

**Indeklimaundersøgelse  
Galgebakken Neder 6,1, 2620 Albertslund**

**af**

**Claus Lundsgaard og Lili Møller Pangel**

**SBMI 18186**

**Marts 2014**

<b>Rekvirent</b>	NOVA5 arkitekter as Sankt Annæ Passage G 1262 København K v/Lars Vind Scheerer
<b>Bygherre</b>	BO-VEST, Boligsamarbejdet på Vestegnen Malervangen 1 260 Glostrup v/Susanne Palstrøm v/Jørgen Bach
<b>Udførende</b>	Skandinavisk Bio-Medicinsk Institut A/S (SBMI) Rungstedvej 21 2970 Hørsholm
<b>Opgavens art</b>	Indeklimateknisk undersøgelse mht. fugt og mikrosvampe i lejemål beliggende Galgebakken Neder 6,1.
<b>Indhold</b>	Sammenfatning Anbefaling Baggrund Analyseresultater – Inspektion og vækstflader af mikrosvampe – Måling af total svampesporekoncentration i luft – Punktmåling af hygrotermiske variable – Screening for træfugt – Fugtscanning af vægge Bilag 1. Fotodokumentation Bilag 2. Metodebeskrivelse

## Sammenfatning

På foranledning af Lars Scheerer, NOVA5 arkitekter, har SBMI d. 21. januar 2014 gennemført fugt og skimmelundersøgelse i lejemålet beliggende Galgebakken Neder 6, 1. Aktuelle rapport omhandler målinger af fugt og mikrosvampe på inspektionsdagen, mens supplerende termografering og fugtlogninger (igangværende målinger) rapporteres senere.

### *Mikrosvampe*

Der blev registreret misfarvninger og mikrosvampevækst på både ydervægge og bagbeklædning af kommoder i værelser 1 og 3. Dertil sås vækstflade af mindre omfang på væg i stue, gang og værelse 2. Generelt i boligen fremstod trævinduer og døre fugtbelastede med afskallet maling og sortfarvning primært på nedre dele af rammer som følge af fugt og mikrosvampe.

### *Påvirkning af indeklimaet*

Udbredelse af vækstflader af mikrosvampe på vægge vurderes ikke så stor grundet afrensninger i løbet af året. Den sparsomme vækst var dog frisk og på vej frem igen. Misfarvninger i relation til vinduer og lignende vurderes ikke at være fuld bevokset med mikrosvampe grundet rengøring, men afspejler længerevarende fugtpåvirkning og mulighed for tilbagevendende vækst. Arealer af vækstflader vurderes at medføre svag til middel risiko for eksponering af mikrosvampe, hvilket understøttes af indhentede luftprøver.

Det blev ved luftprøver påvist, at der sker en sporespredning, og at indeklimaet i hele boligen belastes af interne vækstflader. Det vurderes, at de forhøjede koncentrationer (10.267-15.813 sporer pr. m<sup>3</sup>) i nogen grad vil kunne påvirke særlig følsomme beboere, mens hovedparten af befolkningen tåler langt højere koncentrationer. Eksponeringsniveauet vurderes at kunne mindskes ved rengøring, især ved generel støvsugning og ved målrettet rengøringsrutine ved potentielle vækstflader.

Der fandtes vækstflade i fugtig krybekælder, men sporekoncentrationen i kælderluft var signifikant lavere end i boligen, og krybekælder vurderes ikke at være en betydende kilde til sporer i opholdsrum.

### *Fugt*

Der ses generelt sammenhæng mellem opfugtede lokaliteter og steder med vækst af mikrosvampe.

Screening af træfugt i fodpaneler og lignende viste, at en del fodpaneler i boligen langs tunge ydervægge var opfugtet til et niveau, hvor mikrosvampe kan etableres og vokse (træfugt  $\geq 16\%$ ). Enkelte steder relateret til yderhjørner sås fodpanel med et fugtindhold, hvor trænedbrydende svampe kan vokse (træfugt  $\geq 20\%$ ).

Ved inspektionen sås dug på vinduer. Træfugt i vinduesrammer og dørkarm blev målt stikprøvevist og var ligeledes på et kritisk niveau (ca. 16-21 % træfugt), med mulig begyndende råd ved nogle lokaliteter. Kondens på ruder kan skyldes intern fugtbelastning i boligen samt kuldebrosproblematikker.

Fugtscreening af vægge viste opfugtning (Gann-værdi  $\geq 100$ ) i yderhjørner svarende til værelse 1, badeværelse samt værelse 3. Der blev tillige målt lettere opfugtning (Gann-værdi 80-99) i tilstødende ydervægge og i hjørner mod nabo.

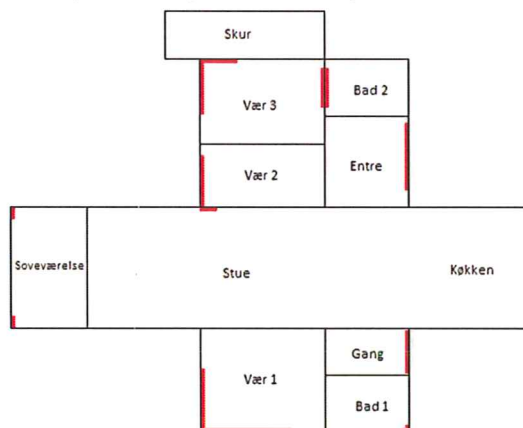
I væg mellem værelse 3 og badeværelse 2 blev der målt opfugtning, som tyder på en utæt konstruktion i badeværelset.

Generel årsag til opfugtning i ydervægge er ikke klarlagt i nærværende rapport. Der kan være tale om opstigende fugt og/eller dårlig termisk isolering kombineret med intern fugtbelastning.

#### *Påvirkning af indeklimaet*

Øjebliksmåling af luftfugtighed ude og inde (stue) viste vanddampoverskud på  $4,9 \text{ g/m}^3$ . Det indikerer, at boligen kan placeres i fugtbelastningsklasse 3, hvilket svarer til normalområdet for boliger med høj beboelsestæthed. Dette anses for højt for nærværende bolig. Fugtloggere er udlagt og vil sammen med termografering give et bredt billede af fugtbelastning og kuldebrosproblematik i boligen (afrapporteres senere).

**Figur A.** Registrerede risikozoner for opfugtning i væg eller panel eller mikrosvampevækst i boligen er angivet ved rødt. Dertil er vinduer og yderdøre generelt i boligen udsatte lokaliteter.





## Anbefaling

For at minimere eksponering af mikrosvampe bør udbredelse af vækstflader mindskes.

Kommoder med synlig vækst bør kasseres eller bagbeklædning udskiftes (og skuffer rengøres), da bagbeklædning vurderes vanskelig at afrense tilstrækkeligt for vækstflader og lugt.

På vægge m.v. bør vækstflader af mikrosvampe afrenses og efterfølgende foretages grundig rengøring af hele boligen (inkl. paneler, vindues- og dørkarme), da der er målt forhøjede sporekoncentrationer i hele boligen, uagtet omfang af registrerede vækstflader i det enkelte rum. Rengøring bør ske ved støvsugning (maskine med HEPA-filter) af gulve og aftørring af øvrige flader. Egentlige vækstflader kan supplerende rengøres med desinficerende middel fx Rodalon.

Opfugtning i væg mellem badeværelse og værelse 3 bør undersøges og udbedres.

Det bør tilstræbes, at holde et fornuftigt luftskifte således at fugtniveauet i rumluft holdes nede. Dertil bør møbler generelt ikke placeres tæt på ydervægge.

De udsatte områder bør holdes under opsyn og rengøres efter behov.

På længere sigt anbefales forebyggelse af vækstrisiko. Effekt af nedsat fugtbelastning og øget isolering vil blive analyseret på baggrund af fugtlogninger og termografering i igangværende undersøgelse.

Ønskes yderligere rådgivning eller assistance kontakt os da venligst.

SBMI A/S

  
Lili Møller Pangel

konsulent, dipl.ing.

## Baggrund

Galgebakken er en afdeling under Vridsløselille Andelsboligforening, BO-VEST og er beliggende i Albertslund Kommune. Bebyggelsen er opført i 1972-1974 i betonelementer samt lette facader med udvendig beklædning af malet eternit. Bebyggelsen er opdelt i kvarterer med boliger fordelt på gårdhuse, rækkehuse og 1-rumsboliger.

Boligforeningen har registreret fugt og mikrosvampevækst i boliger, og SBMI A/S er på foranledning af Lars Scheerer, NOVA5 arkitekter, rekvireret til indeklimateundersøgelse.

Undersøgelse i udvalgte boliger, hvor der opleves problemer med fugt og mikrosvampe, er foretaget af SBMI v. Claus Lundsgaard og Lili Møller Pangel. Fokus i nærværende rapport er den indeklimatemessige situation i gårdhus beliggende Galgebakken Neder 6, 1.

## Analyseresultater

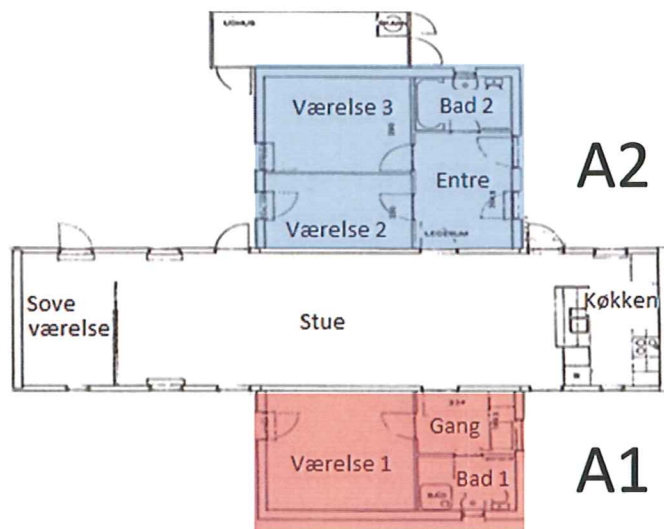
Beboer var hjemme på undersøgelsestidspunktet, d. 21. januar 2014, hvor visuel inspektion kombineredes med screening for fugt i konstruktioner og luft samt aftryk og luftprøvetagning for mikrosvampe. Fugtloggere blev tillige udlagt og termografering foretaget (afrapporteres senere). Undersøgelsen er foretaget uden destruktive indgreb. Fotodokumentation er vedlagt som bilag 1 og metodebeskrivelse er vedlagt som bilag 2. Resultatskemaer er vist sidst i afsnittet.

### Visuel inspektion og vækstflader af mikrosvampe

Galgebakken Neder 6,1 er et etplanshus med 4 værelser, 2 badeværelser og 1 stue. Der er tale om en gårdhus-konstruktion beboet af 4 personer.

Det er oplyst, at beboere i Neder 6,1 oplever gentagne problemer med vækstflader af mikrosvampe primært på ydervægge i værelser. Dertil har beboer konstateret misfarvninger på møbler. For at afhjælpe dette har der bl.a. været gennemført renovering af det ene badeværelse, efterisolering af sokkel omkring del af boligen samt afrensning af mikrosvampevækst på vægflader.

**Figur 1.** Planskitse, Galgebakken Neder 6, 1 (Ej målfast). Lokalitetsbetegnelser er angivet.



### Udvendige forhold

Der var udført udvendig efterisolering af sokkel omkring en del af bygningen svarende til ydervæg ved værelse 1 og badeværelse 1 samt ved tunge facader ved værelse 2 og 3. Sokkelisoleringen var ikke ført helt hen til tilstødende let-facade. Sokkelisoleringen blev oplyst til at være etableret for ca. 1 år siden.

### Krybekælder

Adgang til krybekælder skete via mandhul ved sti ved bebyggelsen. Dæksel var erstattet af rist for at øge udluftning af krybekælder. Passage under grussti var ved inspektionen med kraftig kondens i loft. Dertil blev der konstateret blankt vand under del af bebyggelsen, A1, der delvist var trængt ind under stuen. Der sås kun isolering under betondæk i område svarende til badeværelse 1. I krybekælder blev der tillige observeret skidt og mikrosvampe-lignende misfarvning på rørisolering, og plast var udlagt oven på terræn i del af krybekælderen (ikke tæt dækkende). Anden del af huset, A2, kunne ikke inspiceres.

### Boligen

Det blev oplyst, at radiatorrør er ført under gulvbrædder, mens vandrør- og afløb er ført i krybekælder. I boligen blev der observeret emhætte med eksternt afkast, tørretumbler (kondensopsamling) og passive aftrækskanaler med ventil i badeværelseslofter.

Det blev oplyst, at beboer oplever problemer med vækst og misfarvninger i yderhjørner og langs nedre del af ydervægge i dele af boligen. Afhjælpning er udført for ca. 1½ år siden, men problemet er tilbagevendende. Ved inspektionen blev der konstateret en del synlige misfarvninger i boligen (mulige vækstflader af mikrosvampe) og tapeaftryk til mikroskopering fra forskellige lokaliteter blev indhentet, jf. nedenstående. Lokaliteter og omfang af mulige vækstflader fremgår af tabel 1 og figur 2. Analyseresultater er vist i tabel 2.



*Badeværelse 1* er renoveret, og de sås fliser på vægge samt gulv. De bløde fuger var misfarvede. Det blev oplyst, at badeværelse 1 blev renoveret pga. sætningsskader i beton (skillevæg) med deraf følgende opfugtning i væg. Ved undersøgelsen blev tillige registreret et koldt yderhjørne med kondens, der rengøres hyppigt (oplyst ved inspektionen).

*Badeværelse 2* er med malede vægge og terrazzogulv (sætningsrevner blev observeret). Ingen misfarvninger blev observeret. Det blev oplyst, at der tidligere ofte var vandskade ved udluftningskanalen, men udskiftning af hætte har hjulpet.

I *entrée* sås afskallet maling og misfarvninger på dør- og vinduesramme og karm.

I *gang* blev der observeret misfarvning på træpersienser, og dørkarm var sort under rude. Dertil blev der observeret hvid belægning og udfældninger på væg. Aftryk verificerede mikrosvampevækst på væg og dørkarm.

I *køkken* sås fugt og vækstflader i bund af vindues- og dørrammer.

I *stue* blev der observeret synlig vækstflade på væg ved havedør. Aftryk verificerede vækstflade af mikrosvampe. Dertil sås fugt og vækstflader i bund af vindues- og dørrammer.

I *soveværelse* (for enden af stuen) blev der observeret fugt på ruder, og bund af vinduesrammer var sortfarvede. Der sås nyere fodlister. Det blev oplyst, at der tidligere har været vækstflader i nedre hjørner ved tung væg mod nabo. Ved nærværende inspektion blev der ikke observeret misfarvninger på vægge, og aftryk kunne ikke påvise vækst på afrenset område.

*Værelse 1* fremstod med små synlige misfarvninger ved yderhjørne på nedre del af væg og fodliste samt lidt ved loft. Det blev oplyst, at der tidligere har været problemer med mikrosvampe, og der er følgende malet med silikatmaling. Tapeaftryk påviste vækst af mikrosvampe. Dertil blev observeret afskallet maling og misfarvninger på vinduesramme samt misfarvet bagbeklædning på kommode (kommode stod langs ydervæg). Tapeaftryk verificerede vækst af mikrosvampe på kommode. Der var svag misfarvning på ydervæg bag seng, hvilket dog kunne være slid/støv.

Inspektion i *værelse 2* var begrænset grundet møblering. Der blev observeret en misfarvning på nedre del af ydervæg. Tapeaftryk verificerede vækst af mikrosvampe.

I *værelse 3* var møbler flyttet et stykke ud fra ydervæg grundet synlige misfarvninger på ydervæg og bagside af møbel. Der blev observeret synlige vækstflader langs nedre del af ydervæg primært relateret til yderhjørne samt lidt misfarvning ved loft i yderhjørne. Aftryk på nedre del af væg verificerede vækst af mikrosvampe. Dertil fremstod vindue med afskallet maling og misfarvninger på vinduesramme, og der blev observeret misfarvning på bagbeklædning på kommode. Beboer oplyste, at tøj fra kommode i værelset lugtede, hvorfor der også blev taget aftryk indvendigt i kommoden. Aftryk fra kommoden påviste vækst på bagbeklædning samt bakterier og sparsom vækst på skuffe.

*Delvurdering – misfarvninger og eksponering*

Arealer af aktuelle og potentielle vækstflader er forsøgt opgjort i tabel 1.

Der blev observeret synlig vækstflade i stue samt i værelse 1, 2 og 3. Tapeaftryk generelt fra disse lokaliteter verificerede vækstflader af mikrosvampe. På lokaliteter uden misfarvning (fx afrenset vægflade i soveværelse) kunne der ikke påvises vækst af mikrosvampe. Der blev observeret misfarvning på bagbeklædning på kommoder i værelse 1 og 3, og aftryk fra disse lokaliteter påviste mikrosvampevækst samt bakterier i det ene tilfælde.

Der blev generelt observeret afskallet maling samt misfarvninger i relation til nedre dele af vinduer og døre. Det observerede indikerer gentagne fugtpåvirkede arealer med potentiale for vækst af mikrosvampe. Tætheden af vækst under ruder er typisk varierende grundet aftørring/rengøring.

Arealmæssigt vurderes der generelt at være en svag risiko for eksponering af mikrosvampe (areal < 0,25 m<sup>2</sup>) ved opsummering af arealer i de enkelte rum. En undtagelse herfor er værelse 1 og 3, hvor misfarvede arealer på kommoder giver en middel risiko for eksponering (areal 0,25 – 3 m<sup>2</sup>). I boligen vurderes der at være middel risiko for eksponering. Fjernes kommoder og afrenses større vækstflader vurderes eksponeringsrisiko at være mindsket betydeligt.

**Tabel 1** Opsummeringstabel fra undersøgelsesdagen. Skønnet arealoppgørelse over synlig misfarvning og mikrosvampevækst, tapeaftryk og sporekoncentration i luft er angivet.

Lokale	Lokalitet	Misfarvet areal, i alt, m <sup>2</sup>	Tapeaftryk	Vækst (+/-)	Sporekoncentration i luft, sporer/m <sup>3</sup> luft
Køkken	Lille vindue	0,005			10.267
	Vindue	0,05			
	Dør	0,05			
Spisestue	Vindue	0,05			
Stue	Væg v. stalddør, nede	0,1	T8	+	
	Vindue	0,05			13.840
	Vindue	0,05			
	Staldør	0,05			15.813
Soveværelse	Vindue	0,05			
	Vindue	0,05			
Værelse 1	Kommode, med støv/ skimmel bag	1	T2	+	15.813
	Væg, hjørne, oppe	0,0025	T3	+	
	Væg, hjørne, nede	0,01	T1	+	
	Skimmel i bund under rude	0,05			
Gang	Trædør, sort under rude	0,02	T6	+	-
Badeværelse 1	Bløde fuger misfarvede	0,01			-
Entre	Dør	0,1			-
	Vindue/væg?	0,05			
Værelse 2	Væg, facade 0,01	0,01	T9	+	-
Værelse 3	Kommode	0,18	T11-T14	+	10.613
	V. vindue	0,005			
	Hjørne, loft	0,001			
	Væg, nede	0,15	T10	+	
<b>I alt i bolig</b>		<b>2,1</b>			
Krybekælder		Ej opgjort			4.151
Ude					1.200



### Måling af total svampesporekoncentration i luft

Til vurdering af belastning af mikrosvampe i indeklimaet blev der indhentet 4 luftprøver i boligen og én i krybekælder til koncentrationsbestemmelse af svampesporer. Til reference blev der indhentet en prøve af udeluften, da udeluften normalt er den betydeligst kilde til svampesporer i indeklimaet. Analyseresultater er vist i tabel 3.

I *boligen* blev der påvist 10.267-15.813 sporer/m<sup>3</sup> luft, med en ensartet sporesammensætning som adskilte sig fra udefrakommende sporer. Koncentration og sporesammensætning indikerer, at der sker en sporespredning fra interne mikrosvampevækstflader til rumluften. Dette medfører en belastning af indeklimaet i boligen, som er større end udeluftens bidrag.

I *krybekælder* blev der påvist 4.151 sporer/m<sup>3</sup> luft. Sporesammensætning i krybekælder var forskellig fra udeluften. Koncentration og sporesammensætning indikerer, at kælderluften påvirkes af interne vækstflader.

### *Delvurdering - mikrosvampesporer*

Der findes svampesporer overalt, både ude og inde. Koncentrationsniveauet af mikrosvampesporer i udeluft er typisk <1.000 til >20.000 sporer/m<sup>3</sup> luft over året, højest i varme og fugtige perioder. Svampesporer tilføres indeklimaet ved fx udluftning og kan ophobes i støv. LOEL (Lowest Effect Level) for svampesporer for særligt følsomme personer estimeres til 10.000-20.000 sporer/m<sup>3</sup> luft. LOEL for størstedelen af befolkningen er ved niveauer over 100.000 sporer/m<sup>3</sup> luft<sup>1</sup>.

Svampesporer i rumluft på måledagen vurderes primært at stamme fra interne vækstflader i opholdsrummene. Det vurderes, at sporebelastning i krybekælderen ikke signifikant påvirker indeklimaet i boligen, da kælderen har lavere sporekoncentrationer og føringsvejene er små.

Det vurderes, at de forhøjede sporekoncentrationer i boligen i nogen grad vil kunne genere beboerne, hvis disse er særligt følsomme, jf. ovenstående. Hvis der imidlertid ikke er symptomer relateret til indeklimaet hos beboere, vil anbefalingen være at skærpe afrensningshyppigheden og på længere sigt forebygge vækstrisikoen (jf. Sundhedsstyrelsens vejledning "*Personers ophold i bygninger med fugt og skimmelsvampevækst. Anbefalinger for sundhedsfaglig rådgivning*" af juni 2009).

For at mindske eksponeringsniveauet af svampesporer bør vækstfladerne afrenses og boligen rengøres. Generelt bør boligen rengøres 1-2 gange ugentligt ved støvsugning (maskine med HEPA-filter).

<sup>1</sup> Wijnand Eduard I39 Fungal spores. The Nordic Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. Arbete och Hälsa nr. 2006:21. Kapitel 14.

### Måling af hygrotermiske variabler

Til vurdering af fugtbelastning og indeklima i boligen er der foretaget en enkelt punktmåling (øjebliksmåling) af relativ luftfugtighed og temperatur i stue, og der er udlagt fugtloggere i fire rum til bestemmelse af fugtbelastning over en længere periode. Af øjebliksmålingen er beregnet vanddampkoncentration i luft samt vanddampoverskud relativt til udeluftens vanddampindhold. Analyseresultater er vist i tabel 4. Fugtlogging er p.t. ikke afsluttet og vil blive afrapporteret senere.

Punktmåling viste, at luften i stue havde forholdsvis høj relativ luftfugtighed på 53 % samt temperatur på 20,1 °C (acceptabelt niveau) og vanddampoverskud relativt til ude på 4,9 g/m<sup>3</sup>.

Fugtoverskud i stuen relativt til udeluften indikerer en fugtbelastningsklasse på 3, der svarer til boliger med høj beboelsestæthed og lignende<sup>2</sup>. En fugtbelastningsklasse 2 (vanddampoverskud på 2-4 g/m<sup>3</sup>) vil være mere passende for boligtypen. Da vanddampkoncentration normalt varierer over tid vil kommende loggerdata være mere retvisende.

### Screening for træfugt

Det aktuelle fugtniveau i træpaneler m.v. blev undersøgt med en indstiksmåler. Indstiksmåleren angiver det relative fugtindhold i vægtprocent. Den forventede vægtprocent er ca. 10-12 % på undersøgelsestidspunktet. Værdier  $\geq 16$  % indikerer opfugtning og er niveauet, hvor der kan foregå vækst af mikrosvampe. Ved træfugt  $\geq 20$  % kan der etableres trænedbrydende svampe.

Ved undersøgelsen blev der screenet for træfugt i fodpaneler og -lister samt taget stikprøvevist i gulve, vinduer og indre døre. Måleresultater er angivet i tabel 5 samt figur 2.

Ved undersøgelsen blev der generelt registreret træfugt  $> 16$  % i fodpanel ved tunge ydervægge samt i fodpanel mod badeværelse 2 (bruseområde) og i vinduesrammer. I yderhjørner i værelse 1 og 3 blev der dertil målt træfugt  $\geq 20$  % i fodpaneler. Stikprøve i vinduer i stue, soveværelse og værelse 3 viste træfugt  $\geq 19$  %, hvilket vurderes at skyldes dug på ruder. Stikprøve i karm ved hovedør viste  $> 16$  % træfugt. I indre døre blev registreret træfugt på ca. 12-15 %, og i gulve blev målt træfugt på ca. 10-16 %, hvilket er lidt højere end forventet, men ikke kritisk og giver ikke mulighed for svampevækst.

### Fugtscanning af vægge

Det aktuelle fugtniveau i vægge blev undersøgt med en Gann-scanner. Fugtscanneren angiver det relative fugtindhold i arbitrære enheder fra 1 til 199 digits. Værdier over ca. 100 indikerer opfugtede konstruktioner. Lettere opfugtning i tunge konstruktioner af tegl og beton vurderes at være til stede ved ca. 80-100 digits. Lette konstruktionstyper har lavere normalområde end tunge konstruktioner. Måleresultater fremgår af tabel 6 samt af figur 2.

<sup>2</sup> Statens Byggeforskningsinstitut 2009. SBI-anvisning 224, Fugt i bygninger.

Ved undersøgelsen blev der registreret Gann-værdier på 29-144 i vægge. Der kunne således måles opfugtning enkelte steder i boligen (Gann-værdi >100). Normalområdet for tunge vægge i boligen var Gann-værdi på 50-70.

Der kunne generelt måles opfugtning i tunge ydervægshjørner (forneden), og aftegnende fugtniveau med øget afstand til yderhjørne. Fugtniveauer var generelt højest i nedre dele af vægge (0-15 cm) og aftog med højden.

Opfugtning af nedre del af væg i relation til ydervægshjørner (Gann-værdier < 100) blev registreret i værelse 1 og 3 samt badeværelse 1. I værelse 3 målt også opfugtning i nedre del af væg mod badeværelse. Opfugtning i bruseniche i badeværelse 2 blev tillige registreret (svarende til lokalitet i værelse 3). I værelse 2 målt lidt forhøjet fugtniveau i yderhjørne mod stue (Gann-værdier på 76-93), ligesom der i soveværelset målt lidt forhøjet fugtniveau i væghjørne mod nabo (Gann-værdier 87-95).

Der blev ikke målt opfugtning i øvre dele af vægge, dog sås let forhøjet fugtniveau (Gann-værdi på 80-88) i yderhjørner i værelse 1 og 3 samt i badeværelse 1.

#### **Vurdering af fugtforhold**

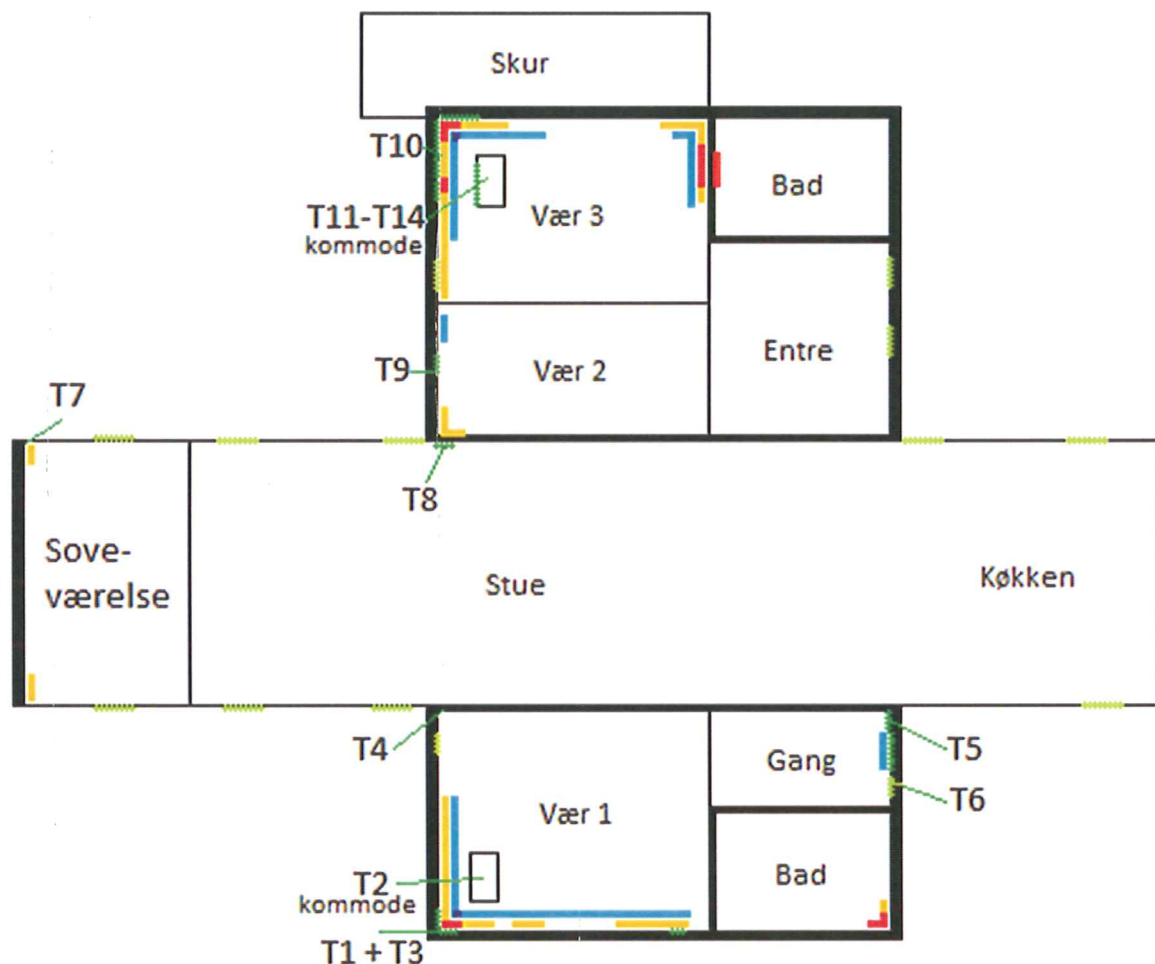
Der ses en sammenhæng mellem træfugt og fugt i vægge generelt. De højeste træfugtværdier i fodpaneler blev målt i områder svarende til lokaliteter med opfugtning i nedre del af vægge. Ved aftagende fugtniveau i væg (fx fra yderhjørne) ses således aftagende fugtniveau i træpanel. Vækstflader kan i begrænset omfang observeres på de opfugtede lokaliteter.

Der ses indikation på fugtbelastning af indeklimaet i form af dug på ruder, øjebliksmåling af vanddampoverskud på  $4,9 \text{ g/m}^3$  samt mikrosvampevækst på ydervægge og møbler. Det vurderes, at intern fugtbelastning og kolde ydervægge (hjørner og sokler) for en stor del kan forklare de målbart forhøjede fugtniveauer disse steder (analyseres yderligere på baggrund af termografering og loggerdata ved senere afrapportering).

Det kan ikke afvises opfugtning i værelse 3 og badeværelse skyldes indtrængende fugt i konstruktioner.



**Figur 2** Planskitse, Galgebakken Neder 6,1 (ej målfast). Skitse med angivelse af vægtype (tung/let) samt angivelse af lokaliteter med misfarvninger, tapeaftryk (T1-T14), opfugtning i træpaneler samt opfugtning i nedre del af vægge (betydning af farvemarkering er angivet under figuren).



**Rød** = Opfugtning i nedre del af væg (Gann >100). **Orange** = lette opfugtning i nedre del af væg (Gann 80-99).

**Blå** = Opfugtet fodpanel, > 16 % træfugt. **Mørkeblå** = Opfugtet fodpanel, > 20 % træfugt.

**Grøn** = Misfarvning, mikrosvampevækst. **Lysegrøn** = Misfarvning på vinduesramme eller dørkarm, mulig mikrosvampevækst.

**Tabel 2** Tapeaftryk til kontrol for vækst af mikrosvampe, Galgebakken Neder 6,1.

Prøve nr.	Lokalitet	Svampe-spore	Svampetråde (hyfer)	Mikrosvampevækst/ bemærkninger
T1	Værelse 1. Fodliste, hjørne med misfarvning	En del	En del	Støv samt mikrosvampevækst
T2	Værelse 1. Bagbeklædning, kommode med misfarvning	Talrige	En del	Mikrosvampevækst, <i>Penicillium</i> -lignende?
T3	Værelse 1. Loft, hjørne, mørk belægning	Talrige	Talrige	Mikrosvampevækst, <i>Alternaria</i> -lignende
T4	Værelse 1. Væg, hjørne uden misfarvning	Ingen	Ingen	Ingen mikrosvampevækst
T5	Gang. Væg (m. "boblende" maling). Hvid belægning + udfældninger	Talrige	Talrige	<i>Mucor</i> -lignende vækst
T6	Gang. Dør, trækarm m. misfarvning. Mørk belægning	Talrige	En del	Mikrosvampevækst, <i>Cladosporium</i> -lignende
T7	Soveværelse. Væg uden misfarvning	Ingen	Ingen	Ingen mikrosvampevækst
T8	Stue. Væg m. misfarvning, v. havedør	Talrige	Talrige	Mikrosvampevækst, <i>Penicillium</i> lignende
T9	Værelse 2. Nedre væg m. misfarvning, ved siden af radiator	Talrige	Talrige	Mikrosvampevækst, <i>Alternaria</i> lignende
T10	Værelse 3. Nedre væg m. misfarvning og udfældning	Talrige	Talrige	Mikrosvampevækst, <i>Aspergillus</i> og <i>mucor</i> -lignende
T11	Værelse 3. Bagbeklædning, kommode m. misfarvning	Talrige	Talrige	Bakterier samt <i>Penicillium</i> lignende mikrosvampevækst,
T12	Værelse 3. Inderside af kommode-bagbeklædning	Få, mange bakterier	Få	Mikrosvampevækst og bakterier
T13	Værelse 3. Bagside (ydside) af skuffe, kommode	Få	Få	Sparsom vækst af mikrosvampe samt bakterier
T14	Værelse 3. Inderside af skuffe, kommode	Få	Få	Sparsom vækst af mikrosvampe samt bakterier

**Tabel 3.** Svampesporer i luft, Galgebakken Neder 6,1, d. 21. januar 2014.

Prøve nr.	Lokalitet	Svampesporer (sporer pr. m <sup>3</sup> )	95 % konfidensinterval ved Poissonfordeling (sporer pr. m <sup>3</sup> )	Bemærkninger/Sporesammensætning
1908 6388	Udereference	1.200	875 - 1.606	-
1909 1530	A1 Værelse 1	15.813	14.566 - 17.139	Ulig udereference, enkelte klumper af sporer
1909 1077	Soveværelse	13.840	12.675 - 15.084	Ulig udereference, enkelte klumper af sporer
1909 1078	A2 Værelse 3	10.613	9.596 - 11.710	Ulig udereference, enkelte klumper af sporer
1909 1113	Stue/køkken	10.267	9.267 - 11.346	Ulig udereference, enkelte klumper af sporer
1909 1076	Krybekælder	4.151	3.499 - 4.888	Sporesammensætning ulig ude. Meget støv.



**Tabel 4. Hygrotermiske variabler**

Lokalitet	Relativ luftfugtighed [%]	Lufttemperatur [°C]	Vanddamp-koncentration [g/m <sup>3</sup> ]	Vanddampoverskud relativt til udeluft [g/m <sup>3</sup> ]	Fugtbelastnings-klasse
Udreference	82,3	0,9	4,25	-	-
Stue (spisestue)	52,6	20,1	9,15	4,9	3

**Tabel 5 Træfugtscreening**

Lokalitet	Træfugt [%] ved indre vægge i fodpaneler/lister	Træfugt [%] ved ydervægge i fodpaneler/lister	Træfugt [%] i gulve	Træfugt [%] i vinduesramme	Træfugt [%] i døre (top)
Værelse 1	14,2-14,5	15-20,5 (højest i yderhjørne)	12,4 – 15 (højest i yderhjørne)	-	14,9
Værelse 2	13,7	18,2	10	-	12,3
Værelse 3	14,8-19,8 (højest ved yderhjørne)	12,1-21,6 (Generelt >15 langs tunge konstruktioner)	11,2-16 (15-16 i yderhjørne)	20,4	13,4
Soveværelse	7,8 (væg mod nabo)	10,3-14,9	10,2-12,4	19-21,5	12,5
Stue/køkken	10,5-12,1	11,1-13,6 16,5 ved hoveddør	13	21,4	-
Gang	-	16,1	12,2	-	13,6
Entre	-	15,8 ved hoveddør	-	-	-

**Tabel 6 Fugtforhold. Gann-scanning af vægge.**

Lokalitet	Registreret vægfugt i indre vægge		Registreret vægfugt i ydervægge	
	Tung væg	Let væg	Tung ydervæg	Let ydervæg
Værelse 1	Væg mod bad: 33-50 Væg mod stue: 54-66	30-42	Væg forneden: 61-108 (højest i hjørne) Hjørne, oppe: 72-88 Midt på væg: 50-70	-
Værelse 2	Væg mod stue: 63-93 (højest i yderhjørne, forneden)	-	Generelt: 52-62 Væghjørne mod stue: 87-93 (højest nede)	-
Værelse 3	Væg mod bad, generelt: 33-43 Væg mod bad: 72-135 (højest forneden, opfugtning på til ca. 25 cm højde)	17-34	Generelt, nede: 68-145 (højest i hjørne) Væg, oppe: 58 – 80 (højest i hjørner mod skur)	-
Soveværelse	Væg mod nabo: 63-95 (Højest både oppe og nede ved yderhjørner)	21-32	-	39-55
Stue/køkken	53-63	26-29	59-67 (oppe/midt væg)	43-56
Badeværelse 1	Bruseområde: 40-50	-	Generelt: 47-65 Væg, forneden ved yderhjørne: 100 -145 Væg, oppe i yderhjørne: >80	-
Badeværelse 2	Bruseområde, væg mod Vær 3: 31-135 Bruseområde, nede: 100-135 (op til ca. 25 cm højde over gulv, højest opfugtning ca. 50 cm fra væg)	-	-	-
Entre	-	-	49-63	-
Gang	-	-	63-79	-

## Bilag 1 – Fotodokumentation

**Fotos 1. Gang i krybekælder under sti.** Vue fra krybekælder under bolig. Kraftig kondens ses i loft under sti, og der ses rust på armeringsjern.



**Fotos 2. Krybekælder under bolig.** Under del af huset, A1 samt lidt under stue, sås vand på terræn. Der blev observeret isolering under betondæk i området svarende til Badeværelse 1.

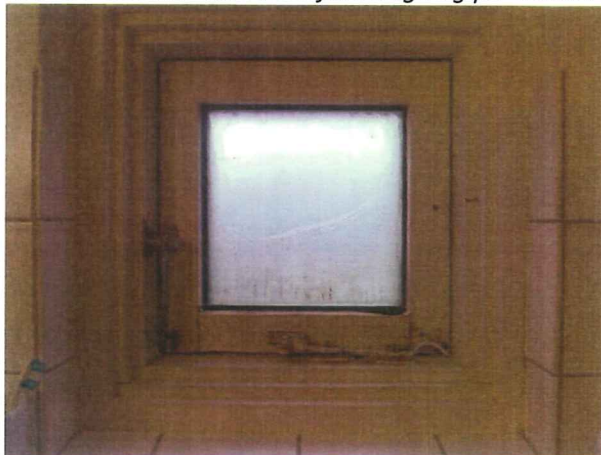


**Fotos 3. Krybekælder under bolig.** Der ses plastik på terræn. På sort rørisolering rør sås mulig mikrosvampevækst.





**Fotos 4. Badeværelse 1. Misfarvning i og på vindue. Oplyst at lidt kondens drypper fra udluftningskanal.**



**Fotos 5. Entre. "Boblende" maling på væg samt mikrosvampevækst på væg og dør.**



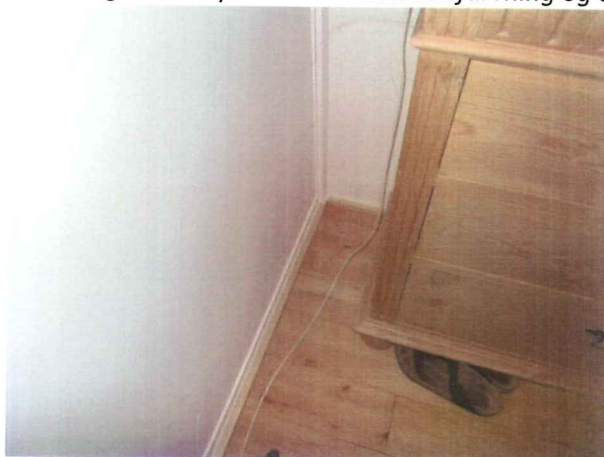
**Fotos 6. Stue. På væg ved havedør i stue sås mikrosvampevækst. Vinduer og døre var mørk misfarvet især på ramme-/karmbund som indikation på fugt og mulig vækstflade af mikrosvampe.**



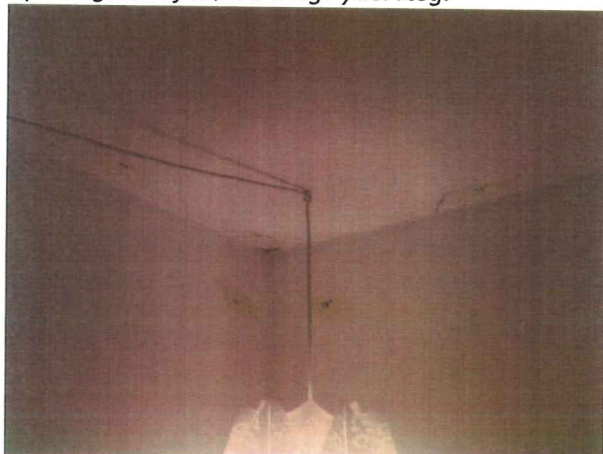
**Fotos 7.** Vinduer og døre var generelt sortfarvede på ramme-/karmbund som indikation på fugt og mulig vækstflade af mikrosvampe.



**Fotos 8. Soveværelse.** Der har tidligere været misfarvning på væg i yderhjørne i soveværelse. På undersøgelsestidspunktet sås ikke misfarvning og der kunne ikke påvises vækst af mikrosvampe.



**Fotos 9. Værelse 1.** I værelse 1 sås misfarvninger i yderhjørne, både oppe og nede. Lys belægning og vækst sås på bagside af møbel langs ydervæg.

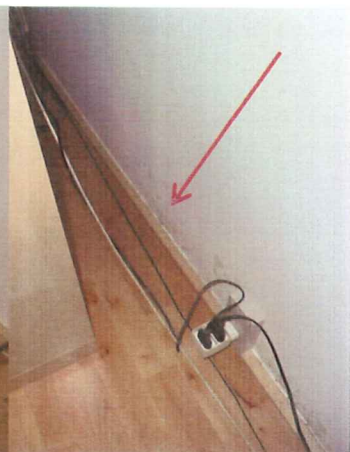
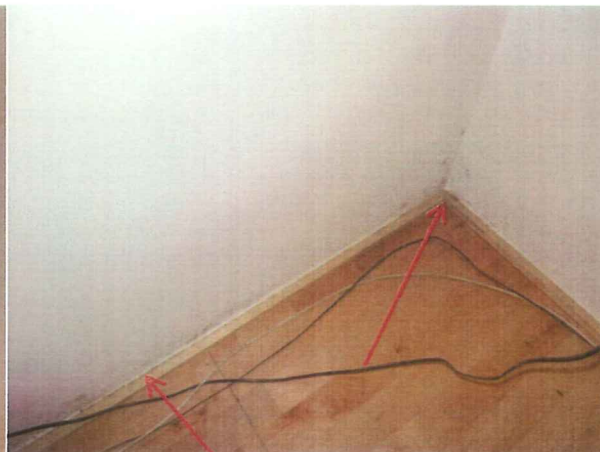
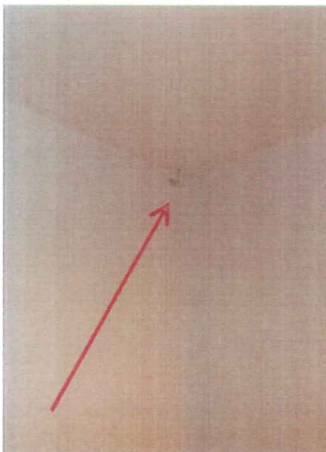




**Fotos 10. Værelse 3.** I værelse 3 sås misfarvning af vinduesramme og afskallet maling efter fugtpåvirkning samt vækstflade på kommodes bagbeklædning.



**Fotos 11. Værelse 3.** I værelse 3 sås misfarvning og vækstflade nederst på væg og ved loft i relation til yderhjørne.





## Bilag 2 – Metodebeskrivelser

### Detektion af mikrovækst (Scotchtapemetoden).

Et stykke klart tape (Scotchtape) trykkes mod en flade og klæbes på objektglas. Prøven farves og mikroskoperes med Leitz, Dialux EB 20 påmonteret fasekontrast 10x og 40x.

*Tællemetode og kriterier:* Peterson Protocol, Method Standardized for the Analysis of Bioaerosols, Version 1.0 august 1997, in: Environmental Choices, 1997. 6,3.12-15.

### Opsamling af total svampesporemasse i luft (levende og døde sporer).

Der anvendes "Air Quality Particle Sampler" type AIR-O-Cell<sup>®</sup>. Metoden er standardiseret til analyse af bioaerosoler og er meget følsom jf. S. M. Tsai et al., Comparative Study of Collection Efficiency of Airborne Fungal Matter, i Proceedings Indoor Air 1999; Vol 2: 776-81. Impaktionshastighed på klæbemedium er minimum 13,4-15,6 m pr. sek. Sporer på 3,0µm tilbageholdes med 85 % effektivitet. Der foretages sporetælling efter farvning og mikroskopi: Leitz, Dialux EB 20 påmonteret 100x olieobjektiv. *Tællemetode og kriterier:* Peterson Protocol, Method Standardized for the Analysis of Bioaerosols, Version 1.0, august 1997 (Environmental Choices, 6,3 (12-15) 1997.

### Måling af relativ luftfugtighed og -temperatur

Til måling af de hygrotermiske variabler blev anvendt en Testo 400, der simultant måler relativ luftfugtighed og temperatur. Den relative luftfugtighed (relative humidity = RH) måles i intervallet 0 - 100 %, med en opløsning på 0,1 %, og en usikkerhed  $\pm 2$  %. Temperaturen måles fra  $-20$  til  $+70$  °C, med en usikkerhed på  $\pm 0,5$  °C.

### Måling af træfugt

Vandindholdet i træværk blev undersøgt med instrumentet Gann-indstiksmåler.

To kraftige elektroder indstikkes i materialeemnet, og dets fugtindhold aflæses direkte i vægtprocent. I nærværende undersøgelse blev anvendt en skala justeret for fyrretræ.

Instrumentet fungerer ved, at den elektriske modstand (ledningsevne) måles og omsættes til normværdier i form af vandprocentindhold. Fugtprocenten i træ er et udtryk for den mængde vand, der er bundet i træets fibre. Jo højere vandindhold i træet, jo lettere løber strømmen mellem elektrodenålene. Træets fibre kan kun bære en vandmængde på 28 %. Dette kaldes fibermætningspunktet. Målte værdier over dette niveau er et udtryk for forekomst af flydende vand i træets celler.

#### Basis for vurdering

Under hensyn til at indeluft i boliger indeholder 3 g/m<sup>3</sup> mere fugt end udeluft, har By og Byg, jfr. anvisning 204 af 2003, p. 73, publiceret et nomogram over den forventede vægtprocent af fugt i træværk ude og inde på forskellige tidspunkter af året.

**Måling af fugt i vægkonstruktion**

For at få et helhedsindtryk af fugtforholdene i mure og vægge af en bygning, kan der foretages en fugtskanning. Målingerne afspejler det aktuelle tilstandsniveau og de lokale variationer, der måtte være i væggenes fugtforhold. Der anvendes en fugtskanner af typen Gann Hydromette Compact LB. Instrumentet, der opererer ved hjælp af radiobølger, måler forskelle i dielektricitets-konstanter, og kan erkende fugt i en dybde på 25-55 mm, afhængig af materialetypen. Fugtskanneren angiver fugtindholdet, som arbitrære enheder fra 0 til 199. Ved værdier over 100 er der tale om opfugtning. "Kalibrering" kan ske ved bestemmelse af fugtkvote via materialeanalyse og differensvejning før og efter udbagning.

**Logning af relativ luftfugtighed og temperatur**

Til simultan registrering af temperatur og relativ luftfugtighed blev anvendt en Testostor 175-2 mini data logger. En indbygget sensor foretager måling, hver gang et programmeret fast tidsinterval er passeret. Ved måleperiodens afslutning overføres de oplagrede rådata til en PC.

Temperatur måles fra -10 til +50 °C ( $\pm 0,5$  °C) og den relative luftfugtighed fra 0 til 100 % ( $\pm 3$  %).

**Termografering**

Temperaturer på vægflader er registreret med kamera, som er følsomt for infrarødt lys. Der er her anvendt en termograf af typen BCAM SD (FLIR Systems). Mængden af infrarød energi, der radierer fra et objekt, afhænger af dets emissionsspektrum og temperatur. Emission afhænger af det givne materiale og dets overfladekarakteristika. Hvor præcisionsmåling er nødvendig foretages en korrektion for materialetypen. Her er anvendt en emissivitet på 0,93, som gælder for mursten, murværk, maling og plastic.

Detektoren fungerer i spektralområdet med bølgelængder på 7,5-13  $\mu\text{m}$ . Opløsningen er 120\*120 pixels. Nøjagtigheden er  $\pm 2$  °C eller  $\pm 2$  % af aflæsningen i området -10 til +100 °C. Termisk følsomhed er på 0,10 °C.