

Skimmelmateriale i lejlighedsstøv

Udgivet af Teknologisk Institut med støtte fra
Grundejernes Investeringsfond

OPBUD!
Her kommer Teknologisk Institut på besøg.
Må **IKKE** bemærke eller afbryde besøget.
Juni-Oktober 2024

**Forfattere:**

Mari Ann Tørngren, Teknologisk Institut
Nanna Rosa Mannov Christiansen, Teknologisk Institut
Tue Rønhave Laursen, Teknologisk Institut
Sofie Marie Kristensen, Teknologisk Institut

Layout:

Teknologisk Institut

ISBN:

978-87-91461-89-7

Udgivelsesdato:

Januar 2025

Projektet:

Projektet er støttet af Grundejernes Investeringsfond og udført af Teknologisk Institut i samarbejde med Drost Fonden og HouseTest.

Indhold

Indledning	5
Forsøgsarbejde	6
<i>Tabel 1: Oversigt over registrerede forhold i lejlighederne</i>	7
Laboratorieanalyser	8
<i>Tabel 2: Gruppering af svampearter til dataanalysen</i>	8
<i>Faktaboks</i>	9
Casebygninger	10
Statistiske analyser og databehandling	10
<i>Begrebsforklaring</i>	11
Resultater	12
<i>Tabel 3: Beskrivelse af kategorier A-F</i>	13
<i>Figur 1: Boksplot over fordeling af skimmelkoncentrationer</i>	15
<i>Figur 2: Boksplot over fordeling af kategorier for rengøringsniveau</i>	16
<i>Figur 3: Ændring i den gennemsnitlige skimmelkategori for hvert rengøringsniveau</i>	17
Konklusioner	18



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



**GRUNDEJERNES
INVESTERINGSFOND**



Må **IKKE** fjernes eller aftørres i testperioden
Juni-Oktober 2024

Indledning

Projektet "Skimmelmateriale i lejlighedsstøv" undersøger det forventede niveau af DNA fra skimmelsvampe i støvet fra lejligheder i ældre bebyggelser, hvor der ikke er mistanke om vand- eller fugtskader.

Projektet er udført som et casestudie, hvor 83 egnede lejligheder er udvalgt.

Projektet er støttet af Grundejernes Investeringsfond og udført af Teknologisk Institut i samarbejde med Drost Fonden og HouseTest.

Projektet startede i maj 2023 og er afsluttet i december 2024.

Kapitel 1

Forsøgsarbejde

Indledningsvist blev der afholdt en workshop med udvalgte branchefolk, som kunne bidrage med vigtig og nyttig erfaring omkring hvilke parametre, der kan forventes at have indflydelse på resultatet af en støvprøve og derfor var relevant at medtage i undersøgelsen.

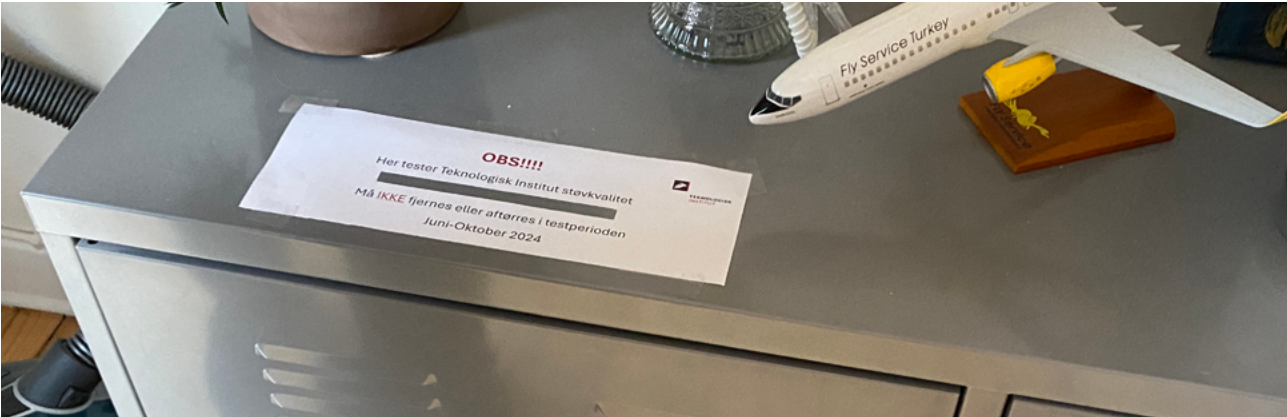
På baggrund af denne workshop blev det besluttet:

- At der skulle udtages i alt 2 støvprøver i hver lejlighed med 3 måneders mellemrum, således at der både indgik en prøve med "ukendt" støv og en prøve med "kendt" støv.
- At der skulle registreres en række parametre i forbindelse med prøvetagningen, for både at have vigtig information omkring brugeradfærd og bygningsdata. Listen over parametre, der er medtaget i databehandlingen, kan ses i Tabel 1.
- Prøvetagning og registreringer skulle udføres af Teknologisk Institut, således at arbejdet blev udført af en person med indsigt og erfaring med bygningsundersøgelser.

Prøvetagning i "ukendt" støv, prøve 1, blev udført i ultimo juni 2024 til primo juli 2024, og prøvetagning i "kendt" støv, prøve 2, blev udført i ultimo oktober 2024 til primo november 2024. Det kendte støv er i dette studie altså ca. 3 måneder gammelt.

Der blev registreret flere parametre end dem, der er samlet i Tabel 1, såsom antal beboere, beboeres nationalitet, antal og type af kæledyr, om der er oplukkelige vinduer, om der er ventiler i vinduerne, m.fl.

Disse parametre blev dog senere frasorteret i analysen på grund af meget få registreringer, som derfor ikke gjorde det muligt at finde signifikante sammenhænge.



Tabel 1: Oversigt over registrerede forhold i lejlighederne, samt om de primært beskriver brugeradfærd eller bygningsdata.

Primært i relation til:	Parametre, der blev medtaget i dataanalysen:	Mulige udfald:
Brugeradfærd	Tegn på kondens i vinduerne	Ja / Nej
	Åbne ventiler i vinduerne	Ja / Nej
	Placering af bad	Ved ydervæg / Indeliggende
	Potteplanter ved testfeltet	<5 / 5-10 / >10
	Rengøringsniveau	Dårligt / Mindre godt / Middel / Godt / Meget godt
	Beboertype	Single / Voksne / Familie / Ældre
	Tæpper	Ja / Nej
	Indretning langs ydervæggen	Ingen / Lidt / Noget / Meget
Bygningsdata	Lejlighedstype	Lille / Stor
	Type af emhætte	Ingen / Kulfilter / Afkast
	Mekanisk ventilation	Ja / Nej
	Indvendig efterisolering	Ja / Nej
	Ventilation i bad	Naturlig / Mekanisk

Laboratorieanalyser

Til analyse af støvprøven blev der benyttet en DNA-analyse fra HouseTest.

Efter hver prøveperiode blev støvprøverne sendt til analyse hos HouseTest. Hver prøve har på baggrund af niveauet og artssammensætningen fået anført en kategori på skalaen fra A til F af HouseTest, hvor A anses for normalt baggrundsniveau og F indikerer, at der kan være skjult vækst af skimmelsvampe, som påvirker analysen.

I forbindelse med databehandlingen blev svampearterne i dette studie inddelt i følgende tre grupperinger: Udendørssvampe, Støvsvampe og Fugtskadesvampe.

I Tabel 2 ses en oversigt over hvilke skimmelsvampearter, der er medtaget i analysen, samt den gruppering af svampearterne, som er udført i forbindelse med databehandlingen.



Tabel 2: Gruppering af svampearter til dataanalysen. OBS: Nogle arter indgår i mere end én gruppering. Læs evt. mere i faktaboksen.

Grupperinger	Skimmelsvampearter
Udendørssvampe	Cladosporium herbarum
	Cladosporium cladosporoides
	Alternaria alternata
Støvsvampe	Rhizopus stolonifer
	Penicillium/Aspergillus/Paecilomyces group
	Mucor/Rhizopus group
	Aspergillus niger
	Aspergillus fumigatus
	Penicillium chrysogenum
	Penicillium expansum
	Trichoderma viride
	Ulocladium chartarum
Fugtskadesvampe	Wallemia sebi
	Penicillium chrysogenum
	Cladosporium sphaerospermum
	Cladosporium cladosporoides
	Aspergillus versicolor
	Aspergillus niger
	Acremonium strictum
	Cheatomium globosum
	Trichoderma viride
	Stachybotrys chartarum
	Ulocladium chartarum

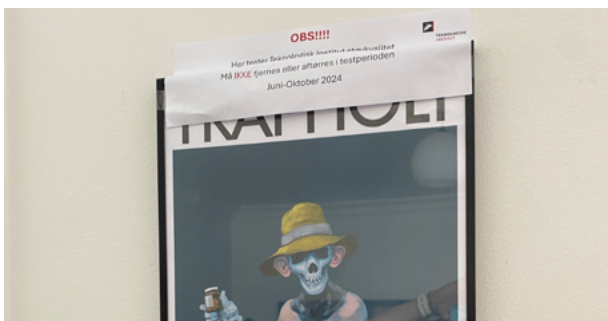
Faktaboks

Ved inddeling af skimmelsvampearterne i de tre grupperinger; Udendørssvampe, Støvsvampe og Fugtskadevampe, forstås en overordnet vurdering af, hvorvidt de pågældende skimmelsvampearter overvejende findes i bygninger som følge af støvophobninger eller som følge af fugtskader.

Skimmelsvampearter, som overvejende findes i støvophobninger, vil typisk være kommet ind fra udeluften eller være trukket ind via jord og snavs udefra.

Skimmelsvampe, som overvejende findes ved og omkring fugtskader, vurderes ofte at gro på bygningsmaterialer som følge af vandpåvirkning. Der er skimmelsvampe, som både omfattes af grupperingen støvsvampe og grupperingen fugtskadesvampe, mens andre kun omfattes i én gruppering.

Yderligere er der en gruppe af udendørssvampe. Disse er blandt de absolut mest almindeligt forekommende udendørsarter i Danmark. Høje tal af disse indikerer eventuel hyppig udluftning og eventuel årstidsbestemt støvakkumulering. Skimmelsvampene i denne gruppe findes også hyppigt i indendørs akkumuleret støv.



Casebygninger

De udvalgte lejligheder er beliggende i ældre bygninger opført i perioden 1896-1954. Alle bygningerne er placeret i hovedstadsområdet og er ejet af Drost Fonden. Bygningerne, der indgik i studiet, har etageadskillelser af bjælkelag og flere med lerindskud.

Da alle lejligheder er fra ældre byggeri, vil de have risiko for ukendte og ældre fugtskader, som kan have en indflydelse på resultaterne af støvprøverne, men ingen af de udvalgte boliger var med kendte skader. For at opnå et så standardiseret/ensartet indeklima som muligt, set i forhold til de byggetekniske aspekter, er følgende typer lejligheder fravalgt i studiet: stuelejligheder, tagboliger og gavllejligheder.

Det viste sig, at flere af lejlighederne havde indvendig efterisolering, men der var ikke rapporteret om problemer med skimmelsvampevækst i denne forbindelse. Disse lejligheder er medtaget i studiet, da det gav en mulighed for at se, om indvendig efterisolering havde indflydelse på resultatet af støvprøverne.

Der blev taget i alt 83 "ukendte" støvprøver ved første prøveudtag (med én gentagelse i samme lejlighed) og 57 kendte støvprøver ved andet prøveudtag. I forbindelse

med prøvetagning blev der ikke fundet visuelle tegn på skimmelsvampevækst eller fugtskader i lejlighederne.

Statistiske analyser og data-behandling

Statistisk dataanalyse er foretaget i Python med fokus på de specifikke parametre som vist i Tabel 1. En Principal Component Analysis (PCA) er udført på sporekoncentrationerne, men der blev ikke fundet betydelig variation i data. Der er desuden udarbejdet boksplot på baggrundsdata fra alle lejligheder, hvor både første og anden prøve er analyseret (i alt 57 prøver).

For at teste sammenhængen mellem de forskellige faktorer og skimmelkoncentrationerne, blev der udført en Generalized Linear Model (GLM) analyse ved brug af statistikpakken Statsmodels. Denne analyse blev udført for hver svampeart, kategori (A-F) samt for grupperingerne: Støvsvampe, Udendørssvampe og Fugtskadesvampe.

Analyserne er udført separat for første og anden støvprøve, da prøverne er taget på forskellige tidspunkter og under forskellige forhold. GLM-analysen undersøger, hvordan de forskellige faktorer påvirker en enkelt svampeart og beskriver, om der er lineære sammenhænge.



Begrebsafklaring til

Statistiske analyser og databehandling

Median: den værdi som 50% af observationerne vil være mindre end eller det samme som, og 50% af observationerne vil være større end eller det samme som.

Boksplot: et boksplot viser fordelingen af observationer. De kan læses således:

Boksen:

Den rektangulære boks viser, hvor midten af observationerne ligger. Den strækker sig fra den lavere kvartil (den laveste 25% af observationerne) til den øvre kvartil (de højeste 75% af observationerne). Altså, det viser de midterste 50% af observationerne.

Den midterste streg i boksen:

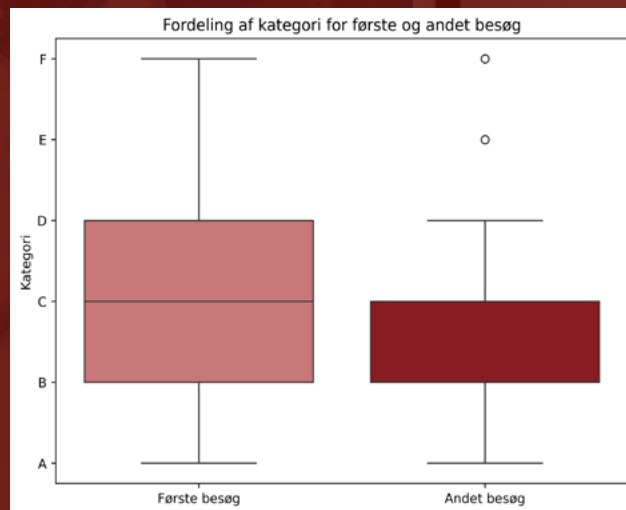
Denne streg repræsenterer medianen, som er den midterste værdi, når alle observationerne er ordnet. Det betyder, at 50% af observationerne er mindre end denne værdi, og 50% er større eller samme har værdi.

Stregerne:

De linjer, der går ud fra boksen, viser de fleste af de resterende tal i gruppen. De strækker sig til den højeste og laveste observation, der ikke statistisk set er usædvanligt langt væk fra de resterende observationer.

Prikker udenfor boksen:

Disse prikker kaldes outliers og repræsenterer usædvanligt høje eller lave observationer, der ligger langt fra de andre observationer i gruppen.



Figur 1: Boksplot illustrerer fordelingen af skimmelkoncentrationer kategoriseret fra A (bedst) til F (problematiske) for to besøg med i alt 56 prøver i hver gruppe. De to grupper indeholder de samme boliger, på to forskellige tidspunkter.

Kapitel 2

Resultater

Der er i det følgende fokus på kategorien (A-F) beregnet af HouseTest.

Kategorien angiver en samlet vurdering af koncentrationen og artssammensætningen af skimmelsvampe i støvet, på en A-F skala, som udtrykker sandsynligheden for skjult vækst af skimmel. En beskrivelse af de 6 kategorier kan ses i Tabel 3.

Boksplottet i Figur 1 viser en bredere spredning af kategorierne A-F ved 1. prøvetagning i "ukendt" støv, sammenlignet med 2. prøvetagning i "kendt" støv. Dette indikerer, at der er større variation i skimmelkoncentrationerne og/eller i svampearter ved 1. prøvetagning.

Dog ses der også en stor spredning i kategorierne ved 2. prøvetagning, også for lejligheder beliggende i samme opgang.

Det har derfor ikke, på baggrund af dette studie, været muligt at fastlægge en specifik kategori eller et afgrænset interval, som fremadrettet kan betragtes som

"normalt baggrundsniveau" i denne type af lejligheder. Derudover blev der observeret, at der sker en ændring i kategorierne mellem de to prøvetagninger.

For lejligheder registreret med et "dårligt" rengøringsniveau blev kategorien ændret til en kategori tættere på normalt baggrundsniveau, mens lejligheder registreret med et "meget godt" rengøringsniveau blev ændret til en kategori længere fra et normalt gennemsnit (Figur 3).

Om den store variation i kategorier skyldes brugeradfærd eller ukendte skjulte skader i bygningen kan dog ikke endelig konkluderes på baggrund af dette studie, men det vil være relevant at holde dette fokus i fremtidige studier, så det omfatter både nyere og ældre bygninger.

Tabel 3: Beskrivelse af kategorier A-F, udarbejdet af HouseTest, men ikke udarbejdet specifikt til dette studie.

Kategori	Beskrivelse (udarbejdet af HouseTest og ikke specifikt til dette studie)
A	Forekomsten og sammensætningen af skimmelsvampe er normal. Der er altså ikke tegn på, at indeklimaet er påvirket af skjulte fugtskader.
B	Der er let forhøjede forekomster af enkelte skimmelsvampetyper på prøven, men der er lav forekomst af fugtindikatorerne. Dette skyldes formentlig ophobning af skimmelmateriale i støv fra udeluften, og ikke at indeklimaet er påvirket af skjulte fugtskader.
C	Der er let forhøjede forekomster af enkelte skimmelsvampetyper i forhold til det forventelige niveau for tørre, rene og ikke skadede bygninger. Dette skyldes formentlig indendørs vækst af skimmelsvampe, eller at naturligt forekommende udendørsarter har ophobet sig i støvet.
D	Der er meget forhøjede niveauer af en eller flere skimmelsvampetyper, samt en unormal artssammensætning med høje niveauer af fugtindikerende skimmelsvampetyper, som sandsynliggør tilstedeværelsen af skimmelvækst, der påvirker indeklimaet.
E	Der er meget forhøjede niveauer af en eller flere skimmelsvampetyper, samt en unormal artssammensætning med høje niveauer af fugtindikerende skimmelsvampetyper, som sandsynliggør tilstedeværelsen af skimmelvækst, der påvirker indeklimaet.
F	Der er et kraftig forhøjet niveau af flere skimmelsvampetyper i bygningen og en unormal sammensætning med meget høje niveauer af fugtindikatorer, som sandsynliggør tilstedeværelsen af en fugtskade, der påvirker indeklimaet.

Generaliserede lineære modeller (GLM) blev brugt til at teste sammenhænge mellem forskellige registrerede parametre og skimmelkoncentrationer i de enkelte prøver.

Generelt kunne der ikke ses nogen signifikante sammenhænge mellem niveauet af skimmelsvampe, eller kategorier (A-F), når de sammenholdes med registrerede parametre fra Tabel 1.

Dog kunne der ved udelukkende at se på 2. prøvetagning ("kendt" støv) ses en signifikant stigning i niveauet af skimmelmateriale fra udendørsarter, jo flere pottedplanter der var registreret i lejligheden nær testfeltet.

Det samme var gældende for lejligheder uden mekanisk ventilation, her var der også et højere niveau af skimmelmateriale fra udendørsarter.

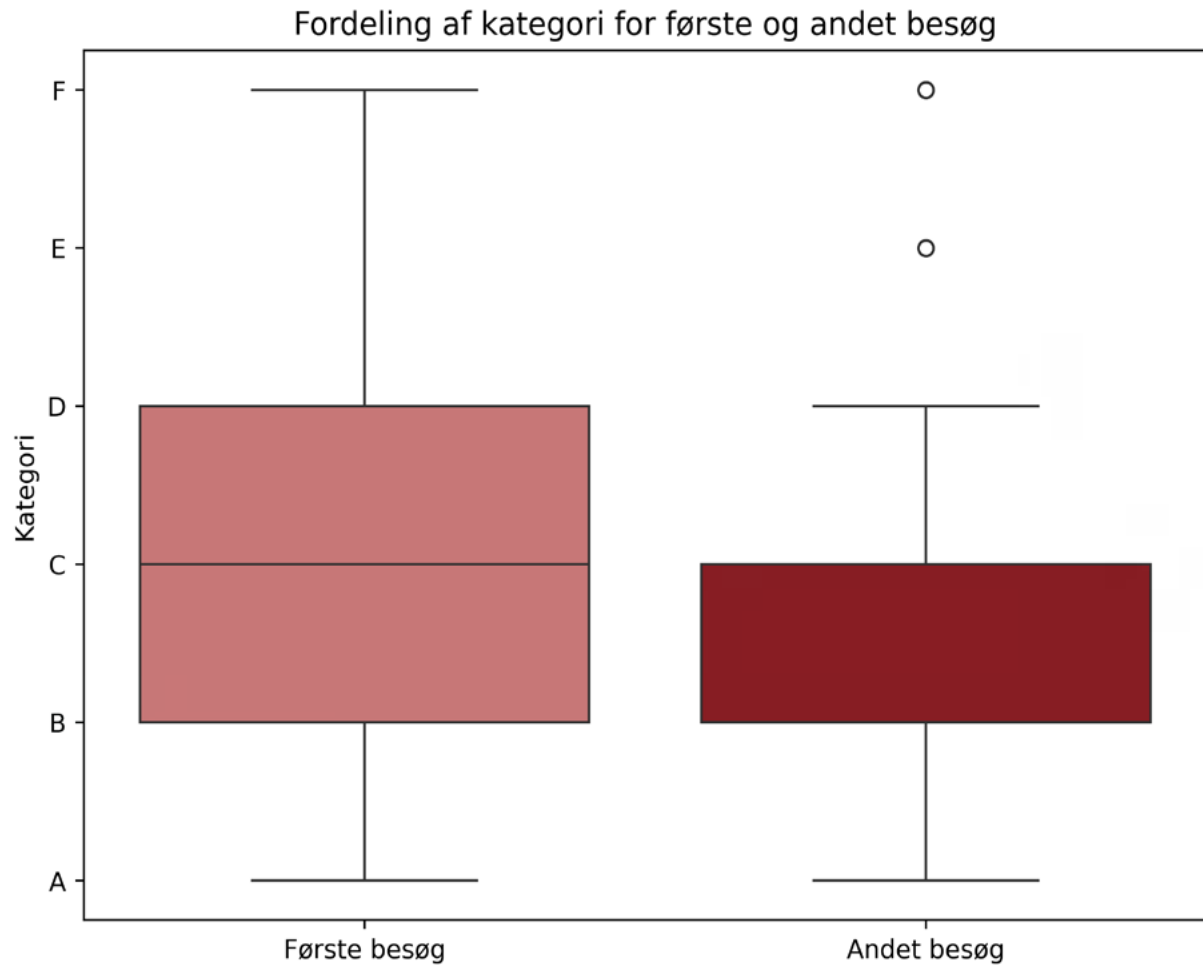
Selv om der ikke ses en signifikant sammenhæng mellem kategorierne og nogen af de registrerede parametre, ses en stigning i niveauet af alle tre grupperinger, udendørssvampe, støvsvampe og fugtskadesvampe, for lejligheder, som havde et

badeværelse der lå ved ydervæggen, frem for et indeliggende badeværelse.

Årsagen hertil kan ikke fastlægges på baggrund af dette studie, men det er interessant, at denne sammenhæng er gennemgående for alle grupperinger, og særligt for grupperingen med fugtskadesvampe, og i et fremtidigt studie vil dette være relevant at undersøge nærmere.

Studiet viste ingen signifikant sammenhæng mellem niveauer eller sammen sætningen af skimmelmateriale i støvet i lejligheder med eller uden indvendig efterisolering.

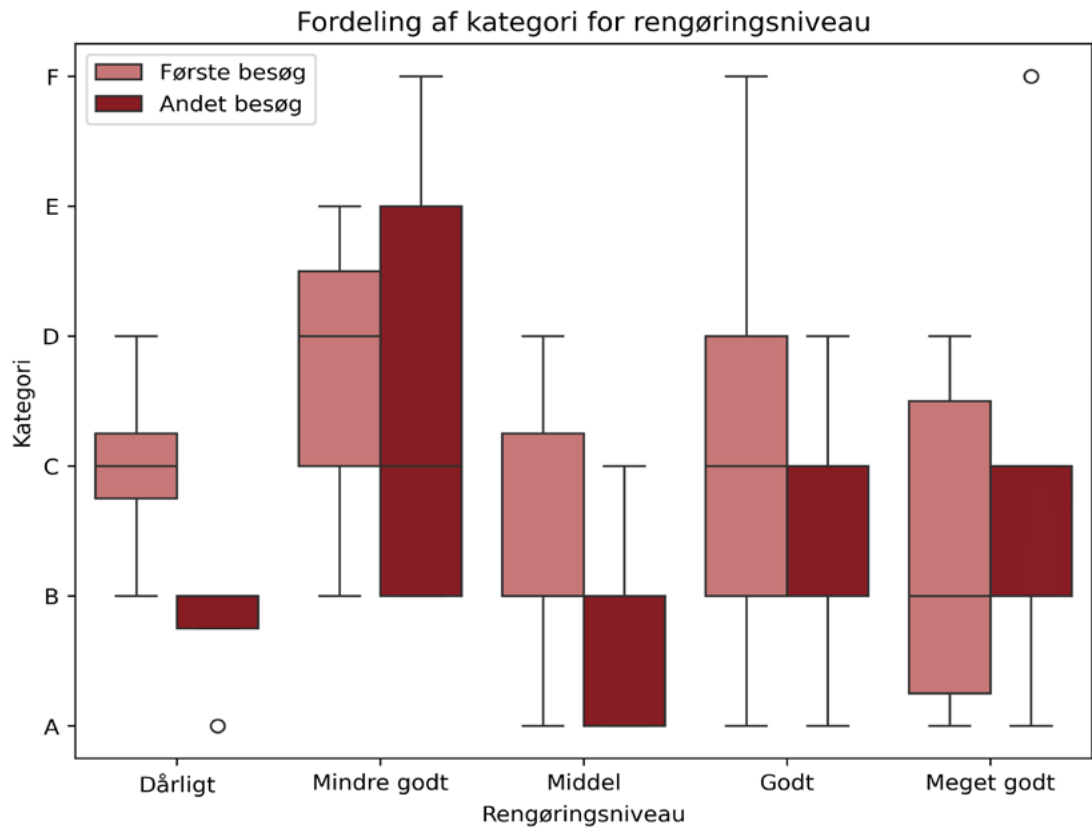
Studiet har ikke undersøgt, om der er opstået vækst af skimmelsvampe på den oprindelige ydermur bag den indvendige efterisolering.



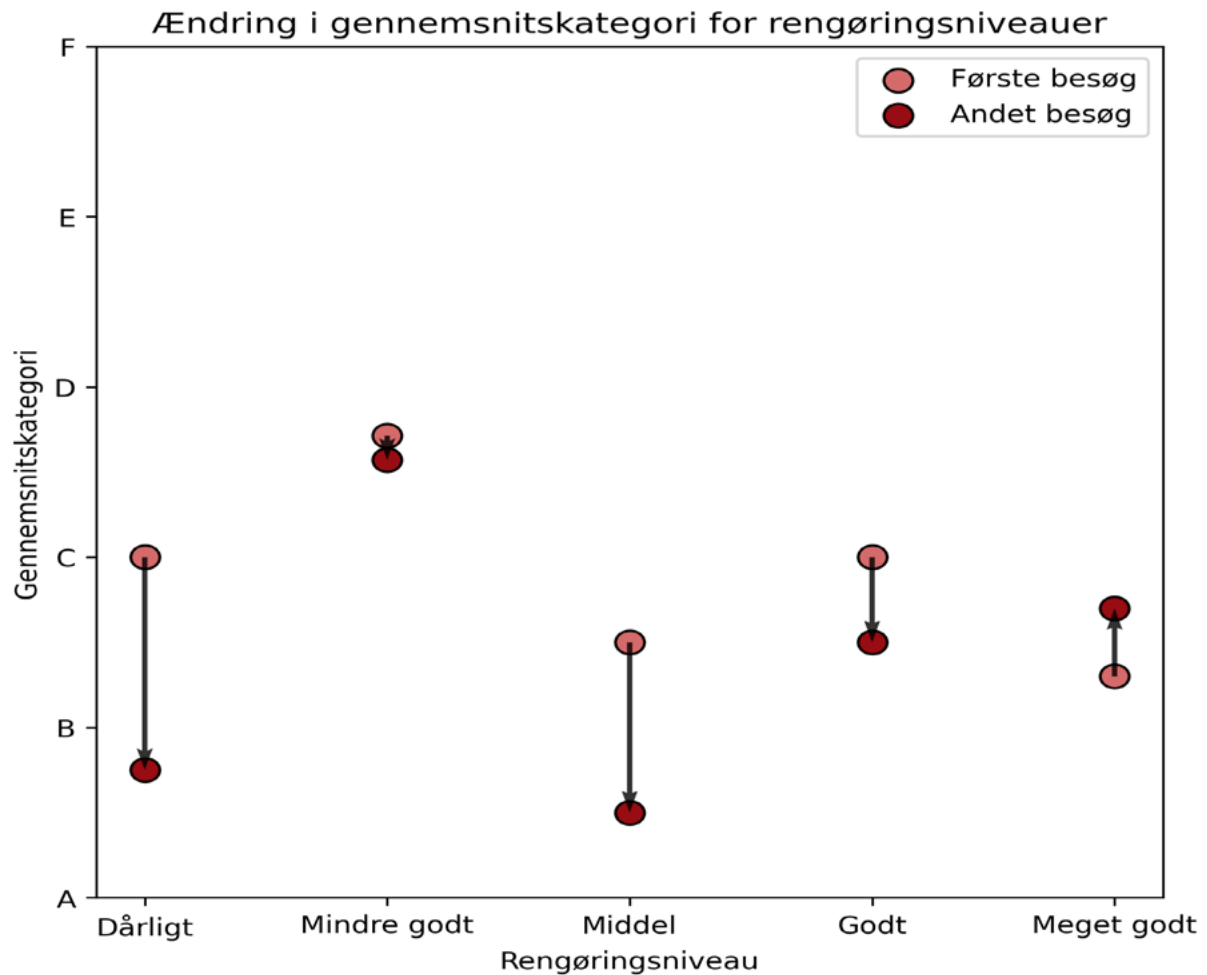
Figur 1: Boksplot illustrerer fordelingen af skimmelkoncentrationer kategoriseret fra A (normalt) til F (problematisk) for to besøg med i alt 57 prøver i hver gruppe. De to grupper indeholder de samme boliger, på to forskellige tidspunkter.

Tabel 4: Antal lejligheder for hvert trin på rengøringsniveauskalaen.

Rengøringsniveau	Dårligt	Mindre godt	Middel	Godt	Meget godt
Antal lejligheder	4	7	12	24	10



Figur 2: Boksplot illustrerer fordelingen af kategorier for rengøringsniveau ved to besøg med i alt 56 prøver i hver gruppe. De to grupper indeholder de samme boliger, på to forskellige tidspunkter. Hver boksplot repræsenterer skimmelkoncentrationer kategoriseret fra A (bedst) til F (problematiske). På x-aksen er rengøringsniveauet inddelt i en kategorisk skala. For hvert rengøringsniveau er resultaterne fra første og andet besøg vist.



Figur 3: Figuren viser ændringen i den gennemsnitlige skimmelkategori for hvert rengøringsniveau, mellem første og andet besøg. En lille ændring af pilen betyder ikke, at prøverne ikke ændrer kategori, blot at nogle prøver ændrer sig én vej på skalaen (A-F) og andre prøver ændres i modsat retning. En stor ændring fås både ved at mange prøver har samme tendens, og/eller at enkelte prøver flytter sig flere niveauer på skalaen (A-F).

Kapitel 3

Konklusioner

Dette studie viste, at der kan være stor spredning i HouseTest kategorierne fra A-F, både ved analyse på "kendt støv" og "ukendt støv".

Dette indikerer, at det kan være svært at afgrænse normal baggrundsflora til en specifik kategori eller interval af få kategorier for lejligheder beliggende i ældre bebyggelser, som det har været gældende i dette studie. Det kan forventes at baggrundsfloraen varierer væsentligt fra lejlighed til lejlighed, også inden for samme opgang.

Om dette skyldes bygningsrelaterede forhold eller brugeradfærd, kan ikke konkluderes på baggrund af dette studie.

Selvom der ikke kunne fastlægges signifikante sammenhænge mellem kategorierne (A-F) og de registrerede parametre, indikerede resultaterne, at rengøringsrutiner, og/eller mængden af støv på den overflade hvor prøven udtages, potentielt kan påvirke skimmelkoncentrationerne og

artssammensætningen i DNA-støvprøver, hvilket vil være relevant at undersøge nærmere i fremtidige studier.

Det blev også fundet, at lejligheder med flere pottedplanter, og lejligheder uden mekanisk ventilation, havde højere niveauer af skimmelmateriale fra udendørsarter. Det kan hænge sammen med, at der bringes flere af disse svampearter ind udefra, fra hhv. jord i pottedplanter, samt hvis der åbnes vinduer jævnlgt for at lufte ud i lejligheden.

Desuden viste studiet, at lejligheder med badeværelser ved ydervægge har et højere niveau af skimmelmateriale på tværs af alle grupperinger, hermed også fugtskadesvampe.

Årsagen hertil kan ikke fastlægges på baggrund af dette studie, men det er interessant, at der ses en signifikant sammenhæng for alle tre grupperinger, hvorfor dette forhold vil være relevant at undersøge nærmere i et fremtidigt studie.

Om projektet

Projektet "Skimmelmateriale i lejlighedsstøv" er støttet af Grundejernes Investeringsfond og udført af Teknologisk Institut i samarbejde med Drost Fonden og HouseTest.

Projektet startede i maj 2023 og er afsluttet i december 2024.

Projektet undersøger det forventede niveau af DNA fra skimmelsvampe i støvet fra lejligheder i ældre bebyggelser, hvor der ikke er mistanke om vand- eller fugtskader.

Projektet er udført som casestudie, hvor 83 egnede lejligheder er udvalgt.

Skimmelmateriale i lejlighedsstøv

Udgivet af Teknologisk Institut

Støttet af Grundejernes Investeringsfond

OPBUD
Hjert Tegner Teknologisk Institut og Drost Fonden
143 KMS Ijernes eller støvet i lejligheder
Juni-Oktober 2024