

# Erfaringsopsamling om indeklimaproblematikker

Dette appendiks præsenterer indeklimateudfordringer, som kan opstå, og som er observeret i nybyggeri og renoverede bygninger. Det er ikke formålet med appendikset at give en udtømmende beskrivelse af samtlige indeklimateudfordringer, som kan forekomme. Derimod skal beskrivelsen give et indblik i nogle af de typiske udfordringer, der observeres i praksis.

Erfaringsopsamlingen bygger på erfaringer fra Teknologisk Institut, MOE samt NIRAS. Derudover er der givet input fra branchen på den afholdte workshop for branchevejledningen d. 23. marts 2017. Tabel 1 giver et overblik over nogle af de typiske udfordringer som kan forekomme og derefter uddybes og konkretiseres en del af udfordringerne i de efterfølgende afsnit.

Tabel 1 Typiske indeklimateudfordringer

Termisk komfort	Luftkvalitet	Fugt og skimmel
<u>Varmegener:</u>	<u>Afgasninger:</u>	<u>Vandindtrængning:</u>
Pga. personbelastning eller solindfald	Personer	Utætheder i klimaskærmen
Problemer med styringen af varme/kølesystemet	Materialer	Opfugtet byggemateriale
	Inventar	Rørskader
<u>Kuldegener:</u>	<u>Luftskiftet:</u>	<u>Kondens:</u>
Kuldenedfald fra ydervæge/vinduespartier	Utilstrækkeligt luftskifte	Kuldebroer
Træk under vinduesåbning	Ubalanceret mekanisk ventilation	Indvendig efterisolering
Træk i ventilationsindblæsningszonen		Uventileret tagkonstruktion
<u>Blandet:</u>		
Påklædning og aktivitet		
Variierende temperaturer		
Temperaturasymmetri		

## Termisk komfort

Nogle af de mest udbredte indeklima-udfordringer er problemer med termisk komfort. Problemerne dækker over kuldegener, træk, for høje indetemperaturer til termisk asymmetri og utilfredsstillende dagsvariation i indetemperaturen.

### Personbelastning

Udover varmesystemet og isoleringsgraden har personbelastningen i bygningen stor betydning for varmebalancen. Hvis personbelastningen er meget varierende eller forskellig fra de forhold, som bygningsinstallationerne er dimensioneret eller indreguleret efter, så kan det få konsekvenser for den termiske komfort. Dette afhænger af om bygningsinstallationerne som ventilation og/eller varmesystem kan håndtere de forandrede behov i forhold til at opnå tilfredsstillende termisk komfort.

### Påklædning og aktivitet

På arbejdspladser, hvor der er regler for påklædningen, er medarbejderne særligt påvirkelige af de termiske forhold, som de udsættes for. Der bør derfor være ekstra krav til den termiske komfort, hvis det ikke er muligt, eller kun i ringe grad er muligt at ændre sin påklædning i forhold til at opnå komfort. Der bør ligeledes tages hensyn til aktivitetsniveauet i valget af temperaturinterval. Ved stillesiddende aktivitet er komforttemperaturen højere end ved et højere aktivitetsniveau, hvor komforttemperaturen vil være lavere.

### Styring af varmesystemet

I styringen af varme- og kølesystemer er der observeret en del tilfælde, hvor styringen af varme-/kølesystemet og/eller ventilationssystemet ikke tager højde for, at et større lokale kan have orienteringer mod flere verdenshjørner. Der kan dermed være facader i samme kontor, hvor der er direkte sol på én facade og dermed en stor varmepåvirkning, mens resterende facader er i skygge. Dette fænomen optræder ofte i storrums-kontorer. I sådanne tilfælde er der observeret problemer, hvis de termiske forhold i lokalet kun er styret efter én enkelt placering eller meget få placeringer af temperaturfølere.

Der er ligeledes observeret tilfælde, hvor lokaleindretningen ændres, for eksempel ved ombygning af ét lokale til to eller flere mindre lokaler. Derved kan man risikere, at temperaturen i alle lokaler kun styres efter et af lokalerne uanset at personbelastningen, solindfaldet eller andet kan være meget forskellig i de andre lokaler. Der er også tilfælde, hvor ombygning af planløsningen har fundet sted uden at tage hensyn til placering af ventilationsindblæsnings- og udsugningsarmaturer. Derved risikeres det, at ventilationen ikke er indreguleret efter de nye forhold, og kan være henholdsvis overdimensioneret eller underdimensioneret i de enkelte lokaler og i ubalance. Det kan give udfordringer med den termiske komfort og trækgener samt risiko for et utilstrækkeligt luftskifte.

### **Solafskærmning**

Den termiske komfort er i mange nyere og renoverede bygninger meget afhængig af en effektiv solafskærmning. Der er konstateret mange tilfælde, hvor solafskærmningen er utilstrækkelig, fx hvor afskærmningen ikke er effektiv nok, eller ikke bruges/styres hensigtsmæssigt. Hvis solafskærmningen eksempelvis tager udsyn eller dagslys, og derfor først benyttes, når der er blevet for varmt. Så kan det være for sent til at opretholde termisk komfort.

Der er også mange eksempler på, at automatisk styrede solafskærmninger ikke virker som tiltænkt, fx pga. at brugerne vælger manuel overstyring. Det kan både være fordi styringen af solafskærmningen ikke er hensigtsmæssig eller fordi automatikken ikke er vedligeholdt eller er udtjent. Vedligeholdelsesudgifter til automatiske solafskærmninger kan være en overraskelse for bygningsejere.

### **Kuldegener**

Kuldegener observeres ofte på grund af kolde overflader som fx kolde ydervægge, kuldebroer hvor bygningsdele samles eller fx ved aluprofiler i glaspartier. Kolde overflader kan skabe kuldenedfald eller resultere i en koldere operativ temperatur end lufttemperaturen pga. kuldestråling.

### **Trækgener**

Trækgener kan opstå under visse kombinationer af lufttemperatur og lufthastigheder. Høje lufthastigheder kan ved lave temperaturer opleves generende, mens samme lufthastigheder ved højere temperaturer ikke giver anledning til gener. Det er årsagen til, at indblæsningen fra ventilationssystemet eller kølearmaturer i nogle situationer giver anledning til trækgener i køleperioder, hvor indblæsningstemperaturen er lavere end rumlufttemperaturen.

Manuel eller automatisk vinduesåbning kan i nogle tilfælde være nødvendig for at opretholde en tilfredsstillende luftkvalitet eller termisk komfort. Vinduesåbning kan give anledning til trækgener for de medarbejdere, som har arbejdsplads nær vinduerne, mens komforten for medarbejdere placeret andre steder er afhængig af vinduesåbning. Man skal derfor være særligt opmærksom på trækgener ved vinduesåbning.

Derudover kan kuldenedfald fra vinduespartier med kold indvendig overflade eller andre kuldebroer eller kolde overflader give anledning til trækgener.

En typisk årsag til observerede trækgener på kontorer er loftsmonterede kølebafler. Der opleves ofte trækgener, hvis placeringen af arbejdspladser er u hensigtsmæssig i forhold til luftstrømme fra kølebaflerne. Nedfaldsluftstrømmen fra kølebaflerne kan ramme en medarbejder enten direkte eller ved afbøjning, når luftstrømme rammer vægge eller møbler. Da der er tale om indblæsningsslut kan luftens temperatur i kølesituationen være flere grader koldere end rumtemperaturen. Der er observeret utallige tilfælde hvor kombinationen af kold luft og høj lufthastighed når medarbejderen og giver anledning til gener. Derfor skal man også være opmærksom på, at sænkning af indblæsningstemperaturen kan skabe trækgener i opholdszonen.

### **Svingende temperaturer**

Hvis der forekommer store stigninger i temperaturen i løbet af dagen, hvor det fx er koldt om morgenen og varmt om eftermiddagen, kan det være generende og vanskeligt at tage højde for i forhold til påklædningen.

## **Luftkvalitet**

Et tilstrækkeligt luftskifte er nødvendigt for at opretholde en tilfredsstillende luftkvalitet. Bygningsreglementet stiller krav til det nødvendige luftskifte. Luftkvaliteten afhænger udover luftskiftet af personbelastningen, aktiviteter og materialernes afgasning.

### **Mekanisk ventilation**

I de mange renoverede og nybyggede bygninger er mekanisk ventilation med varmegenvinding nødvendigt for at kunne overholde bygningsreglementets minimumskrav til luftskiftet sammenholdt med et lavt energiforbrug. Dog er der observeret tilfælde, hvor der ikke er udført performance test af den mekaniske ventilation som sikrer balanceret drift og et tilstrækkeligt luftskifte. Er personbelastningen større end de forhold ventilationen er dimensioneret efter, kan ventilationen ligeledes være utilfredsstillende.

For renoveret byggeri kan der være særlige udfordringer med placeringen af indblæsnings- og udsugningsarmaturer, hvor placeringsmuligheder kan være begrænsede pga. bygningsudformningen. Der er observeret tilfælde, hvor der efter installation af mekanisk ventilation under en renovering ikke opnås opblanding af den tilførte udeluft og indeluften. Nogle områder kan derved være dårligt ventileret, så der i dele af bygningen eller lokaler kan opstå problemer med luftkvaliteten.

### **Afgasning fra materialer**

Valg af bygningsmaterialer uden omtanke for materialernes afgasning kan under opførelse af nybyggeri eller renovering resultere i dårlig luftkvalitet. Der er stor forskel på afgasningen fra forskellige materialetyper og imellem samme materialetyper fra forskellige materialeproducenter, så valg af materialer er særdeles vigtigt for luftkvaliteten. Også inventar kan medvirke til dårlig luftkvalitet. Afgasningen vil som oftest være størst i starten af materialernes levetid og aftage langsomt over tid. Lavt luftskifte og høje temperaturer øger problematikken med materialers afgasning. Materialeafgasning kan give lugtgener, og det er en hyppig årsag til problemer med luftkvaliteten.

## Fugt og skimmel

Skimmelvækst opstår når de rette betingelser er opfyldt og høj fugt på materialeoverflader er en forudsætning for, at skimmelvækst kan opstå.

Derudover er betingelserne for vækst; tilstedeværelsen af organisk materiale. Det kan være i form af snavs eller selve materialet som kan give næring til skimmelsvampene. Skimmelsporer findes naturligt udendørs og indendørs og lægger sig i støv på alle overflader. Sporerne spirer når både fugt og næring er til stede. Materialernes overflade skal have en relativ fugtighed på mindst 75 % for, at der er betingelser for skimmelvækst.

### Fugtige byggematerialer

Indbygning af fugtige byggematerialer er en hyppig årsag til fugtproblemer. Det kan skyldes uhensigtsmæssig oplagring af byggematerialer på byggepladsen, tilførsel af fugt i byggeperioden eller manglende udtørring i byggeperioden. Når fugtige materialer bygges ind i konstruktioner er der risiko for, at materialerne ikke kan tørre ud. Eller ved at skimmelvæksten etablerer sig inden materialerne bliver tørre. Tør skimmelvækst kan også påvirke indeklimaet. Der er observeret skimmel som følge heraf i adskillige tilfælde.

Fugt i byggematerialer kan ligeledes opstå som følge af skader. Der kan fx være rørskader eller skader i klimaskærmen, og i begge tilfælde vil der kunne opstå opfugtning af materialer som kan føre til nedbrydning, herunder skimmel, råd og trænedbrydende svampe.

### Indvendig efterisolering

I forbindelse med renovering, hvor der er opsat indvendig efterisolering med forsatsvægge, er der observeret skjulte fugt- og skimmelproblemer. Problemerne opstår, fordi konstruktionen enten er forkert opbygget eller fordi dampspærren er utæt. Derved kan varm fugtig indeluft trænge ud og føre til høj luftfugtighed inde i konstruktionen, hvor temperaturen er lavere. Typisk gror skimmelsvampene på den oprindelige ydervægsflade.

### Tagkonstruktioner

I tagrum observeres ofte fugt- og skimmelproblemer, hvilket kan opstå som følge af overisolering i etageadskillelsen, hvor der ikke er en tæt dampspærre eller som følge af utilstrækkelig ventilation i tagkonstruktioner. Der er stor risiko for udbredt skimmel på mange forskellige undertagsmaterialer, såfremt de rette fugtforhold i perioder af året er tilstede.

Utætte tagdækninger og inddækninger er andre typiske årsager til skimmelvækst, hvor fugttilførslen kommer udefra.