40 % af Danmarks energiforbrug går til opvarmning og klimatisering af bygninger er det dog til stadighed vigtigt at holde sig for øje, at bestræbelser på at opnå et godt indeklima også bør ske under hensyntagen til energiforbruget. Dette hensyn er taget i videst mulig omfang i forbindelse med opstillingen af ventilationskravene for klasserne A⁺⁺ og A⁺, hvor der fx tillades særlige former for behovsstyret ventilation for at spare på energien.

For at sikre, at dette klassifikationssystem får den størst mulige udbredelse, er det væsentligt, at de tilknyttede målinger ikke bliver for dyre for bygningsejerne. Det har derfor været lagt til grund, at målinger/inspektion i en bolig vil kunne gennemføres af en fagperson på ca. 5 timer – dertil kommer tidsforbrug til analyse og rapportering. I skoler og daginstitutioner samt i kontorer er de beskrevne målinger/inspektion mere omfattende som følge af, at bygningerne ofte er større og mere komplekse.

Det må understreges, at klassifikationen ikke er et projekteringsværktøj. Her må der henvises til deciderede projekteringsværktøjer, som vil sikre, at indeklimarelevante forhold, der ikke er medtaget i klassifikationen, indgår i projekteringen af byggeriet.

Klassifikationen af bygningen vil fremgå af en målerapport, der indeholder såvel en profil (dvs. den opnåede karakter for hver af de inkluderede indeklimaparametre) som en angivelse af det samlede resultat (en sammenvejede karakter, hvor der dog opstilles betingelser for opnåelse af sammenvejede A⁺⁺, A⁺ og A'ere).

1 Gyldighedsområde

Denne standard er udarbejdet med henblik på klassifikation af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner for pasning af børn (vuggestuer, børnehaver, skolefritidsordninger etc.) samt kontorbygninger.

Note: Industribygninger etc. samt kondemnable bygninger kan ikke klassificeres efter denne standard.

2 Normative referencer

DS 447 *Norm for mekaniske ventilationsanlæg.*

DS 700 *Kunstig belysning i arbejdslokaler.*

DS/CEN/CR 1752 *Ventilation i bygninger - Projekteringskriterier for indeklimaet.*

DS/ISO 3382-2 *Akustik - Måling af rumakustiske parametre – Del 2: Efterklangstid i almindelige rum.*

DS/EN ISO 7730 *Ergonomi inden for termisk miljø - Analytisk bestemmelse og fortolkning af termisk komfort ved beregning af PMV- og PPD-indekser og lokale termisk komfortkriterier.*

DS/EN ISO 12569 *Bygningers termiske ydeevne - Bestemmelse af luftskifte i bygninger – Sporgasmetode.*

DS/EN 15251 *Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedrørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik.*

ISO 16000-3 *Indoor air – Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds – Active sampling method.*

3 Definitioner

Absorptionsareal: Det ækvivalente absorptionsareal er et udtryk for rummets samlede lydabsorptionsmængde. Det findes ved at gange de lydabsorberende fladers areal med deres absorptionskoefficient og derefter sammenlægge resultaterne for samtlige flader.

Dagslysfaktor: Ved dagslysfaktoren i et punkt i et givet plan forstås forholdet mellem belysningsstyrken i punktet i det givne plan og den samtidige belysningsstyrke udendørs på et vandret plan, der er belyst af en fuld himmelhalvkugle. Dagslysfaktoren er defineret for en overskyet himmel (CIE-himmel med en veldefineret luminansfordeling).

Efterklangstid: Den tid, det tager lydtrykniveauet at aftage 60 dB fra sit stationære niveau, når lydilden afbrydes.

Flimmer: Den pulseren i lysudsendelsen, som visse lyskilder giver anledning til, hvis de drives ved almindelig net-frekvens (50 Hz). Flimmer skyldes konventionelle forkoblinger og kan elimineres ved i stedet at anvende HF-forkoblinger.

Operativ temperatur: Den fiktive, ensartede temperatur af omgivelserne, der vil medføre samme varmetab fra en person ved stråling plus konvektion, som de faktiske temperaturer af luft og omgivende flader medfører.

Gener: Sensoriske gener er personens egne oplevelser relateret til sanseindtryk i indeklimaet, fx træk, kulde/varme, støj, dårlig lugt, etc.

Sygdom: Egentlige lidelser som kan gives en lægelig diagnose.

Symptom: Personens egne (subjektive) negative kropslige oplevelser, fx hovedpine, øjenirritation, kvalme.

Termisk komfort: Den tilstand, hvor mennesket er tilfreds med de termiske omgivelser.

Ventilationsrate: Lufttilførsel pr. tidsenhed.

4 Klassifikation af indeklimaet

4.1 De fem kvalitetsklasser

Indeklimaet i boliger, skoler, daginstitutioner for pasning af børn samt kontorer klassificeres efter denne standard i fem indeklimaklasser, hvor A⁺⁺ er den bedste klasse og C den dårligste:

Klasse A⁺⁺ Det fremragende indeklima

Den bedste klasse, som indebærer, at de termiske forhold er komfortable året rundt, og der er gode muligheder for individuelle indstillinger. Luftens indhold af uønskede forureninger er lav, selv i situationer, hvor forureningskilderne er større end normalt. Lys- og lydforhold er gode og med gode muligheder for individuelle reguleringer.

Klasse A⁺ Det gode indeklima – klart bedre end minimumskravene i bygningsreglementet

I forhold til den bedste klasse vil der kunne forekomme gener som fx træk eller lyd- og lugtgener.

Klasse A Det gode, tilfredsstillende indeklima svarende til kravet i bygningsreglementet

Det gode, tilfredsstillende indeklima svarer til kravene i bygningsreglementet. Der kan lejlighedsvis forekomme gener, fx i form af for høje temperaturer på varme dage eller lugt.

Klasse B Indeklima dårligere end minimumskravene i bygningsreglementet

En del af brugerne kan opleve gener fx på varme/kolde dage eller lugt.

Klasse C Det ringe indeklima

Den ringeste af de fem klasser. Der er en vis risiko for negative helbredseffekter og sikkerhedsmarginen er begrænset. Betydelige gener kan forekomme hos store dele af de brugere, der opholder sig i et indeklima af denne klasse.

Resultatet af klassifikationen præsenteres i en målerapport, hvor der vil være en profil af bygningens indeklima i form af karakteren for hver af de ni parametre, der indgår i klassifikationen, angives. Det samlede resultat af indeklima klassificeringen udtrykkes

derudover som én værdi (klasse A⁺⁺ – C). Der er knyttet en række nærmere betingelser til beregningen af den samlede karakter, jf. appendiks E.

4.2 Generelle forhold

Klassegrænserne tager så vidt muligt udgangspunkt i bestemmelserne i det gældende bygningsreglement. I forhold til reglementet stilles der skærpede krav til klasse A⁺⁺ og A⁺, mens kravene er mindre markante til klasse B og C.

Klasse A svarer til kravene i Bygningsreglementet. En nyopført bygning vil ved måling forventes at opnå klasse A, såfremt bygningen er opført efter bygningsreglementets minimumsforskrifter. En nyopført bygning vil også kunne opnå en anden klasse end A ved måling/vurdering. Dette gælder naturligvis også, hvis der ved byggesagsbehandlingen er givet dispensation, fx fra ventilationskravene i bygningsreglementet.

Klassifikationen er tilrettelagt således, at ældre bygninger også vil kunne klassificeres.

Der er ingen nedre grænse for indeklimaparametrene i klasse C, og alle ikke-kondemnable bygninger vil således mindst kunne opnå denne klasse.

Målerapporten vil rumme et særligt anmærkningsfelt vedr. fugt- og skimmelforhold. Her vil u hensigtsmæssige konstruktioner og fugtforhold registreres.

Når der er tale om gener, afspejler de fem klasser forskellige grader af, hvor mange eller hvor udtalte generne er, mens der for egentlige helbredseffekter skelnes mellem forskellige risikoniveauer eller grader af beskyttelse.

I forbindelse med fastsættelse af grænserne mellem de forskellige klasser har det været afgørende, at kravene er konkrete og parametrene er målbare. Dette er ikke umiddelbart muligt i forbindelse med visse af bygningsreglementets funktionskrav, hvorfor nogle krav er udtrykt med baggrund i fx reglementets vejledningstekst. For eksempel stilles der i bygningsreglementet krav til formaldehydafgivelsen fra træbaserede plader, som det ikke har været muligt at overføre direkte til standarden. I stedet er der taget udgangspunkt i WHO's vejledende grænseværdi for indeluftens formaldehydindhold.

5 Anvendelse af standarden

5.1 Generelle forhold

5.1.1 Forudsætninger for klassificeringen

Inden målinger og vurderinger gennemføres, undersøges det, om bygningen fremstår som tilsigtet, dvs. uden skader etc. Eventuelle bygningsskader (samt eventuelle følgeskader) skal udbedres inden klassificeringen kan gennemføres. Såfremt der er begrundet mistanke om, at der i bygningen er kondemnable forhold, svære bygningsskader eller andre kritiske konstruktionsforhold, skal mistanken afklares, førend det kan komme på tale at klassificere indeklimaets kvalitet. Kondemnable forhold kan fx være udbredte fugtskader eller manglende/mangelfulde installationer til at sikre tilstrækkelig opvarmning.

Udover bygningsskader og konstruktionsforhold kan der også være andre forhold, som kan medføre, at en bygning ikke umiddelbart kan klassificeres. Dette kan fx være ved indikation

på anvendelse af asbest eller PCB og ved uhensigtsmæssige konstruktioner i forbindelse med anvendelse af mineraluldsholdige materialer.

Der henvises til appendix D.1.

5.1.2 Særligt følsomme personer

Der findes i befolkningen grupper, som er særligt følsomme, fx allergikere og astmatikere. Disse grupper vil generelt trives bedre, jo bedre indeklimaet er, men selv den højeste kvalitetsklasse, jf. denne standard, vil ikke i alle tilfælde sikre trivlsen for alle særligt følsomme personer. Hertil er listen over parametre for begrænset, ligesom kravene til de udvalgte parametre skulle være meget skrappe, hvilket ville gøre klasseinddelingen urealistisk til daglig brug. For yderligere information herom henvises til Appendix B.

5.1.3 Årstidsvariationer

Standarden anviser, hvordan indeklimaet klassificeres i bygninger, så klassifikationen ikke i væsentlig grad er afhængig af den årstid, hvor den gennemføres, eller af, hvor mange personer, der opholder sig i bygningen. Dermed vil fx et nybygget hus kunne klassificeres, inden en køber er fundet.

5.2 Måling og vurdering

For at opnå denne uafhængighed af årstid og brugsbelastning er det afgørende, at de målinger, der foretages, er tilstrækkeligt robuste. For en række parametre er dette ikke muligt i den korte måletid, der normalt vil være til rådighed, og derfor anvendes i stedet krav og vurderinger, fx baseret på bygningsfysiske forhold. Derfor suppleres der eksempelvis med en brugertilfredshedsundersøgelse vedrørende luftkvaliteten og de termiske forhold for skoler, institutioner og kontorbygninger, jf. appendiks F.

5.3 Øvrige forhold omkring klassificeringen

Klassificeringen vedrører det resulterende indeklima, og målinger og vurderinger er derfor tilrettelagt på en måde, der gør, at de i mindst mulig udstrækning er påvirkede af brugeradfærden og bygningsanvendelsen lige før og under måleperioden. Parametrene giver derfor som udgangspunkt et overblik over de bygningsbetingede indeklimaforhold. Dette giver sig bl.a. udtryk i partikel-parameteren, hvor det alene er bygningens placering i forhold til eksterne forureningskilder samt foranstaltninger i forhold til interne forureningskilder, der danner udgangspunkt for klassificeringen – og ikke brugerbetingede indeklimaforhold. For skoler, daginstitutioner og kontorer er grænseværdierne endvidere fastsat ud fra normalt brug, jf. beskrivelsen af brugsscenarierne i appendiks C.

Klassificeringen er baseret på en relativ kort måleperiode og er som sådan baseret på et øjebliksbillede. Vurderingerne af nogle af parametrene fx fugt/skimmelforhold kan være påvirkede af, at bygningen er blevet ren- eller klargjort lige inden målingen. Disse forhold vil blive nærmere beskrevet i bilaget til målerapporten, jf. appendiks E.

6 Parametre i indeklima klassifikationen

6.1 Parametre og baggrund for udvælgelsen

I denne standard indgår følgende ni parametre:

1. Ventilationsrate
2. CO₂

3. Termiske forhold
4. Radon
5. Formaldehyd
6. Partikler
7. Fugt/skimmelsvampe
8. Dagslys og kunstig belysning
9. Akustiske forhold

Parametrene er udvalgt på baggrund af en vurdering af følgende forhold:

- samfundseffekt,
- sundhedsmæssig relevans (præstation, gener, symptomer, sygdom/død),
- hyppighed, typiske niveauer samt den tidslige variation og robusthed,
- målbarhed.

Umiddelbart kan det opfattes som unødvendigt at medtage både ventilationsrate og CO₂-koncentration, idet CO₂-koncentrationen let beregnes, når ventilationsraten og kildestyrke kendes (antal og størrelse af personer). Begge størrelser er medtaget for skolerne, daginstitutionerne og kontorerne for at kunne beskrive mulighederne for at sikre en god luftkvalitet både i relation til personbelastningen og belastninger fra byggevarer og andre ikke-personrelaterede forureningskilder.

Brug af lav-emitterende byggematerialer, møbler og inventar vil altid have en gavnlig effekt på luftkvaliteten inden døre og kan medvirke til at reducere ventilationsbehovet. Men da udvalget af dokumenterede lav-emitterende byggematerialer (fx i form af Indeklimamærket) er begrænset, er der ikke stillet krav om valg af byggematerialer i denne udgave af standarden. Det forventes dog at blive indført i senere udgaver, når det tilstrækkelige grundlag for valg af materialer er tilvejebragt.

Kravene i de tre bygningskategorier er for nogle parametres vedkommende forskellige, ligesom ikke alle parametre er relevante for alle bygningskategorier, hvilket fremgår af tabel 2, 3 og 4.

7 Teknisk beskrivelse af måling og vurdering

7.1 Grundlæggende forudsætninger inden måling/vurdering

Før målinger, registreringer og vurderinger til klassificeringen af indeklimaets kvalitet kan påbegyndes, er det afgørende, at det vurderes, om der er kondemnabile forhold i bygningen eller om der forekommer store skader som fx utæt tag. I disse tilfælde vil bygningen ikke kunne klassificeres. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 5.1.1. og 7.8, samt i appendiks D.1 og D.8.

I øvrigt gælder, at bygningen på måle- og vurderingstidspunktet så vidt mulig skal fremstå som ved normal anvendelse. For at sikre, at indeklimaforholdene, herunder temperatur, ventilationsforhold, rengøring og lignende afspejler normal anvendelse af rummene opereres der i standarden med en række 'normale' brugsscenarier, jf. 5.3 og appendix C.

7.2 Måling af ventilationsraten

Ventilationsmålingen udføres ved at måle luftskiftet som beskrevet i DS/EN ISO 12569. Heri beskrives tre metoder til måling af luftskiftet i en fuldt opblandet zone – i alle tre

tilfælde måles ved brug af sporgas. De tre metoder er: henfald, konstant emission og konstant koncentrationsmetoden. Alle tre metoder kan benyttes i nærværende klassifikationssystem. Fælles for de tre metoder er, at de forudsætter fuld opblanding i den målte zone, hvilket i fx etplans villaer betyder hele boligen. Opblandingen sikres ved brug af ventilatorer.

I praksis er der især to metoder, der udmærker sig som simple og som kræver et minimum af udstyr. De to metoder er hhv. passiv sporgasmåling efter konstant emissionsprincippet og en aktiv sporgasmåling efter henfaldsprincippet. Den passive metode er enklere at udføre, men indebærer til gengæld udgifter til laboratorieanalyse, mens den aktive metode er mere tidskrævende under selve inspektionen, men til gengæld ikke medfører udgifter til analyse. Det vurderes, at metoderne samlet set er lige omkostningstunge. Brug af den passive metode anbefales til bygninger, hvor beboer- eller brugeradfærd ikke kan påvirke måleresultatet.

I tilfælde af behovstilpasset ventilation skal der både foretages målinger af ventilationsanlæggenes maksimale ydelse og ydelsen, når følerne ikke registrerer et øget ventilationsbehov.

I de naturligt ventilerede boliger vil der skulle foretages en vurdering af ventilernes og aftrækkanalernes udformning, dimensionering og indbyrdes placering.

7.3 CO₂-koncentration

CO₂-koncentration skal ikke bestemmes i boliger, da der ikke stilles CO₂-krav til denne bygningstype i bygningsreglementet.

CO₂-koncentrationen beregnes som en stationær ligevægtskoncentration ud fra det målte luftskifte, personbelastningerne angivet i brugssceneriernes standardbelastninger (kap. 8) og udekonzentrationen. Ved beregningerne antages, at voksne ved et aktivitetsniveau på 1.2 met (svarende til kontorarbejde) afgiver 18,7 l CO₂/h og børn ved samme aktivitetsniveau afgiver 10,4 l CO₂/h. Ligevægtskoncentrationen beregnes ud fra ligningen:

$$CO_{2, \text{ligevægt}} = \text{samlet } CO_2 \text{ afgivelse} / \text{luftskiftet} \cdot \text{volumen} + CO_{2, \text{ude}}$$

Ved beregningen kan CO₂-koncentrationen ude antages at være 380 ppm.

Eksempel:

20 børn og 1 voksen i en børnehavestue på 45 m² (112,5 m³ ved en loftshøjde på 2,5 m) med luftskiftet 2,7h⁻¹

$$CO_{2, \text{ligevægt}} = (20 \cdot 10,4 + 1 \cdot 18,7) \cdot 1000 \text{ ml/h} / 2,7 \cdot 112,5 \text{ m}^3/\text{h} + 380 \text{ ppm} \approx 1100 \text{ ppm}$$

7.4 Termiske forhold

Ved vurderingen af de termiske forhold for boliger, institutioner og mindre kontorbygninger (under 600 m²) indgår faktorer, der har betydning for luftbevægelser samt luft- og overfladetemperaturer i bygningen. Disse forhold indgår i en samlet vurdering af, hvorvidt der er risiko for gener i form af træk, kuldenedfald eller høj temperatur på grund af solindfald.

I boliger omfatter vurderingen alle værelser og opholdsrum. I mindre kontorbygninger (under 600 m²) omfatter den alle kontorer og mødelokaler. I skoler omfatter den alle normalklasserum og i daginstitutioner alle opholdsrum. I op til 10 % af rummene kan

accepteres mindre afvigelser fra kriterierne. Ellers vil det normalt være rummet med dårligst klassificering, der giver den endelige klassifikation vedrørende termiske forhold.

I vurderingen indgår følgende forhold:

- Vinduesrammernes vedligeholdelsesmæssige stand
- Rudetyper
- Varmeanlæg
- Varmekildernes placering
- Individuel termostatstyret temperaturregulering
- Sikring mod kuldenedfald fra vinduer
- Solafskærmning

Individuel termostatbaseret temperaturregulering skal i boliger, institutioner og mindre kontorbygninger (under 600 m²) sikre, at varmekilderne i hvert enkelt rum reguleres med indstillelig termostat, mens kravet i kontorer gælder for hver enkelt arbejdsplads. For større kontorbygninger (over 600 m²) gælder kravet om individuel temperaturstyring kun for klasse A, da dette kan være vanskeligt at opnå i fx storrumskontorer.

For institutioner og kontorbygninger suppleres vurderingen af en brugertilfredshedsundersøgelse.

7.5 Radon

Målingen udføres som middelværdi over mindst 2 måneder ved brug af mindst 2 samplere placeret i opholdszonen i beboelsesrum.

I de tilfælde, hvor en bygningsejer på forhånd har fået udarbejdet en radonmåling, vil denne måling kunne anvendes i forbindelse med indeklimaklassifikationen, såfremt radonmålingen er foretaget på de foreskrevne måder, og bygningsejeren underskriver en tro- og loveerklæring herom. På denne måde kan man som bygningsejer undgå at skulle vente 2 måneder på at få en indeklimaklassifikation ved på forhånd at få foretaget en radonmåling.

Radonkoncentrationen varierer med årstiden og er oftest højest om vinteren og lavest om sommeren. For at tage højde for dette, skal resultatet af målinger udført i perioden juni-september multipliceres med 1,5 før sammenligning med tabellens værdier. Målinger i perioden december til marts skal multipliceres med 0,8. Målinger udført i april, maj, oktober og november korrigeres ikke. Målinger, der strækker sig henover de nævnte perioder, korrigeres forholdsmæssigt.

Radonmålinger vil ikke være relevante for separate boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer, beliggende over 1. sals niveau.

7.6 Formaldehyd

Koncentrationen af formaldehyd i indeluften bestemmes ved spotmåling i et eller flere repræsentative opholdsrum, normalklasserum eller kontorlokaler. Koncentrationen måles og analyseres som middelværdi over en periode på 30 minutter i henhold til ISO 16000-3.

7.7 Partikler

Målinger af partikelkoncentrationer inden døre viser stor tidsmæssig variation som følge af aktiviteter i rummene og variationer i udeluftens partikelindhold. Derfor bestemmes indeluftens indhold af partikler i denne standard ikke ved målinger, men på baggrund af en vurdering. Partikler vurderes ud fra bygningens placering i forhold til trafikale hovedfærdselsårer.

Bygningen opfattes som beliggende i særligt partikelforurenet udeluft, hvis der findes en hovedfærdselsåre med mere end 10.000 biler/døgn inden for en afstand af 100 m. Desuden indgår en registrering af, om der over eventuelle komfurer findes emhætter med afkast til det fri, om bygningen har brændeovn i opholdsrum, og om brændeovnen opfylder brændeovns-cirkulærets krav til partikelemission, samt om der findes aktiv tilførsel af filtreret udeluft.

7.8 Fugt/skimmelsvampe

Fugt/skimmelsvampe og fugtskader vurderes efter en visuel, ikke-destruktiv inspektion af bygningen – suppleret med fugtmålinger i de tilfælde, hvor der er anvendt træ i konstruktionen. Skimmelsvampevækst opstår ved høj fugtighed i materialer. Høj fugtighed på overfladerne kan også medføre vækst af skimmelsvampe. Ved undersøgelsen er det derfor både vigtigt at kigge efter tegn på fugt og vækst af skimmelsvampe, og at forsøge at afdække forhold, der kan fremme væksten.

I de tilfælde, hvor den indledende bygningsgennemgang og rundring giver anledning til begrundet mistanke om mere omfattende fugt- og skimmelproblemer, vil bygningen ikke kunne klassificeres, jf. i øvrigt appendiks D.1. Herefter vil bygningen først kunne klassificeres, når det ved en grundig, bygningsteknisk gennemgang er blevet godtgjort, at der enten ikke er problematiske fugt- og skimmelforhold, eller at påviste fugt/skimmelskader er udbedrede.

Fugt/skimmelsvampe og fugtskader vurderes efter en visuel, ikke-destruktiv inspektion af bygningen. Ved undersøgelsen af forekomsten af fugt/skimmelsvamp skal der, udover den visuelle registrering af synlige skimmelsvampe, også foretages en vurdering af bygningsdele og konstruktioner. I de tilfælde, hvor der forekommer uhensigtsmæssige konstruktioner eller fugtforhold vil målerapporten blive forsynet med en anmærkning herom, jf. appendiks D.1.

Som udgangspunkt baseres selve *klassificeringen* af bygningen på en visuel inspektion, der kortlægger forekomsten og udbredelsen af fugt- og skimmelpletter. Det samlede areal af fugt eller skimmelvækst opmåles for hvert rum og summen af arealerne opgøres. Fugt eller skimmelsvamp i mindre omfang i kældre og loftsrum skønnes at være uden betydning, og regnes ikke med i opgørelsen. Er der derimod tale om adskillige kvadratmetre i en kælder eller i loftsrum kan det udgøre en risiko for indeklimaet. I standarden skelnes der således mellem udbredelsen i opholdsrum (hvh. beboelsesrum, klasseværelser og arbejdsrum) samt i vådrum og loft- og kælderrum, jf. tabellerne 2-4.

I de bygninger, hvor der er anvendt *træ i konstruktionen* vil den visuelle inspektion blive suppleret af en fugtmåling, foretaget med indstiksmålere. Klassegrænserne for fugtmålingerne er årtidsafhængige. Grænseværdierne er angivet for henholdsvis vinterhalvåret (oktober-april) og sommerhalvåret (maj-september).

7.9 Dagslys og kunstig belysning

7.9.1 Lysadgangen

I boligerne bestemmes lysadgangen ved opmåling af gulv- og rudearealer og i skoler, institutioner og kontorer ved måling af dagslysfaktoren. Målingerne suppleres med simple registreringer af solafskærmning, og evt. flimmer og individuelle justeringsmuligheder af den kunstige belysning.

I forbindelse med fastlæggelsen af klassegrænsen for klasse A for dagslys for boliger er de angivne værdier i bygningsreglementets vejledningstekst for arbejdsrum m.v. taget som udgangspunkt. Heraf følger, at rudearealet bør være på mindst 10 pct. af gulvarealet, forudsat at ruderne har en lystransmittans på mindst 0,75. De 10 pct. anses i almindelighed at være tilstrækkelig for at sikre en sådan tilgang af dagslys, at rummene er vel belyste.

7.9.2 Kunstig belysning

Flimmer fra den kunstige belysning vurderes, og det undersøges, om individuel regulering af belysningsniveauet er mulig. Dette sker ved en besigtigelse af fast belysning, arbejdslamper og eventuelle tændingsforhold i repræsentative rum eller bygningsafsnit.

Flimmer fra den faste belysning kan vurderes på en af følgende måder:

- hvis man holder en pen eller lignende let mellem to fingre og lader den svinge frem og tilbage i en jævn bevægelse, vil pennen tegne en hakkende bevægelse, hvis belysningen flimrer
- ved en visuel inspektion af de installerede armaturer kan forkoblingstypen bestemmes. Hvis forkoblingen er af typen HF (højfrekvent) er belysningen flimmerfri

Individuel regulering af belysningen anses for mulig, når der til hver arbejdsplads findes en justerbar arbejdslampe, eller hvis der for hver arbejdsplads ved særlige tændingsforhold er mulighed for individuel tilpasning af den faste belysning.

Hvis der ikke findes kunstig belysning i bygningen, fx fordi bygningen er ny og endnu ikke taget i brug, indgår klassificering af kunstlyset ikke i den samlede klassificering af indeklimaet, men dette forhold noteres.

Der stilles ikke krav til kunstig belysning i boliger.

7.9.3 Udsyn - lystransmittans

Udsynets kvalitet afhænger både af rudernes beskaffenhed og omgivelserne. Det er dog i nærværende standard vurderet, at omgivelserne kan ændre sig i bygningens levetid. Derfor er det kun lystransmittansen, der er medtaget. I nyere ruder er lystransmittansen ofte stemplet ind i termoruders afstandsprøfil. I tvivlstilfælde kan måling foretages som beskrevet i SBI-Anvisning 219 "Dagslys i rum og bygninger". I praksis vil tonede ruder og trelagsruder uden jernfattigt glas have lystransmittans under 0,75, mens moderne 2-lags lavenergiruder typisk har en lystransmittans på 0,79. Udsynet klassificeres efter hovedopholdsrum, fx stue, køkken/alrum/spiserum og det største værelse. Den samlede klassificering for udsyn opnås som en middelværdi, idet der 'rundes ned'. Middelværdi af A++ og A+ eller A++ og A giver A+, mens A+ og A giver A.

7.9.4 Dagslysadgang

For boliger foretages målinger af dagslysadgang i alle opholdsrum, og der klassificeres efter rummet, der opnår den laveste klasse.

7.9.5 Dagslysfaktor

For skoler, daginstitutioner og kontorer foretages der en måling af dagslysfaktoren i repræsentative rum. For nybyggerier, der ønskes klassificeret inden ibrugtagning, sker klassificeringen i designfasen og er gældende et år efter, at bygningen er taget i brug. Efterfølgende foretages en opmåling af bygningens dagslysfaktor, som derefter indgår i den samlede vurdering af bygningens klassifikation.

7.10 Akustiske forhold

Akustiske forhold indgår ikke i klassificeringen af boliger.

Efterklangstid måles i henhold til DS/ISO 3382-2.

I daginstitutioner udføres målingen i ét primært opholdsrum pr. 300 m² bruttogulvareal. I skoler udføres målingen i ét normalklasserum pr. 300 m² bruttogulvareal. De lokaler, der udføres målinger i, skal akustisk set være repræsentative for hhv. opholdsrum og normalklasserum. Målingerne udføres med lukkede døre og med sædvanligt inventar i lokalet.

I storrumskontorer bestemmes absorptionsareal ved opmåling og registrering af materialeoverflader (gulv, væg, loft og evt. andre). Det registreres endvidere, om arbejdspladserne er lydmæssigt adskilt.

8 Brugsscenarier

For de 3 bygningskategorier er brugsscenarierne fastlagt som angivet i tabel 1. Brugsscenarierne omfatter de personbelastninger, som er fastlagt i lovgivningen (institutioner) eller vejledninger (kontorer). Der stilles i nærværende standard ikke krav til CO₂-koncentrationen i boliger. Der er derfor ikke opstillet et brugsscenarium for boliger.

For en uddybende gennemgang af baggrunden for fastlæggelsen af brugsscenarierne henvises til Appendix C.

Tabel 1, Personbelastning

Bygningstype	Personbelastning
Skoler:	6 m ³ pr. elev i normalklasserum
Børneinstitutioner:	Vuggestue: 3 m ² pr. barn i opholdsrum Børnehave: 2 m ² pr. barn i opholdsrum
Kontorer:	10 m ² pr. kontorarbejdsplads

9 Klassegrænser

Der er tale om maksimumværdier for alle parametre, med undtagelse af ventilationsrate, dagslysfaktor og absorptionsareal, hvor der er angivet minimumværdier.

Klassegrænserne er beskrevet i nedennævnte tabeller.

Tabel 2 Klassegrænser for boliger

Tabel 3 Klassegrænser for skoler og børneinstitutioner
Tabel 4 Klassegrænser for kontorer.

Tabel 2, klassegrænser for boliger

Parametre/værdier:	A ⁺⁺	A ⁺	A	B	E
Ventilationsrate: (l/s m ²)	0,30 ⁶⁾	0,30 ⁶⁾	0,30	0,2	<0,2
Termiske forhold:					
-Tætte vinduesrammer	Ja	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav
-Vinduer med dobbelt glas	Ja	Ja	Ja	Ja	Intet krav
-Luftvarme uden andre varmegivere	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav	Intet krav
-Store solbeskinnede vinduer uden solafskærmning	Nej	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav
-Rumbaseret justerbar termostatbaseret temperaturstyring	Ja	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav
-Varmekilder under alle vinduer med en rudehøjde større end 1,2 m. Ved ruder med U-værdi lavere end 1,2 W/m ² C, dog større end 2,8 m	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Radon: (Bq/m ³)	100	100	100	200	>200
Formaldehyd: (mg/m ³)	0,1	0,1	0,1	0,2	>0,2
Partikler:					
- emhætte over komfur	Ja	Ja	Ja	Ja	Intet krav
- brændeovn i opholdsrum	Nej	Ja, hvis den opfylder partikelkrav ⁵⁾	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Ved forurenede udeluft: - aktiv tilførsel af filtreret udeluft	Ja, over 0,30 l/s m ²	Ja, over 0,30 l/s m ²	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Fugt/skimmelsvamp:					
Vådtrum	Ingen tegn	Ingen tegn ⁷⁾	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 400 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2.500 cm ²
Beboelsesrum	Ingen tegn	Ingen tegn	Ingen tegn ⁷⁾	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2.500 cm ²

Lofts- og kælderrum	Ingen tegn ¹⁾	Ingen tegn ¹⁾	Tegn på fugt/ skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2 m ²
Ved indre trækonstruktioner i bygningen, % (ny note)					
-Vinterhalvåret (oktober – april)	< 10	< 10	< 10	10-20	> 20
-Sommerhalvåret (maj-september)	< 13	< 13	< 13	13-22	> 22
Dagslys:					
-Dagslysadgang, glasareal /gulvareal, % ¹⁾	>25 ²⁾	15 – 25 ²⁾	10-15 ³⁾	7-10	< 7
- Udsyn, rudernes lystransmittans, LT	>0,80	>0,75	>0,60 ^{3,4)}	>0,50	<0,5

Noter:

¹⁾ Forholdet mellem glasareal og gulvareal gælder for rum med sidelys. Glasarealet af ovenlys indregnes med en faktor 1,4.

²⁾ For at opnå klasse A⁺⁺ eller A⁺ skal der desuden være en effektiv afskærmning, der beskytter mod direkte sollys.

³⁾ Opfyldelsen af niveau A forudsætter, at (glasareal/gulvareal) x LT er større end 0,075.

⁴⁾ Niveau A kan opfyldes med en mindre lystransmittans (LT), såfremt (glasareal/gulvareal) x LT er større end 0,075.

⁵⁾ Brændeovn tillades, hvis den opfylder brændeovns-cirkulærets krav til partikelemission,

⁶⁾ I klasse A⁺⁺ og A⁺ gælder kravet til ventilationsraten for et gennemsnit over en længere driftsperiode (dvs ventilationssystemet kan gå længere ned, når der ikke er behov for ventilation). Ventilationssystemerne skal mindst have en ydeevne på 0,4 l/s m² i klasse A⁺ og 0,5 l/s m² i klasse A⁺⁺. I klasse A⁺⁺ og A⁺ tillades behovsstyret ventilation (efter boligens luftfugtighed) med den angivne minimumsydelse. Der må ikke forekomme støj- og trækgener, når ventilationssystemet kører ved fuld kapacitet.

⁷⁾ Bagatelagtig udbredelse af fugt eller skimmelsvamp accepteres, fx på vinduers bundstykker.

Ny note: Bygninger, hvor der er anvendt træ i konstruktionen, vil blive klasseret efter den lavest opnåede klasse i henholdsvis den visuelle inspektion og i fugtmålingen.

Tabel 3, Klassegrænser, skoler og børneinstitutioner

Parametre/værdier:	A ⁺⁺	A ⁺	A	B	C
Ventilationsrate: (l/s m ²) - Skoler	2,5 + behovsstyring ⁵⁾	2,5 + behovsstyring ⁵⁾	2,5 ⁷⁾	1,9	<1,9
- Børnehaver	2,0 + behovsstyring ⁵⁾	2,0 + behovsstyring ⁵⁾	2,0 ⁷⁾	1,4	<1,4
- Vuggestuer	1,5 + behovsstyring ⁵⁾	1,5 + behovsstyring ⁵⁾	1,5 ⁷⁾	1,0	<1,0
CO₂ (ppm)	800	1.000	1.200 ⁸⁾	1.500	>1.500
Termiske forhold: ny note (1)					
-Tætte vinduesrammer	Ja	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav
-Vinduer med dobbelt glas	Ja	Ja	Ja	Ja	Intet krav
-Luftvarme uden andre varmegivere	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav	Intet krav
-Store solbeskinnede vinduer uden solafskærmning	Nej	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav
-Rumbaseret justerbar termostatbaseret temperaturstyring	Ja	ja	ja	Intet krav	Intet krav
-Varmekilder under alle vinduer med en rudehøjde større end 1,2 m. Ved ruder med U-værdi lavere end 1,2 W/m ² C, dog større end 2,8 m	Ja	ja	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Radon: (Bq/m ³)	100	100	100	200	> 200
Formaldehyd: (mg/m ³)	0,1	0,1	0,1	0,2	>0,2
Partikler: Ved forurenede udeluft: -aktiv tilførsel af filtreret udeluft	Ja, skal opfylde krav til luftskifte	Ja, skal opfylde krav til luftskifte	Intet krav	Intet krav	Intet krav

Fugt/skimmelsvamp Vådrom	Ingen tegn	Ingen tegn	Tegn på fugt/ skimmelsvamp < 400 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2.500 cm ²
Klasseværelser (skoler) eller rum/stuer (børneinstitutioner)	Ingen tegn ⁶⁾	Ingen tegn ⁶⁾	Ingen tegn ⁶⁾	Tegn på fugt/ skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2.500 cm ²
Lofts- og kælderrum	Ingen tegn ⁶⁾	Ingen tegn ⁶⁾	Tegn på fugt/ skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2.500 cm ²	Tegn på fugt/ skimmelsvamp > 2 m ²
Ved trækonstruktioner i bygningen, % (ny note (2))					
-Vinterhalvåret (oktober – april)	< 10	< 10	< 10	10-20	> 20
-Sommerhalvåret (maj-september)	< 13	< 13	< 13	13-22	> 22
Dagslys ⁵ -Dagslysfaktor ⁴	> 5	>3	>2	>1	<1
-Solafskærmning, mod syd +/- 150°	Regulerbar, der kan blokere for direkte sollys m. automatisk plus manuel regul., kan trækkes helt fra	Regulerbar afskærmning, der kan blokere for direkte sollys og trækkes helt fra	Regulerbar afskærmning, der kan blokere for direkte sollys (fx 'fast' persienne)	Afskærmning, der ikke kan blokere for direkte sollys.	Ingen, eller fast afskærmning, der ikke kan blokere for direkte sol
-Solafskærmning, mod nord +/- 30°	Bevægelig afskærmning, der kan blokere for direkte sollys og trækkes helt fra	Bevægelig afskærmning, der kan blokere for direkte sollys	Afskærmning, der kan blokere for udsyn til himlen (kraftigt, diffust himmellys) (fx gardin)	Afskærmning, der ikke kan blokere for udsyn til himlen	Intet krav
Kunstig belysning: -Flimmer	Nej	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav
-Individuelle justeringsmuligheder	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav	Intet krav

Akustik:					
Efterklangstid (s)					
Klasselokaler	0,6	0,6	0,6	0,9	>0,9
Børneinstitutioner	0,4	0,4	0,4	0,6	>0,6

Noter:

¹ Forholdet mellem glasareal og gulvareal gælder for rum med sidelys. Glasarealet af ovenlys indregnes med en faktor 1,4.

² For at opnå klasse A⁺⁺ eller A⁺ skal der desuden være effektiv en afskærmning, der beskytter mod direkte sollys.

³ Opfyldelsen af niveau A forudsætter, at $(\text{glasareal/gulvareal}) \times \text{LT}$ er større end 0,075.

⁴ Niveau A kan opfyldes med en mindre lystransmittans (LT), såfremt $(\text{glasareal/gulvareal}) \times \text{LT}$ er større end 0,075.

⁵ Ventilationsraten er den mindst tilladte ventilation når lokalet er i brug. Når lokalet ikke er benyttet er der intet krav til ventilationsraten. Kravene til klasse A og B kan opfyldes ved at tilpasse ventilationsraten således, at den maksimale CO₂ koncentration for den givne klasse ikke overskrides. Ventilationssystemerne i skoler skal mindst have en ydeevne på 5,2 l/s pr. m² for klasse A⁺⁺ og 3,3 l/s pr. m² for klasse A⁺. Ventilationssystemerne i børnehaver skal mindst have en ydeevne på 3,7 l/s pr. m² for klasse A⁺⁺ og 2,5 l/s pr. m² for klasse A⁺. Endelig skal ventilationssystemerne i vuggestuer mindst have en ydeevne på 2,7 l/s pr. m² for klasse A⁺⁺ og 1,8 l/s pr. m² for klasse A⁺.

⁶ Bagatelagtig udbredelse af fugt eller skimmelsvamp accepteres, på vinduers bundstykker. Arealer for fugt/skimmelsvamp opgøres pr. 300 m² bruttogulvareal.

⁷ I Appendix D.2 er der argumenteret for ventilationsrater for skoler, børnehaver og vuggestuer.

⁸ I BR10 stilles der krav om, at CO₂ koncentrationen ikke bør overstige 0,1 pct., som kan oversættes til 1000 ppm.

Klassegrænserne for klasse A er for skoler, børnehaver og vuggestuer bestemt ud fra kravene til ventilationsrater og beregnes derfor til 1200 ppm.

Ny note (1): For større bygninger foretages der endvidere en brugertilfredshedsundersøgelse, jf. appendiks F.

Ny note (2): Bygninger, hvor der er anvendt træ i konstruktionen, vil blive klasseret efter den lavest opnåede klasse i henholdsvis den visuelle inspektion og i fugtmålingen.

Tabel 4, Klassegrænser, kontorer

Parametre/værdier	A ⁺⁺	A ⁺	A ⁰⁾	B	C
Ventilationsrate: (l/s m ²)	0,8+ behovsstyring ⁵⁾	0,8 ⁵⁾ + behovsstyring	0,8	0,5	<0,5
CO₂ (ppm)	800	900	1.000	1.500	>1.500
Termiske forhold: Kontorbygninger > 600m²					
Operativ temperatur (°C)	24,5 ±1,0 ⁶⁾	24,5 ±1,0	24,5 ±1,5	24,5 ±2,5	Intet krav
Sommer	22,0 ± 1.5 ⁶⁾	22,0 ± 1,5	22,0 ± 2,0	22,0 ± 2,5	Intet krav
Vinter					
Lufthastighed (m/s)	0,18	0,18	0,22	0,25	>0,25
Vinter	0,15	0,1	0,18	0,21	>0,21
Sommer					
Kontorbygninger < 600m², ny note (1)					
Tætte vinduesrammer	Ja	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav
-Vinduer med dobbelt glas	Ja	Ja	Ja	Ja	Intet krav
-Luftvarme uden andre varmegivere	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav	Intet krav
	Nej	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav
-Store solbeskinnede vinduer uden solafskærmning	Ja	Ja	ja	Intet krav	Intet krav
-Rumbaseret justerbar termostatbaseret temperaturstyring	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav	Intet krav
-Varmekilder under alle vinduer med en rudehøjde større end 1,2 m. Ved ruder med U-værdi lavere end 1,2 W/m ² C, dog større end 2,8 m					

Radon: (Bq/m ³)	100	100	100	200	> 200
Formaldehyd: (mg/m ³)	0,1	0,1	0,1	0,2	>0,2
Partikler: Ved forurenede udeluft: -aktiv tilførsel af filtreret udeluft	Ja, skal opfylde krav til luftskifte	Ja, skal opfylde krav til luftskifte	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Fugt/skimmelsvamp Vådrum	Ingen tegn	Ingen tegn	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 400 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2.500 cm ²
Arbejdsrum	Ingen tegn ⁷⁾	Ingen tegn ⁷⁾	Ingen tegn ⁷⁾	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2.500 cm ²
Lofts- og kælderrum	Ingen tegn ⁷⁾	Ingen tegn ⁷⁾	Tegn på fugt/skimmelsvamp < 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2.500 cm ²	Tegn på fugt/skimmelsvamp > 2 m ²
Ved trækonstruktioner i bygningen, % (ny note 2)	< 10	< 10	< 10	10-20	> 20
-Vinterhalvåret (oktober – april)	< 13	< 13	< 13	13-22	> 22
-Sommerhalvåret (maj-september)					
Dagslys og kunstig belysning: Dagslys -Dagslysfaktor ⁴	> 5	>3	>2	<1	<1
-Solafskærmning, mod syd +/- 150°	Regulerbar, der kan blokere for direkte sollys m. automatisk plus manuel regul., kan trækkes helt fra	Regulerbar afskærmning, der kan blokere for direkte sollys og trækkes helt fra	Regulerbar afskærmning, der kan blokere for direkte sollys (fx 'fast' persienne)	Afskærmning, der ikke kan blokere for direkte sollys	Ingen, eller fast afskærmning, der ikke kan blokere for direkte sol
-Solafskærmning, mod nord +/- 30°	Bevægelig afskærmning, der kan blokere for direkte sollys og trækkes helt fra	Bevægelig afskærmning, der kan blokere for direkte sollys	Afskærmning, der kan blokere for udsyn til himlen (kraftigt, diffust himmellys) (fx gardin)	Afskærmning, der ikke kan blokere for udsyn til himlen	Intet krav
-Rudernes lysteransmittans, LT (r)		>0,7			

Kunstig belysning	>0,8		>0,6 ^{3,4}	>0,5	<0,5
-Flimmer	Nej	Nej	Nej	Intet krav	Intet krav
-Individuelle justeringsmuligheder	Ja	Ja	Intet krav	Intet krav	Intet krav
Akustiske forhold:					
Cellekontor, 1 person efterklangstid (s)	0,4	0,5	0,6	0,8	>0,8
Storrumskontor, Absorptionsareal	Ikke mulig ⁸⁾	1,1x Gulvareal og lyd- mæssig adskillelse af arbejdspladser	1,1x gulvareal	<1,1x gulvareal	<1,1x gulvareal

Noter:

⁰ For kontorer stilles der i bygningsreglementet ikke specifikke krav. Her er fx ventilationskravet i klasse C beregnet ud fra de standardiserede brugsscenerier og bygningsreglementets forventede kommende krav om, at CO₂ koncentrationen ikke bør overstige 1000 ppm.

¹ Forholdet mellem glasareal og gulvareal gælder for rum med sidelys. Glasarealet af ovenlys indregnes med en faktor 1,4.

² Arealerne kan være større, hvis der findes en effektiv udvendig afskærmning.

³ Opfyldelsen af niveau A forudsætter, at (glasareal/gulvareal) x LT er større end 0,075.

⁴ Niveau A kan opfyldes med en mindre lystransmittans (LT), såfremt (glasareal/gulvareal) x LT er større end 0,075.

⁵ Ventilationsraten er den mindst tilladte ventilation, når lokalet er i brug. Når lokalet ikke er benyttet, er der intet krav til ventilationsraten. Kravene til klasse A⁺⁺ og A⁺ kan opfyldes ved at tilpasse ventilationsraten således, at den maksimale CO₂ koncentration for den givne klasse ikke overskrides. Ventilationssystemerne i kontorer skal mindst have en ydeevne på 1,2 l/s pr. m² for klasse A⁺⁺ og 1,0 l/s pr. m² for klasse A⁺.

⁶ Mulighed for individuel kontrol til stede.

⁷ Bagatelagtig udbredelse af fugt eller skimmelsvamp accepteres, fx på vinduers bundstykker. Arealer for fugt/skimmelsvamp opgøres pr. 300 m² bruttogulvareal.

⁸ Det er ikke muligt at opnå Klasse A⁺⁺ for storrumskontorer.

Ny note (1): For større bygninger foretages der endvidere en brugertilfredshedsundersøgelse, jf. appendiks F

Ny note (2): Bygninger, hvor der er anvendt træ i konstruktionen, vil blive klasseret efter den lavest opnåede klasse i henholdsvis den visuelle inspektion og i fugtmålingen.

Appendix A - Effekter af forringet indeklima

De effekter, der har indgået i overvejelserne, er følgende:

A.1 Kræft

Der er viden om, at faktorer i ikke-industrielt indeklima kan forefindes i niveauer, som øger risikoen for kræft, fx lungekræft ved udsættelse for radon eller ved udsættelse for passiv rygning. Der findes også andre stoffer i indeklimaet, som er potentielt kræftfremkaldende (fx asbest, PCB, benzen og toxiner fra skimmelsvampe), men de antages normalt at forefindes i så lave koncentrationer, at de ikke vurderes at udgøre en risiko for kræft.

A.2 Hjerte-karsygdomme

Der er forskningsmæssige indikationer på, at partikler i indeklimaet øger risikoen for hjerte- karsygdomme.

A.3 Astma/allergisk sygdom

For astma og allergiske sygdomme bør man skelne mellem udvikling af sygdommene og de efterfølgende symptomer/anfald, som kan udløses af forskellige miljøfaktorer, når man har fået sygdommene. Børn, hvis forældre har astma/allergisk sygdom, har en øget risiko for selv at udvikle sygdommene. Allergifremkaldende faktorer i indeklimaet er fx allergener fra hund, kat og husstøvmider. Desuden er der efterhånden god evidens for, at passiv rygning ligeledes er en risikofaktor for astma.

Når først man har sygdommene, kan hyppigheden og sværhedsgraden af anfald påvirkes af indeklimaeksponeringen. Dette gælder både ved lave niveauer af allergener og ved udsættelser for irriteranter, så som højt partikelniveau, kemikalier og mikroorganismer. Personer med astma og allergi har generelt højere symptom niveau i dårlige indeklimaer.

A.4 Symptomer

Mange af de symptomer, som typisk rapporteres i problematiske indeklimaer, er uspecifikke og kan skyldes forskellige mekanismer, som fx specifik inflammation og uspecifik inflammation (fx irritation med nerveende påvirkning, og infektioner). Der er typisk tale om kløe og irritation i slimhinder i øjne, næse og svælg, stoppet eller løbende næse, hoste eller hæshed. Desuden kan der være almensymptomer som hovedpine, koncentrationsbesvær og unormal træthed. En høj indelufttemperatur om vinteren øger risikoen for både slimhinde- og almensymptomer. Andre faktorer som fx psykosociale forhold/arbejds miljø kan øge rapporteringen af de samme symptomer.

A.5 Gener

Ved sensoriske gener forstås generende påvirkninger af sanserne. Dette kan være termisk diskomfort i form af varme, kulde og træk samt lugte, støj og blanding. Disse forhold er ikke i sig selv sygdomsfremkaldende, men de kan give diskomfort eller gener. Lang tids generende påvirkninger af sanserne kan dog øge stressniveauet og derigennem medvirke til udvikling af mere alvorlige sygdomme.

A.6 Præstationer

En række undersøgelser har dokumenteret, at et forringet indeklima i kontorer og skoler har en negativ indflydelse på kontorarbejde hos voksne og skolearbejde hos børn. Typiske effekter er en 5-10 % nedsat præstation. De økonomiske konsekvenser heraf kan være meget store.

Appendix B - Særligt følsomme gruppers behov

Luftkvaliteten indendørs påvirker kroppen både udvendigt (hud og øjenslimhinder) og indvendigt (slimhinder i næse, svælg og lunger). Der er stor variation i, hvor høje koncentrationer af irriterende stoffer i luften, der skal til, før personer oplever symptomer. Nogle personer kan have lavere tærskel for symptomer, fordi deres slimhinder i forvejen er irriterede pga. kronisk sygdom. De mest udbredte tilstande er astma og luftvejsallergi, men også andre sjældnere sygdomme medfører kronisk inflammation og dermed lettere irriterbare slimhinder i luftvejene.

Som udgangspunkt vil en bygning i den bedste indeklimaklasse opleves som behagelig at opholde sig i for langt de fleste brugere, inklusive mange af de særligt følsomme personer. Dog er følgerne af forskellige brugervaner ikke inkluderet i standarden, og nogle følsomme personer kan have behov for at følge særlige rutiner for at indeklimaet føles behageligt.

Herudover skal man være opmærksom på, at de symptomer, man kalder bygningsrelaterede, er uspecifikke og kan være forårsaget af mange andre faktorer. Man ser i befolkningsundersøgelser, at personer, der er belastede af dårligt psykisk arbejdsmiljø, rapporterer højere hyppighed af de samme symptomer. Dog kan det ikke udelukkes, at disse personer rent faktisk samtidig er mere følsomme overfor dårligt indeklima.

Problemstillinger i forhold til personer der oplever såkaldt duft- og kemikalieoverfølsomhed har det ikke været muligt at tage højde for i denne indeklimastandard.

Appendix C - Brugsscenarier

C.1 Kontorer

Bygningsreglementet, (BR10), angiver ikke målsatte mindste størrelser på kontorer, men blot, at arbejdsrum skal have en størrelse, rumhøjde og rumindhold, så arbejdet kan foregå på betryggende måde i forhold til anvendelse og antal personer, der er beskæftiget i rummet. I den tilhørende vejledningstekst angives en minimumstørrelse på 12 m³ pr. person. Vejledningen angiver yderligere, at hvis arbejdsrummet er udstyret med effektiv ventilation kan dette nedsættes, dog bør rumindholdet ikke være mindre end 8 m³ pr. person.

Arbejdstilsynets anfører i vejledning A.1.11 om arbejdsrum på faste arbejdspladser, at gulvarealet i et arbejdsrum som minimum bør være 7 m².

DS/CEN/CR 1752 opererer med personbelastninger på 10 m²/person for cellekontorer og 15 m²/person i åbne kontorer.

På baggrund af ovenstående er personbelastningen i kontorer bestemt til 10 m² pr. arbejdsplads, hvilket afspejler at det er uhyre sjældent, at kontorer indrettes ifølge minimumskravene i bygningsreglementet.

C.2 Skoler og børneinstitutioner

For skoler og daginstitutioner og lignende svarer brugsscenariet til Bygningsreglementets (BR10) krav om rumindhold pr. elev i normalklasserum og gulvareal i opholdsrum pr. barn i vuggestue eller børnehave.

Appendix D - Baggrundsnoter

D.1 Undersøgelser for klassificering

Det er afgørende at gennemgå bygningen grundigt, før klassificeringen kan påbegyndes. Hvis der er begrundet mistanke om sundhedsskadelige forhold, fx ulovlige og uhensigtsmæssige konstruktionsforhold, alvorlige bygningskader som fx utæt tag eller i form af omfattende fugt/skimmel, muglugt og mistanke om skjult skimmelsvampevækst, så kan bygningen ikke klassificeres.

Derudover kan der også være forhold, som er reguleret i bygningsreglementet, der kan føre til at en bygning ikke kan klassificeres. Dette kan fx være tilfældet, hvis der er mistanke om, at der er anvendt asbestholdige materialer, se Arbejdstilsynets bekendtgørelse om asbest, AT-vejledning C.2.2 Asbest, SBI-anvisning 228 "Asbest i bygninger" og SBI-anvisning 229 "Byggematerialer med asbest". Dette gælder ligeledes, hvis der er mistanke om, at mineralholdige materialer med overflader mod indeklimaet ikke er forsvarligt konstruerede, og dermed kan afgive mineraldulsfibre til indeklimaet. Også ved indikation på anvendelse af PCB, der har været anvendt i byggevarer som fx fugemasse, lim, maling o.l. i perioden 1955-1977, kan der være risiko for sundhedsmæssigt utilfredsstillende forhold i indeklimaet. Dette kan føre til, at bygningen ikke klassificeres.

Hvis der således i forbindelse med den *indledende rundering* af bygningen, herunder visuel inspektion af klimaskærmen udefra og inspektion af lofts- og kælderrum, er mistanke om skjult skimmelsvamp, skal der foretages en grundigere bygningsteknisk analyse af bygningen, inden bygningen kan klassificeres. Ved inspektionen af loft- og kælderrum vil stor udbredelse af fugt-skimmel-pletter, lugtgener samt ulovlige og uhensigtsmæssige konstruktionsforhold være forhold, der kan føre til, at klassificeringen afbrydes. Se i øvrigt afsnit 5.1.1. og 7.8, hvor de nærmere betingelser for afbrydelse – og genoptagelse – af klassificeringen er præciseret.

Man skal være særlig opmærksom på følgende bygningstyper i forbindelse med fugt og skimmelsvamp:

- Bygninger med kolde kældre fra før ca. 1960, hvor der sjældent er foretaget en tilstrækkelig udvendig fugtsikring.
- Bygninger med flade tage fra 1960-1980, da der kan forekomme fugtproblemer/skimmelsvamp i tagkonstruktionen som følge af utilstrækkelig vedligeholdelse.
- Bygninger med efterisolerings-/forsatsvægge med cellotexplader, da konstruktionen oftest er uden dampspærre, hvorfor der ofte forekommer kondensproblemer og skimmelsvampevækst i vinterperioden på den oprindelige væg.
- Bygninger af gasbeton som følge af, at der ofte forekommer opfugtning af disse vægge ved utilstrækkelig vedligeholdelse, eller ved opstigende grundfugt, fx hvor puds virker som væge.

Eftersom disse bygningstyper kan være særligt udsatte for fugt- og skimmelproblemer, vil målerapporten for de pågældende bygningstyper blive forsynet med en tekst, der klargør, at den anvendte klassificeringsmetode ikke vil kunne afsløre skjulte fugt- og skimmelforekomster, og at bygningsejeren derfor opfordres til at få denne bygningstype gennemgået mere grundigt.

Målerapporten vil endvidere indeholde et felt, hvor der bliver mulighed for at registrere uhensigtsmæssige forhold, som fx:

- Misfarvet gulv, løs eller bulet gulvbelægning (pvc, linoleum, mv.).
- Manglende emhætte eller emhætte uden aftræk
- Tørretumbler (ikke kondenserende) uden aftræk
- Ydervægge og lofter med trækasseteløsninger og brugen af visse organiske isoleringsmaterialer.
- Gulve med usvejste samlinger (fx linoleum og pvc) er følsomme, hvis der anvendes våde rengøringsmetoder.

For en grundigere gennemgang af grundlaget for klassificering af fugt- og skimmelforhold, se appendiks D.8.

D.2 Ventilationsrate

Baggrund

Ventilation er nødvendigt for at fjerne forureninger genereret inden døre. Ventilationen kan enten være mekanisk, naturlig eller en kombination af af disse to former for ventilation. I standarden er ventilationskravene angivet som en ventilationsrate i enheden l/s m². Ventilationsraten er dog vanskelig at måle direkte i naturligt ventilerede bygninger, og i stedet måles luftskiftet, hvorefter ventilationsraten let beregnes.

Luftskiftet i en bygning angiver ventilationsraten i forhold til bygningens størrelse. I en bygning på fx 120 m² og loftshøjde 2,5 m betyder et luftskifte på 1 h⁻¹, at bygningen ventileres med 300 m³ luft pr time (svarende til 0,69 l/s m²). Det betyder dog ikke, at alt luften udskiftes én gang i timen. Ventilationen kan være i form af mekanisk eller naturlig ventilation. Af særlig interesse er udeluftskiftet, der er et mål for tilførslen af udeluft i modsætning til luft fra andre dele af bygningen.

I modsætning til de øvrige indeklimaparametre, der indgår i standarden, er luftskiftet ikke en tilstandsvariabel, men en modificerende faktor, der indgår i bestemmelse af koncentrationen af en forurening, når kildestyrke og rumvolumen er kendt. Ventilation reducerer generelt koncentrationen af alle forureninger i en bygning, og er derfor velegnet til sikre et godt indeklima, når kildekontrol ikke i tilstrækkeligt omfang kan nedsætte forureningsniveauet til et acceptabelt niveau, f. eks. ved afgang fra byggematerialer.

Brug af lav-emitterende byggematerialer, møbler og inventar vil altid have en gavnlig effekt på luftkvaliteten inden døre og kan medvirke til at reducere ventilationsbehovet. Da udvalget af dokumenterede lav-emitterende byggematerialer (f.eks. i form af Indeklimamærket) er begrænset og da der selv ved valg af lav-emitterende materialer kan være emissioner, der bør fjernes ved ventilation, er et vis luftskifte nødvendigt. Tilsvarende gælder for fugt afgivet til indeluften. Ved fornuftige brugervaner kan fugtafgivelsen begrænses, men tilbage vil dog altid være menneskers egen fugtafgivelse, som skal fjernes ved ventilation.

I nærværende standard tager ventilationskravet for boliger, skoler og daginstitutioner i klasse A udgangspunkt i BR10. For boliger er kravet 0,3 l/s m². For skoler, børnehaver og vuggestuer er nogle simple antagelser nødvendige. For skoler angiver reglementet forventeligt en ventilationsrate på 5 l/s person + 0,4 l/s m². Hvis dette krav sammenholdes med det standardiserede brugsscenario med 6m³ pr elev i normalklasserum fås ventilationstraten 2,5 l/s m² (her medregnes samme volumen for en lærer). På tilsvarende måde findes ventilationsraterne 2.0 l/s m² for børnehaver og 1,5 l/s m² for vuggestuer, idet det antages det, at der er en voksen for hver otte børn, og for vuggestuer en voksen for hver fire børn.

For kontorer stilles der ikke specifikke krav til ventilationen i bygningsreglementet. Her er ventilationskravet i klasse A beregnet ud fra de standardiserede brugsscenarier og arbejdstilsynets anbefaling om, at CO₂ koncentrationen ikke bør overstige 0,1 %. I denne standard forudsættes det, at de 0,1 % CO₂ koncentration svarer til en CO₂ koncentration på 1000 ppm.

D.3 CO₂

Baggrund

Et menneske afgiver bioeffluenter, dvs. kemiske stoffer ved sine stofskifteprocesser. Bioeffluenterne bidrager til, at luften opfattes indelukket og ubehagelig. Bioeffluenter fra mennesker har traditionelt været bestemmende for ventilationsbehovet og har derfor stor samfundsmæssig betydning. Mennesket behøver ilt til sit stofskifte og det udånder kuldioxid som et slutprodukt af metabolismen. Kuldioxid påvirker ikke mennesker i de koncentrationer, som sædvanligvis forekommer inden døre. Kuldioxid er dog velegnet som indikator for mængden af bioeffluenter i et lokale.

Allerede i 1858 påviste Pettenkofer denne sammenhæng (Pettenkofer, 1858). Pettenkofer anbefalede for opholdsrum et maksimalt CO₂-indhold på 1.000 ppm for at forhindre dårlig indeluftkvalitet. Koncentrationen inden døre er ofte i intervallet 400 – 3.000 ppm, og koncentrationen i et lokale varierer ofte betydeligt over tid, afhængigt af ventilationsrate og personbelastning. Sensoriske gener som følge af eksponeringer for bioeffluenter er veldokumenterede og eksponerings-respons viden foreligger. I 1936 gennemførte Yaglou komfortstudier af menneskelige bioeffluenter og ventilationsbehov (Yaglou et al., 1936). Siden da er bygninger blevet ventileret baseret på komfortkrav (oplevet luftkvalitet). Senere blev lignende forsøg gennemført i Danmark (Fanger and Berg-Munch, 1983, Berg-Munch et al, 1986), USA (Cain et al, 1983) og Japan (Iwashita et al, 1990) i større skala. I de danske undersøgelser blev bioeffluenter fra mere end 1.000 personer vurderet af 168 personer. Undersøgelser i USA og Japan viste god overensstemmelse med de danske resultater.

Generne som følge af eksponering til bioeffluenter har et betydeligt tidsmæssigt aspekt, idet lugtesansen hurtigt tilvænnes. Modsat opbygges symptomer oftest efter længere tids eksponering.

Klassegrænserne for CO₂ afspejler forskellige grader af tilfredshed med den oplevede luftkvalitet. De er opstillet som absolutte værdier under hensyntagen til udeluftens CO₂ indhold på ca. 380 ppm.

Klassegrænserne for klasse A er for skoler, børnehaver og vuggestuer bestemt ud fra kravene til ventilationsrater. For skoler antages det, at klasselokalerne skal kunne bruges af alle klassetrin, og der benyttes ved beregningerne en CO₂ afgivelse på 18,7 l/h hvilket vil være aktuelt for de største klasser (svarer til afgivelsen fra voksne). For børnehaver antages det, at der er én voksen for hver otte børn, og for vuggestuer én voksen for hver fire børn. Grænserne for CO₂ bliver herefter 1200 ppm for børnehaver og 1100 ppm for vuggestuer. For kontorbygninger svarer klasse A til arbejdstilsynets anbefaling om, at CO₂ koncentrationen ikke bør overstige 0,1% CO₂ koncentrationen.

Referencer

M.F. Pettenkofer: Über den Luftwechsel in Wohngebäuden, Munich, 1858

C. P. Yaglou, E.C. Riley, D.I. Coggins: Ventilation requirements. ASHRAE Transactions, 42, 133-162, 1936

P.O.Fanger and B.Berg-Munch: Ventilation and body odor. Proc. of an Engineering Foundation Conference on management of Atmospheres in Tightly Enclosed Spaces, ASHRAE, Atlanta, pp.45-50, 1983

B.Berg-Munch, G.H. Clausen and P.O.Fanger: Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women. Environment International, 12, 195-199, 1986.

W.S. Cain, B.P.Leaderer, R.Isseroff, L.Berglund, R.J.Huey, E.D. Lipsitt, and D.Pearlman: Ventilation requirements in buildings. Control of occupancy odor and tobacco smoke odor. Atmospheric Environment, 17, 6, 1183-1197, 1983.

G.Iwashita, K.Kimura, S.Tanabe, S.Yoshizawa, K.Ikeda: Indoor Air quality assessment based on human olfactory sensation. Journal of Archit. Plann. Environ. Engng, AIJ, 410, 9-19, 1990

D.4 Termiske forhold (herunder lufthastighed)

Baggrund

Termisk komfort er defineret som den tilstand, hvori man udtrykker tilfredshed med de termiske omgivelser. Diskomfort eller utilfredshed kan skyldes, at disse omgivelser enten er for varme eller for kolde for kroppen som helhed, eller den kan skyldes en uønsket opvarmning eller afkøling af enkelte kropsdele, fx kolde fødder, varmt hoved, træk i nakken osv.

Det termiske klima bestemmes af luftens og overfladernes temperatur og luftens hastighed og turbulensintensitet og i mindre grad af luftens fugtighed. I sammenhæng med den menneskelige aktivitet og påklædning kan den termiske komfort bestemmes. Funktionskrav og metoder til specifikation, verifikation og kontrol af termisk indeklima findes i DS 474, Norm for specifikation af termisk indeklima.

Desuden henvises til DS/EN ISO 7730 ved beregning af PMV- og PPD-indekser og lokale termiske komfortkriterier.

Det termiske indeklima er nok den af de indgående parametre, vi ved mest om i forhold til komfort, og der foreligger eksponerings-respons viden og pålidelige beregningsværktøjer til dimensioneringsbrug. Når det kommer til egentlige helbredseffekter, som f.eks. dødelighed under hedeølger, er vores viden mere begrænset. Men da det termiske indeklima i høj grad påvirkes af udeklimaet, indstilling af tekniske systemer og interne belastninger, herunder tilstedeværelse af personer, vil en spotmåling eller korttidsmåling i en ubeboet bygning på en tilfældig dag ikke i tilstrækkelig grad give grundlag for en klassificering. Klassificeringen baseres derfor i stedet på bygningsfysiske forhold og tilstedeværelsen af tekniske systemer til at sikre et godt indeklima. Eksempler herpå er tilstrækkelig varme/kølekapacitet, mulighed for solafskærmning, bygningsorientering etc.

D.5 Radon

Baggrund

Grundstoffet radium findes overalt i den danske jord. Radium danner ædelgassen radon, der siver op gennem jorden. Radon er ikke i sig selv hovedproblemet, da det som ædelgas ikke fastholdes i lungerne og derfor hurtigt udåndes igen. Problemet opstår, når

radon i løbet af en lille uges tid henfalder, hvorved der skabes radioaktive isotoper af tungmetaller¹, der kan sætte sig i lungerne og afgive radioaktiv stråling og derved øge risikoen for lungekræft. En lang række danske og udenlandske forskningsresultater underbygger denne sammenhæng². Derudover peger ny dansk undersøgelse på en sammenhæng mellem eksponering for radon og akut lymfatisk leukæmi blandt børn.

I relation til de foreslåede grænseværdier bør det nævnes, at sammenhængen mellem radoneksponering og sundhedsrisici ikke viser en sikker risikofri nedre grænse.

Flere undersøgelser har dokumenteret, at der findes danske boliger med radonkoncentrationer over 200 Bq/m³. På grund af risikoen for lungekræft anbefaler Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST), at der foretages enkle og billige foranstaltninger for at reducere radonkoncentrationen, når niveauet ligger mellem 100 og 200 Bq/m³. Fem procent af danske boliger har denne koncentration. Ved måling af radon i udeluft er fundet middelniveauer omkring 5 Bq/m³, kortvarige peak-værdier i vindstille har været op til 20 Bq/m³.

Ifølge Bygningsreglementet skal bygningen udføres, så radonindholdet ikke overstiger 100 Bq/m³ for nybyggeri og det er et krav at nye huse udføres lufttæt mod undergrunden. EBST anbefaler endvidere, at man i eksisterende bygninger iværksætter enkle og billige forbedringer, når radonindholdet er mellem 100 og 200 Bq/m³, og at der iværksættes mere effektive forbedringer, når radonindholdet overstiger 200 Bq/m³.

På grund af vejræssige variationer er det vigtigt at måle radon i indeklimaet som et gennemsnit over en 2 måneders periode. Maksimumgrænsen for klasserne A⁺⁺-A er 100 Bq/m³. Klassegrænserne for B og C er henholdsvis 100 og 200 Bq/m³.

Referencer

Raaschou-Nielsen, O., Andersen, C. E., Andersen, H. P., Gravesen, P., Lind, M., Schütz, J., Ulbak, K. (2008): Radon i boligen og cancer hos børn. Miljø og Sundhed 2008; 14 (2).

Andersen C.E., Raaschou-Nielsen O., Andersen H.P., Lind M., Gravesen P., Thomsen B.L., Ulbak K. (2007): Prediction of radon-222 in Danish dwellings using geology and house construction information from central databases. Radiation Protection Dosimetry 2007; 123:83-94.

Darby, S., Hill, D., Harz, D., et al. (2006): Residential radon and lung cancer – detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7.148 persons with lung cancer and 14.208 persons without lung cancer from 13 epidemiological studies in Europe. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 2006; 32 suppl 1:1-84.

Darby, S., Hill, D., Auvinen, A., et al. (2005): Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. British Medical Journal 2005; 330: 223-227.

Rasmus Bovbjerg Jensen, Lars Gunnarsen: Radonkoncentrationen i nye enfamiliehuse. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, 2008. 28 s. (SBI; 2008:12).

¹ Det drejer sig om "radon-døtrene" polonium-218, bly-214, bismuth-214 og polonium-214.

² Ifølge WHO er radon den næst vigtigste medvirkende årsag til lungekræft (efter aktiv rygning), og det anslås, at radoneksponering i boliger er årsag til omkring 9 % af alle nye lungekræfttilfælde i Danmark pr. år. I de fleste af disse tilfælde er de ramte rygere.

Krewski, D., Lubin, J.H., Zielinski, J.M., et al. (2005): Residential radon and risk of lung cancer – a combined analysis of 7 North American case-control studies. *Epidemiology* 2005; 16 (2): 137-145.

Lubin, J. H., Wang, Z.Y., Boice, J.D., et al. (2004): Risk of lung cancer and residential radon in China: pooled results of two studies. *International Journal of Cancer* 2004; 109: 132-137.

Bygningsreglement, BR10, stk. 6.3.3.2.

D.6 Formaldehyd

Baggrund

Formaldehyd er en flygtig kemisk forbindelse, der primært er et uønsket nedbrydningsprodukt fra visse lime og lakker særligt i træbaserede plader. Det frigives desuden fra en række øvrige byggevarer, bl.a. fra visse pesticider i bl.a. maling. Også møbler og rengøringsmidler kan frigive formaldehyd. Formaldehyd kan i svært forurenede storbyer i udlandet forekomme i udeluften i koncentrationer op til 0,03 mg/m³, men der er oftest tale om væsentlig lavere koncentrationer. I indeluften findes i Danmark ofte værdier mellem 0,01-0,20 mg/m³, hvilket bl.a. tilskrives afgasning fra en lang række byggevarer, herunder isoleringsmaterialer, maling, træplader, gulve og møbler. Formaldehyd findes også i tobaksrøg og brænderøg, tekstiler samt rengøringsmidler. I en mindre dansk undersøgelse er formaldehyd målt til under 0,04 mg/m³ i 50% af husene.

Formaldehyd er både irriterende og allergent og står på Miljøstyrelsens liste over farlige stoffer. Stoffet er desuden af International Agency for Research on Cancer, IARC, karakteriseret som kræftfremkaldende for mennesker. Kronisk eksponering for høje niveauer af formaldehyd kan medføre øget risiko for nasopharyngeal kræft (kræft i næse/svælg), og der er indikationer om, at formaldehyd kan være med til at forhøje risikoen for sinonasal kræft (kræft i næse/bihuler) (Hansen et al, 1995; Roush et al, 1987). Disse øgede risici ses fra niveauer over ca. 1 mg/m³, og er derfor ikke et problem i non-industrielt indeklima. Samtidig er formaldehyd mistænkt for at medføre genotoksiske og immunologiske effekter ved høje koncentrationer.

Eksponering af normale personer for formaldehyd i koncentrationer over 0,124 mg/m³ kan forårsage irritation i luftveje og øjne. Følsomme personer vil dog også kunne mærke irritation ved lavere koncentrationer (Paustenbavh et al. 1997), ifølge Arbejdstilsynet ned til 0,06 mg/m³. Formaldehydafgivelsen fra limede træplader er reguleret i Bygningsreglementet. Ved meget omfattende brug af træplader svarer bestemmelserne til en maksimal koncentration på 0,15 mg/m³. Der findes en lang række øvrige formaldehydkilder i bygningerne, som der ikke stilles krav til, hvilket kan medføre højere formaldehydkoncentrationer i indeluften, uden at kilderne kan identificeres. Betydningen af dette for luftkvaliteten og sundhedsforholdene i disse huse er markant, og derfor stiller nærværende standard krav til indeluftens formaldehydindhold og ikke blot krav til de i Bygningsreglementet regulerede byggevarer. Det vil desuden være uhyre vanskeligt at kontrollere træbaserede pladers formaldehydafgivelse i færdige huse.

I forbindelse med fastsættelse af klassegrænserne for formaldehyd har dette ikke umiddelbart været muligt ud fra bygningsreglementets funktionskrav, hvor der stilles krav til formaldehydindholdet i træbaserede plader, nedhængte lofter og andre byggevarer, der indeholder formaldehydafgivende stoffer, kun må anvendes, såfremt formaldehyd-

afgivelsen ikke giver anledning til et sundhedsmæssigt utilfredsstillende indeklima. Krav som det ikke har været muligt at overføre direkte til standarden. I stedet er der taget udgangspunkt i WHO's vejledende grænseværdi for indeluftens formaldehydindhold, som der også er henvist til i bygningsreglementets vejledningstekst.

WHO's vejledende grænseværdi er på 0,1 mg/m³ (30 min. exp.). I kontrast hertil anbefaler *California Air Resources Board* en grænseværdi for samme gruppe på 0,05 mg/m³ for beboelse. Dette niveau er enslydende med *Health and Welfare Canada* (target level) samt anbefalingen fra Sundhedsstyrelsen

I denne klassifikation er valgt 0,10 mg/m³ formaldehyd som klassegrænse A⁺⁺, A⁺ og A,

Referencer

Logadóttir A, Gunnarsen L. 2008. Formaldehydkoncentrationen i nybyggede huse i Danmark. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, (SBI 2008:20) 23 s.

Paustenbavh D., Alarie Y., Kulle T., Schachter N., Smith R., Swenberg J., Hanspeter W., Horowitz S.B., 1997. A Recommended occupational expo-sure limit for formaldehyde based on irritation, *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 50:3, 217-264.

Hansen, J., Olsen, J.H., 1995. Formaldehyde and cancer morbidity among male employees in Denmark. *Cancer causes and control*, 6:354-360.

Roush G.C., Walrath J., Stayner L.T., Kaplan S.A., Flannery J.T., Blair A., 1987. Nasopharyngeal cancer, sinonasal cancer, and occupations related to formaldehyde: a case-control study. *J Natl Cancer Inst.*79(6):1221-1224.

Appel, K.-E., Bernauer, U., Herbst, U., Madle, S., Schulte, A., Richter-Reichhelm, H.-B., Gundert-Remy, U., 2006. Kann für Formaldehyd eine "sichere" Konzentration abgeleitet werden?- Analyse der Daten zur krebserzeugenden Wirkung. *Umweltmed Forsch Prax* 11, 347-361.

Wolkoff, P., Clausen, P.A., Nielsen, P.A., Mølhave, L., 1991. The Danish Twin Apartment Study; Part I: Formaldehyde and Long-Term VOC Measurements. *Indoor Air*, 1,478-490.

T. Salthammer, F. Fuhrmann, S. Kaufhold, B. Meyer, and A. Schwarz. Effects of Climatic Parameters on Formaldehyde Concentrations in Indoor Air. *Indoor Air* 5:120-128, 1995.

P. Gustafson, L. Barregård, R. Lindahl, and G. Sällsten. Formaldehyde levels in Sweden: personal exposure, indoor, and outdoor concentrations. *J.Exposure Anal.EnvIRON.Epidemiol.* 15:252-260, 2005.

WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. 88.

Schulte A, Bernauer U et al. (2006) Assessment of the carcinogenicity of formaldehyde. BfR Wissenschaft 02/2006. Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin.

D.7 Partikelforurening i indeluften

Baggrund

Partikelforureningen i udeluften giver formodentlig direkte og indirekte anledning til mere end tusinde for tidlige dødsfald i Danmark om året (Trafikministeriet, 2003 og Raaschou-Nielsen et al., 2002). Partikelforureningen i udeluften varierer afhængig af, hvor i landet

man er bosat. Det er primært trafikforurening og røg fra brændeovne, der bidrager lokalt til partikelforurening. Koncentrationen i udeluften er således høj i større byer, ved hovedfærdselsårer samt i områder med mange brændeovne. Vi eksponeres dog kun direkte for udeluft i nogle få timer om dagen. Derfor har mennesker langt den vigtigste eksponering for partikler både fra ydre og indre kilder under ophold inden døre.

En del af indeluftens partikelindhold kan tilskrives udeluftens indhold af partikler, der trænger ind i bygningen med bygningens ventilationsluft. Desuden kan opvarmning, belysning, madlavning, rengøring og kraftige partikelkilder såsom brændeovne, komfurer, stearinlys, og tobak give anledning til partikelforurening inden døre.

Miljøstyrelsen vurderer på baggrund af undersøgelser af røggas fra brændeovne, at emissionen af partikler og polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) udgør de største trusler for sundhed og miljø. Der ses store variationer i emissionerne, hvilket både skyldes ovntype, brænde og brugernes fyringsvaner. Der er en tendens til, at nyere brændeovne har lavere udslip af PAH end ældre ovne. Sammenhængen for partikler er mere uklar.

Brændeovne, der opstilles i Danmark, skal opfylde kravene angivet i Brændeovnsbekendtgørelsen, som også stiller krav til partikelemissionen. Der er dog stadig risiko for udslip af partikler til rummet, for eksempel i forbindelse med optænding og fyring i ovnen, ligesom der er risiko for at der dannes partikler i indeluften i forbindelse med ovnens høje udvendige overfladetemperaturer, hvorfor klasse A ikke kan opnås, såfremt der er brændeovn i opholdsrum.

I lejligheder kan underboen ligeledes bidrage til lejlighedens luftforurening - særligt i de tilfælde, hvor der ryges i den underliggende lejlighed (Glasius et al. 2008). En undersøgelse har vist, at karelasticiteten, som er en indikator for risikoen for åreforkalkning og blodpropper, bliver bedre hos ældre mennesker, når partikelforureningen sænkes i deres lejlighed (Bräuner et al. 2008).

Der vil være betydelige gevinster for den enkelte og for samfundet som helhed ved en begrænsning af partikelkoncentrationen i indeluften. Det kan opnås dels ved placering af bygninger i områder med lave partikelniveauer i udeluften, ved filtrering og hensigtsmæssig udformning af ventilationsløsningerne, og ved at begrænse de indre kilder til partikelforurening.

Bygningsreglementet sætter ikke grænse for partikelkoncentrationen i boliger/bygninger.

Da måling af partikler i indeklimaet er tidskrævende og ikke robuste i forhold til døgn- og årstidsvariationer, benyttes i denne klassifikation vurdering af forureningskilder og aktiv tilførsel af filtreret udeluft. Da der særligt for boliger kan være brændeovn og fravær af emhætte over komfur er disse medtaget i vurderingen, mens der for de øvrige bygningstyper udelukkende vurderes om ventilationsraten er baseret på filtreret udeluft.

Referencer

Glasius, M., Wåhlin, P., Jensen, K.A., Schneider, T., Gunnarsen, L., Nielsen, O. J., Palmgren, F: Outdoor and indoor sources to ultrafine and fine particles in an urban apartment. I: Indoor Air 2008: Proceedings of the 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate. Lyngby: International Centre for Indoor Environment and Energy, 2008. 1 p.

Bräuner, E.V., Forchhammer, L., Møller, P., Barregard, L., Gunnarsen, L., Afshari, A., Wåhlin, P., Glasius, M., Dragsted, L.O., Basu, S., Raaschou-Nielsen, O., & Loft, S.: Indoor particles affect vascular function in the aged: An air filtration-based intervention study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 177, 419-425. 2008.

Raaschou-Nielsen O., Palmgren F., Solvang Jensen S., Wåhlin P., Berkowicz R., Hertel O., Vrang M-L., Loft S. (2002). Helbredseffekter af partikulær luftforurening i Danmark – et forsøg på kvantificering. *Ugeskr Læger*; 34:3959-63.

Trafikministeriet. (2003). Partikelredegørelse. Trafikministeriet

WHO (World Health Organization). (2005). Air Quality Guidelines, global update – Report on a working group meeting, Bonn, Germany October 2005, World Health Organization

D.8 Fugt og skimmelsvamp

Baggrund

I dette årtusinde er der gennemført adskillige gode videnskabelige reviews om helbredseffekter af fugt eller skimmelsvamp i bygninger (Bornehag et al. 2001 & 2004, Kolstad et al. 2002, IOM 2004, Mazur et al. 2006, Fisk et al. 2007). Der var generelt enighed om, at der både ved subjektivt og objektivt vurderede forekomst af fugt/skimmelsvamp var god evidens for sammenhæng til både luftvejssymptomer og andre symptomer. Man kunne dog ikke konkludere, hvilken eller hvilke faktorer i vandskadede bygninger, der var den specifikke årsag til helbredsproblemerne. WHO har med større litteraturgennemgang i nyligt udgivne guidelines for indeklimate-kvalitet, fugt og skimmelsvampe konkluderet tilsvarende som de ovenstående (WHO 2009).

Det er beskrevet, at der var stor variation i opgørelsesmetoder for eksponeringsvurderingerne, særligt i de objektive metoder. Det var derfor vanskeligt ud fra den nuværende litteratur at fastsætte den optimale metode til vurdering af eksponering for fugt/skimmelsvamp. Nogle har påvist sammenhæng mellem målt fugt/skimmelsvamp og helbred ved at anvende kategori-skalaer fra 0 – 3 ud fra henholdsvis fugtmålinger i materialer og udbredelsen af områder på vægge mv. Man kan ikke ud fra disse artikler finde evidens til støtte for kategori-grænser i forhold til antal m² fugt eller skimmelsvamp på overflader i bygninger. Nogle skimmelsvampearter er mere potente end andre mht. indhold af toxiner. Men da der ikke er tilstrækkelig evidens for at skelne ift. helbredseffekter i epidemiologiske data, er artsforskelle ikke medtaget i denne standard. Samlet kan en inddeling for udbredelse af synlig fugt eller skimmelsvamp derfor ikke baseres på helbredsdata. Ved valg af klassegrænserne er SBI-anvisning 204 og Sundhedsstyrelsens pjecer for området medtaget i overvejelserne.

Som udgangspunkt baseres selve *klassificeringen* af bygningen på en visuel inspektion, der kortlægger forekomsten og udbredelsen af fugt- og skimmelpletter. Eftersom der ikke bør forekomme fugt eller skimmelsvamp i bygninger, sættes maksimalforekomsten til 0 for kategori A⁺⁺, A⁺ og A. For disse kategorier accepteres dog bagatelagte forekomster under 400 cm², fx i vådrum, eller på vinduers bundstykker i andre rum. I kategori B accepteres op til 2500 cm² (¼ m²) fugt eller skimmelsvamp, mens større udbredelser end dette medfører kategori E. I kældre og i aflukkede loftsrum accepteres større udbredelser over 2 m² i klasse C. Ved væsentligt større udbredelser kan der opstå mistanke om alvorlige fugt- og skimmelproblemer, og bygningen vil ikke kunne klassificeres, jf. afsnit 7.8 og appendiks D.1.

I de bygninger, hvor der er anvendt *træ i konstruktionen* vil den visuelle inspektion blive suppleret af en fugtmåling, foretaget med indstiksmålere. En bygning, hvor der anvendt træ i konstruktionen, vil blive klasseret efter den lavest opnåede klasse i henholdsvis den visuelle inspektion og i fugtmålingen.

I øvrigt skal det bemærkes, at klassifikationen er baseret på bygningsdele som fx vægge, men ikke møbler.

Referencer

Bornehag CG, Blomquist G, Gyntelberg F, Järvholm B, Malmberg P, Nordvall L, Nielsen A, Pershagen G, and Sundell J, 2001. Dampness in Buildings and Health. Nordic Interdisciplinary Review of the Scientific Evidence on Associations between Exposure to "Dampness" in Buildings and Health Effects (NORDDAMP). *Indoor Air*; 11: 72 – 86.

Bornehag CG, Sundell J, Bonini S, Custovic A, Malmberg P, Skerfving S, Sigsgaard T, Verhoeff A, 2004. Dampness in buildings as a risk factor for health effects, EUROEXPO: a multidisciplinary review of the literature (1998-2000) on dampness and mite exposure in buildings and health effects. *Indoor Air*; 14: 243 – 257.

Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ, 2007. Meta-analyses of the associations of respirator health effects with dampness and mould in homes. *Indoor Air*; 17: 284 – 296.

IOM, 2004. Damp Indoor Spaces and Health. Institute of Medicine, Washington DC, National Academy Press.

Kolstad HA, Brauer C, Iversen M, Sigsgaard T, and Mikkelsen S, 2002. Do Indoor Molds in Nonindustrial Environments Threaten Workers Health? A Review of the Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic Reviews*; 24: 203 – 217.

Mazur LJ, Kim J, the Committee on Environmental Health, 2006. Spectrum of Noninfectious Health Effects From Molds. *PEDIATRICS*; 118 (6): e1909 – e1926.

Platt SD, Martin CJ, Hunt SM, Lewis CW, 1989. Damp housing, mould growth, and symptomatic health state. *BMJ*; 298: 1673 – 1678.

Williamson IJ, Martin CJ, McGill G, Monie RDH, Fennerty AG, 1997. Damp housing and asthma: a case-control study. *Thorax*; 52: 229 – 234.

SBI anvisning 204. Undersøgelse og vurdering af fugt og skimmelsvampe i bygninger. 1. udg., 2003.

Sundhedsstyrelsen: Embedslægerens rådgivning til kommunerne om fugt og skimmelsvampe, Juni 2008.

Valbjørn, O. og Skibstrup Eriksen, S. (2001) Bygningskonstruktioners risiko for fugtskader: erfaringer fra praksis (By og Byg Resultater 012). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut.

WHO Europe, 2009. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould.

D.9 Dagslys og kunstig belysning

Baggrund

Det er afgørende for menneskers trivsel og arbejde, at bygningens rum er velbelyste og har passende udsyn til omgivelserne.

Vinduets størrelse, form og placering, interiørets udformning og overfladernes farver samt omgivelserne uden for vinduet har stor betydning for, hvordan lyset transmitteres ind i rummet og er bestemmende for, hvordan vi ser og oplever det ydre og indre rum. Dagslyset i rummet adskiller sig fra den kunstige belysning ved dets variationer i styrke, farve og retning. Dagslyset varierer ikke alene over døgnet og årstiden, men også fra det ene øjeblik til det andet, både lokalt på himlen og lokalt i rummet.

Når der er utilstrækkeligt dagslys, er det afgørende, at den elektriske belysning kompenserer for dette med lys, der ikke flimrer eller blænder og som kan justeres individuelt til de aktuelle behov.

Kvalitetskriterierne

Kvalitetskriterierne omfatter:

- dagslysadgangen til rummet og til specifikke positioner i rummet (fx en arbejdsplads)
- udsynet fra rummet og fra de beskrevne positioner
- facadens evne til at beskytte brugerne mod blænding
- flimrer fra kunstig belysning

Klassificeringerne af disse parametre er imidlertid indbyrdes afhængige, idet fx en høj klassificering på dagslysadgang falder til et lavere niveau, hvis der ikke samtidig opnås en god klassificering på facadens evne til at beskytte mod blænding. Forhold og detaljer i rummet, der ikke der kan opfattes som en del af rummernes permanente indretning, og som let og relativt billigt kan ændres, indgår ikke i kvalitetskriterierne, selv om disse kan have stor betydning for dagslysforholdene og rumoplevelsen. Det gælder fx overfladernes farve og lysreflektans samt inventar og møbler.

Visse lyskilder, der er tilsluttet vekselstrøm, pulserer i lysudsendelsen. Denne pulsation opfattes under særlige forhold som flimrer. Øjets evne til at opfatte flimrer er størst i det perifere synsfelt og afhænger af mange faktorer, herunder luminansen – jo højere luminansen er, jo højere frekvens kan øjet opfatte som enkeltglimt. Flimrer kan virke ubehageligt og generende flimrer bør afhjælpes ved at benytte HF-forkoblinger (højfrekvente forkoblinger) i forbindelse med lyskilder.

Med alderen ændres vores øjne, og vi har brug for mere og mere lys for at kunne se detaljer og kontraster. Med alderen øges også vores følsomhed overfor blænding, fordi øjets evne til at tilpasse sig bliver mere træg. Der kan derfor være store forskelle på hvilket belysningsniveau, der giver de bedste synsbetingelser og den størst mulige komfort for den enkelte.

I daginstitutioner opleves det ofte som en stor fordel at kunne skifte mellem forskellige belysningsniveauer og/eller belysningstyper.

Kravene til Klasse A, hvor en lavere lystransmittans ned til 0,6 tillades kompenseres ved et forøget vinduesareal, er opstillet som en tolkning reglerne om lystransmittans på mindst 0,75 og vinduesareal på mindst 10 % af gulvarealet, der er opstillet som vejledende grænser i bygningsreglementet. De vejledende grænser i bygningsreglementet er suppleret med en passus om, at rudearealet skal forøges ved reduceret lystransmittans. Dermed er kravene i standarden formuleret mere skarpt end i reglementet uden dog at ændre grundlæggende på den krævede kvalitet. Dette er udelukkende sket for at gøre målingerne robuste.

For boliger klassificeres dagslysforholdene efter dagslysadgang og udsyn. Klassificeringen kan fx ske efter "Beregning af dagslys i bygninger", By og Byg anvisning 203 fra 2002, eller "Beregningsværktøjer til analyse af dagslysforhold i bygninger" SBI rapport 277 fra 1999 eller lignende.

Referencer

Johnsen, K. og Christoffersen, J. (2008): SBI-anvisning 219: Dagslys i rum og bygninger, 1. udgave, Statens Byggeforskningsinstitut, 2008.

DS 700 *Kunstig belysning i arbejdslokaler*

D.10 Akustiske forhold

Baggrund

Efterklangstiden er en god indikator for et rums akustiske egenskaber. De akustiske egenskaber er bestemt af rummets dimensioner, geometri og af materialer og inventar i rummet. Jo større dæmpning af lyden i rummet, jo lavere efterklangtid.

Efterklangstiden for en given frekvens eller frekvensbånd er defineret som den tid, det tager lydtrykniveauet at aftage 60 dB fra sit stationære niveau, når lydkilden afbrydes. Da materialers lydabsorptionsevne er afhængig af frekvensen, er det samme gældende for efterklangstiden. Ofte benyttes det akustiske absorptionsareal i et lokale som mål for rummets dæmpning.

Efterklangstiden er dog ikke altid et tilstrækkeligt mål for rummets akustiske kvaliteter, og suppleres derfor ofte med et mål for taleforståeligheden, STI (Speech Transmission Index).

I storrumskontorer er det hensigtsmæssigt, at taleforståeligheden er ringe, således at andres samtale i kontoret kun i begrænset omfang er forståelig. Derved mindskes genevirkningen og den forstyrrende effekt af samtalen. I undervisningslokaler er det derimod hensigtsmæssigt, at taleforståeligheden er god, således at lærerens tale er forståelig i hele lokalet. Det er dog blevet vurderet at være for omfattende at inkludere taleforståelighed i denne klassificering.

Efterklangtid indgår i klassificeringen af institutioner, skoler og cellekontorer. I institutioner, hvor mange børns stemmer og leg kan resultere i et højt lydniveau, er det vigtigt, at rummene har tilstrækkelig dæmpning og dermed lav efterklangtid. I klasselokaler er kravet til efterklangtid en afvejning af ønsket om akustisk dæmpning og ønsket om god taleforståelighed overalt i lokalet.

For storrumskontorer bygger kravene i nærværende standard blandt andet på anvisningerne i SBI-anvisning 216, hvor kravene til akustisk dæmpning er angivet som et absorptionsareal. For akustiske forhold bedre end klasse A vurderes det i storrumskontorer ikke at være tilstrækkeligt med akustisk dæmpende rumoverflader. I klasse A⁺⁺ og A⁺ vil det endvidere være nødvendigt, at lydets udbredelse i rummet forhindres – fx ved hjælp af skillevægge ved de enkelte arbejdspladser.

I cellekontorer med 1 person er akustisk dæmpning af mindre betydning.

I boligen kan de rumakustiske forhold forholdsvis let reguleres ved hjælp af absorberende materialer som gulvtæpper, polstrede møbler mv. I etage- og rækkehusbyggeri har de bygningsakustiske forhold stor betydning for den akustiske komfort i den enkelte bolig. Trinlyd fra trappeopgang eller utilstrækkelig dæmpning

(reduktionstal) i lejlighedsskel kan være stærkt generende og lader sig kun vanskeligt ændre. Det ligger dog uden for denne standards rammer at omfatte bestemmelse og klassificering af sådanne bygningsakustiske forhold.

Referencer

Bygningsreglementet BR10 angiver følgende krav til efterklangstid:

Klasselokaler: 0,6 s; daginstitutioner: 0,4 s.

I SBI-anvisning 216 angives følgende forslag til projekteringsværdier for kontorer:

I cellekontorer bør efterklangstiden ikke overstige 0,6 s.

I storrumskontorer bør absorptionsarealet være større end 1,1x gulvarealet.

Appendix E - Målerapport

Som resultat af en gennemført klassificering af indeklimaet i henhold til nærværende standard skal der udarbejdes en målerapport. Målingerne kan kun udføres af virksomheder, der er certificerede hertil. Rapporten skal indeholde følgende informationer:

Oplysninger om **virksomheden**, som har foretaget indeklimaklassificeringen med angivelse af firmanavn, navn på tekniker, SE-nummer, samt postadresse, telefon, web- og mail adresser.

En beskrivelse af **bygningen** med en angivelse af typen (bolig/skole/daginstitution/kontor), størrelse (arealer i m²/antal etager), byggeår, beliggenhed (postadresse, postnr. og by).

En vurdering af bygningens **beliggenhed** i forhold til trafikerede hovedfærdselsårer eller partikelforurenende virksomheder.

En angivelse af den **opnåede klassificering** for hver af de inkluderede parametre. For boliger drejer det sig om syv parametre. For de øvrige bygningstyper (skoler, daginstitutioner og kontorer) drejer det sig om ni parametre.

En angivelse af **det samlede resultat** af indeklima klassificeringen udtrykt som én værdi (klasse A⁺⁺ – C). For sammenvejningen gælder, at

- den samlede karakter fremkommer ved afrunding af gennemsnittet (middelværdien).

Dog kan

- den samlede karakter A⁺⁺ kun kan opnås, hvis der er givet A⁺⁺ på samtlige parametre.
- et samlet A⁺ eller et samlet A kun gives, såfremt der *ikke* er givet karakteren B eller C for ventilationsrate, radon, formaldehyd eller fugt/skimmel.
- et samlet A⁺ for boliger ydermere kun kan gives, hvis der er opnået mindst A⁺ for ventilationsrate.
- et samlet A⁺ for skoler, daginstitutioner og kontorer ydermere kun kan gives, hvis der er opnået mindst A⁺ for ventilationsrate og CO₂.

En fyldestgørende beskrivelse af **samtlig bagvedliggende målinger og vurderinger** og hvilke rum, de er foretaget i.

En **tolkning** af resultaterne af disse målinger og vurderinger i forhold til klassegrænserne. Heraf vil det fremgå, hvilke forhold, der er rent bygningsbetingede, og hvilke der kan være brugerpåvirkede eller variere afhængigt af indretningen og møbleringen.

Overordnede **råd** til, hvordan indeklimaet kan forbedres til gavn for brugerne af bygningen.

Appendix F – Brugertilfredshedsundersøgelse vedr. termiske forhold i større skoler, institutioner og kontorer

Brugertilfredshed - Termiske forhold

Hvad mener du om indeklimaet i bygningen mht. temperatur: Tilfredsstillende Utilfredsstillende

Oplever du i perioder, at der er ubehageligt varmt:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oplever du i perioder, at der er ubehageligt koldt:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oplever du i perioder, at der er utilfredsstillende, varierende temperaturer i løbet af dagen:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oplever du i perioder, at der er et ubehageligt træk:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Hvad mener du om luftkvaliteten: Tilfredsstillende Utilfredsstillende

Oplever du i perioder, at der i en ubehagelig lugt fx fra inventar, bygningen eller omgivelserne:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oplever du i perioder, at dele af bygningen føles indelukket:	Aldrig 1	2	3	4	Hele tiden 5
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

I brugertilfredshedsundersøgelsen skal respondenterne svare på nogle spørgsmål vedrørende temperaturforhold og luftkvalitet. For hvert af disse to områder skal der dels gives en samlet vurdering af tilfredsheden, og dels svares på nogle spørgsmål vedrørende hyppigheden af forskellige former for gener fx træk og lugt. Der er givet fem

svarkategorier, hvilket muliggør en 'oversættelse' af tilfredshedsangivelserne til de fem klasser i indeklimastandarden. Til brug for målerapporten sammenvejes besvarelserne for hhv. temperatur og luftkvalitet (ved anvendelse af en simpel gennemsnitsberegning – et gennemsnit under 1,5 vil give A⁺⁺, et gennemsnit mellem 1,5 og 2,5 et A⁺ og så fremdeles). Dermed overføres der to samlede karakterer til målerapporten..

Institutions- og skolebørn indgår ikke i undersøgelsen. Undersøgelsen kan foretages som en internetbesvarelse, idet interviewpersonerne logger sig ind på en hjemmeside og besvarer spørgsmål vedrørende indeklimaets kvalitet. Det forudsættes, at besvarelsen anonymiseres. I målerapporten vil det fremgå, hvad antallet af respondenter ved brugerundersøgelsen har været.

Særligt vedr. nybyggeri

Hvis en bygning ønskes klassificeret, før den tages i brug, kan der ikke foretages en brugertilfredshedsundersøgelse. I dette tilfælde vil klassificeringen i første omgang blive foretaget på baggrund af simuleringer/beregninger af de termiske forhold. Denne simulering/beregning vil være gældende i højst 2 år efter, at bygningen er taget i brug, derefter vil der skulle suppleres med en brugertilfredshedsundersøgelse, hvis man ønsker en 'gyldig' klassificering af indeklimaet. Resultatet af undersøgelsen kan godtgøre, om bygningen lever op til den givne klassifikation. Resultatet skal ses som et supplement til modelleringen af de termiske forhold – og skal ikke erstatte denne.