



LUFTVÄXLING VID FRÄNLUFTSVENTILATION

Metod och utrustning för bestämning av
fläktanläggningens prestanda och flöden i
kanaler.

Rapporten avser Nordtest-projekt 504-84

av P.O. Nylund, TYRENS

INLEDNING

En stor del av flervåningsbostadshusen har mekanisk frånluftsventilation. Kontrollen av systemens funktion är ofta bristfällig och injusteringsverksamheten är satt på undantag. En av orsakerna är att det saknas smidiga metoder att bestämma systemprestanda och luftväxling.

I denna rapport beskrivs en enkel metod och enkel utrustning för att bestämma systemprestanda i form av anläggningens kapacitetskurva eller "fläktanläggningskurvan" som den kallas i fortsättningen. Som bakgrund till metodbeskrivning och för definition av använda benämningar följer närmast en översiktlig redogörelse för funktions-sätt.

Systemfunktion - definition av fläktanläggningskurva

FIGUR 1a visar schematiskt en byggnad med frånluftsventilation. Ventilationskanalerna utmynnar i en undertrycks-kammare som evakueras av fläkten. Systemet i figuren har två parallella kanalstammar som förgrenar sig nedåt i huset. Tilluften sugas in genom otätheter i ytterhöljet, vidare genom evakueringsdon in i kanalsystem, upp till fläktkammaren och sen ut.

I FIGUR 1b visas skillnaden mellan fläktkurva och fläktanläggningskurva. Den övre streckade fläktkurvan anger total tryckförhöjning för en fläkt. Den heldragna fläktanläggningskurvan anger den nettokapacitet som finns till förfogande för att suga luft in genom ytterhöljet, genom don och kanaler och upp till fläktrummet. Sektorn mellan kurvorna är tryckförluster vid evakueringen av fläktrummet. Utöver motstånd i fläkten tillkommer nämligen tryckfall i t ex gallerskydd vid fläktintag, evakueringskanal och takhuv med gallerskydd vid utblåsning. Storleken av dessa förluster och fläktkurvans form saknar intresse när vi kan gå direkt på målet och genom mätningar bestämma fläktanläggningskurvan. Figuren illustrerar också hur termisk drivkraft adderas till drivkraft av fläktanläggning.

MÄTPRINCIP

Vid mätningen kopplas huset bort från fläktanläggningen genom att kanalinloppen blockeras. Luft till fläktkammaren tas i stället via en flödesmätningstrustning in genom en provisorisk lucka som vid mätningen ersätter fläktrumsluckan. Genom att variera motståndet på tillförsel-sidan varieras flödet och undertrycket i fläktkammaren. Samhörande värden för undertryck och luftflöde ger fläktanläggningskurvan.

UTRUSTNING OCH ARRANGEMANG FÖR MÄTNING

Flödesmätare

Ett särdeles smidigt och samtidigt noggrant sätt att i detta fall mäta luftflöde är att använda bländare som placeras i den provisoriska luckan till fläktkammaren. Bilden i FIGUR 2 visar en sådan bländaröppning i en skiva. Materialet är hårdplast med tjockleken 2 mm. Mätmetoden har god noggrannhet när bländaren skiljer två utrymmen där skillnaden i statistiskt tryck kan säkerställas. Det dynamiska trycket i fläktkammaren vid sidan av den inströmmande luftstrålen är som regel mycket lågt och på utsidan är det noll. Ett villkor är att luftstrålen inte skall träffa på något hinder inom ett avstånd av ca 3 ggr diametern.

Hålet skall vara skarpkantat och särskilt inströmningen skall vara ostörd av föremål på ytan intill öppningen.

För cirkulära öppningar fås flödet ur uttrycket:

$$Q = 2180 \cdot d^2 \cdot \sqrt{P_m} \cdot \sqrt{\frac{273 + \vartheta_m}{293}} \quad \text{där} \quad (1)$$

Q = flöde (m^3/h), d = håldiameter (m), P_m = uppmätt tryckskillnad (Pa) och ϑ_m = lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$).

Uttrycket (1) kan skrivas som

$$Q = B \cdot K_{\vartheta} \cdot \sqrt{P_m} \quad \text{där} \quad (1b)$$

$B = 2180 \cdot d^2$ anger "bländarkonstant" vid fast bländaröppning

$$K_{\vartheta} = \sqrt{\frac{273 + \vartheta_m}{293}} \quad \text{anger korrektionskoefficient för temperatur}$$

Mätutrustningen utgörs av ett antal skivor vardera med ett hål med successivt ökad diameter. Varje bländarskiva har sin bländarkonstant B . Skivorna kan lämpligen tejpas samman till ett "blädderblock" (BILD 3).

Övrig utrustning

Utöver hålskivorna behövs:

- o Manometer med gummislang och gärna någon meter kopparrör.
- o Fotbollsblåsor e d för att tätta kanalmyningar.
- o Lösvirke, plastfolie, tejp och verktyg

Iordningsställande för mätning

FIGUR 3 | föreställer en fläktkammare där luckan häktats av och ersatts med en provisorisk (tillverkad av lösvirke, plast och tejp). En del av luckan består av en slät skiva med ett väl tilltaget hål. Figuren visar manometer- och manometerslang för mätning av undertryck i fläktkammare. Manometerslangen skall mynna i "ett lugnt hörn" av fläktkammaren. Det brukar inte vara några problem att hitta sådana. Vid uppsökandet av lämpligt ställe ansluts kopparröret till manometerslangen och sticks in genom plastfolien i luckan och används som sond.

Före mätning tillses att takluckor är öppna så att ytterluften har fritt tillträde (utan tryckförlust) till vinden och därmed till inloppet i fläktkammaren.

BESTÄMNING AV FLÄKTANLÄGGNINGSKURVA

Mätning av tryck

Efter noggrann nollställning av manometern påbörjas mätningarna. Öppningen till fläktkammaren förses med bländare med varierande diameter.

Det är lämpligt att börja med stor bländaröppning och sedan successivt minska öppningen genom att lägga på skiva efter skiva. Om skivorna arrangeras som i BILD 3 tejpas den största skivan med största öppningen fast vid öppningen till fläktkammaren. De övriga fälls upp vid den första mätningen. Därefter fälls den ena efter den andra ned. För var och en görs avläsning av undertrycket.

Tabellen i FIGUR 4a | är exempel på resultat från mätning av en anläggning. Vid mättillfället var vindstemperaturen $\vartheta_m = -3^\circ\text{C}$ och avluftstemperaturen $\vartheta_i = 22^\circ\text{C}$. Den första kolumnen anger bländardiameter d i mm. Den andra anger bländarkonstant B . I den tredje återges mätvärden för undertryck P_m i fläktkammaren = tryckskillnad över bländaröppning.

Flöden

Flöden bestäms enligt (1b) och redovisas i kolumn 4 i exemplet.

Fläktanläggningskurvan

De uppmätta trycken avser luft med annan och normalt lägre temperatur än inomhustemperaturen. (I exemplet skedde mätningarna vid -3°C mot fläktens normala arbetstemperatur drygt $\vartheta_i = 22^\circ\text{C}$.)

Omräkning till normal driftstemperatur sker enligt uttrycket:

$$P = P_m \cdot K_p \quad \text{där} \quad (2)$$

$$K_p = \frac{273 + v_m}{273 + v_i}$$

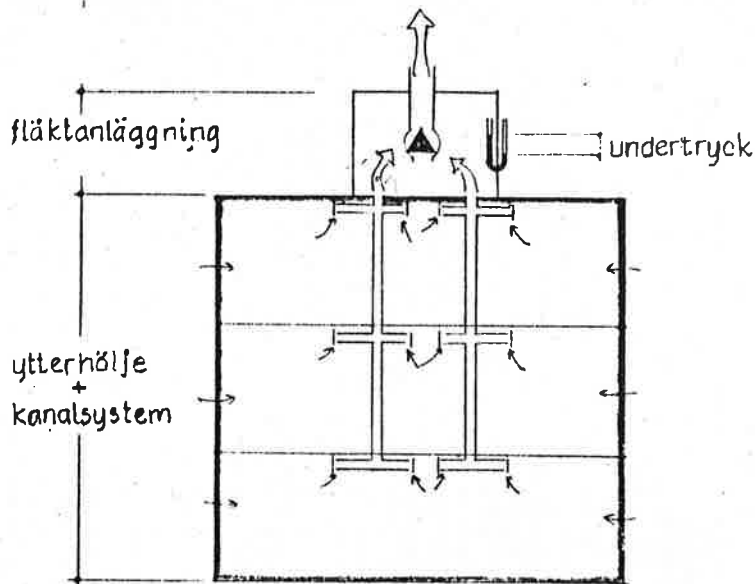
Korrigerade värden anges i kolumn 5. Kolumnerna 4 och 5 utgör de värdepar som representerar anläggningsprestanda och fläktanläggningskurva.

ÖVRIGA MÄTNINGAR OCH RESULTAT

När mätningen för bestämningen av fläktanläggningskurvan är klar återställs anläggningen genom att den ordinarie luckan sätts på plats. För att bestämma luftväxlingen i driftsfallet och för att ta hänsyn till termiska drivkrafter gör ytterligare några mätningar av tryck i flätkammaren.

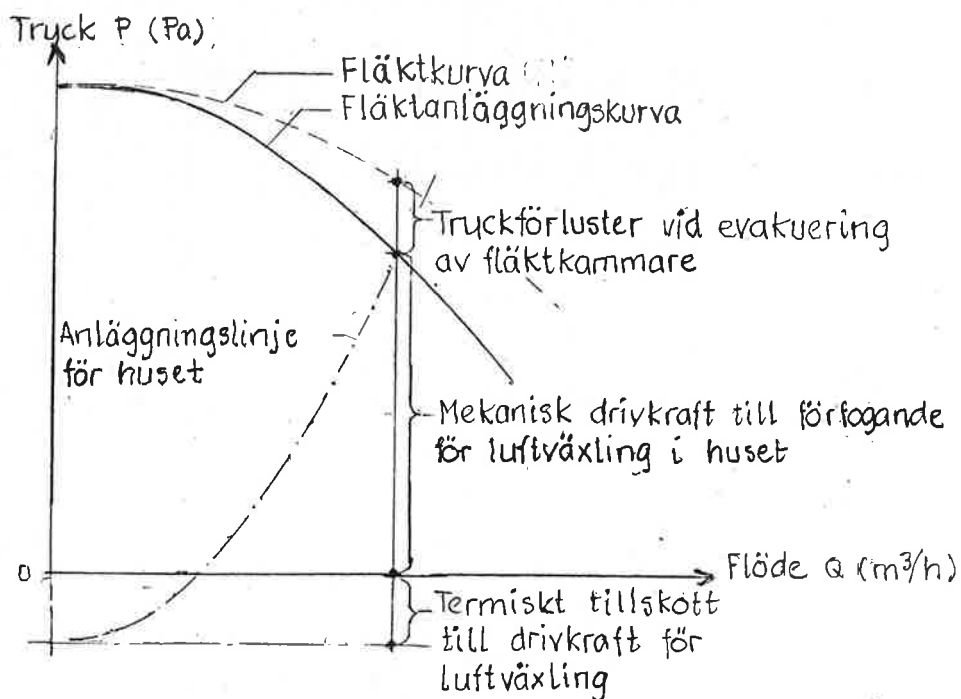
1. Undertrycket i driftsfallet dvs med alla kanalmyningar öppna mäts. Skärningspunkten mellan detta undertryck och fläktanläggningskurvan anger det totala luftflödet genom huset. Den markerar arbetspunkten för sammanlagd drivkraft av fläktanläggning och termik verkande på anläggningslinjen för huset.
2. Undertrycket mäts då alla kanalmyningar utom en är öppna. På det sättet kan flödet i denna (och andra enstaka) kanaler bestämmas.
3. Övertryck vid stängd och tätad fläkt och öppna kanaler ned till huset ger termikens bidrag vid den aktuella utetemperaturen och origo för anläggningslinjer.

Uppgifter från tryckmätning i dessa tre fall redovisas bland mätdata i FIGUR 4a| och hanteringen av värden framgår av FIGUR 4b|. Till grund för uppritning av anläggningslinjer ligger arbetspunktens koordinater i förhållande till origo och en kurvform som med tillräcklig noggrannhet kan antas vara en andragradsparabel.



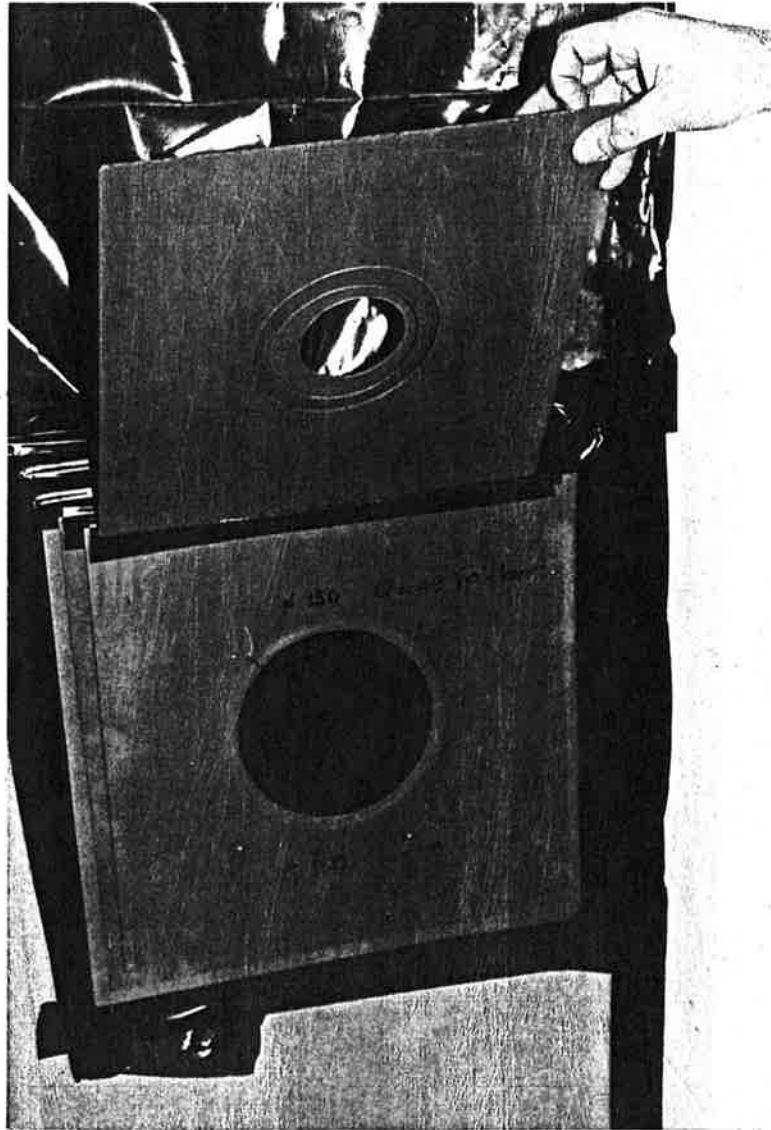
a) Frånluftsventilerad byggnad

Det kopplade systemet ytterhölje + kanalsystem har markerats med ram och benämns hus. Fläktanläggningen utgör påverkande (mekaniskt) kraftsystem.

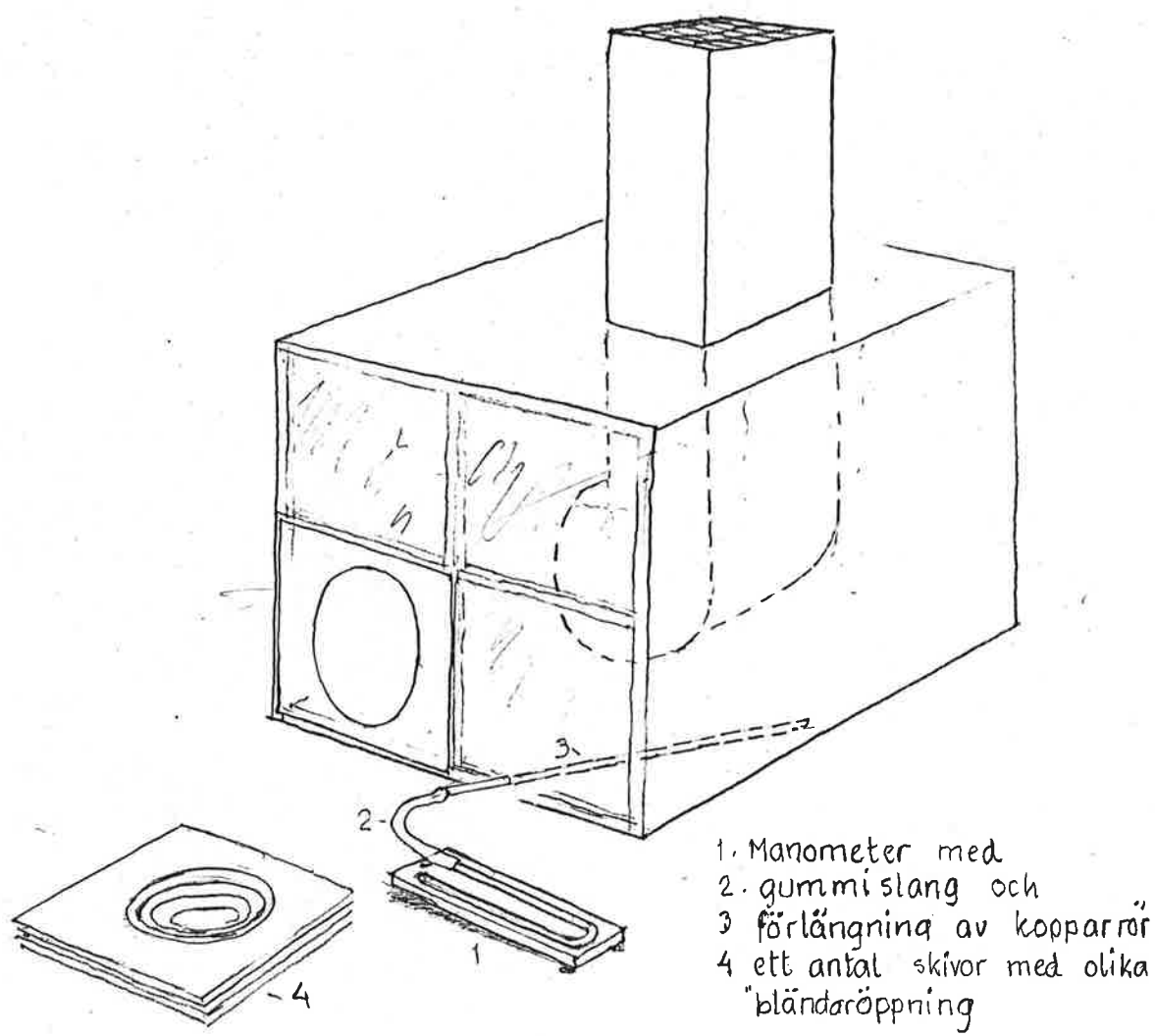


b) Samband mellan fläktkurva och fläktanläggningskurva, drivkraften och anläggningslinje för huset

FIGUR 3 Grundläggande samband och definitioner



FIGUR 2 Bländare med diameter 150 mm och bländar-
konstant = 49.0



- 1. Manometer med
- 2. gummislang och
- 3 förlängning av kopparrör
- 4 ett antal skivor med olika "bländaröppning"

FIGUR 3 Arrangemang för mätning

Luckan till fläktkammaren är ersatt med en provisorisk lucka av lösvirke, plast och tejp med påtejpad hålskiva. Ventilationskanalernas mynningar är tätade.

Kv. Storäkern Luftväxling Mätning 84-03-06

Utetemp = $v_m = -3^\circ\text{C}$

Avluftstemp = $v_l = +22^\circ\text{C}$

Korr: $k_g = \sqrt{\frac{273-3}{293}} = 0,96$

$k_p = \frac{273-3}{273+22} = 0,91$

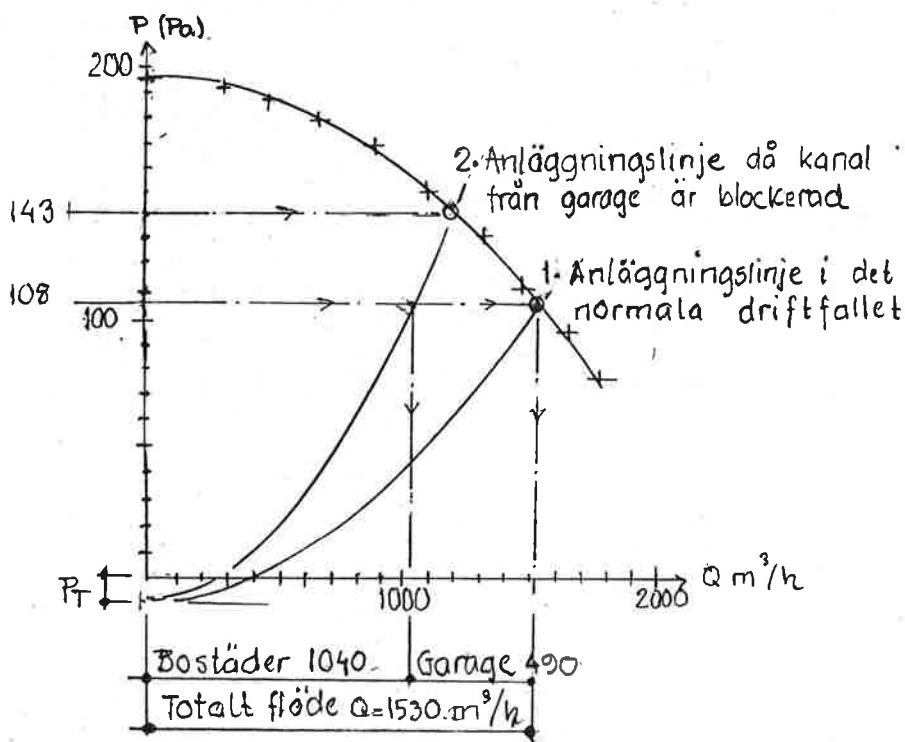
Fläktanläggning: (huset bortkopplat)

Huset inkopplat

| Bländar-diam. d 1 | Bländar-konst. B 2 | Uppmätt tryck P_m 3 | Flöde $Q = B \cdot k_g \cdot \sqrt{P_m}$ 4 | Korr. tryck $P = P_m \cdot k_p$ 5 |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|
| 298,5 | 194 | -90 | 1770 | -82 |
| 275 | 165 | -108 | 1650 | -98 |
| 250 | 136 | -126 | 1470 | -115 |
| 226 | 111 | -150 | 1300 | -137 |
| 201 | 88 | -167 | 1090 | -152 |
| 175 | 66,7 | -187 | 875 | -170 |
| 150 | 49 | -197 | 660 | -179 |
| 125 | 34 | -206 | 470 | -187 |
| 100 | 21,8 | -212 | 300 | -193 |
| 0 | 0 | -215 | 0 | -196 |

| Driftfall | Truck- P (Pa) | Flöde Q m ³ /h |
|--|--------------------|---------------------------------|
| 1) Normalfallet Alla (fem) kanaler öppna | -108 | Totalt flöde $Q = 1530$ |
| 2) kanal till garage tätad övriga öppna | -143 | Flöde bostäder $Q = 1040$ |
| 3) Alla kanaler öppna. Fläkten stängd och tätad | $P_T = +10$ | Flöde garage $Q = 490$ |

a) Mätvärden och resultat



b) Bestämning av flöden

FIGUR 4 Mätvärden och grafisk bestämning av flöden