



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R102:1978

**Uppkomst och förekomst
av svärtande partiklar
i bostadsluft**

**En studie av sju
nedsvärtningsbostäder**

Jan Werner

Byggforskningen

TEKNISKA HOGSKOLAN I LUND
SEKTIONEN FOR VAG- OCH VATTEN
BIBLIOTEKET

R102:1978

UPPKOMST OCH FÖREKOMST AV SVÄRTANDE
PARTIKLAR I BOSTADSLUFT

En studie av sju nedsvärtningsbostäder

Jan Werner

Denna rapport hänförs till forskningsanslag
760665-6 från Statens råd för byggnadsforskning till
Inst. för vatten- och luftvårdsforskning (IVL), Stockholm.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Nyckelord:

bostäder
smutsning
nedsvärtning
stoffkällor
smutspartiklar
undersökningsmetoder

UDK 699.87
69.059.2
648.52

R102:1978

ISBN 91-540-2937-6
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING		5
1	BAKGRUND	7
2	PROBLEMBESKRIVNING	8
3	TIDIGARE UTFÖRDA ARBETEN	9
4	ARBETSHYPOTESER	11
4.1	Olika stoftkällor	11
4.2	Ventilationen	11
4.3	Stoftets avsättning	12
5	ARBETSMETODER	13
5.1	Undersökningsobjekt	13
5.2	Intervjuer	13
5.3	Tekniska undersökningar	14
5.3.1	Tapesampler	14
5.3.2	Partikelräkning	14
5.3.3	Provtagning för granskning i mikroskop	15
5.3.4	Avsatt stoft i bostaden	15
5.3.5	Ventilation	15
5.3.6	Termisk sönderdelning	15
5.3.7	Övrig utrustning	16
6	RESULTAT AV FÄLTUNDERSÖKNINGEN	17
7	SPECIALSTUDIER AV OLIKA STOFTKÄLLOR	20
8	DISKUSSION	23
9	SLUTSATSER	27
10	CHECKLISTA VID INSPEKTION AV NEDSVÄRTADE BOSTÄDER	28
REFERENSER		29
BILAGA: Objektvis redovisning		30

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1	19
Figur 2	19

FIGURER I BILAGAN

FIG. 1a	32
1b	32
1c	33
FIG. 2a	36
2b	36
2c	36
FIG. 3a	39
3b	39
3c	39
3d	40
3e	40
3f	40
FIG. 4a	43
4b	43
4c	43
4d	44
4e	44
FIG. 5a	47
5b	47
5c	47
5d	48
5e	48
FIG. 7	52
FIG. 8a	54
8b	54
8c	54

TABELLFÖRTECKNING

TAB. 1	20
TAB. 2	21
TAB. 3	21

SAMMANFATTNING

Nedsvärtning av bostäder utgör för de drabbade hushållen en utomordentligt besvärlig situation. Ofta synes orsakerna helt oförklarliga och drabbar de boende på ett nyckfullt sätt. Skadorna kan vara betydande och kostsamma att avhjälpa och möjligheter till ersättning mindre goda.

Föreliggande arbete utgör en fortsättning på Nedsvärtningskommitténs arbeten och syftar till att ge en klarare bild av nedsvärtningsfenomenets orsaker. Under perioden december -76 - april -77 genomfördes mätning av sothalter inne i och utanför nedsvärtade bostäder med sk samplerteknik. Hushållen intervjuades och bostäderna besiktigades. På laboratorium provades olika sotgeneratorer.

Följande slutsatser kan dragas av undersökningsmaterialet:

Undersökningsmetodikerna har ej medgett att ett stort antal bostäder kunnat undersökas. Därför är varje generalisering utifrån materialet förenad med en naturlig osäkerhet. Detta förhållande bör beaktas i framställningen.

Nedsvärtning av bostäder kan indelas i två typer

- typ A kontinuerlig nedsvärtning (>1 månad)
- typ B plötslig nedsvärtning (1 dygn - 1 månad)

Typ A beror i huvudsak på att vissa ytor har en stark benägenhet att ta upp stoft från omgivningen. Ofta beror denna benägenhet på att ytorna är kalla i förhållande till omgivningen. Stoftet som svärtnar kan komma såväl från utomhusluften som inne i bostaden. I omgivningar med förhöjda sothalter är det sannolikt att dessa utgör den dominerande sotkällan. Förhöjda ventilationsnivåer avhjälper sannolikt icke problemet. Typ A kan sägas utgöra en extrem form av normal försmutsning av en bostad. Problemen kan bero på brister i byggnadskonstruktion, materialval eller utförande.

Typ B beror med all sannolikhet på sotgeneratorer inne i bostaden eller dess omedelbara närhet (balkong). Låg ventilationsnivå ger gynnsamma avsättningsmöjligheter. En förhöjd ventilationsnivå skulle med all sannolikhet reducera problemet.

Undersökningen visar vidare att omgivningens sothalter varierar i intervallet 0->100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ under vinterhalvåret. Då denna luft passerar in i bostaden sker en mer eller mindre långtgående filtrering. Denna är inte särskilt utpräglad i flerfamiljshus liksom i småhus där don finns för uteluftsintag. I småhus där tilluften tillförs okontrollerat varierar

reningseffekten mellan 50 och 80 %, troligtvis beroende på att luften passerar isoleringsmaterialet.

Bostadsluftens sothalter varierar ofta betydligt mer än omgivningsluftens. Toppvärden över $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ förekommer regelmässigt i undersökningsmaterialet. I vissa fall har extremvärden $>10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uppmätts. Å andra sidan återfinns perioder då halterna är mycket låga, $<5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De förhöjda halterna förekommer vid tidpunkter då de boende är hemma, varför dessa med all sannolikhet omedvetet medverkar till sotgenereringen vid aktuella tidpunkter.

Undersökningen ger icke stöd för att byggnaden i sig ger upphov till svärtande partiklar eller till uppkomst av partiklar överhuvudtaget i en betydelsefull omfattning.

Partiklar kan genereras i bostaden på flera sätt: textilier ger måttligt partikeltilskott vid olika typer av hushållsarbeten. Då brännbara material kommer i kontakt med heta ytor (t ex stekning, brödrostning) uppkommer kraftig partikelalstring. Partiklarna är emellertid endast svagt pigmenterade, gula till bruna. Vid alla typer av öppen eld finns risk för mer eller mindre kraftig sotgenerering. Vissa ljus kan vara mycket kraftiga sotkällor medan andra brinner problemfritt. Antalet alstrade partiklar då ett ljus sotar är måttligt, varför sotröken ej är lätt att iakttaga i kvällsljus. Partiklar vilka kommer i kontakt med heta ytor kan omvandlas så att en ökning av pigmenteringen sker. Försök att framkalla sådana miljöbetingelser har gjorts inom ramen för detta projekt utan att tendenser till nedsvärtning kunnat iakttagas. Detta visar att det krävs mycket speciella material och miljöbetingelser för att denna mekanism skall göra sig gällande. Mot denna bakgrund framstår öppen eld i form av ljus och fotogenlampor som de potentiellt farligaste sotkällorna inne i en bostad.

För att lösa problem i bostäder av typ A måste man vidtaga byggnadstekniska förändringar, väsentligen genom tilläggsisolering. För att lösa problem i bostäder av typ B måste man dels kraftig reducera eller avlägsna den interna sotkällan, dels förbättra ventilationen, t ex genom att införa mekaniskt frånluftssystem och/eller ta upp hål för tilluft i husets perifera delar.

Till stöd för inspektion av nedsvärtningsbostad redovisas en checklista.

Föreliggande arbete har stötts med medel från Statens råd för byggnadsforskning, kontrakt nr 760665-6.

Arbetet utgör en fortsättning av de arbeten som utfördes av Nedsvärtningskommittén, sammansatt av representanter för myndigheter, industriintressen och forskningsinstitutioner. Denna kommitté avgav sin slutrapport Nedsvärtning i bostäder (ref 3), vari bl a konstaterades:

Den främsta slutsatsen av de genomförda undersökningarna är att det finns ett betydande behov av forskning. Nedsvärtningen måste ses som ett resultat av en oroväckande benägenhet att introducera nya material och konstruktioner på bred bas utan att känna till följderna av de förändringar som man därmed inför i människornas bostads- och arbetsmiljö.

Forskning behövs bl a för att kunna bedöma de medicinsk-hygieniska konsekvenserna för inomhusmiljön som nya material och förändrade byggnadskonstruktioner eventuellt kan medföra.

Forskningen krävs bland annat för att skapa underlag för myndigheternas, materialtillverkarnas och byggnadsbranschens agerande.

Sedan lång tid tillbaka känner man till fall av plötslig och/eller långtgående nedsvärtning av enskilda bostäder. I samband med "energikrisen" vintern 73/74 ökade antalet fall i en sådan omfattning att fenomenet blev uppmärksammat såväl i lokal- som rikspress. Genom Nedsvärtningskommitténs arbeten känner vi till att antalet fall av nedsvärtning var omkring 500 fall/år under perioden 1974-76. Nedsvärtningen drabbar slumpvis enskilda hushåll i en bebyggelse med tillsynes likvärdiga bostäder. Nedsvärtningsfall finns rapporterade från hela landet, såväl från tätortsmiljöer som från spridd bebyggelse. Skadorna uppträder endast på bostädernas insida och består av ett svärtande stoft som avsatts på ett oregelbundet sätt, varigenom de svärtade ytorna genom kontrastverkan blivit ytterst lätta att iakttaga. De drabbade hushållen har i regel icke kunnat förklara hur eller varifrån svärtan uppstått. I en del fall har svärtade ytor varit svåra att rengöra, i en del fall har man renoverat delar av eller hela bostaden. I en del fall har svärtningen återkommit, i andra fall har den t v upphört. I regel har de privata hushållen fått bestrida kostnaden, speciellt i egnahemmen. Kostnaderna för renoveringen kan i en del fall vara betydande och har i regel ej bestritts av försäkringsbolagen genom hemförsäkringen. Endast undantagsvis har byggnadsföretagen bestritt dessa kostnader. Problemet har i många fall medfört psykiska påfrestningar för hushållen.

Problem med nedsvärtning har rapporterats från flera länder, bl a Västtyskland och Holland. Emellertid synes Sverige vara mest drabbat eller ett av de mest drabbade länderna.

Nedsvärtningskommitténs arbete 1974-76 utmynnade bl a i följande slutsatser:

Nedsvärtningen förutsatte samverkan av en rad faktorer.

Undersökningarna tyder på att de ytor som svärtnan eller sotet fastnar på har en starkare förmåga att fånga upp partiklar än vad ytor normalt har. Denna förutsättning kan uppstå genom att syntetiska material, färg-er etc vid uppvärmning avger mjukgörare som bildar ett mjölkvitt, kladdigt skikt på ytorna - man säger att fogging uppstår. Undersökningarna visar att det för en del material inte krävs särskilt höga temperaturer för att fogging skall uppstå.

Svårast är fortfarande att med ledning av undersökningsresultaten ge konsumenterna råd och anvisningar om vad som kan göras för att motverka eller undvika nedsvärtning. Har man inte drabbats av nedsvärtning finns det knappast anledning att oroa sig för fenomenet. Möjligen bör viss försiktighet iakttas vid mer genomgripande renoveringar samt vid om- och tillbyggnader. Avstå då inte från en rimlig ventilation. Samma gäller om nedsvärtning har inträffat och kan befaras fortsätta. Då bör man också försöka byta material och färg samt försöka undvika extremt heta ytor.

Bor man i nya hus kan återhållsamhet med levande ljus, i synnerhet tjocka sådana, rekommenderas.

Bland övriga publikationer rörande problem med anknytning till nedsvärtning kan nämnas van Uchelens och Mentzels arbeten (ref 5). Författarna studerade dels bruna-gulbruna, dels svarta utfällningar på väggar i hus med gasuppvärmda radiatorer i Holland. Tonvikten var lagd på den bruna-gulbruna utfällningen som sägs emanera från partiklar efter kontakt med värme. Dålig ventilation och/eller förhöjd luftfuktighet anges vara speciellt bidragande till stoftets avsättning.

Gieseke (ref 2) undersökte i laboratorium olika radiatorers benägenhet att avsätta stoft ovanför radiatorn. Provstoft utgjordes av cigarettrök, oljerök, ett torrt stoft för filtertestning samt textilfibrer (bl a ull). Klara avsättningar erhöles

med cigarettrök, oljerök och filterteststoff. Emellertid lyckades man icke erhålla väggmissfärgning av bränt textildamm. Ju högre effekt radiatören arbetade med (max 1000 W) desto större var avsättningen.

Bryhni (ref 1) redovisar hur stoft avsätter sig ovan radiatorer. Stora skillnader föreligger mellan olika ugnskonstruktioner.

Lundkvist (opubl. data) studerar olika föroreningskällor. Husdamm vid +200°C gav en gulbrun rök och en svart rest, tobaksrök och en gulbrun elektrostatiskt laddad rök. Matlagning gav gul till mörkbrun rök. Lundkvist studerade vidare variationer i sotbildning hos ljus. Han fann mycket stora variationer, 1 - >9 på en Bacharachskala. Provningsen skedde i specialbyggd apparat, varvid ett kontrollerat drag gav upphov till fladdrig låga utan att sotning uppstod direkt vid lågan.

Peterson (ref 4) anger fem sotkällor: utomhussot, partiklar normala i rum, partiklar som bildas vid förbränning i elradiatorer, sot från brinnande ljus (mindre roll) samt sporer, vilka samverkar med byggnadstekniska faktorer såsom otätheter, isolerfel, fuktutfällning, regnvatten och luftströmmar i isolerskikt vilka ger upphov till kalla innerytter och kondens. Radiatorerna medverkar genom att ge höga yttemperaturer, vilket medför kraftiga luftströmmar. Däremot anges ventilationens roll som mindre betydelsefull. Referensen innehåller hänvisning till 49 artiklar rörande nedsvärtning och 35 artiklar för mer grundläggande studier kring ämnet partiklars uppkomst, förekomst och egenskaper.

4 ARBETSHYPOTESER

4.1 Olika stoftkällor

Genom omfattande undersökningar under mer än 20 år har stofthalten kartlagts i omgivningsluften, såväl i tätorter som i lantlig miljö över hela Sverige. Bland de parametrar som tidigast mättes och som är lättast att mäta är stoftets svärtningsegenskaper. Arbetshypotes 1 är: Vilken roll spelar omgivningens stoft/sot i bostadsmiljön?

En byggnad kan genom olika processer förändras. Moderna material innehållande plast åldras, bruk vittrar, genom fukt kan mögelsvampar (t ex huma herbarum) förstöra material. Processer i byggnader kan ge upphov till stoft, speciellt om något material eller arbetsutförande varit felaktigt. Arbetshypotes 2 är: Kan ett byggnadsmaterial ge upphov till stoft som kan leda till nedsvärtning inne i bostaden?

Genom olika boendevanor genereras en rad stoftformiga ämnen. Typiska stoftkällor är textildamm, cigarrettrök, stekos, brödrostning, levande ljus etc. Vi vet att levande ljus kan ge upphov till svärtande partiklar. Arbetshypotes 3 är: Kan andra stoftkällor vilka ursprungligen icke är svärtande överföras till svärtande stoft i kontakt med heta ytor, t ex elradiatorer? Hur betydelsefull är dessa mekanismer?

4.2 Ventilationen

Arbeten i Nedsvärtningskommittén visade genom utförda spårgasmätningar att ventilationsnivån i många bostäder är otillfredsställande låg. Extremt låga omsättningar, 0,1 - 0,3 luftväxlingar per timme, förekom i undersökningsmaterialet. En låg ventilationsnivå medför att stoft genererat inne i huset uppnår högre koncentrationstoppar och en längre utvädringstid jämfört med om luftomsättningen varit normal, 0,5 - 0,7 omsättningar per timme. Arbetshypotes 4 är: Finns det från nedsvärtningssynpunkt ett tröskelvärde för ventilation då en bostad löper större risk för nedsvärtning?

4.3 Stoftets avsättning

Svärta mätt som sottal är lätt att mäta. Under förutsättning att de relationstal vilka gäller som en approximation för utomhusluftens svärta och koncentration (OECD-standard) även accepteras som en approximation för luftens svärta inne i bostaden kan skattning göras av storleken på de ingående parametrarna. Arbetshypotes 5 är: Vilka antaganden skall gälla avseende nedsvärtningskälla, ventilation, avsättningsbenägenhet, avsättningstid för att förklara observerade nedsvärtningseffekter?

5 ARBETSMETODER

5.1 Undersökningsobjekt

Drabbade hushåll har kontaktat konsumentverket, vilka har förmedlat kontakten till detta projekt. Projektledaren har kontaktat hushållen och gjort en inledande intervju av den/de boende. Avgörande för val av lämpliga objekt har varit ett eller flera av nedanstående kriterier

- nedsvärtningen inträffade plötsligt och nära i tiden (mindre än en vecka före kontakttillfället)
- nedsvärtningen är grav jämfört med kringliggande bostäder
- nedsvärtningen pågår hela tiden eller återkommer

Samtliga tre kriterier var viktiga, men av speciellt intresse var det sista kriteriet. Inga förutsättningar förelåg avseende bostadstyp, hushållstyp, geografisk belägenhet, uppvärmningssystem, ventilationssystem eller bostadens ålder och kondition. Undersökningsmaterialet består av 11 hushåll, varav sju med nedsvärtningsproblem.

5.2 Intervjuer

Till grund för intervjuarbetet förelåg ett intervjuformulär - checklista. Intervjuerna genomfördes i fri form vid sammanträffande i bostaden, dvs intervjupersonerna fick berätta om sin situation, sina yrken, hur länge de bott i huset, om nedsvärtningen inträffat tidigare, hur de uppfattade problemet och vilka orsaker som kunde tänkas, om de kände till flera fall i grannskapet m m. Därefter besiktigades skadorna och speciellt nedsvärtade ytor fotograferades. Härvid noterades även förhållanden rörande hushållsmaskiner, ventilationssystem och ventilationsvanor, uppvärmningssystem etc. Förekomst av ovanliga material eller dominerande material noterades. - Intervjuer gjordes vid minst två tillfällen - före och efter den tekniska undersökningsperioden.

5.3 Tekniska undersökningar

5.3.1 Tapesamplers

En grundläggande idé för projektet var att identifiera och korrelera tidpunkter för förekomst av svärtande partiklar i luften med faktorer i bostaden som kunde sättas i samband med svärtans uppkomst. Tapesampler-tekniken, vilken bl a prövats vid undersökningar av utomhusluft, är väl lämpad för att fastställa såväl tidpunkt som mängder av nedsvärtande partiklar i luften. I detta projekt utnyttjade tapesamplers var av märke RAC (Research Appliance Company). En kort beskrivning ges nedan:

Luften (ca 8 l/min) sugts genom en kort insugs slang (0,5 m) till en filterhållare. Genom hållaren matas intermittent en vit filterremsa av papper. I luften befintliga partiklar avskiljs till ca 85 % räknat som sot. Regelbundet en gång per 2 timmar alt 4 timmar matas filtertapen fram ett steg. För varje period bildas en rund svärtad filteryta (4,91 cm²) som kan identifieras med tiden, t ex 15/3 kl 18.00 - 20.00. Genom att luftflöde är känt (mäts med gasur) och sottalet mäts reflektometriskt kan medelhalten i luften beräknas för varje svärtad yta. Metoden har nackdelen att analysresultatet kan påverkas av cigarettrökning varvid registrerad sothalt blir högre.

I de flesta undersökningsfallen har tre tapesamplers utnyttjats, en i nedsvärtad bostad, en i närbelägen icke svärtad bostad samt en i utomhusluften. Undersökningsperioden har varierat mellan ett fåtal dygn och två veckor för olika objekt.

Parallellt med samplingstekniken har de boende fått notera tidpunkter för aktiviteter i huset, t ex när man sover, är borta, lagar mat, tvättar, ser på TV. Vissa källor, vilka man vet kan spela en betydelsefull roll, har speciellt noterats. Bland dessa källor spelar levande ljus och fotogenlampor en betydelsefull roll.

5.3.2 Partikelräkning

I ett sent skede av undersökningen utnyttjades en partikelräknare typ Roica 218, som mäter summa partiklar med diametern större än 1 mikron (10⁻³mm) i en viss luftvolym. Syftet med denna mätning var att avslöja var vissa punktkällor i bostaden var belägna. Instrumentet baseras på optisk princip. Då en definierad ljusstråle träffar en partikel reflekterar denna en ljuspuls vars amplitud står i rela-

tion till partikelstorleken. Ljuspulsen detekteras av en fotocell, förstärks och räknas.

5.3.3 Provtagning för granskning i mikroskop

Med skalpell skrapades prov från nedsvärtad yta. Proven förvarades i petriskålar. Parallellt uttogs prov med transparent tape som sedan häftades mot objektglas för mikroskop. Där så medgavs togs en liten bit av tapeten. Uttagna prover, i regel ytterst små mängder, analyserades till utseende och färg i mikroskop.

5.3.4 Avsatt stoft i bostaden

Den/de boende ombads ange en eller några ytor i bostaden som regelmässigt nedsmutsades. Dessa ytor rengjordes omsorgsfullt från svärta, varefter tapebitar sattes fast (längd ca 1 dm, bredd ca 1 cm). Därefter ombads den/de boende att varje vecka avlägsna en taperemsa och undersöka om svärta kunde skönjas i skarven mellan exponerad yta och ren yta (tidigare under tejen).

5.3.5 Ventilation

En ny variant av spårgasmätning har utnyttjats. Spårgasen kolmonoxid doserades vid ett tillfälle och fördelades med hjälp av tre stora bordsfläktar. Vid bestämda tidpunkter uttogs prov i gastäta plastpåsar. I regel uttogs fyra - fem prov vardera med ca 30 min mellanrum. Koncentrationen var upp till 30 ppm i rumsluften. Gaspåsarna har därefter analyserats på laboratorium med nondispersiv infrarödteknik (NDIR). Luftomsättningstalet n har därefter beräknats genom formeln

$$n = \frac{\ln \frac{C_o}{C_x}}{t_x - t_o}$$

I princip krävs två prov, men ökat provantal ger ökad säkerhet i beräkningen. I regel har mycket entydiga resultat av n erhållits. Metoden medför en betydande förenkling av den fältmässiga apparaturen jämfört med normal spårgasmätning.

5.3.6 Termisk sönderdelning

Försöken utfördes i ett rum med volymen 20 m³ och med avstängd ventilation.

Ca 100 mg prov lades på en elektrisk platta som succesivt upphettades från rumstemperaturen till 350°C. Uppvärmningen tog ca 10 minuter. Direkt

ovanför provet monterades en stor avsugstratt, vilken kopplades direkt till filtret i en tapesampler. De till luften genererade partiklarna uppfångades i filtret, på vilket svärtningsbedömning utfördes efter avslutat prov. Samtliga till omgivningen avgivna partiklar uppfångades i filtret. Apparaturen var påslagen under hela försöket. Lukten noterades av en person.

Undantag från ovanstående teknik var försök med brödrostning och skidvallning, där gaser och partiklar fick fritt passera ut i rummet, varefter prov uppfångades på pappersfilter för svärtningsbedömning.

5.3.7 Övrig utrustning

Rökampuller (Dräger) för ventilations- och luft-rörelsestudier. Termoanemometer med luftstosar för luftmängdsmätningar. Termohygrograf för mätning av temperatur och luftfuktighet.

6 RESULTAT AV FÄLTUNDERSÖKNING

En detaljredovisning av undersökningsobjekten samt erhållna resultat återfinns i bilaga 1. Totalt undersöktes 11 bostäder varav

7 var nedsvärtningsobjekt (NS-obj)
3 var referensobjekt och
1 var specialobjekt.

De slutsatser man kan dra av undersökningsmaterialet redovisas nedan.

A. Typ av bostad

NS-fall i flerfamiljshus 2 st
NS-fall i småhus 5 st

Nedsvärtning kan inträffa i alla typer av bostäder. Resultatet överensstämmer med resultat tidigare redovisade av Nedsvärtningskommittén.

B. Typ av uppvärmning

NS-fall med vattenburen värme 2 st
NS-fall med elvärme 5 st

Samtliga NS-fall med vattenburen värme har varit flerfamiljshus och samtliga med elvärme har varit småhus. Vi kan inte särskilja boendeform och uppvärmningssystem i materialet.

C. Ventilationsnivå

	luftomsättningar/h		
	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5
Antal NS-fall	1	3	
Antal ej NS-fall		1	2

Nedsvärtade bostäder synes ha lägre luftomsättning än icke nedsvärtade. Differensen mellan ett NS-objekt och referensobjektet är endast i ett fall betydande medan skillnaden i övriga fall är ringa. Ventilationsnivån har stor inverkan på nedsvärtningen, varför referensobjekten bör betraktas som potentiella NS-objekt.

D. Omgivningens sothalter

Uppmätta nivåer varierar kraftigt med tiden i intervallet 0-110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Genomgående finns i materialet perioder med låga haltnivåer (0-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Högsta registrerade halt var 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Medelnivån

varierade mellan undersökningsobjekten i intervallet 18-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, varför bostädernas belastning av sot från ytterluften är relativt lika. Exempel på variationer visas nedan i figur 1a. Vidare hänvisas till figurer i bilaga 1.

E. Bostadens halt av svärtande partiklar i luften

Uppmätta nivåer visar på mycket kraftiga variationer med tiden. Totala intervallbredden är 0 - >10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Genomgående återfinns perioder med låga halter i intervallet 0-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Plötsligt förhöjda nivåer förekommer, en del relativt höga, en del mycket höga. I två NS-bostäder har toppvärden i intervallet 200-400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ registrerats, i två fall har toppvärden överskridande 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noterats. Exempel på variationen visas i figur 1b. Vidare hänvisas till bilaga 1.

- F. Då de boende ej vistas i bostaden är bostadsluftens sothalt regelmässigt i nivå med eller lägre än omgivningsluftens. Detta måste för de undersökta objekten betyda att sannolikheten är liten för att själva byggnaden inklusive värmsystem i sig utgör en aktiv sotgenerator vid fall av plötslig nedsvärtning.
- G. De tillfällen då förhöjda stofthalter förekommer i bostadsluften återkommer regelmässigt då någon vistas i bostaden. I några fall har de kommit regelmässigt ungefär vid samma tidpunkt på dygnet. Detta måste betyda att sannolikheten är stor för att de boende omedvetet medverkar vid stoftgenereringen just vid dessa tillfällen.
- H. I ett fall, objekt nr 1, har nedsvärtningen återkommit regelmässigt på vissa ytor. Denna typ av långsam nedsvärtning beror i huvudsak på att vägar och tak på aktuella ställen är så kraftigt nedkylda att alla typer av stoft får en starkt ökad avsättningstendens. I detta fall torde den huvudsakliga svärtningskällan utgöras av omgivningsstoft.
- I. De boendes egna anteckningar avseende olika aktiviteter har en ytterst varierande kvalitet. I några objekt och vid några tidpunkter kan samhörighet mellan aktivitet och effekt på bostadsluftens sothalter fastställas. Bristerna i anteckningarna gör att källorna är svåra att identifiera.
- J. Vad levande ljus och/eller fotogenlampor betyder som sotkälla är oklart. I tre av de undersökta objekten har man använt levande ljus vilket/vilka vid vissa tillfällen gett upphov till starkt förhöjda sothalter i luften. De höga halterna, som förekommit under flera timmar, har endast resulterat i måttliga effekter på inredning.

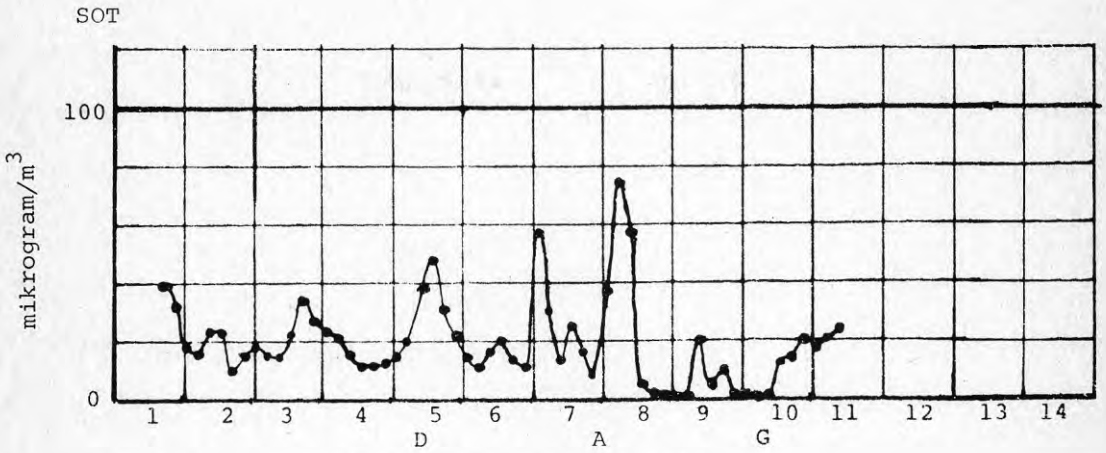


FIG. 1. Exempel på uteluftens sotvariation.

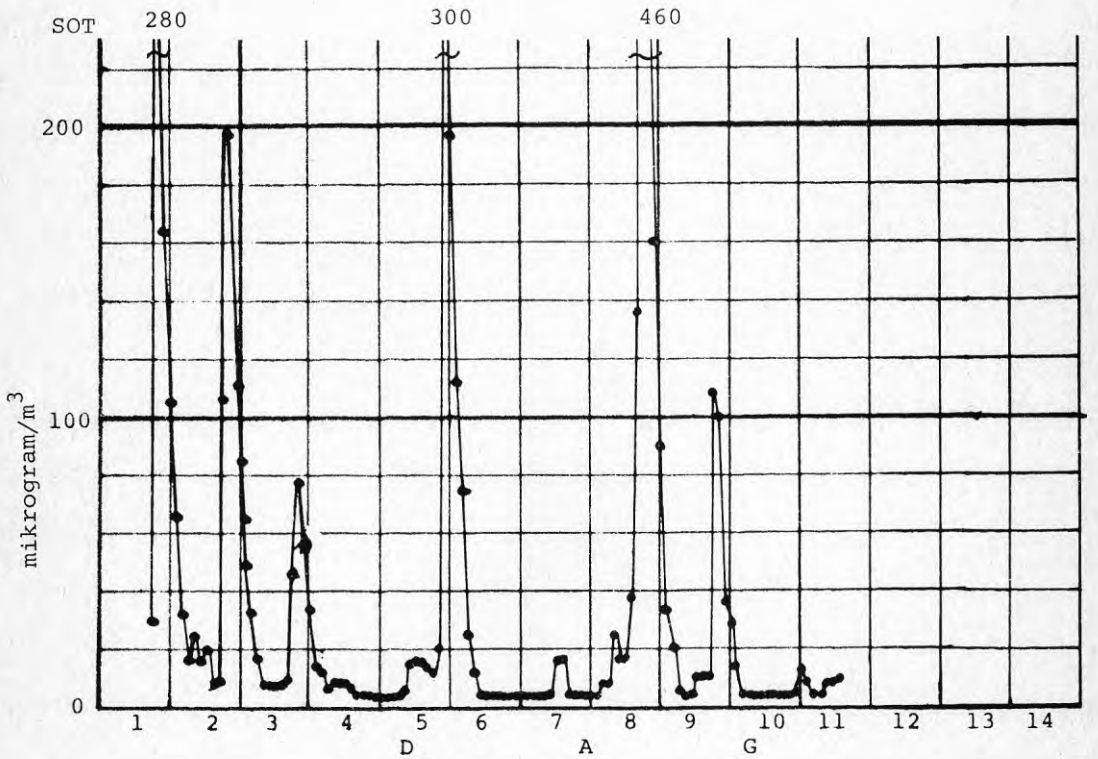


FIG. 1. Exempel på inomhusluftens sotvariation.

Av betydelse för förklaring av plötslig nedsvärtning är att kvantifiera olika stoftkällors relativa betydelse som sotgeneratorer i en bostad. Nedan redovisas försök som syftar till att belysa detta förhållande.

Studier med partikelräknare

Samtliga nedanstående värden är att hänföra till antalet partiklar med diameter större än 1μ som medelvärde under 1 minut. Mätapparaturen har ställts 0,5-3 m från objektet. TAB. 1 redovisar uppmätta värden.

TAB. 1. Olika hushållsarbeten. Analys med partikelräknare Rcoico 219.

Aktivitet	Antal partiklar/l luft		Effekt
	Före aktivitet	Efter aktivitet	
Trasmatta hoprullas	2 600	3 900	måttlig
Sopning av köksgolv, plast	2 600	3 900	"
Sängbäddning, 1 bädd ^a	2 600	3 600	"
" , 2 bäddar ^a	3 600	6 800	"
Dammsugning, nålfiltmatta			
a) vid munstycke	2 900	2 900	ingen
b) vid utblåset	2 900	2 900	"
Damning, torr trasa	2 800	3 100	ringa
Klippning av bomullstyg ^a	3 100	3 300	"
Rostning av bröd, 2 st ^a			
rostade skivor (6 min)	11 700	205 000	kraftig
brända skivor (10 min)	11 700	435 000	"
Stekning av höns, ^a ej köksfläkt	4 200	3 000 000	"

^aAktiviteten utförd i rum med stängda dörrar, volym ca 40 m^3

TAB. 1 visar att normalt städarbete ger en måttlig effekt på dammnivåförhöjningen. En kraftig förhöjning av partikelantalet blir följderna av stekning och brödrostning. I samtliga fall där ett termiskt sönderdelbart material kommer i kontakt med en het yta sker partikelalstring som i regel är mycket kraftig. I TAB. 2 redovisas svärtningstendenser i den rök som avges då vanliga material i en bostad kommer i kontakt med en het yta.

TAB. 2. Sotbildning vid termisk sönderdelning av material samt på grund av aktiviteter.

Material	Sotbildning enl tape	Lukt
trä, furu	svagt gulbrun	bränt trä, bastu
hard board	"-	bränt trä
spånskiva	"-	bränt trä, ngt stickande
gipsplatta	ingen färg	
Rockwool	svagt gulbrun	svår att definiera
Gullfiber	"-	"-
polyten (L.D.)	ingen	paraffinlukt.
nylon	svagt gulbrun	
bomullsgarn	"-	
ullfiber	"-	stark lukt
papper	"-	bränt trä, bastu
mjöl	"-	vidbränt rostat bröd
potatismjöl	"-	som svagt bränt socker
socker	"-	relativt stark knäcklukt
rostat bröd, starkt vidbränt	"-	kvalmig, som matfett
grundvallning av skidor	svagt sot	tjärlukt

Av TAB. 2 framgår att de provade materialen gav upphov till ringa sotbildningstendenser, trots att röken i de flesta fallen var kraftig. Viss sotbildning skedde vid skidvallning. Härvid genereras öppen låga då de mest flyktiga komponenterna avdunstar. Som framgår åtföljs förbränningen ofta av en karakteristisk lukt.

TAB. 2 visar att sot uppkommer så snart öppen eld förekommer (t ex vid vallning med blåslampa). Den kanske vanligast förekommande eldslågan i en bostad är levande ljus. Skillnaden i sotalstring mellan olika ljusstyper illustreras i TAB. 3.

TAB. 3. Levande ljus. Brinntid 1 h.

Ljustyp	Partikeltillskott ($> 1 \mu\text{m}/1 \text{ luft}$)	Sotbildning $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stearinljus av god kvalitet	0	0
Sotande blockljus	13 000	4 000

Rumsvolym ca 40 m^3 , ingen ventilation.

Som framgår av TAB. 3 är skillnaderna överväldigande när det gäller sotbildning från olika ljusstyper. Antalet bildade partiklar $>1 \mu\text{m}$ är relativt måttligt, vilket kan förklara att de boende ej reagerat, ofta i kvällsljuset, om ljussot bildats i någon omfattning. Samma partikelmängd som ovan bildas utan vidare vid rökning av 1-2 cigaretter.

En arbetshypotes har varit att specifika sotpartiklar i kontakt med en lagom het yta förbränns partiellt med markant pigmentökning av stoftet som följd. Troligast utgörs partiklarna i en bostad av textila fibrer. I detta projekt har försök gjorts att generera svärtande partiklar enligt denna mekanism. Såsom dammgenerator har utnyttjats olika torra textilmaterial i en torktumlare med luddfilter borttagna. Såväl material i bomull, ylle som i konstfiber har utnyttjats. Som heta ytor har använts genomströmningsradiator på maxeffekt, brödrost och ett icke sotande stearinljus. I inga av de utförda försöken har spår av svärta konstaterats på tapesamplers. Ej heller har någon speciell lukt noterats under experimenten. Detta resultat får icke tolkas så att denna nedsvärtningsmekanism är helt osannolik, utan bör tolkas så att för att tillräckligt med textildamm eller annat damm skall bildas krävs en kombination av speciella miljö- och materialbetingelser. Dessa betingelser har icke uppnåtts i utförda experiment.

Nedan sammanfattas resultat redovisade i detta kapitel.

Stoftkällorna inomhus kan indelas i två grupper: en som normalt ger mycket blygsamma stofttillskott, och en som lätt hundrafaldigart partikelantalet. Den senare gruppen är resultatet av att ett termiskt sönderdelbart material kommer i kontakt med en upphettad yta. Partiklarna har regelmässigt svag pigmentering med gul eller gulbrun färg (ung. som cigarettrök). Regelmässigt sammanhänger partikelbildningen med en karakteristisk lukt.

De enda interna sotkällor som vid provning avgett svärtning är levande ljus och vallning av skidor. Gemensamt för dessa källor är förekomst av öppen eld. Sotbildningen varierar betydligt mellan olika ljus. Exempel finns på ljus som endast vid utpräglat luftdrag ger en begränsad sotmängd. Exempel finns även på ljus som trots dragfrihet ger kraftig sotbildning. Partikelbildningen mätt som antal partiklar $>1 \mu\text{m}$ per minut är för ett sotande ljus av samma storleksordning som 1-2 cigaretter. Man kan därför inte så lätt iakttaga sotpartiklarna i bostadsluften, speciellt i kvällsbelysning.

I nedanstående figurer 2a, b, c, d och e har avsatts uppmätta sothalter för objekt 1 och 5 under perioder med registrerade förhöjningar av sotnivån. Tidsförloppet antyder en utvädringskurva. Ansättes därför formeln

$$C = C_0 e^{-nt}$$

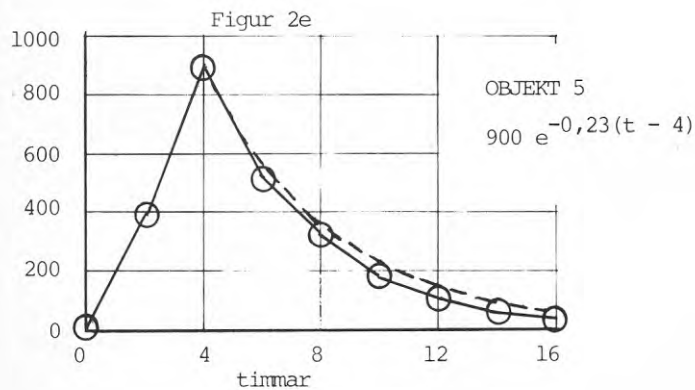
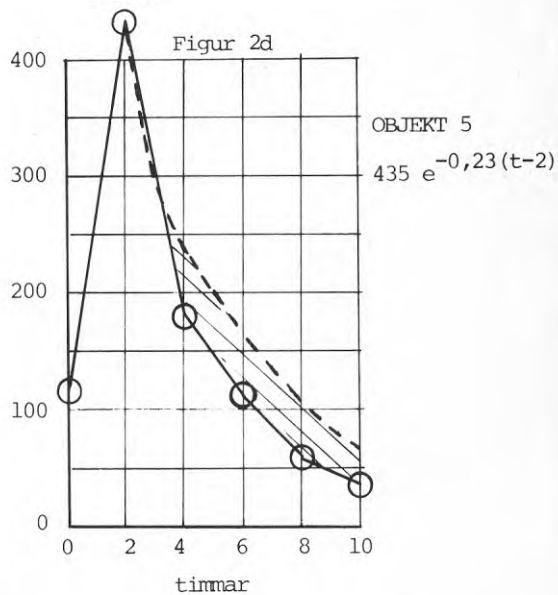
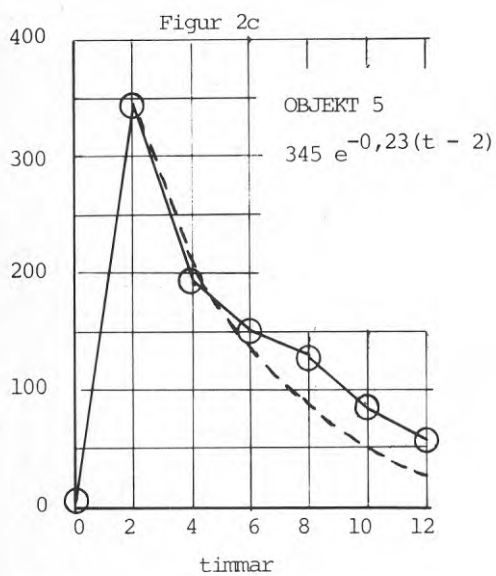
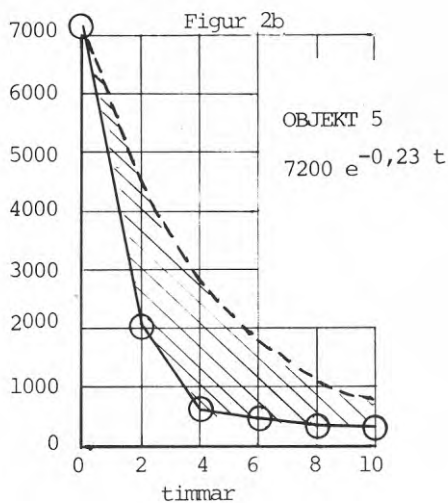
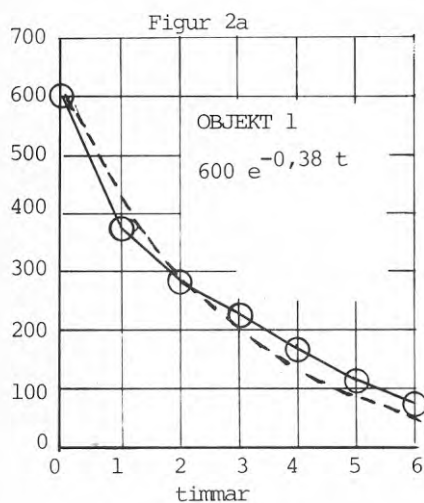
där n , luftomsättningstalet, sättes lika med uppmätt belopp (vilket kan avvika något mellan mättillfälle och tillfälle för förhöjd nivå) erhålls teoretiska utvädringskurvor som ävenledes finns inritade i figurerna. C_0 har ansatts vara ett starkt förhöjt värde i det reella förloppet. I vissa av figurerna visar reala och teoretiska kurvor en förvånande god överensstämmelse (se t ex fig.2a). I andra figurer är överensstämmelsen mindre god. Speciellt fig. 2b är intressant. Den noterade avvikelserna är betydande, vilket kan ha flera orsaker. En sådan är att vädring skett efter sotutsläppet. Bland anteckningar förda av de boende finns ingen sådan notering. På direkt fråga svarar de boende att man med största sannolikhet inte vädrat. Om icke vädring skett är den troligaste förklaringen att sotet avsatts på ytor inne i bostaden, dvs givit upphov till nedsvärtning. Utfällningen på ytor skulle således kunna förklaras av en kombination av tre faktorer

- A. Den höga halten sotande partiklar
- B. Sannolikheten för att partiklarna kolliderar med varandra och därmed slås samman ökar. De resulterande större partiklarna får en högre benägenhet att avsätta sig.
- C. Den låga ventilationsnivån, 0,23 omsättningar/h.

Tids- haltintegralen för "teoretiskt" sot (0-10 h) är $25\ 600\ \mu\text{g} \cdot \text{h}/\text{m}^3$. Tids- haltintegralen för reella lufthalten är $12\ 700\ \mu\text{g} \cdot \text{h}/\text{m}^3$ (0-10 h). Differenserna är $12\ 900\ \mu\text{g} \cdot \text{h}/\text{m}^3$. Antages hela denna kvantitet ha avsatts på ytor såsom svärta samt att bostadsvolymen är $300\ \text{m}^3$, erhålls att $3870\ \text{mg}$ sot avsatts under hela perioden. Antages totala ytan mot omgivningen vara $300\ \text{m}^2$ samt att beläggningen endast sker på 10 % av denna yta, erhålls avsatt ytkoncentration $130\ \text{mg}/\text{m}^2 = 13\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Detta motsvarar reflektometervärdet 82 i OECD-skalan. Sotet skulle enligt denna skala vara fullt iakttagbart efter 10 timmar. De boende anger sig icke ha iakttagit någon svärta vid tillfället. Ovanstående exempel skall endast tjäna som en rimlighetskalkyl. Korrigeringar måste t ex göras för att en stor del av svärtnen fastnar på fönstren.

Figur 2. Sothalten som funktion av tiden vid speciella tillfällen.

Jämförelse med teoretisk utvärdringskurva.



--- = teoretisk kurva

Ovan angivna förhållanden skulle kunna förklara fall av plötslig nedsvärtning. Emellertid är det även fullt rimligt att lägre sothalter kan ge upphov till nedsvärtning under längre tid med en långsammare takt, vilket nedanstående kalkyl skall visa.

Objekt 1 har på grund av byggnadstekniska fel resulterande bl a i omfattande köldbryggor varit utsatt för nedsvärtning under lång tid trots att sothalten i inomhusluften varit måttlig. Under hela mätperioden, 10 dygn, var medelvärdet $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ med toppvärden vid sex tillfällen. Bostadens volym är ca 600 m^3 , varför luften totalt innehåller 21,5 mg sot. Antages 20 % av detta sot avsätta sig på en väggyta per timme samt ansättes tiden 180 dygn (en vintersåsong) erhålls totalt avsatt sot $780 \text{ mg}/180 \text{ dygn}$. Bostadens totala yta mot omgivningen (väggar och tak) är beräknad till ca 200 m^2 . Antages på grund av ojämn avsättning 10 % av ytan belagd med sot erhålls ytkoncentrationen $40 \text{ mg}/\text{m}^2$ ($4,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$). Detta motsvarar reflektometervärdet 93 på OECDs skala för sot, en nivå som är klar iakttagbar för blotta ögat på en omönstrad, ljus yta.

En ytterligare punkt att diskutera är de faktiska skillnaderna i sothalter ute och inne i undersökta hus vid tidpunkter då inga förhöjda sothalter föreligger i inomhusmiljön. Stora skillnader föreligger mellan de olika objekten. Flerfamiljsobjekten (nr 2 och 3) har sotnivåer inomhus som ligger i nivå med eller något under omgivningsmiljön. Reduktionen av sot ligger mellan 0 och 25 %. Den låga reduktionen sammanhänger sannolikt med att tilluften tillförs reglerad utan luftrenande filter (obs grovfilter ej effektivt mot sot). - Motsvarande värden för småhusen är 75 % (obj. 1), 78 % (obj. 4), 0 % (obj. 5), >80 % (obj. 7). I objekt 8, projektledarens eget småhus (ej nedsvärtat) gjordes en kompletterande reduktionsmätning. Nivån fastställdes till 52,1 %. Vi kan således konstatera att i undersökta nedsvärtade småhus är ofta halten sot i bostadsluften väsentligt lägre än hos omgivningsmiljön. En tendens till att nedsvärtningsbostaden under icke svärtande perioder har en lägre halt än referensobjektet föreligger. Denna slutsats är emellertid osäker. Flera orsaker kan ges till de observerade förhållandena

- Den täta konstruktionen i småhus i kombination med isoleringsmaterialet verkar som ett effektivt luftfilter
- Existerande köldbryggor i väggar och tak ger en extra kraftig sotavsättning
- Medverkande vid köldbryggorna kan vara tendenser till kondensation av vattenånga i och intill ytan
- Värmesystemet medverkar genom avsättningar i radiatorns närhet

- Den låga luftomsättningen, speciellt vid självdragsventilation.

Vilken betydelse kan omgivningssotet spela inne i bostaden? Nedanstående kalkyl tjänar till att visa detta: Antages halten i omgivningen i medeltal vara $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, antages avskiljningsgraden i väggarnas isolering vara 60 %, luftomsättningstalet 0,3/timme samt bostadsvolymen vara $300 \text{ m}^3/\text{h}$ tillföres bostaden $900 \mu\text{g}$ svärta/h. Antages 10 % av svärtan avsätta sig på kalla ytor = 20 m^2 av totala ytan erhålls avsättningshastigheten $4,5 \cdot 10^{-4} \mu\text{g}/\text{cm}^2$ eller $2 \mu\text{g}/\text{cm}^2 \cdot 180$ dygn (vinterhalvår), en svärtning som är svagt iakttagbar. Osäkraste antagandena i kalkylen är nedsvärtad yta (ovan 20 m^2) och avsättningsgrad (ovan 10 %). Kalkylen visar emellertid att omgivningsluften även vid relativt rimliga antaganden kan bidra till nedsvärtning men för detta krävs tidsperioder av ca ett halvårs längd eller mer.

Ovanstående iakttagelser om sotnivåer inne/ute aktualiserar tilluftsproblematiken. F n diskuteras införande av reglerade tilluftsdon på lämpliga platser i rummet. Härigenom tillförsäkras bostaden en effektiv ventilation av hela huset. Risken för att vissa utrymmen i avlägsna delar av huset blir dåligt ventilerade reduceras. En nackdel, under förutsättning att tilluften ej underkastas någon typ av rening, är att sothalten från omgivningen ökar inomhus, vilket skulle kunna medföra sanitära olägenheter. Mot denna bakgrund föreslås att förhållanden med anknytning till tilluftsproblematiken blir föremål för ett ingående studium, avseende såväl sot som andra föroreningskomponenter.

I nedsvärtningsdiskussionen har ofta elradiatorernas betydelse framhållits. Avsättningar ovan radiatorerna liksom vid vattenburen värme är odiskutabelt beroende av luftrörelserna nära elementen. Att elradiatorerna när de arbetar på maximal kapacitet kan avge en viss förnimbar lukt antyder att en viss omvandling av stoft kan ske. Öppnas radiatorer kan i regel brunt till gråsvart stoft iakttagas. Hur svårt det kan vara att generera de utgångsbetingelser som krävs för att snabb nedsvärtning skall erhållas antyds av Giesekes väl preparerade försök att ur olika textilstofr framkalla tendenser till nedsvärtning vid elradiatorer. Han rapporterade inga nedsvärtningseffekter. - Att en elradiator arbetar på maximal effekt beror ofta på att de boende t ex vid sängdags vill skruva ned värmen i sovrum, vardagsrum etc. Glömmer man härvid att justera ned ett element kommer detta snart att arbeta för högtryck, alltmedan temperaturen sjunker i bostaden.

De uppställda hypoteserna kan med utgångspunkt från gjorda undersökningar besvaras enligt nedan.

- 1 Omgivningens sot/stoft kan ha en betydelsefull roll i hus som i vissa avseenden är felbyggt resulterande i en starkt förhöjd tendens till att ta upp existerande stoft i omgivningen. Svärtan kommer därvid åter kontinuerligt efter en rengöring.
- 2 Byggnadsmaterial i form av isolering, spånskivor, gipsskivor m m utgör ingen betydelsefull stoftkälla.
- 3 Enligt litteraturen kan omvandling vid kontakt med heta ytor ske. För detta krävs speciella material- och miljöbetingelser. Dessa kombinationer har icke uppnåtts vid experimentella betingelser. Hypotesen kan därför varken bekräftas eller förkastas.
- 4 Undersökningsmaterialet visar att ventilationsnivån bör vara större än 0,4 omsättningar per timme för att få bukt med den plötsliga nedsvärtningen. Nivån 0,5 omsättningar/h torde icke garantera ett hundra procentigt skydd, men ger en relativt god säkerhetsmarginal.
- 5 För att omgivningsluftens sot skall ge svärtningseffekter måste omgivningen vara relativt sotbemängd, vilket den är i stadsluft. Om avsättningen sker på kalla ytor, vilket här antages, när $A = 10\%$ av totala ytterväggsytan, sothalten i bostaden $B = 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ och avsättningsbenägenheten $C = 20\%$ erhålls en klar iakttagbar svärta på ljusa, omönstrade ytor efter en vintersäsong. Reduceras någon av de antagna siffrorna B och C förlängs tiden för uppnående av samma svärta i motsvarande grad. Är de verkliga siffrorna för B och C större blir nedsvärtningen betydande efter en vinter. Ventilationsnivån har en underordnad roll i detta fall. - Om en intern sotkälla är orsak till sotets uppkomst vilket avsetter sig på $D = 10\%$ av totala bostadsytan mot yttervägg, sothalten som medeltal över $E = 10$ timmar är $F = 2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, avsättningsbenägenheten är $G = 20\%$ och ventilationsnivån $H = 0,3$ omsättningar/h, kommer viss nedsvärtning att vara iakttagbar efter ett tillfälle. Ökas värdena för E , F och G eller minskas värdena för D och H blir svärtan klart iakttagbar.

10 CHECKLISTA VID INSPEKTION AV NEDSVÄRTADE
BOSTÄDER

1. Bostadstyp
2. Byggår
3. Är bostaden nyrenoverad? När?
4. Typ av uppvärmning
5. Typ av ventilation. Finns öppen spis?
6. Takmaterial
7. Väggmaterial
8. Golvmaterial
9. När flyttade man in?
10. Har man upplevt nedsvärtning tidigare?
11. När inträffade nedsvärtningen?
12. Pågår den fortfarande?
13. Är bostaden rengjord? På vilket sätt?
14. Hur många bebor bostaden? Barn
15. Arbetsförhållanden
16. Rökvanor
17. Ventilationsvanor
18. Ljusvanor
19. Var finns svärta? Beskriv och rita skisser/fotografer
20. Bedöm hur allvarlig svärtnan är
21. Rengör en eller två provytor och fäst 7 tejprensor att tas bort av bostadsinnehavaren ca 1 gång/vecka. Välj svärtade ytor med hårt underlag (fönster, TV-skärm, WC-stol). Härigenom fastställs om nedsvärtningen pågår fortfarande.
22. Vilka förklaringar har de boende till den inträffade skadan?
23. Inspektörens slutsatser

Skicka gärna kopia av protokollet till

IVL
Jan Werner
Box 21060
100 31 STOCKHOLM

REFERENSER

- 1 Bryhni, Å, Elektriske owners stövavsetning på vegger. Elektroteknisk tidskrift 74, p. 103-106, 1961.
- 2 Gieseke, J A, Causes and reduction of wall discoloration from baseboard heaters. Batelle Memorial Institute, Columbus Lab., 1966.
- 3 Nedsvärtning i bostäder, Konsumentverkets slutrapport 1977:1.
- 4 Peterson, F, Svarta streck. Statens Råd för Byggnadsforskning, publ. T9:1976.
- 5 van Uchelen, O & Mentzel, C, Black, brown and yellow discoloration of white ceilings by air pollution and heating systems. 12th World Gas Conference, Nice, IGU/E8 -73.

BILAGA 1

OBJEKTSVIS REDOVISNING

Objekt 1

Huset är beläget i utkanten av en mellansvensk medelstor stad i inlandet. Det är ett gavelradhus av souterrängtyp med bostadsytan ca 200 m² i två plan. Byggår är 1969. - Huset ligger i ett område med blandad bebyggelse och i grannskapet av äldre industri. Marken sluttar mot en åfåra, varför området tidvis kan ha något högre luftfuktighet eller vara kallare än omgivningen. Tendensen är emellertid svag. - Huset har hel bottenplatta, mellanbjälklag i betong, regelväggar med utvändigt fasadtegel. Takkonstruktionen är i trä. Invändigt har huset gipsskivor i övervåningens tak och väggar, vilka är målade eller tapetserade med papperstapeter. Golven är i övre planet parkett, marmor (entrén) och plastmatta (kök), i undre planet och trappan heltäckningsmattor. Undervåningens tak är målad betong. Huset är eluppvärmt med radiatorer av genomströmningstyp. Ventilationen är av självdragstyp med tilluften i undre plan och frånluft i toalett, badrum och kök.

De boende är ett gift par i medelåldern med en son i övre tonåren. De har bott i huset sedan årsskiftet 73/74. De röker inte. Kvinnan arbetar i hemmet. Hon städar, tvättar, lagar mat m m i normal omfattning. I huset förekommer krukväxter i normal omfattning.

Då projektledaren besökte huset 17/12 -76 konstaterades kraftig nedsvärtning på väggar och tak. Då huset köptes var det starkt nedsvärtat, vilket nuvarande ägarna trodde berodde på den tidigare ägarens vanor. Man lät rengöra, tapetsera och måla svärtade ytor i samband med och efter inflyttningen. Ganska snart uppträdde ånyo svärtning i taket och på väggar. Denna pågår fortfarande. I tidigare bostäder har paret icke varit med om någon svärta.

Huset har varit föremål för ingående undersökningar av byggnadsteknisk expertis. Med termografering har konstaterats mycket utpräglade köldbryggor just på de partier som svärtats. En byggnadskonsult har öppnat väggen och konstaterat

- 1) att brister i isoleringen föreligger, dels genom dålig anpassning till regelverket, dels genom alltför tunn isolering;
- 2) att konstruktionsbrister föreligger. I taket har entumsplank spikats på sådant sätt att

luftkanaler för uteluft lätt utbildas mellan innervägg och isolering.

Under perioden 17-27 dec -76 analyserades bostaden med tapesamplers. En var placerad på balkongen utanför bostaden, en var placerad i matrummet på övre planet. Tyvärr kunde referensobjekt ej erhållas. Luftomsättningsmätning utfördes 27/12 med spårgas. Omsättningen uppmättes till 0,38 omsättningar/timme. Utomhustemperaturen var -9°C, inomhustemperaturen i matrummet +17,5°C. Vädret var mulet, vinden ca 1 m/s. Det snöade kraftigt. - Av FIG. 1a framgår haltvariationen i utomhusluften. FIG. 1b redovisar inomhusvärdena. I FIG. 1c har utomhusvärden och inomhusvärden överlagrats. Förloppen är helt åtskilda. Starkt förhöjda värden förekommer tidvis inomhus. Tidmsäsigst infaller förhöjningarna regelmässigt under kvällstid (undantag dag 8 som är julafton). Å andra sidan visar figuren att under perioder utan förhöjda sothalter inomhus är halten i huset väsentligt lägre än ute (se t ex FIG. 1c dag 4-5, 6-8 och 10-11). - Orsaken till de höga halterna under kvällstid kan ej utläsas ur dagboken. Denna anger endast att man vid aktuell tidpunkt tittat på TV. - Besiktning visade att blockljus fanns i bostaden. Samtliga dessa tändes av projektledaren 27/12 omkring kl 14.30. Med tre tapesamplers konstaterades nedanstående sothalter

	klockan	
	15-16	16-17
matrummet, övre plan	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
vardagsrummet, övre plan	430	360
gillestuga, undre plan	483	205

Kommentar: Ljusen sotar något men kan knappast jämföras med "nedsvärtningsljus".

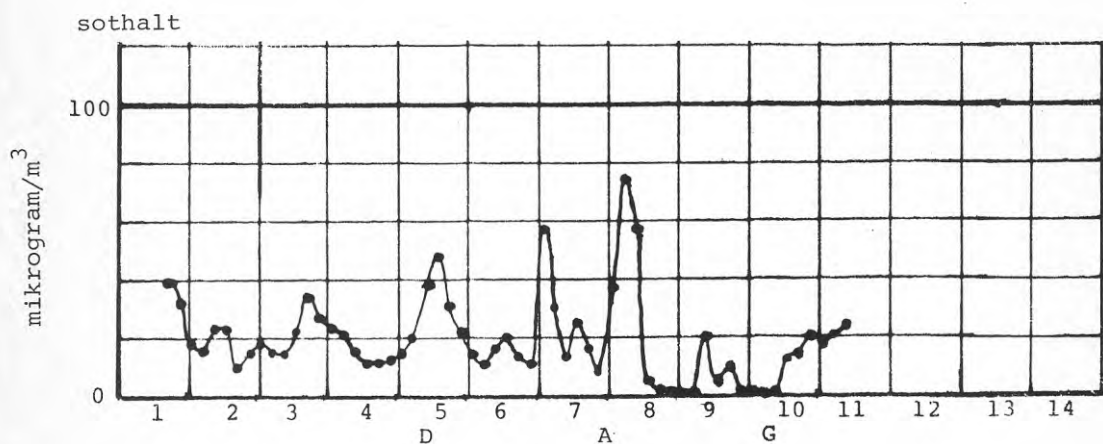


FIG. 1a. Objekt 1. Uteluften.

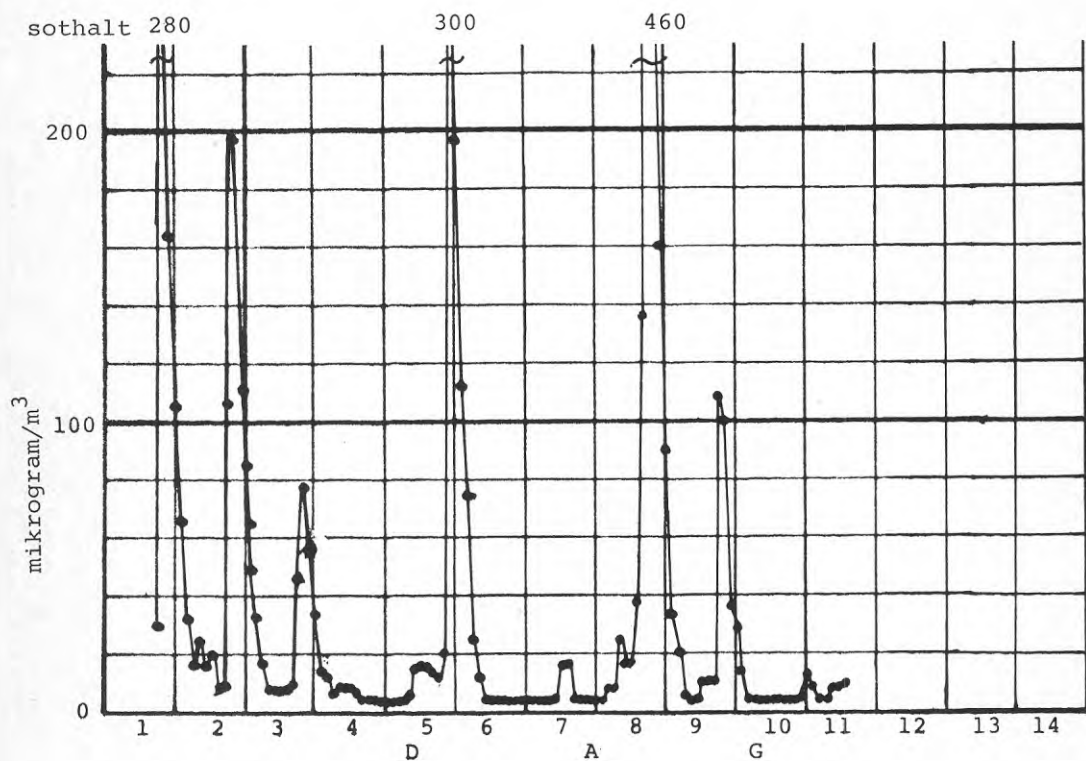


FIG. 1b. Objekt 1. Bostadsluften i matrum, övre planet.

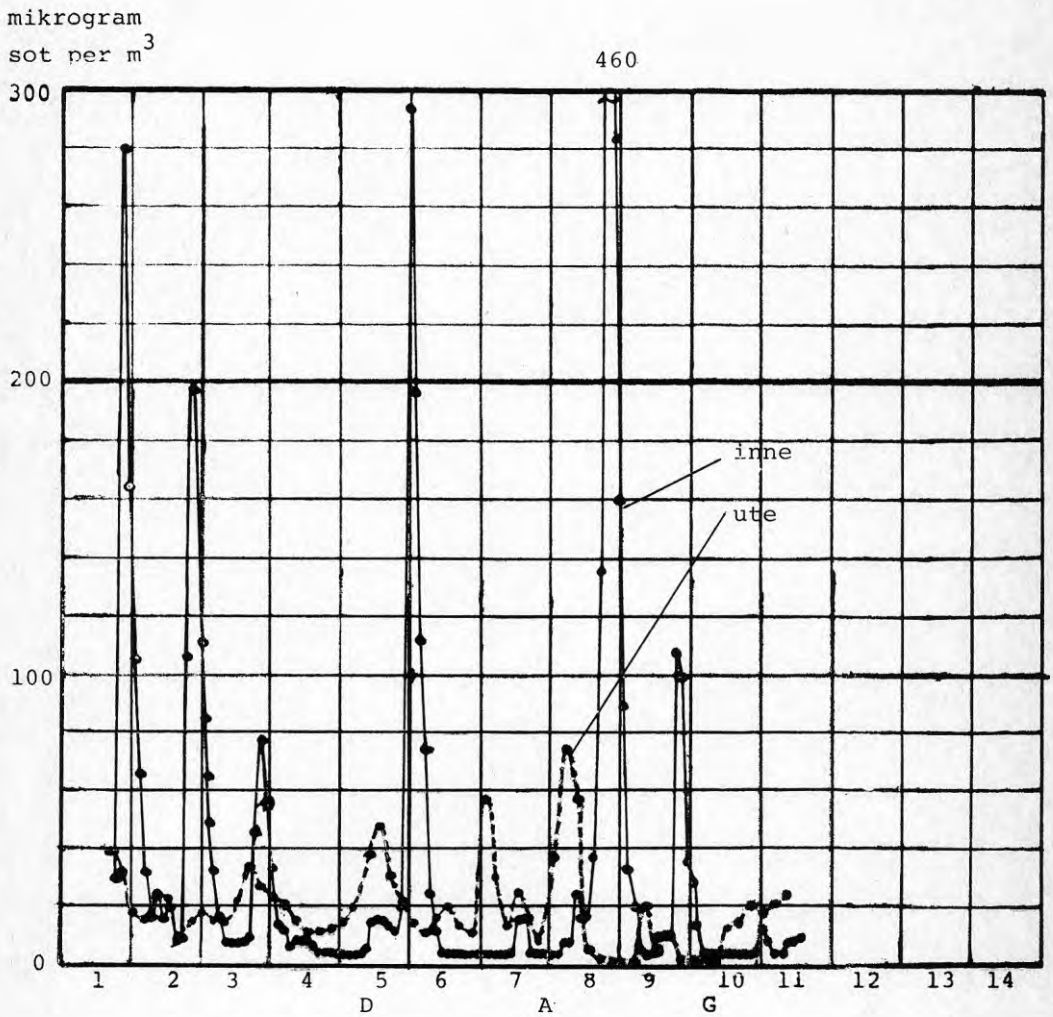


FIG. 1c. Objekt 1. Jämförelse av bostads- och uteluft.

Objekt 2

Hyreslägenhet i randkommun till Stockholm, 3:e vån. (övre vån.), ett rum och kök, 45 m². Uppvärmning genom fjärrvärme (centralen belägen ca 500 m från bostaden). Ventilation: Tilluft genom öppningar under fönster i kök och vardagsrum, ej i badrum. Vädringsruta i kök, balkongdörr i vardagsrum. Frånluft med mekanisk fläkt på helfart 07-22, halvfart 22-07, utsug i kök över spis (bra spiskåpa) och i badrum (ej i garderob). Taket har vit rappning, väggarna papperstapeter och golv nålfiltmatta ovan parkett i vardagsrum och linoleummatta i kök. I badrum är taket målat, väggar av vävburen plast och golv av uppvikta plastmatta.

Den boende är en kvinna omkring 35 år, har bott i bostaden sedan 1969, är ensamstående, yrkesarbetande och vistas icke i bostaden vardagar 8-18. Hon röker inte och lagar normalt inte mat. Hon dammsuger en gång per vecka och genomförde julstädning före julen. Hon tvättar i speciell tvättstuga.

Under perioden 23/12 - 8/1 kl 19 stod lägenheten tom. 8/1 kl 19 kom kvinnan hem från en resa. Hon packar upp saker, ser TV, spelar en skiva, tänds blockljus och bixljus, går och lägger sig kl 22. 9/1 omkring kl 8 vaknar hon och observerar tydlig svärtning på toalettstol. På förmiddagen observeras svärtning på köksväggar, kökssnickerier m m. Senare i veckan observeras svärta i olika utrymmen (skåp, plastbackar, kylskåp, golv, fönster, TV-skärm). Hon rengör lägenheten.

14/1 besöker projektledaren bostaden och mätning med tapesampler arrangeras. En sampler placeras utomhus, en i badrummet. Mätningen pågår t o m 19/1. Insamlat material visar:

Uppmätta utomhusvärden för sot (FIG. 2a) varierar omkring 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ med extremvärden 12 resp 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Uppmätta inomhusvärden varierar högst betydligt (FIG. 2b) med extremt höga halter 14-15/1. Toppvärde är 6300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ca 500 gånger högre halt än samhörande utomhusvärde. Orsaken är att blockljuset sotar kraftigt. (Anm. Projektledaren tände själv ljuset vilket efter ca 10 min sotade kontinuerligt och mycket kraftigt). Ljuset, som tidigare brunnit med väl anpassad låga, hade nedre delen av vecken uppböjd, varför den andra vecken successivt kom fram. Den härigenom alstrade lågan blev alltför stor för att underhålla en fullständig förbränning. Förekomsten av drag i ljuslågan var försumbar. Trots de höga halterna 14-15/1 uppträdde nedsvärtningsfenomen endast på fönsterrutor och TV-skärm. Vi kan därför konstatera att en extrem sotbildare förekommit, vilken med all sannolikhet medverkat vid tidigare nedsvärtning. Emellertid föreligger faktorer vid sidan av sotnivån som sådan som i ena fallet medverkat till sotutfällning - nedsvärtning, i andra fallet icke medverkat. En i detta sammanhang oklar punkt är om ventilations-

systemet var igång vid nedsvärtningstillfället.

- FIG. 2 c visar relationen mellan sot inomhus och utomhus. Reduktionen inomhus är ca 25 %.

FIG. 2a. Objekt 2. Ute-
luftens sothalt

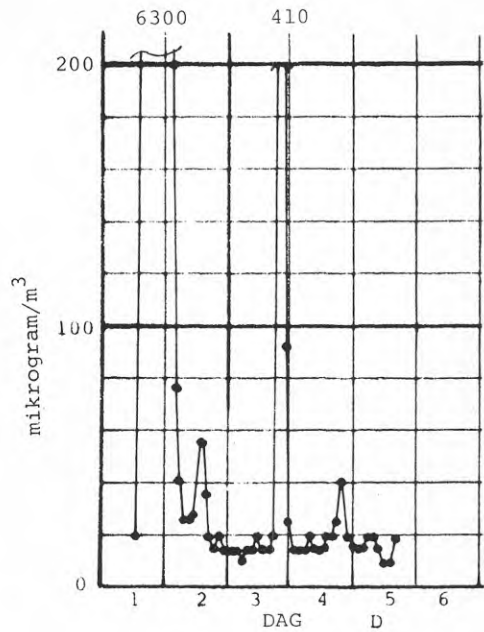
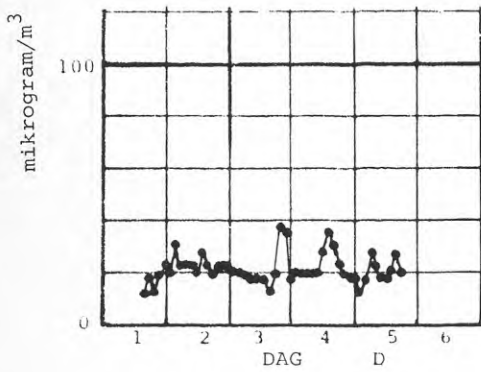


FIG. 2b. Objekt 2. Bostads-
luftens sothalt

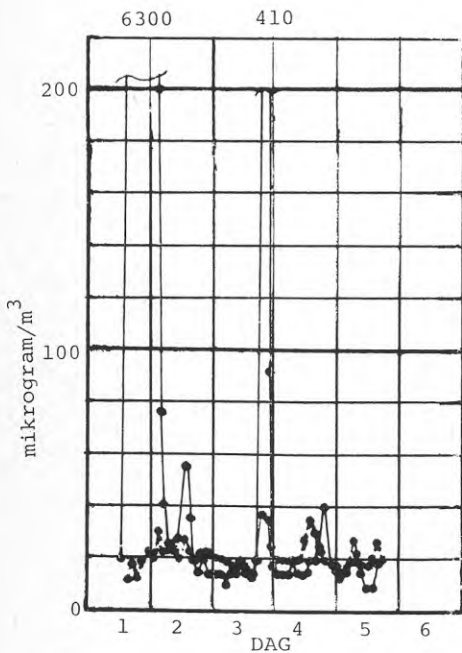


FIG. 2c. Objekt 2.
Bostadsluftens sothalt.

Objekt 3

Hyreslägenhet inne i mellansvensk stad, ca 1 km S centrala delen. Huset är byggt 1946. 1974 renoverades hela fastigheten. Bostaden är belägen på övre etaget (3:e vån.) och består av 3 rum och kök (2 av rummen sammanbyggda). Lägenhetsytan är ca 80 m². Väggarna har papperstapeter, golven parkett. Plasttapeter eller plastlister förekommer icke. Lägenheten har vattenburen värme från central i huset. Lägenheten ventileras genom självdrag med tilluftsöppning under fönster i vardagsrum och utsug i badrum och kök. Utsug i köket utan köksfläkt är svag. Mätning av venti ationsnivån utförd med spårgas visar 0,38 omsättningar per timme, vilket motsvarar 76 m³/h (volymen 200 m³ antages). Mätning i badrumsutsug visar 28 m³/h. Köksventilationen var mindre än 10 m³/h. Lägenheten har i hög grad s k ofrivillig ventilation. - I en bostad i etaget under erbjuds en referenslägenhet. Denna har ventilationsnivån 0,40 omsättningar per timme. Badrumsventilationen var 32 m³/h. Trots att ventilationen i bostäderna företer stora likheter har endast den förstnämnda besvärats av nedsvärtning.

Den boende är en kvinna i 50-årsåldern, ensamstående, yrkesarbetande samtliga vardagar. Hon är rökare. Hon har utpräglad ordningssinne.

Under julen-nyår 1975/76 inträffade nedsvärtning. Hälsovårdskontoret utförde under två perioder i mars -76 undersökning med tapesamplerteknik. Under första perioden (1 dygn) var medelvärdet omkring 15 µg sot/m³, i paritet med halter registrerade i utomhusluften samma dygn, 10-15 µg sot/m³. Vid andra perioden (1 dygn) uppmättes halter nära 400 µg/m³ under fyra timmar. Om den därpå följande avklingningskurvan för sot, korrigerad för omgivningsbidraget (15 µg/m³), accepteras som utvädringskurva erhålls luftomsättningstalet 0,28 per timme. Under den perioden då höga halter förekommer var den boende hemma.

Då projektledaren besökte bostaden (20 jan -77) gjorde hyresgästen gällande att sotet alltjämt utgjorde ett problem. En tapesampler ställdes inne i bostaden, en annan på balkongen och en tredje i en referenslägenhet. Den boende ombads att under undersökningen undvika att bränna ljus. Efter åtta dagar besöktes bostaden för analys av tapesamplare. Tyvärr misslyckades mätningen i den nedsvärtade bostaden, varför mätningen kompletterades 5-13 februari, dock utan kontroll av referensbostad eller omgivningsmiljö.

Studium av uppmätta halter i referensbostaden (FIG. 3b) visar att halterna i stort följer utomhusluftens halter (FIG. 3a) under dagtid (FIG. 3c), troligtvis beroende på att lägenheten vädras. (Äldre

dam, hemmafru, ej rökare). Under natten är halten något lägre. Tillfällen finns (dag 4) då halten inomhus stiger markant (toppvärde $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vid detta tillfälle var gäster hemma, varvid man rökte och tände levande ljus. - Studeras uppmätta halter i den nedsvärtade bostaden (FIG. 3d) kan konstateras att uppmätta halter är måttliga. Tillfällen, då förhöjda halter förekommer (toppvärde $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) är bl a en söndag då bostaden utnyttjas. Samtidigt mättes omgivningsluftens sothalt på en punkt ca 2 km SO bostaden. En jämförelse mellan halterna på de båda punkterna visar under en relativt stor del av perioden en hyfsat god överensstämmelse (FIG. 3e).

Vid detta skede av undersökningen kunde konstateras dels att i bostadsluften förekommande halter hade varit låga och i huvudsak i nivå med omgivningsluftens, dels att inga synbara avsättningar inträffat på ytor som svärtats tidigare. För att följa effekter på längre sikt fastsattes tejprensor på toalettens väl rengjorda vattenbehållare. Varje vecka borttogs en remsa. Under hela perioden (31/1 - 21/3) registrerade den boende inga spår av sot. - Vid kontakt i februari -78 visar det sig att inga besvär inträffat sedan undersökningsperioden.

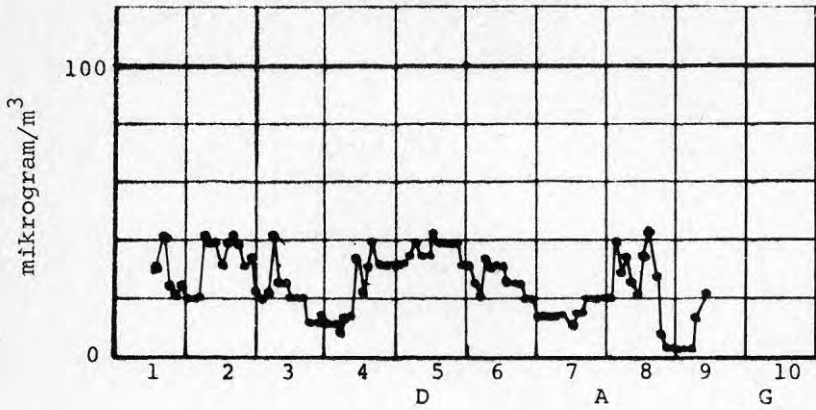


FIG. 3a.
Uteluftens
sothalt

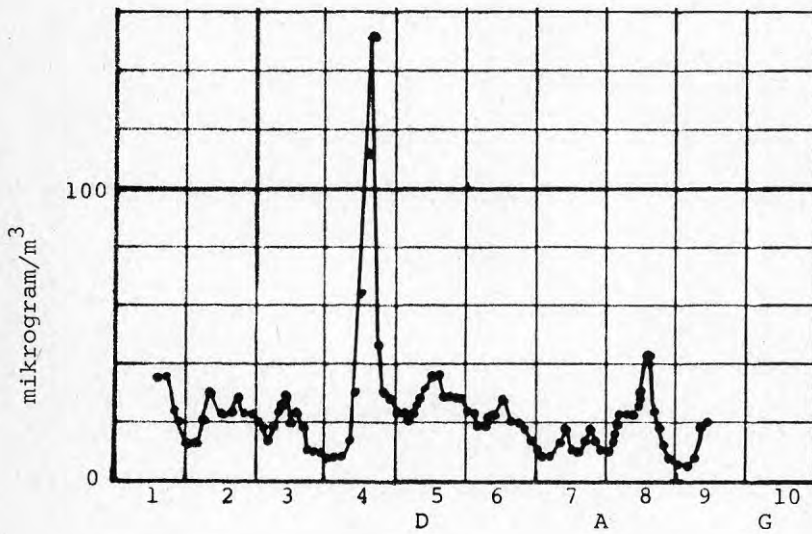


FIG. 3b.
Referens-
bostadens
sothalt

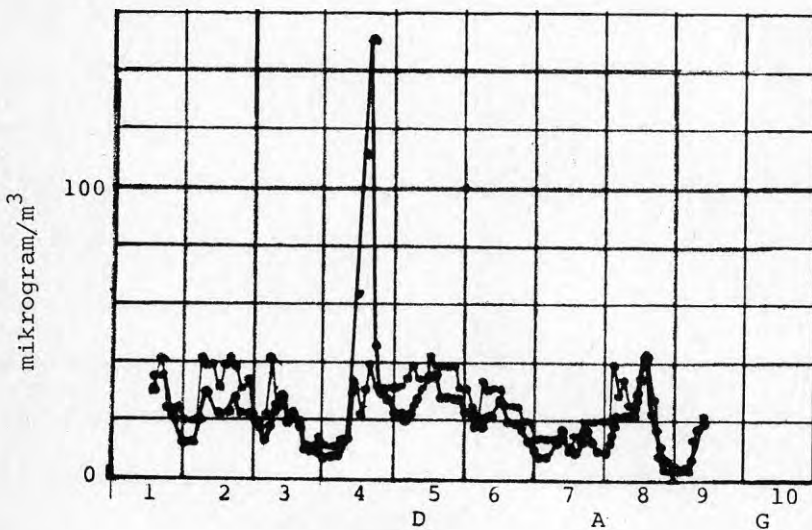


FIG. 3c.
Sothalter i
referens-
bostad
och
uteluft
kombinerat

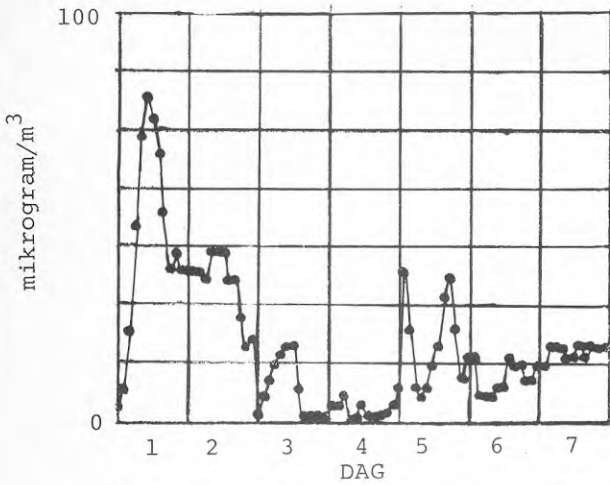


FIG. 3d.
 Uteluftens sothalt
 på närliggande plats
 (ca 1 km) samtidigt
 med mätning enligt
 FIG. 3e.

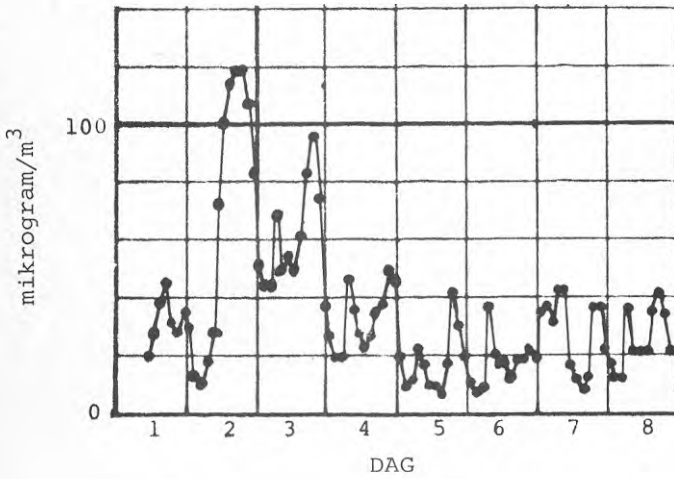


FIG. 3e.
 Sotvariationer i ned-
 svärtningsobjekt 3
 vid en senare tids-
 period

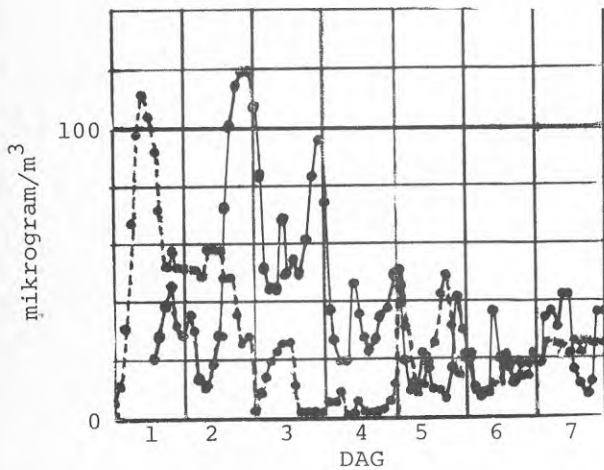


FIG. 3f.
 Sothalter i ned-
 svärtningsobjektet
 och uteluften
 kombinerat

Objekt 4

Objektet är ett småhus beläget i utkanten av en mellansvensk större stad, ca 2,5 km från centrum fritt från närliggande föroreningskällor. Byggnaden är ett radhus (ligger mitt i längan) i två plan, ca 120 m², byggt 1975. Huset har elektrisk uppvärmning med öppna radiatorer och är frånluftsventilerat med mekanisk fläkt med stegvis reglering. Tilluftsdon saknas. Innertaken är utförda i målade gipsplattor i övre plan kök och hall, målade betong i vardagsrumstak. Väggarna är i betong med pappers- tapeter i sovrum, hall och vardagsrum, vinyltapeter i våtutrymmen toalett och kök. Golven har heltäckningsmatta i sovrum, parkett i vardagsrum och plastmatta i kök och våta utrymmen.

De boende är en kvinna omkring 30 år med ett barn omkring 5 år. Modern arbetar dagtid, barnet är på daghem. Modern röker 2-7 cigaretter per kväll. Hon lagar sällan mat, städar en gång per vecka och tvättar 4-5 kvällar i veckan i tvättmaskin med centrifug med hög avvattning. Torkning sker i torktumlare. Den fuktiga luften går direkt ut i våtutrymmet, varvid våtrummsdörren får stå öppen till bostaden för att släppa ut fukten. Viss dammbildning sker bl a i intilliggande tvättställ. Kvinnan har besvär med luft-rören och eftersträvar en hög luftfuktighet i bostaden. Hon utnyttjar bl a luftfuktare. Hon har mycket växter i vardagsrummet och en burfågel.

Hon har bott i huset sedan detta var nytt, ca 2 år vid besökstillfället, och har tidigare ej drabbats av nedsvärtning. Omkring julen 1976 uppkom svärtning på fönster- och kökssnickerier, kylskåp och i våtutrymmen. Även TV-skärmen svärtades. Svärtningen hade enligt kvinnan pågått även efter jul men i mindre omfattning. Bland övriga noteringar är att hon innehaft blockljus med tre veckor under nov-dec -76 men som slängdes omkring 20 dec -76. Detta brann i vardagsrummet.

Vid första besökstillfället 27 januari noterades att nedsvärtning förekommit. På grund av rengöring kunde icke fastställas hur grav den varit. Emellertid menade kvinnan att nedsvärtningen fortfarande återkom med jämna intervall. Mätning av luftomsättningstalet visade 0,38 omsättningar/timme. Mängd utsugen luft med fläkt på halvfart (normal nivå) visade

köksutsug	36 m ³ /h
bad/våtutrymme	58 "-
WC	29 "-
	<hr/>
Totalt	123 m ³ /h

Bostadsytan är ca 130 m^2 . Antages takhöjden $2,4 \text{ m}$ erhålls volymen 312 m^3 . Beräknad luftomsättning $123:312 = 0,39$. Mängden ofrivillig ventilation är således obetydlig. I vardagsrummet ställdes en tapesampler. Samtidigt startades en sampler av utomhusluften samt en i en bostad i samma område, referensobjektet. Denna bostad är av samma typ men något mindre och bebos av ett medelålders par vilka röker 1-2 cigaretter/dag. Luftomsättningstalet mättes med spårgas till $0,39$ omsättningar per timme vid fläkt på halvfart.

Vid andra besökstillfället, 11 februari, konstaterades att förhöjda halter sot i inomhusluften förekom i ytterst liten omfattning. Inte heller kunde konstateras på rengjorda ytor förekomsten av sot. Man tvingades konstatera att fenomenet icke uppträtt under försöksperioden.

Vid kontakt i mars -78 hävdar kvinnan att trots att hon undviker levande ljus har viss nedsvärtning inträffat, emellertid i betydligt mindre omfattning än tidigare. Nedsvärtning har främst förekommit på TV-skärmen, fönster och toalettstol. En icke helt osannolik förklaring kan vara textilfibrer av mycket liten dimension som kommer i kontakt med heta ytor på radiatorerna och därvid partiellt förkolnar.

Uppmätta sothalter redovisas i FIG. 4a, omgivningsluften, FIG. 4b, nedsvärtningsobjektet och FIG. 4d, referensobjektet. I FIG. 4c och 4e visas samtidigt halterna inom- och utomhus för nedsvärtningsobjektet (4c) och referensobjektet (4e). Periodvis är halten i omgivningsluften väsentligt högre, se FIG. 4c och 4e dag 5 och 6, under andra tider följer halterna varandra ganska väl (perioder med låga omgivningshalter) medan perioder finns när inomhushalten är klart högre (se FIG. 4c, dag 10 och 11). Halterna är måttligt förhöjda.

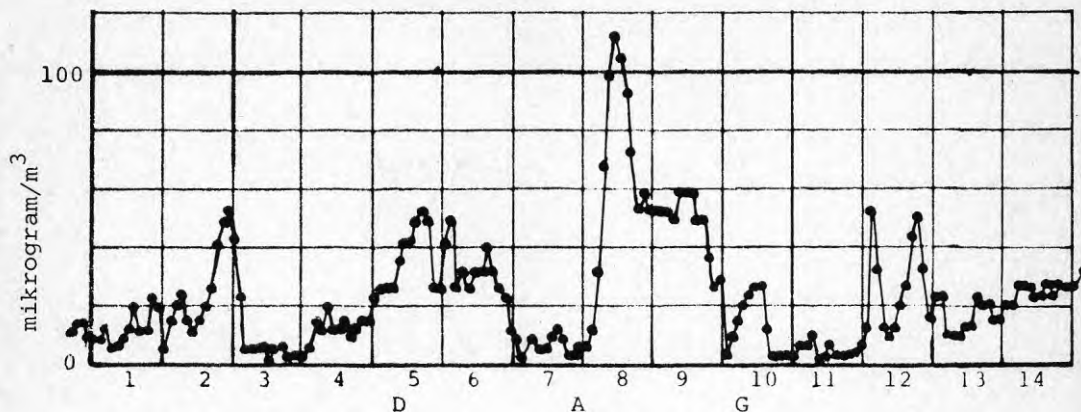


FIG. 4a. Uteluftens sothalt.

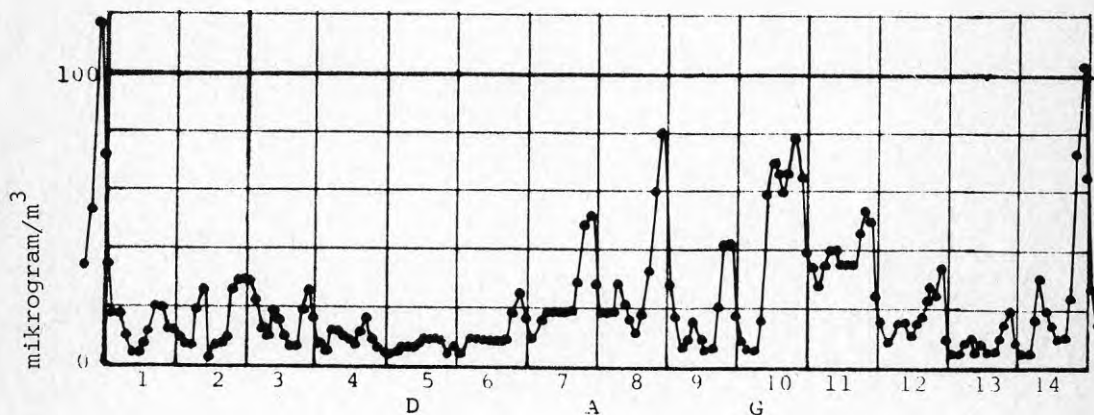


FIG. 4b. Nedsvärtningsbostadens sothalt.

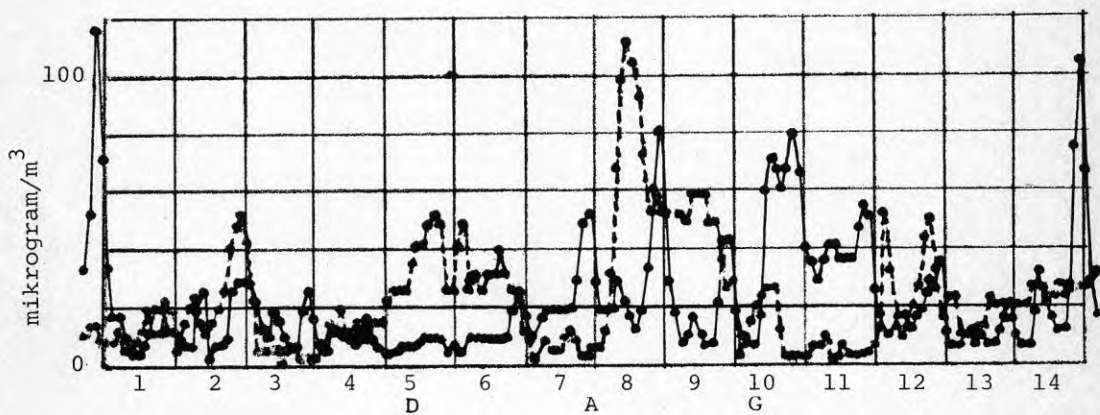


FIG. 4c. Sothalter i nedsvärtningsbostad och uteluft i kombination.

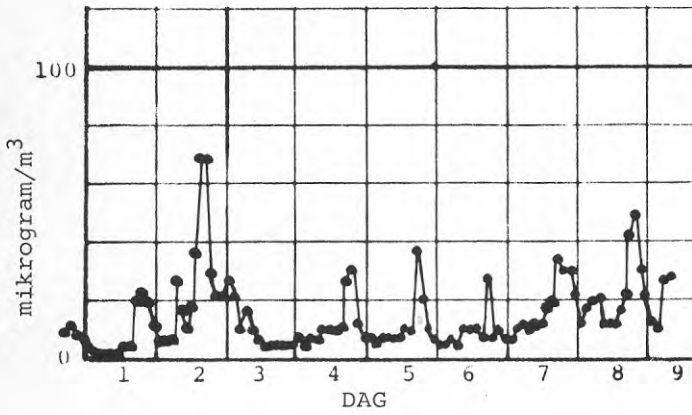


FIG. 4d.
Referensobjektets
sothalter

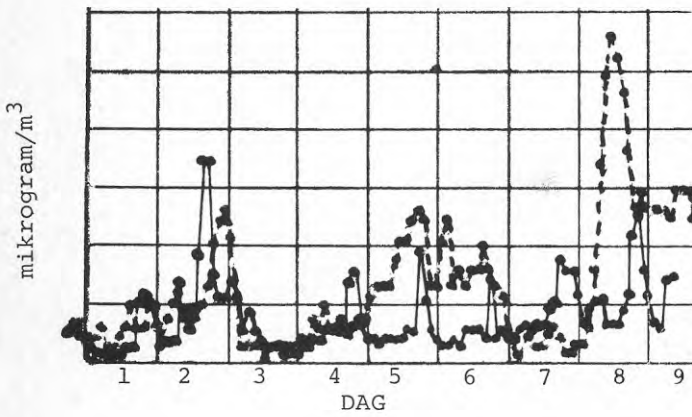


FIG. 4e.
Sothalter i referens-
objekt och uteluft
i kombination

Objekt 5

Huset är beläget i en av Stockholms norra grannkommuner, fritt från närliggande föroreningskällor, byggt 1971. Hustypen är småhus/parhus i två plan. Uppvärmningssystemet baseras på el, radiatorerna är av öppen typ. Två radiatorer hade bytts, i övre och nedre toalett, till slutna radiatorer. Ventilationen är av självdragstyp med utsug i nedre planet vid köksspis, i torkrum (torkskaåp med dragavbrott) och toalett samt i övre planet i badrum. Luftomsättningsmätningen visade 0,23 omsättningar/h. Huset har gipsskivor i taken, väggar med plasttapeter i bl a kök och toalett, badrum och våtutrymme, plastfoder runt dörrkarmar och golv i plast i kök och hall, nålfiltmatta i sov- och lektrum samt heltäckningsmatta i vardagsrum. Panelen är vid tak och golv i trä.

De boende är en familj med två barn i skolåldern. Ingen röker. Hustrun är hemma under dagarna. Familjen flyttade in 1971 som första brukare. Under jul-nyår 75/76 observerades första nedsvärtningen varvid svärtan satte sig överallt. Huset rengjordes men svärtan återkom, dock i mindre omfattning. Hustrun hävdar att samband förelåg mellan kall väderlek och framför allt väderomslag och nedsvärtningseffekt. Hon hävdar vidare att samband finns med de öppna el-radiatorerna, emedan sot avsätter sig speciellt i dessas närhet men icke vid de slutna radiatorerna. Ett av barnen har känsliga luftrör och klagar på ventilationen.

Projektledaren besökte huset första gången 15 februari. Härvid kunde konstateras att bostaden haft nedsvärtningsproblem. Ur undersökningssynpunkt kunde konstateras att många ytor rengjorts, varför det är svårt att ange hur grav svärtningen varit. En tapesampler placerades i bostadens kök, en på husets utsida och en i ett angränsande hushåll, referensobjektet. Denna bostad är av samma typ och ålder som nedsvärtningsobjektet. Hushållet består av man, hustru och två barn i samma ålder som i nedsvärtningsobjektet. Hustrun är hemmafru. Enda skillnaden är att man röker. Luftomsättningstalet i denna bostad var högre, 0,45 per timme. I nedsvärtningsobjektet uppsattes tejprensor på köksfönstrets insida efter att glaset noggrant rengjorts. Hustrun ombads att föra noggrann dagbok över aktiviteter och iakttagelser. - 27 februari besöktes bostaden ånyo, varvid kunde konstateras kraftigt förhöjda nivåer speciellt 15-16 februari. Någon motsvarande förhöjning kunde icke konstateras i omgivningsluften eller i referensobjektet. Under första besökstillfället konstaterade projektledaren att ett grönt blockljus fanns. Detta tändes 15/2 i samband med att besöket avslutades (omkr kl 16). Ljuset visade en tendens till sotning. Ljuset släcktes 19.55. De extremt höga sothalterna som registrerats på tejpren härrör med all sannolikhet från detta ljus. Förhöjda halter i luften förekom

fortfarande nästa morgon. Trots detta menar hustrun att några nedsvärtnings effekter ej iakttagits. Tejprensorna på fönstren styrker detta påstående. Någon synbar sot fanns icke.

Vid kontakt i mars -78 hade stora ändringar vidtagits under våren - sommaren -77. Taken hade målats. Samtliga plasttapeter hade bytts mot glasfiberväv som målats. Dörrlistor var i trä och slutligen hade nålfiltmattan bytts mot heltäckande matta utom i lekrummen, där man lagt plastmatta. Samtliga elradiorer hade bytts till sluten typ. Man avser även att förbättra ventilationen i sommar. Man har inte haft nedsvärtningsproblem under vintern 77/78.

FIG. 4a, b och d redovisar halterna ute (a), i nedsvärtningsobjektet (b) och referensobjektet (d). Omgivningens halter var normala. Tyvärr gick tape-remsan av efter fem dygn. De förhöjda halterna i 4b når betydande belopp som regelbundet återkommer efter kl 18. Jämförs halten inom- och utomhus, FIG. 4c och e, finner vi en god samstämmighet under perioder med låga halter utomhus. Perioder med högre utomhushalter saknas. Jämförelsematerialet är begränsat.

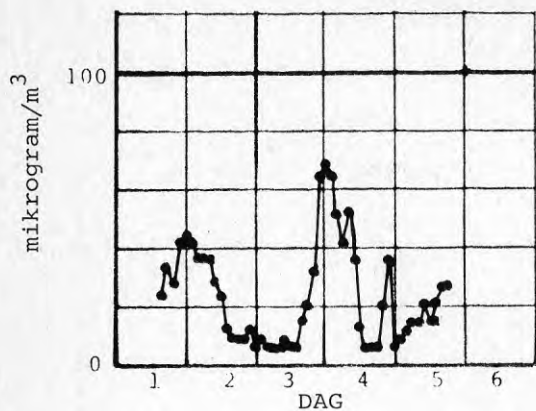


FIG. 5a. Uteluftens sothalter.

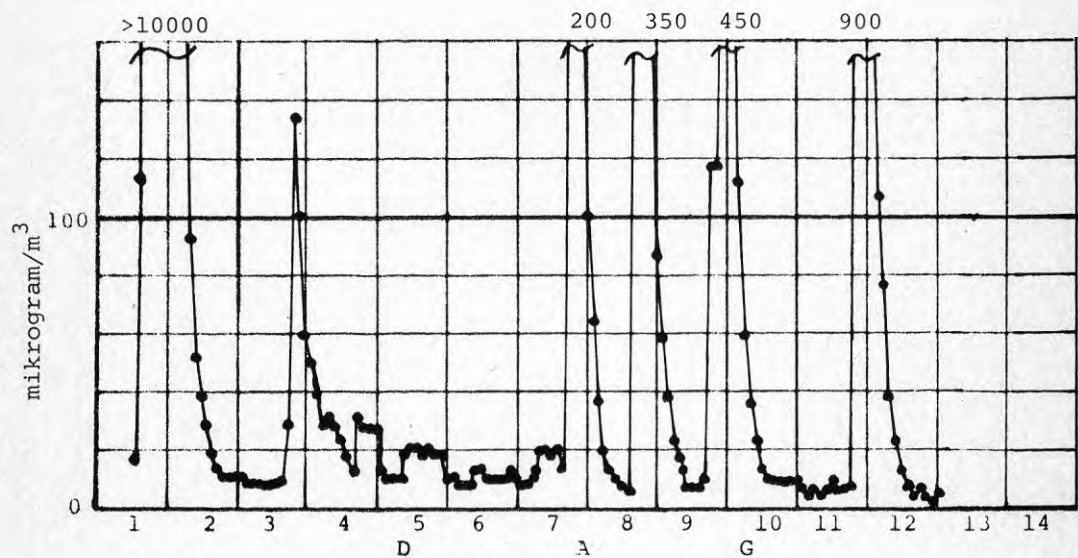
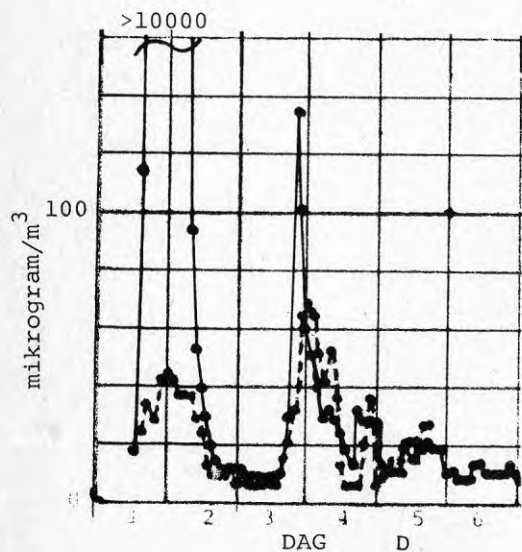
FIG. 5b. Nedsvärtningsbostads-
luftens sothalter.

FIG. 5c. Sothalten i nedsvärtningsbostad och uteluft i kombination.

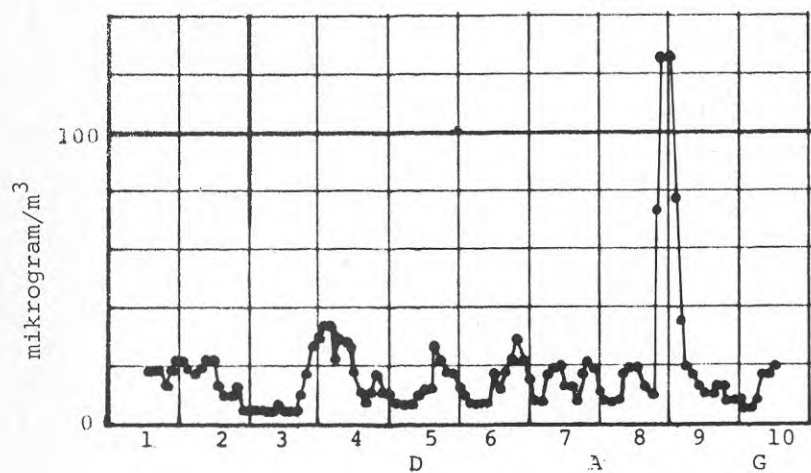


FIG. 5d. Referensbostadens sothalt.

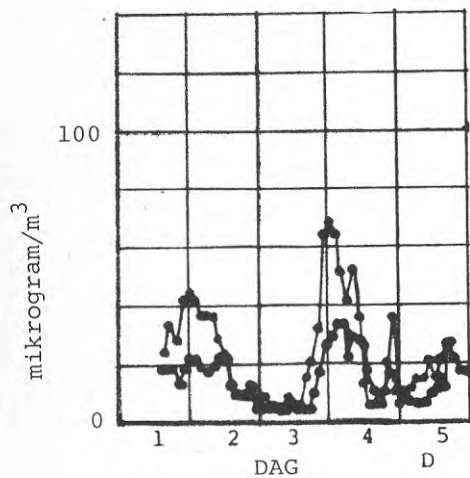


FIG. 5e. Sothalten i referensbostaden och uteluften i kombination.

Objekt 6

Huset är ett småhus beläget i en av Stockholms norra grannkommuner, sannolikt endast måttligt influerat av närbelägna föroreningskällor. Konstruktionen är enplanshus, s k atriumhus, 107 m², i trä utan källare och med platt yttertakkonstruktion. Byggår är 73/74. Uppvärmning sker med el, radiatorerna är av öppen genomströmningstyp. Ventilationen sker genom självdrag med utsug i kök, badrum, toalett och tvättstuga. I köket finns köksfläkt. Inga tilluftsdon finns. Inredningen är plasttak i hela bostaden, väggar i gipskiva med papperstapet i vardagsrum, vävtapet i kök och våtrumstapet i våtrum. På golvet ligger korttrådig tät heltäckningsmatta i vardagsrum och sovrum, korkmatta i kök och hall samt gumمیمatta i våta utrymmen. Dörrposterna är utförda i plast.

De boende är ett par i åldern 50-60 år. Hustrun är hemmafru. Nuvarande ägaren trodde att de tidigare boende var ohygieniska emedan nedsvärtningen var påtaglig. De lät renovera vissa väggar och hela golvytan. Man konstaterade en viss lukt i huset. Paret har tidigare bott i villa och ej varit drabbade av nedsvärtning.

Vid projektledarens första besök, 4 mars, kunde en klar lukt konstateras. Lukten kan varken beskrivas som obehaglig eller behaglig men tydligt förnimbar. Den kan inte entydigt beskrivas som lukt från tobaksrök, men påminner kanske något om bränt material. Sot konstaterades finnas på kylskåpsdörr, i torkskåp och svagt identifierbart på dörrposter. Sot fanns även i svårrengörbara textilier. Övrigt sot hade avlägsnats vid städning. Hustrun hyste starka misstankar mot radiatorerna, varför två av dessa öppnades, inspekterades, prov uttogs och elementen rengjordes. Stoftets färg var inte svart utan brunt eller blygrått. Vid termostatanordningen återfanns ett gulvitt finkornigt stoft. Prov av detta testades genom upphettning på en elektrisk platta. Vid upphettning mörknade stoftet till samma färgnyans som mörkt prov i radiatorn. Rök avgavs från provet, men röken hade inga svärtnande egenskaper testat direkt med tapesamplerns filter.

- I projektledarens bostad, vilken är eluppvärmd, plockades en radiator av öppen typ isär. Avsättningar liknande de i objekt 6 funna återfanns i denna radiator. Ingen nedsvärtning är noterad i denna bostad (småhus, självdragsventilation, plastlister m m). - I objektet uppsattes en tapesampler i köket samt en utanför huset. En fönsterruta rengjordes liksom TV-skärmen. På fönstret sattes tejpbitar.

Under perioden fram till återbesöket mognade tanken att i denna bostad genererades en hög halt partiklar vilka i sig saknade pigment eller var svagt pigmenterade. Vid tillfällig kontakt med heta ytor startade en partiell förkolning, varvid pigmentstyrkan ökade. Av intresse var härvid att utröna vilka av de rena byggnadsmaterialen som kunde vittra sönder eller på annat sätt ensamma eller i kombination skulle kunna ge stoffbidrag efter byggnadens färdigställande. För att få en sakkunnig belysning av problemet kontaktades universitetslektor Arne Elmrot, Inst för byggnadsteknik, KTH. Elmrot ställde sig mycket tveksam till att stoft skulle genereras, men på direkt fråga om t ex en felaktighet i värmeisoler materialet skulle kunna resultera i viss vittring medgav han att så möjligen skulle kunna vara fallet. Av detta skäl lånades en partikelräknare med vilken eventuella partikelkällor skulle kunna avslöjas i objekt 6.

Vid återbesöket 16/3 konstaterades att omgivningsluften hållit normal standard. Samtidigt konstaterades att rökning förekommit i sådan omfattning att tejprensans ej kunde kvantitativt utvärderas. Dagboksanteckningarna var inte användbara för analys. Man kunde emellertid på tejprensans konstatera att svärtande stoft förekommit i mycket liten utsträckning under perioden. Följdriktigt kunde konstateras en klart brun avsättning på bägge testytorna. - Med partikelräknaren analyserades därefter luften i olika bostadsdelar med och utan köksfläkten påslagen. Härvid kunde konstateras att halterna i bostaden var normala (anm. de boende hade ombetts att inte röka före besöket) jämfört med projektledarens bostad. Då köksfläkten var påslagen rusade friskluft in bakvägen i frånluftsdonen i bad, toalett och våtrum. Denna luft hade samma partikelhalt som omgivningsluften. Samtliga frånluftsdon tillslöts, varpå köksfläkten startades. Härvid fick ersättningsluften leta sig in genom ofrivilliga ventilationshål, samma väg som eventuellt vittrat byggnadsmaterial skulle leta sig in. Mätresultaten visar att partikelhalten sjönk till nivåer nära och något över utomhusluftens halt. Hypotesen att byggnadsmaterial vittrat kan av resultatet ej förkastas. Emellertid är den för detta objekt mindre sannolik.

Objekt 7

Huset är ett friliggande småhus beläget i en grannkommun norr om Stockholm relativt nära en motorväg. Det ingår i en större grupp av hus, byggår 1973. Huset är konstruerat i ett plan utan källare och utfört i trä. Yttertakets konstruktion är platt och svagt sluttande. I takkonstruktionen förekommer enligt uppgift en balk i stål. Uppvärmningen sker med elradiatorer, såväl av öppen som slutentyp. Ventilationen är av självdragstyp med utsug vid spis, badrum, toalett och våtrum. Husets ventilation har tidigare undersökts med spårgas. Luftomsättningen var lägre än 0,2 omsättningar per timme.

Samtliga tak är utförda i målad gipsplatta. Väggarna är utförda i gipsplattor på regler. Papperstapet förekommer i sovrum och TV-rum, vinyltapet i vardagsrum och kök, våtrumstapet i tvättstuga, badrum och toalett. Golven har heltäckningsmatta i sov- och TV-rum, parkett i vardagsrum, plastmatta i kök och våtrumsmatta i "våta" utrymmen.

Projektledaren besökte bostaden 25 mars -77 och konstaterade att nedsvärtning inträffat. Graden var måttlig. En tapesampler startades inne i huset. Tyvärr var övriga samplers bundna till objekt 6 som samtidigt undersöktes. De boende omgavs att systematiskt gå igenom sina boendevanor. De faktiska haltvärden som uppmättes redovisas i Fig. 7. Paret har fört noggranna anteckningar över sina boendevanor. Härigenom kan konstateras att inträffade förhöjningar av sothalten sammanfaller med att man tänder blockljus. Under perioderna mellan sottillfällen är sothalten extremt låg. Någon kvantitativ bedömning av avskiljningsgraden av omgivningsstoft kan ej göras, men sannolikt är avskiljningen större än 90 %. Husets täta konstruktion och dåliga luftomsättning bedöms vara de huvudsakliga förklaringarna.

Vid kontakt i mars -78 bedömde husägaren att någon fortsatt betydelsefull svärtning ej skett sedan undersökningstillfället. Man har dels lagt träpanel i vissa tak, vilket medfört att eventuellt sot ej blir lika lätt skönjbart, dels utnyttjat ljus av stearin.

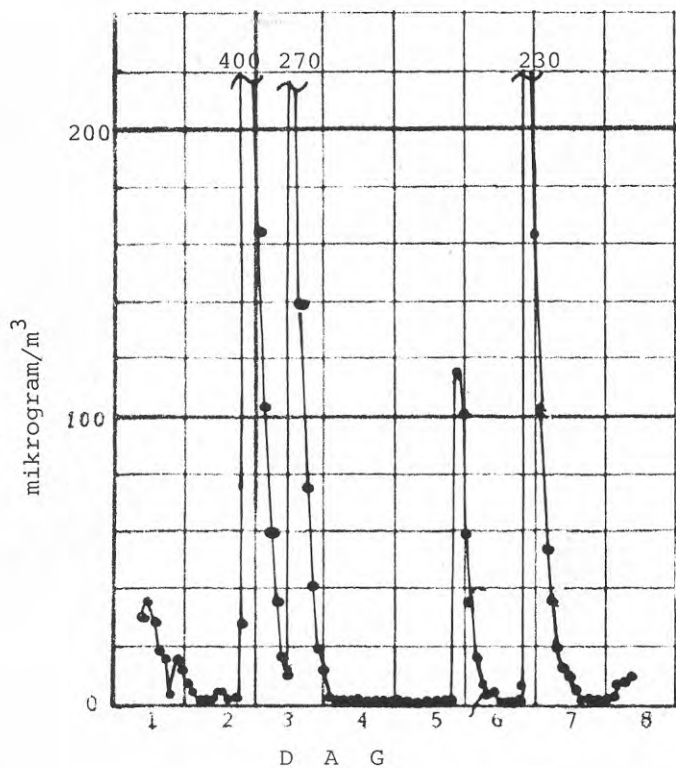


FIG. 7. Sothaltens variation inne i bostaden.

Objekt 8

Huset är projektledarens hus.

Huset är ett friliggande småhus som ligger ca 20 km NV Stockholms centrum i en gruppbebyggelse med el-uppvärmda hushåll uppförd 1971. Huset är en regelkonstruktion i två plan utan källare. Fasaden är i trä. Ventilationen är självdrag med frånluft i kök, toalett, tvättstuga och badrum. Tilluftsdon saknas. Luftomsättningen är uppmätt med spårgas till 0,3 omsättningar per timme. Elradiatorer av sluten typ dominerar, men öppen typ förekommer bl a i kök, hall och tvättstuga.

Samtliga tak i båda planen är av plastduk i pvc. Väggarna består av gipsskivor med papperstapeter i de flesta rummen. Vinyltapet förekommer i toalett, tvättstuga och har förekommit i köket. Golven har plastmatta i kök och sovrum, heltäckningsmatta i nedre hall och nålfiltmatta i övre hall. Samtliga dörrar har plastkarmar.

I bostaden bor två vuxna och två barn (förskoleåldern). De vuxna arbetar vardagar dagtid, barnen är på daghem. Ingen röker. Man lagar mat, städar, tvättar m m i normal omfattning.

Huset har ej drabbats av nedsvärtning.

I huset gjordes en studie för att utröna hur mycket av omgivningens sot som återfinns inne i bostaden. Under hela perioden, som redovisas i FIG. 8a, b och c, har inga ljus tänts, ingen har rökt. Under mätperioden varierade utomhushalten mellan 0-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Inomhushalten följer utomhushalten relativt väl på en lägre nivå och något tidsförskjutet. Reduktionen i sothalt var i medeltal 52 %. Betydande skillnader i reduktion föreligger mellan olika dygn.

Objekt 8

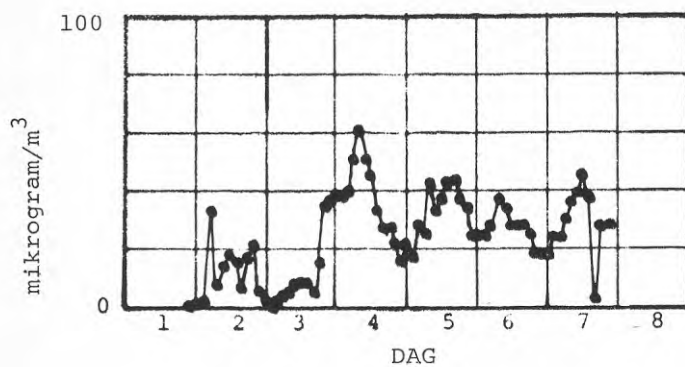


FIG. 8a.
Uteluftens
sothalter.

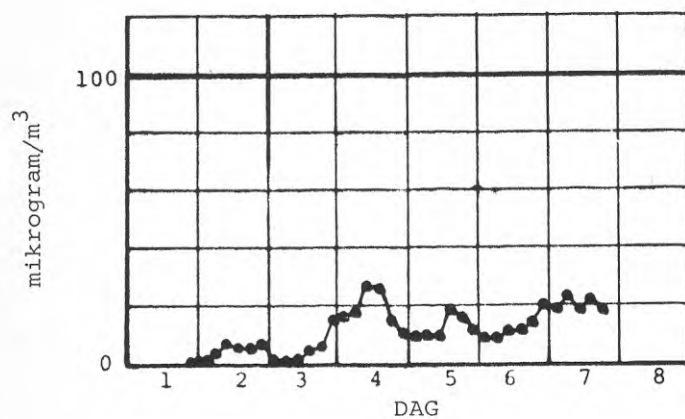


FIG. 8b.
Bostadens
sothalter.

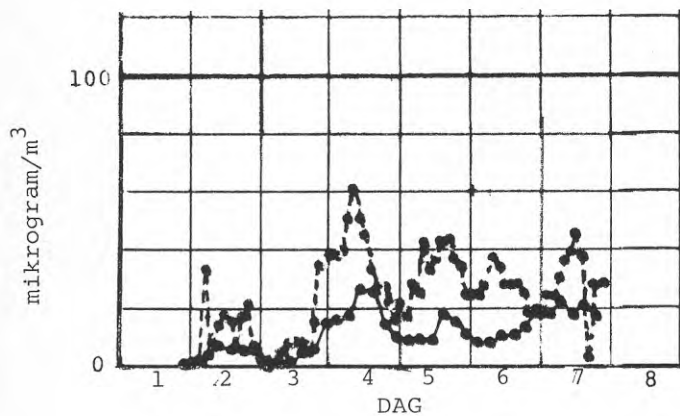


FIG. 8c.
Sothalter i ute-
luft och bostad
i kombination.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 760665-6 från
Statens råd för byggnadsforskning till Inst. för vatten- och
luftvårdsforskning (IVL), Stockholm**

R102:1978

ISBN 91-540-2937-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art. nr 6600802

**Abonnemangsgrupp:
Z. Konstruktioner o. material**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 1403
111 84 Stockholm**

Cirka pris: 20 kr exkl moms