

Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima

Larsen, Tine Steen; Clausen, Geo; Bekö, Gabriel; Heebøll, Anna; Witterseh, Thomas; Hellgren, Eva; Knudsen, Henrik N.; Mortensen, Lone Hedegaard; Rasmussen, Birgit

Publication date:
2020

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Larsen, T. S., Clausen, G., Bekö, G., Heebøll, A., Witterseh, T., Hellgren, E., Knudsen, H. N., Mortensen, L. H., & Rasmussen, B. (2020). *Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima*. (2 udg.) Realdania Byg.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima



Delopgave under arbejdsopgave 2a.3A - Definition af indeklimaaspekter og -parametre
REBUS – Renovating Buildings Sustainably.
2. udgave

RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

Titel

Centrale parametre til karakterisering af bygningers indeklima

Forfattere

Tine Steen Larsen

Lektor, Aalborg Universitet

Geo Clausen

Professor, Danmarks Tekniske Universitet

Gabriel Bekö,

Lektor, Danmarks Tekniske Universitet

Anna Heebøll

Konsulent, Teknologisk Institut

Thomas Witterseh

Seniorspecialist, Teknologisk Institut

Eva Hellgren

Project manager, Gyproc, Saint Gobain

Henrik N. Knudsen

Seniorforsker, SBi, Aalborg Universitet

Lone H. Mortensen

Seniorforsker, SBi, Aalborg Universitet

Birgit Rasmussen,

Seniorforsker, SBi, Aalborg Universitet

Dato

17. december 2020

2. udgave, 1. udgave udgivet 2017

RE+BUS

RENOVATING BUILDINGS SUSTAINABLY

REBUS er et dedikeret samfundspartnerskab, hvor alle led fra byggeriets værdikæde er samlet for at fremme bæredygtige renoveringer til gavn for brugere, industrien, miljøet og samfundsøkonomien.

Projektets partnere er: COWI, Danmarks Tekniske Universitet, Frederikshavn Boligforening, Henning Larsen Architects, Himmerland Boligforening, NCC Danmark, Saint-Gobain, Teknologisk Institut og Aalborg Universitet/SBi.

Innovationsfonden har investeret 35 mio. DKK i projektet. Realdania og GI har investeret hhv. 8 og 6 mio. DKK og de deltagende partners egenfinansiering udgør de resterende 32 mio. DKK. Det samlede budget er 81 mio. DKK.



Forord

Arbejdet med indeklima i REBUS spænder vidt og omfatter både kortlægning af de centrale parametre, der bør indgå ved vurdering af indeklima samt kvantificering og håndtering af parametrene fx ved måling og registrering eller ved brug af spørgeskema. Herudover udvikles et værktøj til vurdering af indeklimaet, IK-kompas, og i sammenhæng med dette en metode til indeklimaklassificering. Arbejdet og de løsninger, der udvikles i forbindelse hermed, er alle målrettet almene boliger som udgangspunkt, men vil på et senere tidspunkt kunne videreudvikles til andre bygningstyper. I forlængelse af arbejdet med indeklima udarbejdes der desuden en SBI-anvisning om indeklimaforbedringer ved renovering.

Resultaterne fra arbejdet med indeklima i REBUS skal danne baggrund for dialogen med relevante myndigheder og andre interessenter ifm. implementering, så det sikres at resultaterne bruges fremadrettet til fremme af det gode indeklima også efter REBUS-projektets ophør i fx Bygningsreglement 2020 eller andre relevante steder.

Denne rapport er én ud af tre rapporter, udgivet i forbindelse med arbejdet gennemført under arbejdspakke WP2a.3A - Definition af indeklimaaspekter og -parametre, som er den første arbejdspakke af i alt 6 arbejdspakker, der alle omhandler indeklima.

Arbejdet i denne delopgave har resulteret i identifikation og definition af de centrale parametre og indeklimaaspekter, der skal beskrive den indeklimamæssige kvalitet i det fremadrettede arbejde med indeklima og totalværdi i REBUS. Resultaterne fra arbejdet er:

- En nettoliste med centrale indeklimaparametre, beskrevet i denne rapport.
- Et kort spørgeskema til evaluering af det oplevede indeklima blandt lejere i almene boliger før og efter en renovering af deres boliger, beskrevet i rapporten "Oplevet indeklima". (Knudsen *et al.*, 2017)
- En række testscenarier for kommunikation til brugerne målrettet en forbedret indeklimamæssig brugeradfærd, beskrevet i rapporten "Brugerkommunikation – vejen til et bedre indeklima?" (Larsen and Knudsen, 2017)

Arbejdet er målrettet vurdering af indeklimaet i boliger før og efter renovering med henblik på forbedringer, men værktøj og metode kan også benyttes til vurdering af indeklima i nybyggeri. Spørgeskemaet og testscenarierne vil senere blive anvendt og evalueret via feltstudier i en række almene boliger, som en del af REBUS.

2. udgave af denne rapport er udgivet i december 2020. I 2. udgave er kun afsnit vedrørende akustik revideret. De øvrige afsnit er de samme som 1. udgave fra 2017.

Indhold

Sammenfatning	11
Indledning.....	13
Fysisk indeklima	13
Oplevet indeklima.....	14
Hvilke forhold påvirker indeklimaet i en bolig?	15
Udarbejdelse af dogmeregler - Fra brutto- til nettoliste	17
Komfort, sundhed eller begge dele?	18
Dogmeregler	18
Centrale parametre til indeklimavurdering	19
Referencer	21
Bilag 1: Beskrivelse af parametre, termisk indeklima	25
Bilag 2: Beskrivelse af parametre, atmosfærisk indeklima	31
Bilag 3: Beskrivelse af parametre, visuelt indeklima	57
Bilag 4: Beskrivelse af parametre, akustisk indeklima.....	65

Sammenfatning

Denne rapport omhandler arbejdet med identifikation af de parametre, der i vores indeklima påvirker vores komfort og/eller sundhed. Rapporten skal ses som en afrapportering af de overvejelser og valg, der er truffet forud for identifikationen af de centrale parametre, som kommer til at danne grundlaget for vurdering af indeklimaet i boliger i det videre arbejde i REBUS.

Arbejdet med parametrene er foretaget i to trin. Første trin resulterede i en omfattende bruttoliste med samtlige væsentlige parametre samt beskrivelser af disse. Disse beskrivelser forefindes i rapportens bilag 1-4. I næste trin blev bruttolisten reduceret til en nettoliste, med de mest centrale parametre, der fremadrettet skal bruges i REBUS' arbejde med indeklima og totalværdi.

De centrale parametre, inddelt i fire overordnede grupper er:

- Termisk indeklima:
 - Operativ temperatur sommer
 - Operativ temperatur vinter
 - Træk
- Atmosfærisk indeklima:
 - Påvirkning fra udeluft
 - Påvirkning fra bygning og materialer
 - Påvirkning fra brug
- Visuelt indeklima:
 - Dagslys
 - Direkte sollys
 - Udsyn, indkig og afskærmning
- Akustisk indeklima:
 - Støj udefra
 - Støj fra andre lejligheder
 - Støj i egen bolig

Indledning

Denne rapport beskriver arbejdet med identifikation, definition og efterfølgende udvælgelse af de centrale parametre, der påvirker indeklimaet i en bolig.

Udvælgelsen af de centrale parametre på nettolisten er væsentlige for hele det videre arbejde med indeklime i REBUS, da det vil være baseret på de beslutninger, der træffes her. Arbejdet er udført af fagspecialister på indeklimeområdet fra både universiteterne og byggebranchen og bestod i:

- Udarbejdelse af bruttoliste, hvor samtlige væsentlige parametre, der påvirker indeklimaet er inkluderet
- Udarbejdelse af dogmeregler til udvælgelse af centrale parametre til nettolisten
- Udarbejdelse af nettolisten med de mest centrale parametre

Der er skelnet mellem det fysiske indeklime og det oplevede indeklime, som beskrevet kort i de følgende afsnit.

Fysisk indeklime

Det fysiske indeklime omfatter mange parametre, men opdeles typisk i disse fire overordnede grupper:

- *Termisk indeklime*, som kan beskrives ved bl.a. lufttemperatur, strålingstemperatur, luftfugtighed og lufthastighed
- *Atmosfærisk indeklime*, som kan beskrives ved bl.a. luftens indhold af partikler, fugt, støv og gasser, herunder radon
- *Visuelt indeklime*, som kan beskrives ved bl.a. dagslysforhold, lysstyrke, lysfarve, kontraster og reflekser
- *Akustisk indeklime*, som kan beskrives ved bl.a. lydstyrke, efterklangstid og frekvensfordeling

Disse fire grupper kan hver især opdeles yderligere i flere parametre, som beskrevet nærmere i bruttolisten, bilag 1-4, for parametre med betydning for indeklimaet. Heraf fremgår det også, hvilke krav der kan stilles til indeklimaet.

Et dårligt indeklime kan give anledning til generende symptomer, generel diskomfort og forskellige grader af utilfredshed. Der skelnes i projektet mellem "Komfort" og "Sundhed" ved vurdering af indeklime. Denne opdeling er brugt ved opstilling af parametre på bruttolisten og

til udformning af nettolisten med de centrale parametre, og udgør grundstammen i både værktøjet til indeklimavurdering, IK-kompas, og indeklimaklassificeringen.

Oplevet indeklima

De dele af indeklimaet, som vi kan registrere med vores sanser, benævnes i det følgende *oplevet indeklima*. Oplevet indeklima kan opdeles i termisk, atmosfærisk, visuelt og akustisk indeklima, ligesom for det fysiske indeklima. Disse forhold kan hver især opdeles yderligere i mere detaljerede beskrivelser af indeklimaoplevelser.

Det er individuelt, hvordan mennesker oplever det samme fysiske indeklima. Det betyder, at der ikke kan opstilles ét sæt krav, som gælder for alle. Aktivitetsniveauet, konteksten og personlige muligheder for regulering af indeklimaet påvirker oplevelsen af indeklimaet. Ved ophold i hjemmet er der ofte flere muligheder for individuel regulering, fx af temperatur, beklædning og åbning af vinduer eller benyttelse af et andet rum, end der er på en arbejdsplads hvor placeringen ofte er fast, og der ikke altid er mulighed for individuel regulering af fx temperaturen. Herudover kan oplevelsen af indeklimaet påvirkes af aktiviteterne, som at sove eller at arbejde. Det er derfor vanskeligt at sikre og opretholde et indeklima, der kan tilfredsstille alle hele tiden.

Det oplevede indeklima er yderligere behandlet i rapporten "Oplevet Indeklima- Spørgeskema til evaluering før og efter renovering". (Knudsen *et al.*, 2017)

Hvilke forhold påvirker indeklimaet i en bolig?

Når indeklimaet i en bolig skal vurderes kan det hurtig blive en bekostelig affære, hvis alt der påvirker vores indeklima skal registreres og vurderes. Et af de første mål for arbejdet med indeklima i REBUS har derfor været at identificere de mest centrale parametre for efterfølgende at arbejde videre med disse.

Der er tidligere lavet en lignende udvælgelse af indeklimaparametre i arbejdet med *DS 3033, Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer* fra 2011 (Dansk Standard, 2011b). Der blev dengang identificeret 9 centrale parametre, som skulle benyttes ved vurdering af indeklimaet. Arbejdsgruppen har taget udgangspunkt i disse parametre og suppleret med viden og erfaringer for at identificere et større antal potentielt relevante parametre for derefter at udvælge de mest centrale parametre til vurdering af indeklima i boliger.

De potentielt relevante indeklimaparametre, blev inddelt i fire grupper:

- Termisk indeklima
- Atmosfærisk indeklima
- Visuelt indeklima
- Akustisk indeklima

Med udgangspunkt i arbejdet lavet i forbindelse med DS3033, og tilføjelse af yderligere parametre fundet i REBUS-regi, blev der udarbejdet en bruttoliste med indeklimaparametre, som det kan være relevant at inddrage, når indeklimaet i en bolig (eller anden bygningstype) skal vurderes. Listen er opstillet i hovedoverskrifter i Tabel 1. Uddybende punkter og forklaringer forefindes i bilag 1-4.

1. Termisk indeklima Lufttemperatur Operativ temperatur Lufthastighed/træk Strålingstemperaturasymmetri	3. Visuelt indeklima Udsyn Dagslys Sollys Blænding fra dagslys Elektrisk belysning
2. Atmosfærisk indeklima Luftfugtighed Fugt/skimmelsvamp Partikler og støv genereret i og udenfor boligen Flygtige organiske forbindelser Radon Ozon, kuldiioxid, kulmonoxid og nitrogendioxid PCB	4. Akustisk indeklima Luftlydisolering Trinlyd, mellem lejligheder Efterklangstid i trappeopgang/lejlighed Facadeisolering/trafikstøj Tekniske installationer, i lejlighed

TABEL 1. BRUTTOLISTE MED INDEKLIMA-PARAMETRE

Samtlige parametre på bruttolisten er beskrevet i bilag 1-4.

For de enkelte parametre er der kort redegjort for:

- Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
- Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
- Anbefalede værdier og evt. krav i EU
- Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død)
- Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
- Målbarhed/dokumentation (og evt. udfordringer ift. dette)
- Øvrige relevante forhold ift. udvælgelsen til nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt. problemer)
- Link til yderligere info/relaterede projekter osv.

Disse redegørelser danner grundlag for et kvalificeret valg af de parametre, der efterfølgende skal indgå i en nettoliste, der indeholder de mest centrale parametre, som det videre arbejde i REBUS baseres på.

Udarbejdelse af dogmeregler - Fra brutto- til nettoliste

Overgangen fra en omfattende og i praksis ikke operationel bruttoliste med mange indeklimateparametre til en væsentlig reduceret og mere operationel nettoliste blev foretaget ud fra et sæt dogmeregler udarbejdet i arbejdsgruppen.

Som udgangspunkt for udvælgelsen af parametre til nettolisten, var det væsentligt at se på formålet med de vurderinger, der foretages ved en renovering. Der skelnes her mellem en vurdering af:

- Hvilket indeklimate der KAN opnås? (dvs. boligens potentielle indeklimate uden indblanding fra beboere)
- Hvilket indeklimate der ER opnået? (dvs. realiseret indeklimate, hvor brugeradfærd indgår)

Begge vurderinger kan foretages både før og efter en renovering, men formålet vil være forskelligt i de to situationer, dette er illustreret i Figur 1.

		Før	Efter
Hvilket indeklimate KAN opnås? (dvs fysiske rammer uden indblanding fra brugere)		Identificering af forbedringspotentialer via observationer (tegninger, besøg)	Dokumentation for opnået indeklimate efter renovering
Hvilket indeklimate ER opnået? (dvs brugeradfærd inddrages)		Identificering af problemområder via spørgeskemaer	Vurdering af om boligen bruges og fungerer som tiltænkt

FIGUR 1. FORMÅL FOR VURDERING AF INDEKLIMATE MED OG UDEN BEBOERE SAMT FØR OG EFTER RENOVERING.

I før-situationen er det intentionen, at man via de fysiske rammer vil kunne identificere forbedringspotentialer. Viden om brugernes oplevede indeklimate vil yderligere kunne kvalificere dette samt evt. afsløre andre problemområder, som de fysiske målinger og registreringer ikke altid kan afdække (fx støj fra naboeligheder). I efter-situationen vil beboernes vurderinger også kunne bruges som dokumentation af det opnåede indeklimate efter renovering. Det kan være relevant at supplere med spørgsmål om andre oplevelser, der påvirker indeklimateet, men som afhænger af den konkrete kontekst. Det kan fx være bygningsspecifikke forhold omkring varme

og ventilation, før og efter en renovering, såsom oplevet kontrol og brugervenlighed af de tekniske installationer.

Komfort, sundhed eller begge dele?

Indeklimaet påvirker både vores sundhed og vores komfort. Komfort defineres her som resultatet af det oplevede indeklima (det vi kan føle med kroppen), og som påvirker os her og nu, men uden nødvendigvis at påvirke vores helbred. Sundhed defineres som parametre i indeklimaet, der påvirker vores helbred både nu og på længere sigt, uden at vi nødvendigvis registrerer det med vores sanser eller er bevidste om det.

Ved vurdering af indeklima i boligen indgår både det termiske, atmosfæriske, visuelle og akustiske indeklima, som påvirker vores sundhed og komfort. Nogle parametre vil påvirke begge dele, mens andre kun vil påvirke enten sundhed eller komfort. F.eks vil akustik kunne påvirke både komfort (støj udefra, støj fra andre boliger) og sundhed (længerevarende påvirkning af fx trafikstøj kan medføre stress, søvnbesvær, forhøjet blodtryk, koncentrationsbesvær), og ender dermed i krydsfeltet mellem komfort og sundhed.

Ved udvælgelsen af parametrene til nettolisten blev parametrene vurderet ud fra betydningen af både komfort og sundhed. Uddybning af typiske indeklimaproblemer relateret til komfort og sundhed er beskrevet yderligere i rapporten "Brugerkommunikation – vejen til et bedre indeklima?". (Larsen and Knudsen, 2017)

Dogmeregler

Til udvælgelsen af de mest centrale indeklimaparametre som udgør nettolisten definerede arbejdsgruppen et sæt dogme-regler:

- Hver af de fire hovedgrupper (termisk, atmosfærisk, visuelt og akustisk) tilskrives som udgangspunkt ligeværdig vægtning
- Underparametre inden for hver af de fire hovedgrupper vægtes indbyrdes
- Nettolisten skal kunne beskrive mest muligt med mindst mulig indsats/økonomi, men stadig give en god vurdering af indeklimaets kvalitet
- Parametrene og deres beskrivelse skal være praktisk anvendelige
- Alle parametre på bruttolisten gives en score gående fra 1-5, hvor 5 er mest væsentlig for en indeklimavurdering og 1 er mindst væsentlig.
- Der gives en score for hhv. sundhed og komfort
- Max 3 parametre indenfor hvert af de fire hovedområder må opnå en score på 5

Centrale parametre til indeklimavurdering

Ud fra dogmereglerne blev samtlige parametre på bruttolisten tildelt en score, og med det som udgangspunkt for udvælgelse og diskussion i arbejdsgruppen, blev nettolisten formet.

Ved overgangen fra brutto- til nettolisten kunne nogle parametre tages direkte fra beskrivelserne i bruttolisten og videre til nettolisten (fx træk) hvor andre blev grupperet (fx forureningskilder, som består af flere af de beskrevne parametre, og som i sidste ende bl.a. vil blive håndteret via kildekontrol).

De mest centrale parametre, inddelt i fire overordnede grupper er:

- Termisk indeklima:
 - Operativ temperatur sommer
 - Operativ temperatur vinter
 - Træk
- Atmosfærisk indeklima:
 - Påvirkning fra udeluft
 - Påvirkning fra bygning og materialer
 - Påvirkning fra brug
- Visuelt indeklima
 - Dagslys
 - Direkte sollys
 - Udsyn, indkig og afskærmning
- Akustisk indeklima
 - Støj udefra
 - Støj fra andre lejligheder
 - Støj i egen bolig

Det vil være disse parametre, der fremadrettet skal inddrages, når der arbejdes med indeklima i REBUS.

Referencer

- Brandt, E. (2013) *SBI-Anvisning 224 - Fugt i bygninger*. Elektronis. Edited by E. Brandt. Kbh. : Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Christoffersen, J. (1999) *SBI-rapport 318 - Vinduer og dagslys : en feltundersøgelse i kontorbygninger*. Edited by J. Christoffersen. Hørsholm : Statens Byggeforskningsinstitut.
- Dansk Standard (1993) *DS 474 Norm for specifikation af termisk indeklima*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2001) *DS/EN ISO 7726:2001 Ergonomi i termisk miljø - Instrumenter til måling af fysiske størrelser*. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2004) *DS/EN 12354-6:2004 Bygningsakustik – Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementernes egenskaber – Del 6: Lydabsorption i lukkede rum*. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2005) *DS/EN ISO 10052:2005 Akustik - Måling af luftlyd- og trinlydisolation samt støj fra tekniske installationer i bygninger - Overslagsmetode*. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2006) *DS/EN ISO 7730:2006 Ergonomi inden for termisk miljø - Analytisk bestemmelse og fortolkning af termisk komfort ved beregning af PMV- og PPD- indekser og lokale termiske komfortkriterier*. 2. udg. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2007) *DS/EN 15251:2007 Input-parametre til indeklimaet ved design og bestemmelse af bygningers energimæssige ydeevne vedørende indendørs luftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustik*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2008) *DS/EN ISO 3382-2/AC:2008 Akustik - Måling af rumakustiske parametre - Del 2: Efterklangstid i almindelige rum*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2011a) *DS/EN 12464-1:2011 Lys og belysning - Belysning ved arbejdspladser - Del 1: Indendørs arbejdspladser*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2011b) *DS 3033 Frivillig klassificering af indeklimaets kvalitet i boliger, skoler, daginstitutioner og kontorer*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2013a) *DS/EN ISO 13788:2013 Byggekomponenters og -elementers hygrotermiske ydeevne - Indvendig overfladetemperatur for at undgå kritisk overfladefugtighed og kondensdannelse i hulrum - Beregningsmetoder*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2013b) *DS/EN ISO 717-1:2013 Akustik – Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele – Del 1 : Luftlydisolation*.
- Dansk Standard (2013c) *DS/EN ISO 717-2:2013 Akustik – Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele – Del 2: Trinlydniveau*. Charlottenlund : Dansk Standard.

- Dansk Standard (2014) *DS/EN ISO 16283-1:2014 Akustik - Feltmåling af lydisolation i bygninger og af bygningselementer - Del 1: Luftlydisolation*. Elektronis. Charlottenlund : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2016) *DS/EN ISO 16283-3:2016 Akustik - Feltmåling af lydisolation i bygninger og af bygningselementer - Del 3: Facaders lydisolation*.
- Dansk Standard (2017a) *DS/EN ISO 12354-1:2017 Bygningsakustik - Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementernes egenskaber — Del 1: Luftlydisolation mellem rum*. Hellerup : Dansk Standard.
- Dansk Standard (2017b) *DS/EN ISO 12354-2:2017 Bygningsakustik – Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementernes egenskaber – Del 2: Trinlydisolation mellem rum*.
- Dansk Standard (2017c) *DS/EN ISO 12354-3:2017 Bygningsakustik - Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementernes egenskaber - Del 3: Luftlydisolation mod udefra kommende stø*. Edited by Dansk Standard. Charlottenlund.
- Dansk Standard (2018a) *DS/EN ISO 16283-2:2018 Akustik - Feltmåling af lydisolation i bygninger og af bygningselementer - Del 2: Trinlydisolation*.
- Dansk Standard (2018b) *DS 490:2018 - Lydklassifikation af boliger (Sound classification of dwellings)*. Elektronis. Dansk Standard.
- Hansen, H. E. et al. (2006) *Varme- og klimateknik, grundbog / redaktion: H.E. Hansen, P. Kjerulf-Jensen og Ole B. Stampe*. 3. udgave. Edited by H. E. Hansen and H. E. (red. . Hansen. Lyngby : Danvak.
- Johnsen, K. and Christoffersen, J. (2008) *SBi-Anvisning 219 - Dagslys i rum og bygninger*. Elektronis. Edited by K. Johnsen. Hørsholm : Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Knudsen, H. N. et al. (2017) *Oplevet indeklime - Spørgeskema til evaluering før og efter renovering*. REBUS samfundspartnerskab.
- Kragh, J. et al. (2013) *Håndbog NORD2000 - Beregning af vejstøj i Danmark*.
- Larsen, T. S. and Knudsen, H. N. (2017) *Brugerkommunikation – vejen til et bedre indeklime?* REBUS samfundspartnerskab.
- de Place Hansen, E. J. (2020) *Anvisning om Bygningsreglement 2018 (Sbi-anvisning 272, 2. udg)*. København: BUILD, Aalborg Universitet. Available at: https://sbi.dk/anvisninger/Pages/272-Anvisning-om-Bygningsreglement-2018-2_1.aspx.
- Rasmussen, B. (2019) 'Sound insulation between dwellings – Comparison of national requirements in Europe and interaction with acoustic classification schemes', *Proceedings of ICA 2019, Aachen, Germany. Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA e.V.)*. doi: <https://doi.org/10.18154/RWTH-CONV-239983>.
- Rasmussen, B. and Hoffmeyer, D. (2015) *SBI 2015:27 Lydisolation mellem boliger i etagebyggeri – Kortlægning og forbedringsmuligheder*. København.
- Rasmussen, B., Hoffmeyer, D. and Olesen, H. S. (2017) *Udførelse af bygningsakustiske målinger (Sbi-anvisning 217, 2. udg.)*. København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Available at: <http://www.anvisninger.dk/217>.

- Rasmussen, B. and Petersen, C. M. (2014a) *Lydisolering af klimaskærmen (SBI-anvisning 244)*. Edited by N. S. Nielsen. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Available at: <http://www.anvisninger.dk/244> (Accessed: 24 May 2018).
- Rasmussen, B. and Petersen, C. M. (2014b) *Lydisolering mellem boliger - eksisterende byggeri (SBI-anvisning 243)*. Edited by N. S. Nielsen. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Available at: <http://www.anvisninger.dk/243> (Accessed: 24 May 2018).
- Rasmussen, B., Petersen, C. M. and Hoffmeyer, D. (2011) *Lydisolering mellem boliger - nybyggeri (SBI-anvisning 237)*. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet.
- Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen (2020) *Bygningsreglementets vejledning om lydforhold*. Available at: <http://bygningsreglementet.dk/Tekniske-bestemmelser/17/Vejledninger>.
- Trafik- og Byggestyrelsen (2015) *Bygningsreglement 2015 (BR 15)*. København : Byggecentrum.
- Valbjørn, O. (2000) *SBI-Anvisning 196 - Indeklimahåndbogen. 2. udg., SBI-anvisning 196. 2. udg.* Edited by O. Valbjørn. Hørsholm : Statens Byggeforskningsinstitut.

Bilag 1: Beskrivelse af parametre, termisk indeklima

Indhold:

- Lufttemperatur
- Operativ temperatur
- Lufthastighed/træk
- Strålingstemperaturasymmetri

Beskrivelsen af de enkelte parametre skulle kort redegøre for:

- Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
- Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
- Anbefalede værdier og evt. krav i EU
- Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død)
- Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
- Målbarhed/dokumentation (og evt. udfordringer ift. dette)
- Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt. problemer)
- Link til yderligere info/relaterede projekter osv.

Parameter: Lufttemperatur
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Lufttemperatur er en af de fire parametre, der tilsammen karakteriserer de termiske forhold. De øvrige parametre er middelstrålingstemperatur, lufthastighed og luftfugtighed. Lufttemperaturen har især indflydelse på kroppens konvektive varmeafgivelse og sammen med beklædningsisolans og aktivitetsniveau er lufttemperatur og de øvrige tre termiske parametre bestemmende for kroppens varmebalance og for komfortoplevelsen.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementet stiller ikke direkte krav til lufttemperaturen, men henviser til DS 474 Norm for specifikation af termisk indeklima (Dansk Standard, 1993). Desuden henvises til 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 termiske komfortkriterier (Dansk Standard, 2006). Anbefalinger og krav gælder typisk operativ temperatur.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Anbefalinger og krav gælder typisk operativ temperatur.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Påvirkning på mennesker betragtes i sammenhæng med de øvrige parametre.
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation Hyppighed, niveauer og variation betragtes typisk for operativ temperatur.
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Lufttemperatur kan måles med via en række forskellige instrumenter og måleprincipper, f.eks. væsketermometer, modstandsføler eller termoelement. Selvom målingen almindeligvis betragtes som simpel, er der risiko for målefejl p.g.a. følerelementets fysiske udstrækning, som har betydning for strålingspåvirkning eller den termiske inert, der påvirker termometerets tidskonstant. Krav til temperaturmåling findes i ISO 7726. (Dansk Standard, 2001)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv ISO 7730, DS 3033, ISO 7726

Parameter: Operativ temperatur
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Operativ temperatur er en middelværdi af lufttemperatur og middelstrålingstemperatur vægtet i forhold til kroppens varmeafgivelse ved stråling og konvektion. I situationer uden direkte stråling (f.eks. sol) og ved lave lufthastigheder vægtes luft- og middeltemperaturer éns.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Som følge af årstidsvariation i beklædningsisolans varierer de anbefalede værdier mellem fyringssæson og ikke-fyringssæson. I fyringssæson er det anbefalede temperaturinterval 20-24°C og i ikke-fyringssæson 23-26°C. Intervallerne afhænger af den ønskede kvalitetsklasse. Bygningsreglementet henviser til DS 474 og ISO 7730.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Anbefalede værdier er mangfoldige og afhænger af bygningens/lokalets anvendelse, årstid og kvalitetskategori. For et kontor eller undervisningslokale med stillesiddende/let aktivitet er anbefalingen for kategori B den samme som i Danmark.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Termisk ubehag og ved meget lave eller høje temperaturer kulde- eller varmestress, der i ekstreme tilfælde kan forårsage død. Temperaturer over komfortzonen kan via synergi med øvrige indeklimapåvirkninger forstærke intensiteten af bygningsrelaterede symptomer.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation I Danmark har været anvendt en retningslinje om acceptabel overskridelse af komforttemperaturen på 100 timer per år over 26°C og 25 timer over 27°C (DS 474). I boliger tillader Bygningsreglementet en overskridelse på 27°C i 100 timer og 28°C i 25 timer, fordi man i boliger typisk selv har gode muligheder for at påvirke det termiske indeklime ved at åbne vinduer, justere solafskærmning eller påklædning o.s.v. I europæisk sammenhæng foreslås en nyere vurderingsmetode, som tager højde for overskridelsens størrelse og der betragtes således i stedet en overskridelse, der er tidsvægtet og relativ forhold til temperaturen ved komfortzonens grænse.
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Operativ temperatur kan måles direkte med en føler, der tilnærmet vægter stråling og konvektion i samme forhold som menneskekroppen. Alternativt må særskilt måling af middelstrålingstemperatur og lufttemperatur anvendes til beregning af operativ temperatur. Yderligere retningslinjer i ISO 7726.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv ISO 7730, DS 3033, ISO 7726

Parameter: Lufthastighed/træk
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Træk er uønsket, lokal afkøling af kroppen forårsaget af luftbevægelser. Utilfredshed med træk kan kvantificeres med trækmodellen, der tager lufthastighed, lufttemperatur og turbulensintensitet i betragtning. Træk opstår typisk som følge af kuldene-fald ved kolde overflader, forkert designede eller indregulerede ventilationsåbninger eller ved gennemtræk.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementet foreskriver en maksimal lufthastighed på 0.15 m/s i fyringssæsonen. Ved højere lufttemperaturer fra 23-24°C er risikoen for termisk ubehag reduceret og højere lufthastigheder kan accepteres (op til 0.22 m/s). Trækmodellen er inkluderet i ISO 7730, som Bygningsreglementet henviser til.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Træk vurderes via trækmodellen og for forskellige kvalitetskategorier er opstillet kriterier for den maksimalt acceptable andel af utilfredse forårsaget af træk, f.eks. 10%, 15% eller 25%. For given lufttemperatur og turbulensintensitet fastlægges den maksimalt acceptable lufthastighed.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Termisk ubehag. Anekdotisk mistænkt for at forårsage muskelsmerter og gigt ved længere tids gentagen påvirkning.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation Træk er hyppigst i fyringssæsonen.
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Lufthastighed og turbulensintensitet kan måles med et retningsuafhængigt termisk anemometer. Lufttemperatur måles som anført ovenfor. Krav til instrumenter i ISO 7726.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Afskærmende foranstaltninger.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Strålingstemperaturasymmetri
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Strålingstemperaturasymmetri forårsages af kolde eller varme overflader og ubehag kan optræde p.g.a. lokal opvarmning eller afkøling af dele af kroppen.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementet stiller ikke direkte krav til strålingstemperaturasymmetri, men henviser til ISO 7730, som indeholder modeller til beregning af andelen af utilfredse forårsaget af koldt/varmt loft og kold/varm væg.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Samme som i Danmark. Ubehag vurderes med de samme modeller, der tager retningen af strålingstemperaturasymmetrien i betragtning.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Termisk ubehag.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation Strålingstemperaturasymmetri er sjældent et problem i moderne, velisolerede boliger, hvor temperaturerne af alle overflader er homogene og tæt på lufttemperaturen. Ubehag kan typisk opstå ved ophold tæt på vindue med kraftigt solindfald.
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Strålingstemperaturasymmetri kan måles direkte med radiometer eller indirekte via opmåling af et lokales geometri og grafisk bestemmelse af vinkelforhold fra et betragtet punkt i rummet. Den sidste metode kræver ligeledes måling af overfladetemperaturer i fladeelementer med homogene overfladetemperaturer.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Afskærmende foranstaltninger.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Bilag 2: Beskrivelse af parametre, atmosfærisk indeklima

Indhold:

- Radon
- PM 2,5
- Partikler genereret i boligen
- Ozon, kuldioxid, kulmonoxid og nitrogendioxid
- Støv og partikler
- Flygtige organiske stoffer – VOC
- Meget flygtige organiske stoffer – VVO
- Tungtflygtige organiske stoffer – SVOC
- Relativ luftfugtighed
- Absolut vandindhold i luften
- Vandindhold i byggematerialer
- Temperaturen af byggematerialer
- Hundeallergener og katteallergener
- Husstøvmider
- Synlig fugt/skimmelsvamp
- Skjult fugt/skimmelsvamp
- Tobaksrygning
- PCB

Beskrivelsen af de enkelte parametre skulle kort redegøre for:

- Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
- Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
- Anbefalede værdier og evt. krav i EU
- Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
- Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
- Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
- Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
- Link til yderligere info/relaterede projekter osv.

Parameter: Radon
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart, og er kilden til cirka halvdelen af den samlede bestråling af den danske befolkning. Radon er farveløs og kan ikke lugtes. Radon dannes ved henfald af radium (radium-226), som findes overalt i jorden. Radon er ikke i sig selv farlig, da det som ædelgas ikke indgår i kemiske reaktioner. Problemet opstår, når radon efter ca. fire dage henfalder til radon-døtrene" polonium-218, bly-214, bismuth-214 og polonium-214, hvorved der skabes radioaktive isotoper af tungmetaller, der kan sætte sig i lungerne, afgive radioaktiv stråling og derved forårsage lungekræft. Indholdet (koncentrationen) af radon i luften angives i enheden Bq/m³.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Siden 1998 har der været krav i bygningsreglementet om, at alt nybyggeri skal radonsikres. I Bygningsreglementet er det for nybyggeri præciseret, at kravet om radonsikring skal sørge for, at radonindholdet ikke overstiger 100 Bq/m³ i indeklimaet. Bygningsmyndighederne anbefaler, at der iværksættes 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. (kilde: Sundhedsstyrelsen)
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen anbefaling
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Radon i indåndingsluften øger risikoen for udvikling af lungekræft. Ifølge Verdenssundhedsorganisationen (WHO) er radon den næst-vigtigste medvirkende årsag til lungekræft (efter aktiv rygning). Det er anslået, at radon i boliger er årsag til omkring 9 % af alle nye lungekræfttilfælde i Danmark, det vil sige omkring 300 tilfælde pr. år. I de fleste af disse tilfælde er de ramte rygere. Risikoen ved radonudsættelse er cirka 25 gange større for rygere end for personer, som aldrig har røget, men risikoen er også betydelig for ikke-rygere. (Kilde: Sundhedsstyrelsen)
Hyppeghed, typiske niveauer, tidlig variation "Radonkoncentrationen varierer med årstiden og er oftest højest om vinteren og lavest om sommeren. For at tage højde for dette, foreskriver DS 3033, at målinger udført i perioden maj-september multipliceres med 1,5 før sammenligning med den anbefalede grænse. Målinger i perioden november-marts skal multipliceres med 0,8. Målinger udført i april eller oktober skal ikke korrigeres. 4,6 % af danske boliger har en radonkoncentration over 200 Bq/m³. I visse dele af Fyn og på Bornholm har over 10 % af boligerne disse høje radonkoncentrationer. 27 % af danske boliger har en radonkoncentration over 100 Bq/m³"
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) "I DS 3033 foreskrives det, at målingen udføres som middelværdi over mindst 2 måneder ved brug af mindst 2 samplere. Samplerne skal analyseres af et firma, der er akkrediteret til radonmålinger i indeluft."
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)

Radonkoncentrationen i huse kan mindskes ved at tætnes dæk og fundamenter mod jorden, ved at få etableret et "radonsug", hvor der suges luft ud fra jorden lige under huset. Endeligt vil forøget ventilation også kunne mindske radonkoncentrationen inden døre.

Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: PM 2,5
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Luftbårne partikler kan have en størrelse fra 0,001 µm til 100 µm. Partikler under 0,1 µm kaldes ultrafine partikler, partikler mellem 0,1 og 2,5 µm kaldes fine partikler og partiklerne over 2,5 µm kaldes grove partikler. Langt det største antal af partiklerne i indeluften er ultrafine, men de ultrafines masse er ubetydelig sammenlignet med de større partikler. TSP, PM10 og PM2,5 er massebaserede mål for partikelkoncentrationen for henholdsvis totalmassen, massen af partikler under 10 µm eller massen af partikler under 2,5 µm.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark De danske grænseværdier for luftkvalitet er baseret på EU-direktivet "Luftkvaliteten og renere luft i Europa". Direktivet foreskriver en maksimal koncentration målt over et år på 25 µg/m ³ . WHO anbefaler dog 10 µg/m ³ (årsværdi) og 25 µg/m ³ (24 h middel)
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Som for Danmark
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) "Luftforurening med partikler i byområder giver anledning til alvorlige sundhedseffekter. Det gælder både langtidseffekter som cancer og hjertekar sygdomme og akutte effekter, fx allergi eller irritation af øjne, næse eller hals. Langt den største eksponering for partikler både fra ydre og indre kilder sker, mens vi opholder sig inden døre. Den seneste opgørelse foretaget for EU angiver, at 288.000 for tidlige dødsfald årligt skyldes partikelforureningen."
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation Målinger af partikelkoncentrationer inden døre viser stor tidsmæssig variation som følge af aktiviteter i rummene og variationer i udeluftens partikelindhold. Variationen forstærkes af tæt placering til trafikeret vej eller brændeovne i nabolaget.
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Luftens indhold af partikler måles typisk ved opsamling på filter og efterfølgende vejning. Direkte visende instrumenter benyttes dog også. På grund af de store tidslige variationer foreskriver DS 3033 ikke påvirkningen fra partikler ud fra målinger, men på baggrund af en vurdering (placering i forhold til trafikeret vej, brug af brændeovn samt ventilationsforhold, herunder brug af filtrering).
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Koncentrationen af partikler inden døre sænkes primært ved kildekontrol, filtrering samt ventilation når koncentrationen inde er højere end udekonzentrationen.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv DS 3033

Parameter: Partikler genereret i boligen
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Af partikler genereret i boligen er det primært de ultrafine partikler, der har bevågenhed, idet de kan passere helt ud i de yderste forgreninger af lungerne og over i blodbanen. Kilderne inden døre er blandt andet stearinlys, rygning og madlavning. Ultrafine partikler udgør langt det største antal partikler inden døre, men på grund af deres beskedne størrelse ikke nødvendigvis den største masseandel.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Ingen anbefalet maksimalværdi for antallet af ultrafine partikler i indeklimaet.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Som for Danmark
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Ultrafine partikler genereret inden døre er genstand for stor opmærksomhed i forskningsverdenen, men den sundhedsmæssige effekt af det høje antal ultrafine partikler er ikke tilstrækkeligt belyst. Udover størrelsen er der en række andre egenskaber ved partiklerne, som menes at have betydning for deres skadevirkninger, fx. kemisk sammensætning, fysiske egenskaber, overfladeegenskaber, form, og om de er væskedråber eller faste partikler.
Hyppeghed, typiske niveauer, tidlig variation Koncentrationen af ultrafine partikler inden døre er i udpræget grad styret af episoder som f.eks. tænding af stearinlys eller madlavning. Koncentrationen varierer derfor særdeles meget, typisk mellem få tusinde partikler pr cm^3 op til en halv million partikler pr. cm^3.
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Koncentrationen af ultrafine partikler måles ofte med direkte visende instrumenter. Koncentrationen varierer typisk en del mellem rum i den samme bolig.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Koncentrationen af ultrafine partikler inden døre sænkes primært ved kildekontrol, filtrering samt ventilation når koncentrationen inde er højere end udekonzentrationen.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Ozon, kuldioxid, kulmonoxid og nitrogendioxid Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening <u>Ozon (O₃):</u> Ozon er naturligt forekommende udendørs, hvor den dannes ved en fotokemisk reaktion i atmosfæren, fx i forbindelse med forurening. Typisk er koncentrationen i indeklimaet kun en brøkdel af koncentrationen udendørs, med mindre der findes en kilde i indeklimaet. Kontormaskiner (kopimaskiner og laserprintere), UV-lys og elektrostatiske filtre i luftrensere, ozongeneratorer til fjernelse af lugt kan udvikle ozon. Ozon er meget reaktiv og reagerer med andre kemiske stoffer i indeklimaet og skaber nye forbindelser. Ozon lugter ved lave koncentrationer af 'frisk luft', og ved højere koncentrationer stikkende og ubehagelig. Lugtgrænsen er 0,01-0,02 ppm. <u>Kuldioxid (CO₂):</u> Kuldioxid findes naturligt i luften. En gennemsnitlig person udånder ca. 450 liter CO₂ i døgnet i forbindelse med vejtrækningen. Personer er den væsentligste kilde til CO₂ inden døre. Mennesker afgiver en lang række andre stoffer i forbindelse med stofskiftet, men CO₂ er det stof, der oftest benyttes til at vurdere luftskiftet i forhold til personbelastningen i et rum. <u>Kulmonoxid (CO)</u> Kulmonooxid dannes ved forbrændingsprocesser. Indendørs forekomst af kulmonoxid stammer primært fra udendørs kilder (trafik), hvor CO transporteres inden døre med ventilationsluften eller fra en garage eller parkeringskælder, der er bygget i tilknytning til boligen/bygningen. En indendørs kilde kan være tobaksrygning. <u>Nitrogendioxid (NO₂)</u> Kvælstofoxid/Kvælstofilter NO og NO₂ går under den generiske betegnelse NO_x. Disse stoffer kommer fra forbrændingsprocesser, fx fra trafik.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark <u>Ozon</u> Arbejdsmiljøgrænseværdien for ozon er 0,1 ppm. Værdien er en såkaldt loft-værdi, hvilket betyder at den på intet tidspunkt må overskrides. <u>Kuldioxid</u> Det anbefales i arbejdsmiljøloven, at koncentrationen for kuldioxid ikke overstiger 0,1 % (svarende til ca. 1000 ppm) i længere perioder. (1000 ppm er ikke en aktionsværdi.) Jf. SBI-anvisning 196 Indeklimahåndbogen betragtes koncentrationer under 700 ppm som 'lav belastning', koncentrationer i intervallet 700-1000 ppm som 'middel belastning' og koncentrationer over 1000 ppm som 'høj belastning'.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU <u>Kulmonoxid</u> I Tyskland er den anbefalede værdi for kulmonoxid < 6 mg/m³ (30 min)

Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)Ozon

Ozon kan fremkalde astma, slimhindeirritation og åndedrætsbesvær.

Ifølge Indeklimahåndbogen, 2. udg., 2000 (Valbjørn, 2000), sker lav påvirkning ved koncentrationer $< 0,03$ ppm eller $< 0,05$ mg/m³, mellem påvirkning ved koncentrationer 0,03-0,05 ppm eller 0,05-0,1 mg/m³ og høj påvirkning ved $> 0,05$ ppm eller $> 0,1$ mg/m³

Ozongeneratorer til fjernelse af lugt bør ikke være aktive i rum, hvor mennesker opholder sig.

Kuldioxid

Eksposering med kuldioxid kan medføre hovedpine, svimmelhed, vejrtrækningsproblemer og træthed.

Lav påvirkning sker ved koncentrationer < 700 ppm, mellem påvirkning ved 700-1000 ppm og høj påvirkning ved koncentrationer > 1000 ppm.

Kulmonoxid

Eksposering til kulmonoxid kan medføre hovedpine, svimmelhed og især øjenirritation.

Lav påvirkning sker ved koncentrationer $< 0,5$ ppm eller $< 0,5$ mg/m³, høj påvirkning ved > 9 ppm eller > 10 mg/m³.

Nitrogendioxid

Nitrogendioxid kan fremkalde slimhindeirritation og astma. Lav påvirkning sker ved 0,08 ppm eller $< 0,15$ mg/m³, mellem påvirkning ved 0,08-0,3 ppm eller 0,15-0,5 mg/m³ og høj påvirkning ved $> 0,3$ ppm eller $> 0,5$ mg/m³.

Hypighed, typiske niveauer, tidlig variationOzon

Afgivelsen af ozon fra laserprintere og fotokopiering afhænger af maskinernes egenskaber f.eks. om processen involverer en corona-teknik og om de er udstyret med ozonfilter.

Den ozon der findes i indeklimaet stammer dog hovedsageligt fra udeluften.

I indeluften er koncentrationen af ozon typisk 20-70% af koncentrationen udenfor.

Kuldioxid

CO₂ stammer fra udåndingen fra mennesker og varierer derfor afhængig af tilstedeværelsen af, antal og aktiviteten af personer og ventilation i et rum.

Koncentrationen i luften kan være højere i opvarmningssæsonen, især i naturligt ventilerede lokaler (grundet lavt luftskifte). Typiske koncentrationer er:

Udeluftkoncentration: Ca. 400 ppm

Indeluft, godt indeklima: 400-700 ppm

Indeluft, dårligt indeklima: >1000 ppm i længere perioder af brugstiden

Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)Ozon

Ozon kan måles med rimelig nøjagtighed, med forholdsvis billige instrumenter. Direkte visende instrumenter med lav detektionsgrænse er noget større (dog stadig bærbare) og dyrere (fx chemoluminiscens-princippet)

Kuldioxid

CO₂ Kan måles med god nøjagtighed med mange forskellige typer instrumenter.

Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)Kuldioxid

CO₂ koncentrationer over udeluften reduceres ved øget luftskifte

Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Indeklimahåndbogen, 2. udg. 2000 (Valbjørn, 2000)

Parameter: Støv og partikler
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening <u>Sedimenteret støv:</u> Sedimenteret støv er støvpartikler som har lagt sig på overflader. Der kan være organiske stoffer i støvet (se SVOC og VOC). De mange kilder indeholder tekstiler, papir, personer, støv udefra (fibre fra byggematerialer) <u>Respirabelt støv:</u> Respirabelt støv er andelen af inhalerede partikler, som når helt ned i lungernes aveoler. Det er ikke normalt et problem i boligbyggeri og uddybes derfor ikke i det følgende. <u>Totalstøv:</u> Totalstøv er alle størrelser støv, der opsamles ved en hastighed i indsugningsåbningen på ca. 1,25 m/s (hastigheden i menneskenæse). Det er ikke normalt et problem i boligbyggeri og uddybes derfor ikke i det følgende. <u>Ultrafine partikler:</u> Størstedelen af de ultrafine partikler er sod som dannes ved forbrændingsprocesser. Ultrafine partikler er <PM_{0,5} (Respirabelt er PM_{2,5}). De primære kilder indendørs er stearinlys, rygning, madlavning, brændeovn bl.a.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark <u>Sedimenteret støv:</u> Der findes ingen grænseværdier for sedimenteret støv. Ifølge Indeklimahåndbogen 2. udgave, opsamles der mindre end 0,2 g støv pr m² tekstiloverflade vha. støvsugning anses overfladen for at være tilfredsstillende rene. Kan der opsamles mere end 0,5 g støv pr. m² gulvoverflade med alm. støvsuger efter der er gjort rent, er rengøringen ikke god nok (vejledende værdi). Er 5% af overfladearealet dækket af støv i kontormiljøer anses det for uacceptabelt højt. <u>Ultrafine partikler:</u> Der findes endnu ingen grænseværdier for ultrafine partikler.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU <u>Ultrafine partikler:</u> Der findes endnu ingen grænseværdier for ultrafine partikler.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) <u>Sedimenteret støv:</u> Støv kan forværre slimhinde- og luftvejsirritation Store støvmængder påvirker luftkvaliteten, da støv ophober/afgiver kemiske stoffer på gasform (VOC og SVOC). Mineraluldsfibre kan give symptomer såsom hud- og slimhindeirritation.

Ifølge Indeklimahåndbogen, 2. udg. (2000) fører gulvstøv til lav påvirkning ved koncentrationer $< 0,2 \text{ g/m}^2$, mellem påvirkning ved $0,2\text{-}0,5 \text{ g/m}^2$, høj påvirkning ved $>0,5 \text{ g/m}^2$. For mineraluldsfibre på overflade er disse niveauer $< 10 \text{ fibre/cm}^2$ (lav påvirkning), $10\text{-}30 \text{ fibre/cm}^2$ (mellem påvirkning) og $> 30 \text{ fibre/cm}^2$ (høj påvirkning). <u>Ultrafine partikler:</u> Ultrafine partikler er mistænkt for at være kræftfremkaldende, og føre til lunge- og systemisk inflammation, oxidativ stress, mikrovaskulær dysfunktion, risiko for hjerte-kar sygdom.
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) <u>Sedimenteret støv:</u> Sedimenteret støv kan vurderes ved hjælp af aftørring eller støvsugning. Ved støvsugning analyseres filteret ved f.eks. vejning. <u>Ultrafine partikler:</u> Ultrafine partikler måles med et håndholdt direkte visende instrument (tælles).
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Indeklimahåndbogen, 2. udg. 2000 (Valbjørn, 2000)

Parameter: Flygtige organiske stoffer – VOC
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening <u>VOC generelt</u> Typiske flygtige organiske forbindelser i indeklimaet kan f.eks. opdeles i følgende grupper: aldehyder, ketoner, alkoholer, glycoler, ethere, estere, alifatiske kulbrinter, aromatiske kulbrinter, cycloalkaner, terpener, organiske syrer, samt en gruppe af øvrige kemiske stoffer. De flygtige organiske forbindelser opdeles i VVOC (letflygtige), VOC (flygtige) og SVOC (tungtflygtige). Se særskilte afsnit for VVOC og SVOC. VOC er gruppen af flygtige organiske forbindelser med mellem 6-16 kulstofatomer (C₆-C₁₆). Den totale mængde VOC betegnes TVOC (Total Volatile Organic Compounds). <u>Et eksempel på VOC:</u> Benzen er en aromatisk kulbrinte. Kilder inkluderer benzin, tobaksrøg samt i lime og lakker til træ- og møbelindustrien.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark <u>VOC generelt</u> Der eksisterer ingen krav for VOC i Danmark.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Der eksisterer ingen anbefalet værdi for benzen på WHO liste
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Påvirkning afhænger af hvilke enkeltstoffer der er tale om. Nogle stoffer har lugteegenskaber ved koncentrationer under eller i det målbare område. <u>Benzen</u> anses for at være sundhedsskadelig og sandsynligvis kræftfremkaldende.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation Typisk TVOC koncentrationen er 400-1200 µg/m³ i naturlig ventileret indeklima. Typisk TVOC koncentrationen i mekanisk ventileret indeklima er 80-400 µg/m³. Der kan være enkeltstoffer i lave konc. som gør luftkvaliteten uacceptabel eller direkte sundhedsskadelig. Koncentrationen af kemiske stoffer i luften kan være højere i opvarmningssæsonen, især i naturligt ventilerede lokaler (grundet lavt luftskifte). Omvendt afgasser bygningsmaterialer mere ved høj relativt luftfugtighed kombineret med høje temperaturer. Benzen findes sjældent i indeklimaet, men når den måles, er niveauet typisk 1-5 µg/m³.
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) VOC kan måles ved at opsamle et kontrolleret volumen indeluft på TENAX rør eller kulrør over en tidsbegrænset periode på 30-60 minutter. Prøverne analyseres efterfølgende på et laboratorium ved GC-MS (Gas Chromatography and Mass Spectrometry).

Detektionsgrænsen er normalt ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Usikkerheden er 20-30 % afhængig af den opsugede volumen i prøven. Der findes instrumenter der kan måle i real-tid, men disse kan typisk ikke måle de lave koncentrationer.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Indeklimahåndbogen, 2. udg. 2000 (Valbjørn, 2000)

Parameter: Meget flygtige organiske stoffer – VVOC
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening <u>VVOC generelt</u> VVOC er betegnelsen for gruppen af flygtige organiske forbindelser, som har mindre end 6 kulstofatomer (<C6). Kogepunktet for disse er lave og stofferne går derfor nemt på gasform. Et eksempel på VVOC: <u>Formaldehyd</u> Formaldehyd er et aldehyd og VVOC. Anvendes i lime til fremstilling af træbaserede plader, limtræ, finering og parketgulve. Anvendes også i bindemidler i visse mineraluldsprodukter.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark <u>VOC generelt</u> Der er ingen krav for VVOC i Danmark. <u>Formaldehyd</u> Byggevarer, der skal CE-mærkes, skal deklarere deres afgivelse af formaldehyd – E1 eller E2. E2 plader må kun anvendes til udendørs brug. Vejledende værdi i indeklimate i Bygningsreglementet svarer til WHO's anbefalede værdi på 100 µg/m³.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU <u>Formaldehyd</u> WHO anbefalet værdi for luftkoncentration af formaldehyd er 100 µg/m³ (30-minutters middelfkoncentration) Byggematerialer der er CE-mærket og indeholder formaldehydafgivende lime, skal overholde gældende krav om formaldehydafgivelse fra produktet.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Påvirkning afhænger af hvilke enkeltstoffer der er tale om. Nogle stoffer har lugtegenskaber ved koncentrationer under eller i det målbare. <u>Formaldehyd</u> Formaldehyd kan fremkalde øjen- og slimhindeirritation, hovedpine, åndedrætsbesvær. Den anses for at være sundhedsskadelig og sandsynligvis kræftfremkaldende.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation <u>Formaldehyd</u> Typisk ligger formaldehyd koncentrationen cirka mellem 10-40 µg/m³. Sensitive personer kan være generet af koncentrationer på cirka 30 µg/m³. Koncentrationen af kemiske stoffer i luften kan være højere i opvarmningssæsonen, især i naturligt ventilerede lokaler (grundet lavt luftskifte).

Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) VVOG kan måles ved at opsamle et kontrolleret volumen indeluft på DNPH rør og en tidsbegrænset periode på 30-60 minutter. Prøverne analyseres efterfølgende ved HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Detektionsgrænsen er normalt 0,1 µg/m ³ . Usikkerheden er 16-24 % afhængig af den opsugede volumen i prøven. Der findes instrumenter der kan måle i real-tid, men disse kan typisk ikke måle de lave koncentrationer.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Indeklimahåndbogen, 2. udg. 2000 (Valbjørn, 2000)

Parameter: Tungtflygtige organiske stoffer – SVOC Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening <u>SVOC generelt</u> SVOC er betegnelsen for flygtige organiske forbindelser med mere end 16 kulstofatomer. Disse stoffer går vanskeligere på gasform end VOC og VVOC, og har en tendens til at kondensere på andre overflader (fx støv), når de er afgasset fra den primære kilde. Eksempler på SVOC: <u>Ftalater og naphthalen</u> Ftalater anvendes som blødgørere i f.eks. PVC. Naphthalen afgasser sædvanligvis fra tjære- eller olieholdige materialer. <u>Bromerede flammehæmmere</u> Bromerede flammehæmmere er en gruppe af kulbrinter substitueret med brom atomer, flere end 75 forskellige slags er kendt. Eksempler er polybromerede diphenylethere (PBDE) og polybromerede bifenyl (PBB). Flammehæmmerne er klassificeret som SVOC. De tilsættes til tekstiler, skum og plastmaterialer og findes i møbler, isoleringskum til bygninger og elektronik. De bromerede flammehæmmere udgør ca. 20 % af det samlede marked for flammehæmmer. <u>PCB</u> PCB (polyklorerede bifenyl) er en gruppe kemikalier, hvor molekylet består af bifenyl med mellem 1 og 10 klor atomer. Hvilket teoretisk giver mulighed for 209 forskellige kemikalier, kaldet PCB-kongener. Reelt findes 150-180 forskellige kongener. Alle kongener klassificeres som SVOC. PCB findes i byggematerialer (såsom fuger, maling, termoruder, selvnivellerende gulve) primært fra perioden 1950-1977. Derudover er PCB anvendt i elektriske kondensatorer i lysstofarmaturer frem til 1986.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark <u>SVOC generelt</u> Ingen krav eksisterer for SVOC i Danmark. <u>Bromerede flammehæmmere</u> Nogle flammehæmmere er forbudt, blandt andet penta-BDE og octa-BDE, som har været forbudte i produkter i EU siden 2004. <u>PCB</u> Sundhedsstyrelsens anbefalede nedre aktionsværdi for PCB er 300 ng/m³, og koncentrationer herover vurderes over længere tid at kunne medføre sundhedsskader. Koncentrationer over 3000 ng/m³ vurderes over længere tid at udgøre en betydende helbredsrisiko. Værdierne baseres på PCBtotal, som for luft er 5 x PCB Σ7 (summen af PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153, -180). Aktionsværdierne vurderes

ud fra en årsmiddelsbetragtning. Arbejdstilsynets aktionsværdier er inddelt i niveauer: 1.200-3.000 ng/m ³ , 3.000-10.000 og over grænseværdien på 10.000 ng/m ³ .
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Afhænger af hvilke enkeltstoffer der er tale om. <u>Ftalater og naphthalen</u> Ftalater er hormonforstyrrende. Naphthalen er mistænkt for at være kræftfremkaldende. <u>Bromerede flammehæmmere</u> Da bromerede flammehæmmere dækker over forskellige kemikalier er helbredseffekterne afhængige af det enkelte kemikalie. Af helbredseffekter ved eksponering over tid kan nævnes hormonforstyrrende effekter, påvirker udviklingen af nervesystemet og reproduktionssystemet. <u>PCB</u> PCB har ingen akutte effekter som følge af eksponering i indeklimaet, men PCB ophobes i kroppen. Nogle PCB'er (de coplanare) er dioxinlignende og mest giftige. PCB'erne er kategoriseret som kræftfremkaldende og hormonforstyrrende. PCB kan blandt andet skade udviklingen af nervesystemet samt øge risikoen for overvægt, diabetes, skader på lever, skjoldbruskkirtel og immunapparat. Børn, gravide og ammende er særligt sårbare grupper.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation <u>PCB</u> PCB koncentrationer i indeklimaet er varierende og ligger typisk et sted mellem 'under detektionsgrænsen' og op til 10.000 ng/m³ og ses sjældent over 15.000 ng/m³. Koncentrationen i indeluften afhænger af PCB kildens beskaffenhed som; kongenersammensætning, kildematerialets affinitet til PCB, kildemængden og placering. Derudover varierer koncentrationen alt efter sæson, vejrforhold, indetemperatur, ventilations- og trykforhold samt rengøringsstand.
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) <u>SVOC generelt</u> SVOC kan måles ved at opsamle et kontrolleret volumen indeluft på TENAX rør over en tidsbegrænset periode på generelt 30-60 minutter – afhænger af enkeltstoffer. Prøverne analyseres efterfølgende på et laboratorium ved GC-MS (Gas Chromatography and Mass Spectrometry). Detektionsgrænsen er normalt ca. 1 µg/m³. <u>Ftalater og naphthalen</u> Disse er vanskelige at måle i luften pga deres tendens til at kondensere på overflader. Der går lang tid, før der opnås ligevægtskoncentration i luften. <u>Bromerede flammehæmmere</u>

I indeklimaet måles bromerede flammehæmmere typisk i sedimenteret husstøv (ng/g). Koncentrationer i indeluften (pg/m³) kan måles ved aktivt at opsamle et kendt volumen på PUF adsorbenttrør med Quartz filtre som efterfølgende analyseres.

PCB

Indholdet af PCB i indeluften kvantificeres ved aktivt at opsamle et kendt volumen (typisk 500-1.000 L) på XAD-II adsorbenttrør som efterfølgende analyseres på GC-MS. Detektionsgrænsen ligger typisk på 1 ng pr. adsorbenttrør og analyse usikkerheden er op til 30 %.

Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)

Bromerede flammehæmmere

Øget rengøring og udluftning er anbefalet ift bromerede flammehæmmere.

PCB

Øget ventilation, øget rengøring, sænkning af temperaturen og kildefjernelse/indkapsling kan nedbringe PCB koncentrationen i indeluften.

Link til yderligere info/relaterede projekter osv

PCB

www.PCB-guiden.dk

SBi-anvisning 241, Undersøgelse og vurdering af PCB i bygninger

SBi-anvisning 242, Renovering af bygninger med PCB

Parameter: Relativ luftfugtighed																	
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Det aktuelle indhold af vanddamp beskrives normalt ved begrebet ”relativ luftfugtighed” (RF). Den relative luftfugtighed angiver forholdet mellem den mængde vanddamp, der findes i luften, og den største mængde, der kan være ved samme temperatur. (Brandt, 2013)																	
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Der anbefales RF mellem 30-70 % uden dramatiske konsekvenser for mennesker. (Hansen <i>et al.</i> , 2006)																	
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Table B6 Example of recommended design criteria for the humidity in occupied spaces if humidification or dehumidification systems are installed <table><tr><th>Type of building/space</th><th>Category</th><th>Design humidity relative for dehumidification, %</th><th>Design humidity relative for humidification, %</th></tr><tr><td rowspan="4">Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc.) may require other limits</td><td>I</td><td>50</td><td>30</td></tr><tr><td>II</td><td>60</td><td>25</td></tr><tr><td>III</td><td>70</td><td>20</td></tr><tr><td>IV</td><td>> 70</td><td>< 20</td></tr></table> (Dansk Standard, 2007)	Type of building/space	Category	Design humidity relative for dehumidification, %	Design humidity relative for humidification, %	Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc.) may require other limits	I	50	30	II	60	25	III	70	20	IV	> 70	< 20
Type of building/space	Category	Design humidity relative for dehumidification, %	Design humidity relative for humidification, %														
Spaces where humidity criteria are set by human occupancy. Special spaces (museums, churches etc.) may require other limits	I	50	30														
	II	60	25														
	III	70	20														
	IV	> 70	< 20														
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Fugtighed i luft er ikke nogen egentligt forureningskomponent. Men den har en række direkte og indirekte virkninger på mennesker. RF har en termisk effekt, kan udtørre slimhinder, og påvirke dannelse af statisk elektricitet. Det har også betydning for vækst af skimmel og husstøvmider. (Hansen <i>et al.</i> , 2006)																	
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation Gram vand pr. m³ luft [g/m³] RF [%] Jan. Feb. Mar. Apr. Maj Jun. Jul. Aug. Sep. Okt. Nov. Dec. [Måned] (Brandt, 2013)																	
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Spejldugpunkt hygrometer er et præcisionsinstrument til måling af RF, øvrige er: psykrometre (tørt/vådt termometer), termohydrografer, dataloggere																	
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Tæt sammenhæng med temperatur og ventilation rate																	
Link til yderligere info/relaterede projekter osv DS/EN ISO 13788:2013 Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation – Calculation methods (Dansk Standard, 2013a)																	

Parameter: Absolut vandindhold i luften
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Vanddampindholdet/vanddampkoncentrationen – v [kg/m^3] – er massen af luftarten, fx vanddamp, divideret med volumenet. Vanddampens partialtryk – p_v [$\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$] – angiver, hvor stort et tryk vanddampen udøver alene. Det absolutte vandindhold (visse steder betegnet fugtgrad) – x [kg/kg] – beskriver forholdet mellem masserne af vanddampen og den tørre luft, der indgår i en blanding. (Brandt, 2013)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Se beskrivelse for relativ luftfugtighed
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Se beskrivelse for relativ luftfugtighed
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Se beskrivelse for relativ luftfugtighed
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation Se beskrivelse for relativ luftfugtighed
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Se beskrivelse for relativ luftfugtighed
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Fugtkilder i forbindelse m. bygninger er: – Nedbør – Grundfugt – Overfladevand – Luftfugtighed (Vanddamp) – Byggefugt – Brugsvand
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Vandindhold i byggematerialer
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Der skelnes mellem kemisk og fysik bundet vand. Ved fugt i byggematerialer forstås normalt fysik bundet vand far adsorption, kapillarkondensation og osmotiske kræfter. Har tæt sammenhæng med byggematerialers fugtkapacitet (hældningen på sorptionskurven), som er evnen til at udveksle fugt med omgivelserne. (Brandt, 2013)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Materialeafhængigt, organisk materiale bør have så lave niveauer, at der ikke dannes vækstbetingelser for skimmel og svampevækst
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Fugt i materialer kan give vækstbetingelser for svampe og skimmel og dermed udgøre en kilde til forurening af luften og evt. nedbrydelse af materialer
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Destruktiv prøvning - veje-tørre-veje
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Temperaturen af byggematerialer
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening I forhold til fugt har byggematerialernes temperatur betydning for sorptionen, og kuldebroer og kolde overflader kan give risiko for kondensering
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Kuldebroer og kolde overflader med risiko for kondens kan give vækstbetingelser for bl.a. skimmelsvamp. Derfor bør temperaturen i materialer i boliger være høj nok til at det aktuelle fugtniveau ikke danner vækstbetingelser for skimmel- og svampevækst
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Hundeallergener og katteallergener
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Fra pelsdyrenes hud spredtes skæl, som indeholder allergenpartikler, som kan sammenlignes med pollenkorn, sporer fra skimmelsvampe og partikler fra husstøvmider. De små allergenpartikler fra kæledyr har to uheldige egenskaber: De er meget små (mindre end pollen og husstøvmidepartikler) og de holder sig derfor svævende i rummet i lang tid. (astma-allergi.dk)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Kæledyrallergener er små og kan lettere inhaleres til luftvejene, hvor de udløser allergisk astma. (astma-allergi.dk)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Husstøvmider
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Fugt er en vækstbetingelse for husstøvmider. De bedste levevilkår for husstøvmider er ved 17-32°C, og når den relative luftfugtighed er mellem 55 og 75% RF (astma-allergi.dk)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Relativ luftfugtighed på under 45 % i vintermånederne kan forebygge husstøvmider (astma-allergi.dk)
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Symptomer på husstøvmideallergi er høfeber (fx tilstoppet næse, rindende næse, nys og kløe i øjnene), astma (fx hoste, pibende vejtrækning, trykken for brystet, og forværring af børneeksem/atopisk eksem) Har man symptomer, bør man gå til lægen og finde ud af, om det skyldes allergi over for husstøvmider eller andet. Hvis lægen har mistanke om, at symptomer skyldes allergi over for husstøvmider, kan han tilbyde en allergitest. (astma-allergi.dk)
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Synlig fugt/skimmelsvamp
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Fugt er en vækstbetingelse for skimmelsvamp
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Fugt bør undgås, hvis det er mindre områder kan de renses med rodalon eller klorin.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død) Symptomer inkluderer Astma (fx hoste, pibende vejrtrækning, trykken for brystet), høfeber (fx tilstoppet næse, rindende næse, nys og kløe i øjnene). Selvom man ikke har allergi, kan man få hovedpine, træthed, almen utilpashed, irriterede slimhinder, symptomer, der ligner høfeber
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Skjult fugt/skimmelsvamp
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Fugt er en vækstbetingelse for skimmelsvamp
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Skimmelsvamp bør undgås. Den kan oftest kun opdages ved lugt eller gener, kan bekræftes med destruktiv prøvning.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Bilag 3: Beskrivelse af parametre, visuelt indeklima

Indhold:

- Udsyn
- Dagslys
- Dagslysfaktor
- Sollys
- Blænding fra dagslys
- Elektrisk belysning

Beskrivelsen af de enkelte parametre skulle kort redegøre for:

- Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
- Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
- Anbefalede værdier og evt. krav i EU
- Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
- Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
- Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette)
- Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
- Link til yderligere info/relaterede projekter osv.

Parameter: Udsyn
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Udsynet til omgivelserne er en af de vigtigste faktorer for personers vurdering af vinduer. Personer som arbejder i rum med små vinduer eller placeres langt fra et vindue udtrykker utilfredshed med vinduerne og dagslyset i rummet samt udtrykker en følelse af indelukthed og et behov for "kontakt" til omverden. Udsyn er især vigtigt for personer som tilbringer stor del af døgnet i det samme lokale, som fx patienter på hospitalssengestuer, ældre mennesker i deres hjem og børn i institutioner.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementets bestemmelse 6.5.1 stk 2. Arbejdsrum mv. og beboelsesrum skal forsynes med vinduer, der er anbragt, så personer i rummene kan se ud på omgivelserne. (Trafik- og Byggestyrelsen, 2015)
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Den Europæiske standard for dagslys som har været i høring, indeholder en metode til at vurdere udsyn. For brugsarealet skal der defineres vindues breddens minimums horisontal sigtevinkel (en vinkel set fra en bestemt position i rummet til de vertikale vinduesrammer). Der skal defineres en minimumsafstand til næste bygning og udsynsvinduer bør have definerede minimum dimensioner (bredde til højde, m2). For udsyn gælder ifølge standarden, at der skal defineres en minimumsdel af rummets brugsareal (X %), hvorfra brugerne som minimum har udsyn til et "landskabslag" (fx bygning).
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Se beskrivelse/definition af parameteren
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Der eksisterer metoder som stiller krav til medarbejdernes mulighed for udsyn som ikke garanterer et godt udsyn (som bygningsreglementet). En anden metode omfatter at undgå fast solafskærmning som begrænser udsyn når der ikke er behov for solafskærmning (som DGNB). Den metode som fremgår af den Europæiske dagslysstandard vurderer antal udsynslag men garanterer ikke kvaliteten af de enkelte udsynslag. Der findes ikke en metode til at vurdere udsyns kvalitet.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Christoffersen, J. et al. (1999). Vinduer og dagslys, En feltundersøgelse i kontorbygninger (SBI-rapport 318). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. (Christoffersen, 1999)

Parameter: Dagslys
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Et velbelyst rum kan understøtte menneskers døgnrytme og bidrage til velbefindende og sundhed. Dagslyset varierer konstant og er afhængig af flere skiftende og/eller ukendte parametre såsom vejrforhold, skyggende omgivelser og rummenes farver og indretning. Et godt dagslysgesign kræver både dygtige projekterende og gode designværktøjer.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementets bestemmelse 6.5.2 stk 1. Arbejdsrum, beboelsesrum og køkken skal have en sådan tilgang af dagslys, at rummene er vel belyste. Vejledning hertil åbner op for forskellige metoder til at vurdere dagslysforholdene men præciserer et minimum grænse for glasareal ifht gulvareal og dagslysfaktoren (både beregnet og målt). Uanset metode bør der tages hensyn til formindsket lysadgang til vinduerne (fx skyggende omgivelser og rudernes transmittans)
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Den Europæiske standard for dagslys som har været i høring oplyser at et rum anses for at have tilstrækkeligt dagslys, hvis en fastsat minimum belysningsstyrke opnås i "en vis procentdel" af det relevante område af rummet i mindst 50 % af de lyse timer. Ifølge standarden gælder efterfølgende for Danmark: 100 lx i hele rummet i halvdelen af dagslystimerne af året, hvilket svarer til DF_{min} = 0,7 % i hele rummet (beregningsnettet), samt 300 lx i halvdelen af rummet i halvdelen af dagslystimerne som svarer til DF_{mål} = 2,1 %.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Gode dagslysforhold er i flere studier blevet associeret med en god døgnrytme, sundhed og velvære.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Ingen metode, som findes i dag, er perfekt til at vurdere dagslyset og den mest relevante metode afhænger af situationen. Glas i forhold til gulvareal metoden tager hensyn til reduceret lysgennemgang, er meget simpel og nem at verificere. Dagslysfaktorer er en måde at beskrive mængden af dagslys på ifht overskyet himmel (et worst case scenarie) og tager hensyn til vinduesplacering og omkringliggende byggeri. Klimabaserede dagslyssimuleringer tager hensyn til klima, orientering af vinduer og den specifikke lokalitet med hensyntagen til omkringliggende bygninger. Metoden anbefales til detaljerede analyser af dagslysforholdene, specielt i komplekse rum og bygninger. Designfase i byggeri: Dagslysfaktoren og klimabaserede dagslyssimuleringer dokumenteres oftest vha. beregningsværktøjer såsom VELUX Daylight Visualizer, Radiance, DIALux, LightCalc og Daysim (add-on til Bsim). Der findes et hav af andre krediterede værktøjer.

Dagslysfaktoren kan også approksimeres vha. håndberegning og standardkurver (SBI-anvisning) og måles med forskellige instrumenter - både øjebliksmålinger og længerevarende målinger. Der stilles nogle gange spørgsmål ved præcisionen af beregninger og måling af dagslysfaktor samt klimabaserede dagslyssimuleringer.

Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)

Link til yderligere info/relaterede projekter osv

SBI-anvisning 219 (Johnsen and Christoffersen, 2008)

<http://viz.velux.com/> (webservice hvor værktøj kan downloades)

<https://www.dial.de/de/dialux/download/> (webservice hvor værktøj kan downloades)

Parameter: Dagslysfaktor
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Dagslysfaktorer er en måde at beskrive mængden af dagslys på. DF er et forhold imellem dagslysniveauet indenfor og en standardiseret lysmængde udenfor ""CIE himmel"" (11921 lux). Uafhængig af orientering af vinduer, men afhænger til gengæld af omkringliggende byggeri, materialeoverflader, geometri (størrelse/placering af vinduer f.eks.)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark I Danmark er den anbefalede dagslysfaktor 2% (værdien afhænger af byggeri, rumtype og energiklasse, se Bygningsreglementet). I nogle tilfælde kræves der beregning vha. simuleringværktøj. I andre stilles der ikke krav til faktoren, hvis en given relation imellem vindues/gulvareal kan eftervises.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Designfase i byggeri: Dokumenters oftest vha. beregningsværktøjer såsom VELUX Daylight Visualizer, Radiance, LightCalc og Daysim (add-on til Bsim). Der findes et hav af andre værktøjer. Dagslysfaktoren kan også approksimeres vha. håndberegning og standardkurver (Johnsen and Christoffersen, 2008)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv SBI-anvisning 219 http://viz.velux.com/ (webservice hvor værktøj kan downloades)

Parameter: Sollys
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Direkte solindstråling vurderes som værende en kvalitet i rum, hvor folk opholder sig i længere tid, som fx beboelsesrum, opholdsrum i institutioner og sengestuer på hospitaler. Det samme gælder i en vis udstrækning for arbejdslokaler, hvor et flertal af brugerne sætter pris på solindstråling i den mørkeste del af året.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Den Europæiske standard for dagslys som har været i høring foreslår at sollys i rum vurderes ved direkte solstråling i et minimum antal timer (h) for givne datoer. Det gælder for mindst ét opholdsrum i boliger, sengestuer på hospitaler samt opholdsrum i børneinstitutioner, samt andre rum, hvor sollys vurderes særlig værdifuldt for rummets brugere.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) I vintersæsonen kan solindstråling i et lokale påvirke humøret positivt, men hvis det varer i længere tid, kan direkte sollys opleves som ubehagelig blænding og kan dermed nedsætte arbejdsevne, ikke mindst i sommerperioden.
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Klimabaserede dagslyssimuleringer er én metode, som medtager sollyset i den samlede vurdering af dagslyshforholdene. Klimabaserede dagslyssimuleringer fortæller dog ikke så meget om oplevelsen af lokalerne, da oplevelsen er afhængig af, hvor og hvornår solskin er til stede i lokalet. Oplevelsen kan derfor med fordel vurderes ved brug af simple 3D grafikprogrammer, som er i stand til at beregne og visualisere, hvornår direkte sol vil kunne ramme en facade og hvornår facaden vil ligge i skygge, ifølge skyggediagrammer. Fejl undgås ved brug af programmer ved at følge ISO standard på området.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Blænding fra dagslys
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Blænding opleves når luminansen fra en lyskilde (eller sekundær lyskilde) har for stor en kontrast til omgivelserne. Blænding medfører nedsat arbejdsevne og dårlig arbejdsstilling.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Eksisterer ikke
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Den Europæiske standard for dagslys som har været i høring, foreskriver som den første standardiserede metode til vurdering af blænding fra dagslys, brugen af Daylight Glare Probability (DGP). Metoden er baseret på en beregning af sandsynligheden for at en bruger vil føle sig generet af blænding. Sandsynligheden er baseret på beregning af den vertikale belysningsstyrke som er målt på øjets plan. Den enkle form for DGP er: $DGP = 6.22 \cdot 10^{-5} \cdot Ev + 0.184$ hvor Ev er den vertikale belysningsstyrke målt på øjets plan. Beregning af DGP kan ske både ud fra HDR billeder af dagslysforholdene i lokalet og ud fra HDR renderinger i fx Radiance.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Blænding medfører nedsat arbejdsevne og dårlig arbejdsstilling
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Den nye metode som fremgår af den europæiske standard (DGP) er en metode som kan bruges allerede i designfasen til at optimere dagslysforholdene i lokaler. En anden, mere simpel metode som bruges fx i DGNB er en anvendelse af afskærmningssystemer (fx persienner, screens eller gardiner), som tillader dagslys i rummet og udsyn til det fri samtidigt med at det afskærmer for blænding ved at reducere direkte dagslys.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Elektrisk belysning
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Bygningsreglementets bestemmelse 6.5.3 stk 1. Arbejdspladsbelysning skal udføres i overensstemmelse med DS/EN 12464-1, med DS/EN 12464-1 DK NA. Standarden oplyser minimumsværdier til belysningsstyrker, regelmæssighed, blænding, farvegengivelse, flimmer osv.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Samme standard som fremgår af bygningsreglementet (EN 12464-1) (Dansk Standard, 2011a)
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Elektrisk belysning har indflydelse på døgnrytme, påvirker humør og velvære.
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Elektrisk belysning dokumenteres ved beregningsværktøjer såsom, DIALux og RELUX. Lysforholdene kan også måles med forskellige instrumenter - både øjebliksmålinger og længerevarende målinger.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Bilag 4: Beskrivelse af parametre, akustisk indeklima

Indhold:

- Luftlydisisolering, lejlighedsskel
- Luftlydisisolering, i lejlighed
- Trinlyd, mellem lejligheder
- Efterklangstid i trappeopgang
- Efterklangstid i lejlighed
- Facadeisolering/trafikstøj
- Tekniske installationer, i lejlighed

Beskrivelsen af de enkelte parametre skulle kort redegøre for:

- Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening
- Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark
- Anbefalede værdier og evt. krav i EU
- Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død)
- Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
- Målbarehed/dokumentation (og evt. udfordringer ift. dette)
- Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt. problemer)
- Link til yderligere info/relaterede projekter osv.

Generelt for akustisk indeklima:

Gældende lydkrav for boliger findes i *Bygningsreglementets vejledning om lydforhold* (Trafik-Bygge- og Boligstyrelsen, 2020), og der henvises i øvrigt principielt til lydklasse C i Dansk Standard, DS 490, Lydklassifikation af boliger (Dansk Standard, 2018b). Kravene gælder for nybyggeri inkl. bl.a. byggeri med ændret anvendelse (fx hvor der ændres til boliger) og sammenlægning af boliger. Kravene gælder principielt alle boliger, men nogle af kravene gælder ikke for fritliggende enfamiliehuse eller sommerhuse.

Samme lydkrav som for nybyggeri er gældende for boligbyggeri, der gennemgår væsentlige forandringer, fx opdeling af store lejligheder, sammenlægning af lejligheder og etablering af baderum samt ombygning fra andre funktioner til boliganvendelse. Ved al ombygning og renovering bør opfyldelse af lydklasse C tilstræbes. Hvis dette ikke er muligt af tekniske, økonomiske eller arkitektoniske grunde, kan det være relevant at betragte lydklasse D, som er beregnet til lydklassificering af ældre boliger med mindre tilfredsstillende lydforhold.

Parameter: Luftlydisolation, lejlighedsskel
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Luftlyd er lydbølger som udbreder sig gennem luften, eksempelvis fra en højtaler eller en person som taler. Med begrebet luftlydisolering forudsættes bygningens eller en konstruktions (f.eks. en vægs) kapacitet at reducere lyd mellem to rum.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Lydklasse C: $R'_w \geq 55$ dB, der gælder for nybyggeri og renoveringssituationer som før beskrevet. For lette konstruktioner i lejlighedsskel, dvs. skillevægge med en vægt pr. arealenhed under 100 kg/m^2 og etageadskillelser med en vægt pr. arealenhed under 250 kg/m^2, anbefales anvendelse af C-korrektion og overholdelse af krav $R'_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB. Lydklasse D: $R'_w \geq 50$ dB.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav. Alle lydkrav er nationale. Eksempler på lydkrav i andre lande findes i (Rasmussen, 2019)
Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppeghed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt. udfordringer ift. dette) Luftlydisolationen kan dokumenteres med målinger, som gennemføres efter DS/EN ISO 16283-1:2014, Akustik - Feltnåling af lydisolation i bygninger og af bygningsselementer - Del 1: Luftlydisolation (Dansk Standard, 2014) med vægtning efter DS/EN ISO 717-1 (Dansk Standard, 2013b), Akustik - Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele - Del 1: Luftlydisolation. Feltnålinger udføres i henhold til Rasmussen, Hoffmeyer & Olesen (2017), <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.). Eventuelle beregninger kan gennemføres efter DS/EN ISO 12354-1:2017 Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningsselementers egenskaber. Del 1: Luftlydisolation mellem rum. (Dansk Standard, 2017a). Sådanne beregninger kan udføres af en akustikrådgiver.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Konstruktionsløsninger for nybyggeri findes i Rasmussen, Petersen & Hoffmeyer (2011), <i>Lydisolering mellem boliger – nybyggeri</i> (SBI-anvisning 237). Konstruktionsløsninger for forskellige ældre bygningstyper findes i <i>Lydisolering mellem boliger – eksisterende byggeri</i> (SBI-anvisning 243), (Rasmussen and Petersen, 2014b) <i>Anvisning om Bygningsreglement 2018</i> (SBI-anvisning 272, 2. udg.) (de Place Hansen, 2020)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Rasmussen & Hoffmeyer (2015), <i>Lydisolation mellem boliger i etagebyggeri – Kortlægning og forbedringsmuligheder</i>. Producenternes hjemmesider.

Parameter: Luftlydisolation, i lejlighed
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Konstruktionens evne til at reducere lyd mellem to rum.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Ingen krav til lydisolationen internt i boligen. Der kan anbefales en lydisolation $R'_w \geq 44$ dB for vægge og $R'_w \geq 50$ dB for etagedæk.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt. udfordringer ift. dette) Principielt som for luftlydisolation mellem boliger, men pga. lavere ydeevne burde data og monteringsvejledning fra producenter være tilstrækkeligt til at sikre kvaliteten.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Producenternes hjemmesider.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Trinlyd, mellem lejligheder
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Trinlyd er en form for strukturbåret støj, der forplanter sig i bygningskonstruktionen, fx når nogen går på et gulv. Trinlyd ledes som strukturlyd gennem bygningskonstruktionen til den anden side af konstruktionen (andre rum), hvor den kan udbredes som luftbåren lyd.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Lydklasse C: $L'_{n,w} \leq 53$ dB, der gælder for nybyggeri og renoveringssituationer som før beskrevet. For lette konstruktioner i lejlighedsskel, dvs. etageadskillelser med en vægt pr. arealenhed under 250 kg/m², anbefales anvendelse af C-korrektion og overholdelse af krav $L'_{n,w} + C_{l,50-3150} \leq 53$ dB. Lydklasse D: $L'_{n,w} \leq 58$ dB.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav. Alle lydkrav er nationale. Eksempler på lydkrav i andre lande findes i Rasmussen (2019).
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Trinlydisoleringen mellem rum kan dokumenteres med målinger. Målinger udføres efter DS/EN ISO 16283-2:2018 Bygningsakustik - Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber - Del 2: Trinlydisolation mellem rum (Dansk Standard, 2018a) med vægtning efter DS/EN ISO 717-2 (Dansk Standard, 2013c), Akustik - Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele - Del 2: Trinlydniveau. Feltmålinger udføres i henhold til <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.), (Rasmussen, Hoffmeyer and Olesen, 2017). Eventuelle beregninger kan udføres efter DS/EN ISO 12354-2:2017 Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber. Del 2: Trinlydisolation mellem rum. (Dansk Standard, 2017b). Sådanne beregninger kan udføres af en akustikrådgiver.
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Konstruktionsløsninger for nybyggeri findes i Rasmussen, Petersen & Hoffmeyer (2011), <i>Lydisolering mellem boliger – nybyggeri</i> (SBI-anvisning 237). Konstruktionsløsninger for forskellige ældre bygningstyper findes i <i>Lydisolering mellem boliger – eksisterende byggeri</i> (SBI-anvisning 243), Rasmussen & Petersen (2014). <i>Anvisning om Bygningsreglement 2018</i> (SBI-anvisning 272, 2. udg.) (de Place Hansen 2020)
Link til yderligere info/relaterede projekter osv Rasmussen & Hoffmeyer (2015), <i>Lydisolation mellem boliger i etagebyggeri – Kortlægning og forbedringsmuligheder</i>. Producenternes hjemmesider.

Parameter: Efterklangstid i trappeopgang
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Efterklangstiden angiver den tid i sekunder det tager for lydtrykniveauet at falde 60 dB (efter lydkilden er stoppet).
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Lydklasse C: $T_s \leq 1,3$ s (500-2000 Hz), der gælder for nybyggeri og renoveringssituationer som før beskrevet. Lydklasse D: $T_s \leq 1,3$ s (500-2000 Hz), altså samme værdi som lydklasse C.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav. Alle lydkrav er nationale.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Måling udføres efter DS/EN ISO 3382-2, Akustik - Måling af rumakustiske parametre - Del 2: Efterklangstid i almindelige rum. (Dansk Standard, 2008) Feltmålinger udføres i henhold til Rasmussen, Hoffmeyer & Olesen (2017), <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.). Beregninger kan gennemføres efter DS/EN 12354-6:2004, Bygningsakustik - Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber - Del 6: Lydabsorption i lukkede rum, (Dansk Standard, 2004).
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Producenternes hjemmesider.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Efterklangstid i lejlighed
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Efterklangstiden angiver den tid i sekunder det tager for lydtrykniveauet at falde 60 dB (efter lydkilden er stoppet). Efterklangstiden bestemmes blandt andet af rummets volumen, indretning og form, mængden af lydabsorberende overflader og disses placering.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Ingen krav til efterklangstiden internt i boligen. Der kan anbefales en projekteringsværdi for efterklangstid i større opholdsrum i boliger – også i fritliggende enfamiliehuse og sommerhuse - på maksimum 0,6 s gældende for møbleret rum, frekvensområde 125-4000 Hz (ved 125 Hz dog op til 0,9 s). Den foreslåede værdi svarer til grænseværdien for fælles opholdsrum i boligbyggeri.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død)
Hyppighed, typiske niveauer, tidslig variation Som typisk værdi for møblerede beboelsesrum anvendes ofte ca. 0,5 s.
Målbarhed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Måling udføres efter DS/EN ISO 3382-2, Akustik - Måling af rumakustiske parametre - Del 2: Efterklangstid i almindelige rum. (Dansk Standard 2008)) Feltmålinger udføres i henhold til Rasmussen, Hoffmeyer & Olesen (2017), <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.). Beregninger kan gennemføres efter DS/EN 12354-6:2004, Bygningsakustik - Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningselementers egenskaber - Del 6: Lydabsorption i lukkede rum. (Dansk Standard, 2004)
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Producenternes hjemmesider.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Facadeisolering/trafikstøj
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Grænseværdien gælder for trafikstøj fra veje og jernbaner og udtrykkes ved L_{den} indendørs. Grænseværdien gælder for veje og jernbaner for sig, jf. <i>Bygningsreglementets vejledning om lydforhold</i> (Trafik- Bygge- og Boligstyrelsen, 2020)
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Lydklasse C: $L_{den} \leq 33$ dB (indendørs) gældende for nybyggeri og renoveringssituationer som før beskrevet. Lydklasse D: $L_{den} \leq 38$ dB Grænseværdierne gælder for de enkelte trafikstøjklender hver for sig.
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav. Alle lydkrav er nationale.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Trafikstøj kan forårsage søvnproblemer, forskellige former for stressrelaterede symptomer, forhøjet blodtryk, hjertekarsygdomme mm. Det er ofte en langvarig eksponering, der er skadelig for vores helbred.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Det ækvivalente trafikstøjniveau ved facaden beregnes efter beregningsmodel Nord2000, (Kragh <i>et al.</i>, 2013). Alternativt kan trafikstøjniveauet aflæses fra støjkort, hvis et sådan er oprettet. Ydervæggens lydisolation kan dokumenteres med beregning og/eller med målinger. Målinger gennemføres efter DS/EN ISO 16283-3:2016, Akustik - Feltmåling af lydisolation i bygninger og af bygningsselementer - Del 3: Facaders lydisolation (Dansk Standard, 2016) med vægtning efter DS/EN ISO 717-1 (2013), Akustik - Vurdering af lydisolation i bygninger og af bygningsdele - Del 1: Luftlydisolation. Beregning af trafikstøjniveauet indendørs udføres efter principperne i henhold til Rasmussen, Hoffmeyer & Olesen (2017), <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.). Beregninger kan gennemføres efter DS/EN ISO 12354-3:2017, Bygningsakustik. Beregning af bygningers akustiske egenskaber ud fra bygningsselementernes egenskaber. Del 3: Luftlydisolation mod udefra kommende støj (Dansk Standard, 2017c).
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Konstruktionsløsninger for nybyggeri samt for forbedringer af eksisterende facader findes i Rasmussen & Petersen (Rasmussen and Petersen, 2014a). <i>Lydisolering af klimaskærmen</i> (SBI-anvisning 244). Diverse publikationer fra Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen.
Link til yderligere info/relaterede projekter osv

Parameter: Tekniske installationer, i lejlighed
Beskrivelse/definition af parameteren, herunder kilde hertil, i de tilfælde, det giver mening Vedrører støj fra bygningens tekniske installationer, eksempelvis ventilationsanlæg, vand- og afløbsinstallationer, elevatorer mm.
Anbefalede værdier og evt. krav i Danmark Lydklasse C: $L_{Aeq} \leq 30$ dB, der gælder for nybyggeri og nye installationer samt for renoveringssituationer som før beskrevet. For ventilationsanlæg i soveværelser anbefales overholdelse af lydklasse B, dvs. $L_{Aeq} \leq 25$ dB. Lydklasse D: $L_{Aeq} \leq 35$ dB bør ikke være et relevant kriterium for nye installationer. Kravene gælder for umøblerede rum med lukkede vinduer og døre. Det findes særskilte krav for lavfrekvent lyd, hvis den forekommer: A-vægtet lydtrykniveau i lavfrekvent område $L_{pA,LF}$ må ikke overstige 25 dB om dagen (kl 07-18) eller 20 dB om aftenen og natten (kl 18-07).
Anbefalede værdier og evt. krav i EU Ingen EU-krav. Alle lydkrav er nationale.
Påvirkning på mennesker (sensoriske, Symptomer, præstation, sygdom/død) Lavfrekvent lyd kan give anledning til stigende søvnproblemer, hovedpine mm. Det er ofte en langvarig eksponering, der er skadelig for vores helbred.
Hyppighed, typiske niveauer, tidlig variation
Målbarehed/dokumentation (og evt udfordringer ift dette) Målinger bør ske under drift som angivet i efter DS/EN ISO 10052, Akustik - Måling af luftlyd- og trinlydisolation samt støj fra tekniske installationer i bygninger – Overslagsmetode (Dansk Standard, 2005) samt målevejledning i Rasmussen, Hoffmeyer & Olesen (2017), <i>Udførelse af bygningsakustiske målinger</i> (SBI-anvisning 217, 2. udg.).
Øvrige relevante forhold til udvælgelsen af nettoliste (fx gode løsninger til reduktion af evt problemer) Rasmussen, Petersen & Hoffmeyer (2011). <i>Lydisolering mellem boliger – nybyggeri</i> (SBI-anvisning 237). Rasmussen & Petersen (2014). <i>Lydisolering mellem boliger – eksisterende byggeri</i> . (SBI-anvisning 243).
Link til yderligere info/relaterede projekter osv