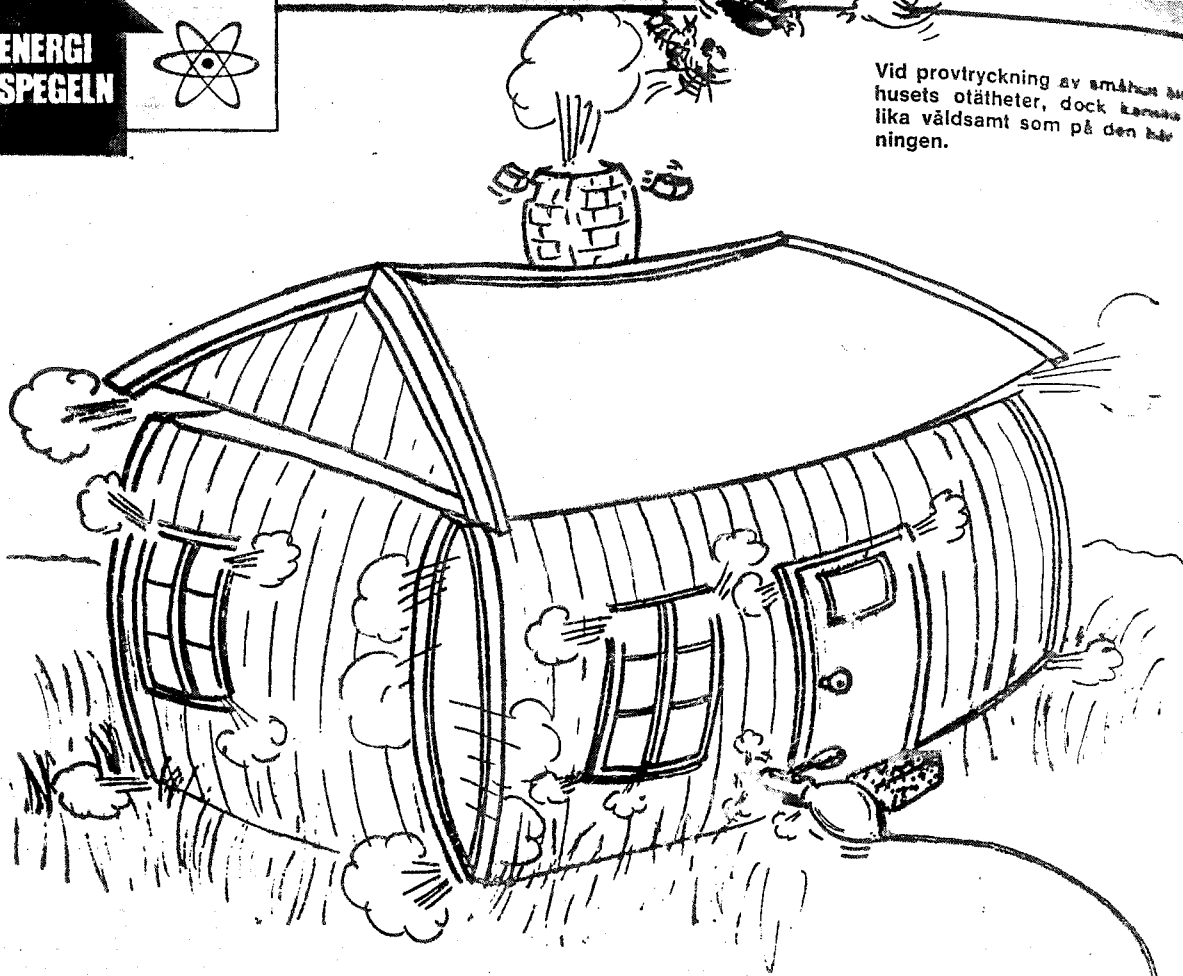




Vid provtryckning av småhusets lufttätning, dock kan det vara lika våldsamt som på den här teckningen.



Göra sitt hus mer lufttätt är inte alltid lönande



I syfte att spara energi är byggnaders lufttätet av stor betydelse. I SBN 75 tas för första gången upp konkreta krav på lufttätet hos byggnader. Vad lufttätet beror av, hur den kan bestämmas och dess ekonomiska konsekvenser undersöks vid institutionen för konstruktionslära vid Tekniska Högskolan i Stockholm. Några delresultat från undersökningen redovisas här av *civ ing Åke Blomsterberg* och *tekn lic Tore Hansson*.

I en programskrift från BFR redogörs för "Ofrivillig ventilation - förutsättningar och betydelse för byggnaders värmebalans" (1970). I skriften behandlas bl a möjligheterna att undersöka lufttätet. S k provtryckning visar sig vara den intressantaste metoden. Denna metod rekommenderar även

planverket. Den har på försök använts utomlands på hela lägenheter och hela småhus. Hela kontorshuset har t o m provtryckts med hjälp av tilluftssystemet.

Metoden har prövats i första hand på lägenheter och småhus. Övertryck eller undertryck åstadkoms med en fläkt monterad i en

dörr eller i ett fönster (kapacitet 50-2 000 m³/h). Uppnådd tryckskillnad bestäms med en mikromanometer. Luftflödet bestäms via en strypfläns eller ett pitotrör. Vid provning bestäms luftflödet vid några tryckskillnader i intervallet 25-75 Pa. Det totala luftläckaget anges som ett medelvärde av läckaget vid övertryck och undertryck. Provningsresultaten är angivna i antalet luftomsättningar per timme (luftflöde/lägenhetsvolym) vid en tryckskillnad inomhus - utomhus på 50 Pa (5mmvp) och med stängda och tätade från- och tilluftsdon.

Det på detta sätt erhållna värdet är ett mått på husets tätet. Detta får inte förväxlas med husets ofrivilliga ventilation (den del av ventilationen som är beroende av vindens

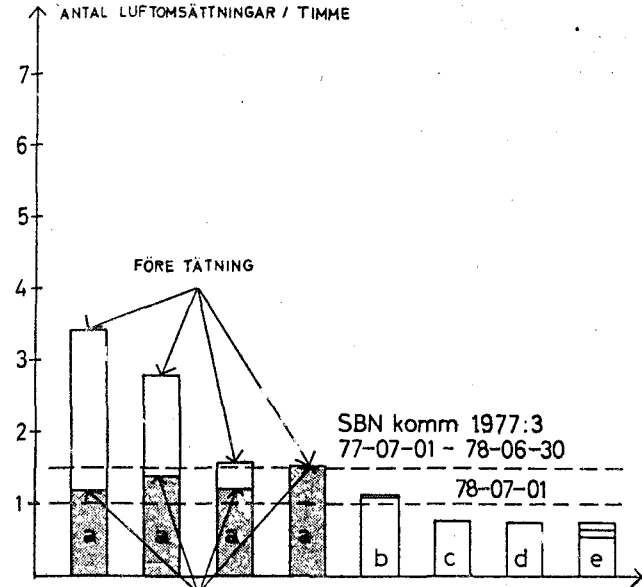


Diagram 1. FÖRE TÄTNING EFTER TÄTNING

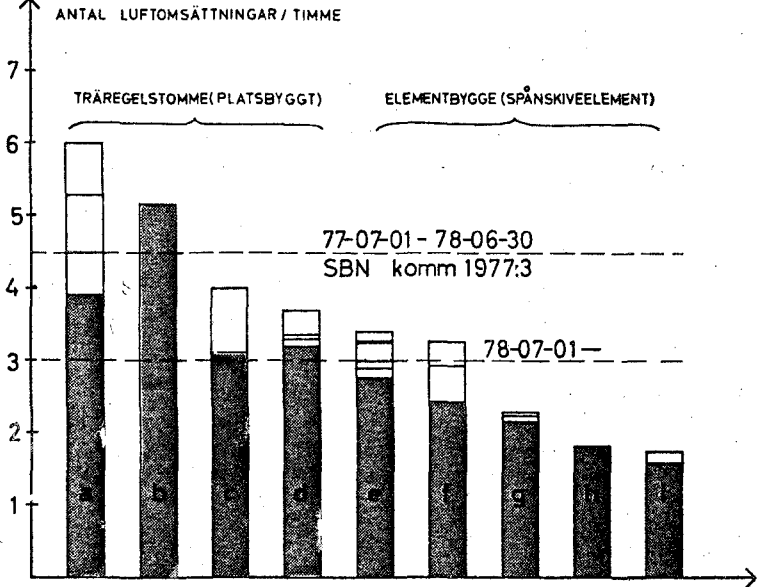


Diagram 2.

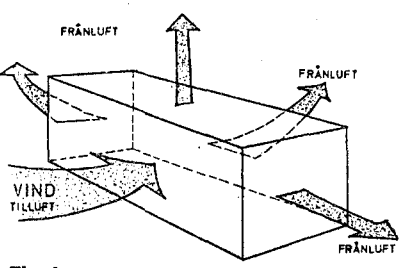


Fig 1.

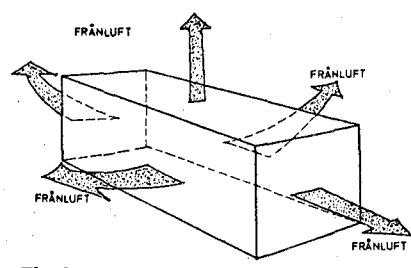


Fig 2.

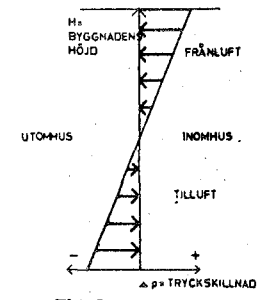
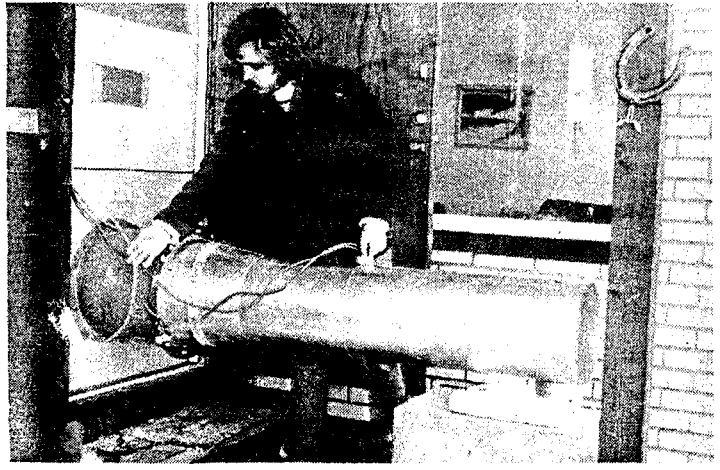


Fig 3.



Provfläkt med mät rör monterad i ytterdörröppning till småhus, klart för provtryckning.



Lufthastigheten vid förmodat luftläckage kontrolleras med en varmtrådsanemometer.

och temperaturens inverkan). Vid ofrivillig ventilation p g a vind är det vanligen endast en av byggnadens fasader som utsätts för övertryck och därmed tjänstgör som tilluftssida, medan de övriga sidorna utsätts för undertryck och därmed tjänstgör som frånluftssidor (se fig 1). Vid en provtryckning strömmar all luft i samma riktning dvs antingen in genom alla ytor eller ut genom alla ytor (se fig 2). Detta ger upphov till betydligt större luftflöden. Trycken är av mättekniska skäl större än de vid ofrivillig ventilation. En serie provtryckningar har utförts under hösten 76 och vintern 76-77. Ett 30-tal småhus och ett tiotal lägenheter i flerfamiljshus har provats. Småhusen är nybyggda och av "normal" täthetsstandard dvs man har

inte vidtagit några extra åtgärder för att förbättra husens täthet. 2/3 av småhusen är elementbyggda. 1/3 är konventionella platsbyggda hus. Lägenheterna är byggda 1940, 1966 och 1976. De äldsta husen är sk tegelhus med betongbjälklag. I husen som är byggda 1966 och 1976 har man strävat efter att erhålla en god lufttäthetsstandard. Lägenheterna från 1966 är byggda med betongelement med fogmassa i skarvarna, medan lägenheterna från 1976 består av betongstomme med lätt utfackningsvägg, där drevningen ersatts med polyuretanskum. I samband med provtryckningarna har läckagebilden bestämts med termografering (värmebildsfotografering).

Provtryckningsresultat
Mätningar av de äldre lägenheterna (se diagram 1) visar att man, t ex genom en sådan enkel åtgärd som att byta ut de gamla tätningslisterna mot nya, kan öka tätheten högst väsentligt. Efter en sådan tätning fick de gamla lägenheterna samma täthet som de nyare. Småhusen uppvisar större läckage än lägenheterna (se diagram 2). Detta beror i första hand på att småhus har en större omslutningsyta i förhållande till volymen. I båda diagrammen är dessutom inritade de värden på luftläckning i färdiga bostäder som anges i SBN Kommentar 1977:3 avsnitt 33:3. Om vi antar att fördelningen av småhu-

ens totala luftläckage följer en normalfördelning (se diagram 3) och att de provade husen är representativa för Sveriges alla nybyggda småhus, så skulle ca 80 proc av de nybyggda småhusen klara nuvarande kravet på 4,5 luftomsättningar/h, medan endast ca $\frac{1}{3}$ skulle klara framtida kravet på 3,0 luftomsättningar/h.

Alternativt kan man ange lufttätheten som luftläckage per ytenhet av omslutningsytan (omslutningsytan=den yta vari det finns otätheter). Detta är praktiskt om man vill jämföra olika konstruktionstypers täthet. Dock visar det sig för de provade husen att rangordningen dem emellan inte ändras nämnvärt om man anger läckaget på detta sätt, främst beroende på att förhållandet mellan omslutningsytan och volymen har varit ungefär detsamma. För flerfamiljshus tillkommer praktiska svårigheter att ange den läckande ytan. I många fall är det därför bekvämare att ange luftläckaget i relation till volymen.

Metodens känslighet

En provtryckning ger ett värde på det totala luftläckaget, som är en summa av läckagen genom alla otätheter.

I den ofrivilliga ventilationen p g a temperaturrens inverkan har läckagen vid golv och tak störst betydelse (se fig 3). Läckagen vid tak märks inte av den boende p g a att det är varm luft som läcker ut. I den ofrivilliga ventilationen p g a vind har läckagen på vindsidan störst betydelse. Vid bestämningen av läckagen vid provtryckning tillmäts alla läckage ungefär samma betydelse, om vindhastigheten utomhus är låg och temperaturskillnaden måttlig.

De tryck som avgör den ofrivilliga ventilationen är måttliga, upptill ca 10 Pa. En provtryckning ger användbara resultat under förutsättning att det t ex inte blåser mer än 5-6 m/s. Beräkningar visar att denna vindhastighet kan ge mätfel på ca 10 proc.

Lokalisering av otätheter

Vid en provtryckning erhålls inte direkt uppgift om var det läcker. Möjlighet finns att under en provtryckning lokalisera större punktläckage genom att känna med handen vid tänkbara läckagepunkter. "Handmetoden" är emellertid osäker och den fungerar endast under förutsättning att kall luft läcker in och att luftpåtrycket är förnimbar. Säker kunskap om läckaget erhålls genom invändig IR-fotografering, när huset satts under tryck.

Temperaturen utomhus bör vara lägre än +10°C för att man skall få säkra utslag. Viss vana vid tolkning av IR-bilder krävs och förmodade läckage bör kontrolleras med värmeåterstrålningsmätare.

Termografering av byggnader för att söka värmeisoleringsfel har tidigare utförts av bl a Svenska Riksbyggen. Det visade sig dock att ca 85 proc av förekommande byggfel utgör otäthetsfel. (Axén 1968). Termografering i samband med provtryckning har visat att luft utöver vid dörrar och fönster främst läcker in vid anslutningar vid ytterväggar, vid vindsluckor, vid eldosor i yttervägg. Grova missar i tätheten har inte konstaterats i de undersökta husen.

Energibesparing

I en framtida obligatorisk energibesiktning bör provtryckning kombinerad med termo-

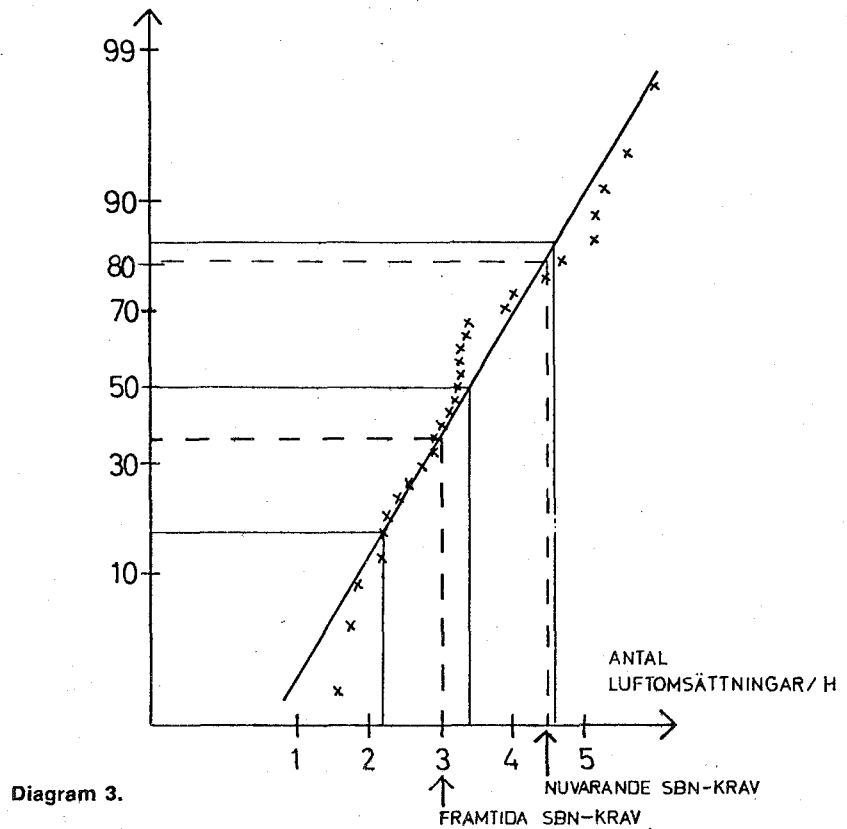


Diagram 3.

grafering ingå. Med provtryckning undersöks den genomsnittliga tätheten och med termografering lokaliseras otätheter. Dessutom kan isoleringsfel upptäckas. Visar provtryckning att kraven på lufttäthet inte uppfylls, så måste läckagevägarna utredas och därefter åtgärdas. Dominerar punktläckagen bör det i de flesta fallen vara ekonomiskt möjligt att tätta dessa. Överväger däremot de diffusa läckagen d v s det "småpysar" i alla skarvar, så är detta betydligt svårare att åtgärda.

Även om kraven på lufttäthet uppfylls, så måste det dock undersökas om det finns några stora punktläckage. Dessa kan nämligen upplevas som mycket obehagliga för den boende och måste i så fall åtgärdas.

En energibesiktning av ovanstående slag tar ca 2-3 h för två män med byggnadsteknisk erfarenhet och beräknas kosta ca 1 000 kr/småhus (lägenhet).

I de tidigare nämnda äldre flerfamiljshusen med tegelstomme har den ofrivilliga ventilationen sänkts från 0,8 luftomsättningar/h till 0,5 luftomsättningar/h genom byte av tätningslister. Åtgärden beräknas spara energi motsvarande 1 100 kWh/lägenhet och är eller 130 kr/år. Att byta tätningslister torde tillhöra normalt underhåll, varför energibesiktning inte skall behövas.

Det kan bli mera komplicerat när det gäller ett normalt småhus, som trots byte av tätningslister visar sig vara alltför otätt. Efter en undersökning av läckagebilderna bör man genom en rimlig grad av tätningsåtgärder kunna sänka den ofrivilliga ventilationen med minst 0,3 luftomsättningar/h, vilket ger en årlig energibesparing på minst ca 3 000 kWh eller ca 350 kr/år. Detta torde i de flesta fall vara lönsamt för den enskilde husägaren.

Att byta tätningslister i fönster och dörrar lönar sig däremot nästan alltid.

Den inledande lufttäthetsundersökningen vid KTH har visat att flertalet nybyggda flerfamiljshus har acceptabel täthet även jämfört med framtida krav. Flertalet nybyggda småhus kan däremot få problem med de framtida lufttäthetskraven.

Möjligheter att spara energi genom lufttätning finns, men för att den enskilde skall finna det intressant att förbättra lufttätheten kan i många fall komma att krävas förmånliga lånevillkor. ■

Litteraturförteckning

- Andersson L, Blomsterberg Å etc, *Ofrivillig ventilation: Förutsättningar och betydelse för byggnaders värmebalans*, (Programskrift från Statens råd för byggnadsforskning, 1976.)
- Brown G, Pettersson B, *Detecting and analysing building insulation defects by the thermography method* (Statens Provningsanstalt, 1976).
- Collet P F etc, *Boligers luftskifte*, 1976, (Rapport från Teknologisk Institut, Täst-rup).
- Hildingsson O, Holmgren S, *Byggnaders lufttäthet. Undersökning och utveckling av mätmetoder*. (Examensarbete vid inst för byggnadsteknik, 1976, Lunds Tekniska Högskola, Lund).
- Kronvall J, *Provnings av lufttäthet hos hela byggnader*, 1976, (VVS nr 10).
- Lundberg H etc, *Täthetsprovning av byggnader*. (Examensarbete i Installationsteknik, Högskolan i Luleå, 1970).
- Paljak I, Pettersson B, *Termografering av byggnader*, (Statens råd för byggnadsforskning, 1972).
- Pettersson B, *Lokalisering av isoleringsfel och luftläckage med hjälp av IR-kamera*, (Statens Provningsanstalt, 1976).