

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Byggnadskonstruktion

1977:6

FUNKTIONSPROVNING AV TÄTNINGSLIST

Alf Jergling

GÖTEBORG 1977

INNEHÅLL

Förord

1 Bakgrund och motiv till undersökningen

2 Provningsmetod

3 Mätresultat och diskussion

Litteraturförteckning

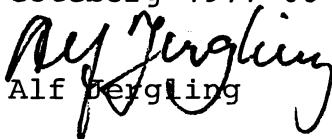
Air Infiltration and Ventilation Centre
University of Warwick Science Park
Barclays Venture Centre
Sir William Lyons Road
Coventry CV4 7EZ
Great Britain
Telephone: (0203) 692050
Telex: 312401
Fax: (0203) 410156

~~21 11 91~~
~~20 10 93~~
~~18 1 94~~

FÖRORD

Föreliggande undersökning rörande funktionsprovning av tätningstätt har utförts vid Chalmers Tekniska Högskola, avdelningen för Byggnadskonstruktion på uppdrag av Rydaholms Gummifabrik AB. Provningsprogrammet har diskuterats i en grupp bestående av Ing. Roland Andersson, Rydaholms Gummifabrik AB (producent), tekn.lic. Christer Harrysson, Ernström Modulent AB (brukare) och docent Alf Jergling, Chalmer Tekniska Högskola (utredare). Mätningarna har utförts av civ.ing. Björn Hagelin. Rapporten har renskrivits av Ingela Svensson.

Göteborg 1977-06-07


Alf Jergling

1. BAKGRUND OCH MOTIV TILL UNDERSÖKNINGEN

Under senare tid har en diskussion orsakad av energikrisen om tätare hus påbörjats. Om husen kan göras tätare är det troligt att besparingar erhålles i energiåtgång. I olika sammanhang har framförts uppgifter på en beräknad besparingsvinst med 800 miljoner kr/år om den ostyrda luftomsättningen kan sänkas med 0,1 ggr/h [1]. I svensk byggnorm [2] har införts krav på hus täthet. För att åstadkomma tätare hus är det väsentligt att utforma fogar mellan anslutande byggnadsdelar på ett tekniskt riktigt sätt. I sådana fogar placeras ofta tätningsslister för att öka lufttätheten dock utan att man haft vetskap om storleken av luftläckaget vid användning av olika listprofiler. Tidigare undersökningar om fogars luftläckage är fåtaliga [3]. För att öka kunskapen inom området har Rydaholms Gummifabrik AB tillsammans med Chalmers Tekniska Högskola, avd för Byggnadskonstruktion utfört en undersökning av tätningsslisters funktion.

2. PROVNINGSMETOD

Då undersökningen påbörjades förelåg icke någon normerad provningsmetod för funktionsprovning av tätningsslister. Senare har dock BST (Byggstandardiseringen) publicerat ett förslag till provning av tätningsslister för dörrar och fönster (förslaget daterat 1977-03-10) samt Nordtest publicerat en remissutgåva benämnd "Prøvningsmetoder for tetningslister till bygninger" [daterad 1977-05-13].

Beträffande lister till dörrar och fönster anges att luftläckaget skall provas på 1 m långa provstycken placerade i en lufttät behållare, i vilken lufttrycket steglöst kan varieras. Springbredden skall uppmätas med en noggrannhet inom $\pm 0,1$ mm samt övertrycket inom en noggrannhet av $\pm 2\%$. Listen placeras i rektangelform 75 x 425 mm mellan provbehållaren och ett lock. Tätningsslisten skall provas vid minst fem olika springbredder och vid trycken 50, (100), (150), (200), 300, (400), 500, (600), 700 Pa. Utdrag ur förslag till provning av lister till dörrar och fönster, se bilaga 1.

Beträffande lister till byggnader anges i huvudsak samma provningsmetod där mätningarna begränsas till trycken 50, 300 och 700 Pa samt springbredder som bestäms för varje särskilt fall, dock minst 75% av listens ursprungshöjd vid elastiska lister. Utdrag ur förslag till provning av tätningslister till byggnader, se bilaga 2.

Vid föreliggande undersökning har en metod använts som i väsentliga delar är anpassad till de ovan nämnda utgivna förslagen.

Tryckbehållaren tillverkades av en ram av helsvetsad stålplåt som i sin tur stagas av spånskivor. Härigenom erhöles en mycket tät behållare. I plåtsidorna anslöts rör för koppling av fläkt, tryckmätare och flödesmätare. Det totala läckaget från behållaren inkl. ledningar och kopplingar var c:a 25 l/h vid 700 Pa. Erforderligt övertryck erhöles med en för mätningar specialtillverkad fläkt med steglös variationsmöjlighet av hastigheten. De beräknade luftläckagemängderna om < 500 l/h vid 700 Pa medförde att som flödesmätare användes en gasmätare med mätnoggrannhet av 2%. Provningsapparatens utseende, se Fig. 1.

Huvudintresset i dessa pilotförsök var att utreda en rak lists tätningsförmåga, då vid montering av listen mellan byggnadsdelar listen skarvas vid hörn. Provlistens dimensioner, Fig. 2, möjliggjorde ej heller en placering av listen i en hel rektangel 75 x 425 mm. Vid rak listmontering mättes luftläckaget vid springbredderna 7, 10, 15, 20, och 25 mm och över- resp. undertrycken 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600 och 700 Pa. Angivna springbredder låg inom normalt användningsområde för aktuell T-profil. Läckningen mättes efter det att trycket hållits konstant under 1 minut. Mätningen utfördes under en 3-minutersperiod med hjälp av gasmätaren (medeltal av 3 mätningar). Provlisten placerades mellan släthyvlade trästycken, vars dimensioner valdes så att de kunde anses ha försumbara deformationer. Anliggningsmaterialet trä valdes för att de i praktiken använda fogsidorna utgjorde trä. Provlistens

mätlängd var 1 m. Listen består av material enligt SIS 162810-A2.

Undersökningen kompletterades med studium av en skarvs inverkan på luftläckagets storlek. Härvid monterades listen vid 7 mm springbredd i en rektangel med måtten 1100 x 100 mm, dels med skarvar i samtliga hörn, dels med en skarv på en långsida av rektangeln. Vid hörn-skarv placerades listen enligt Fig. 3a med c:a 10 mm överskjutning av ena listen och skarv i långsida enligt Fig. 3b utan överlappning.

Listen förvarades i laboratoriet före provning. Vid provtillfället mättes utöver luftläckage temperatur, rel. luftfuktighet samt lufttryck. Montering av listen skedde enligt gängse metod med hjälp av stålspackel.

3. MÄTRESULTAT

De vid mätningarna av rak oskarvad list erhållna läckmängderna framgår av Fig. 4-9 för listen placerad som ett \downarrow mot luftströmmen och Fig. 10-15 som ett \uparrow i luftströmmens riktning. För den förstnämnda anblåsriktningen är luftläckaget c:a 5 l/h,m vid 50 Pa praktiskt taget oberoende av springbreddens storlek mellan 7-25 mm och 40-50 l/h,m vid 300 Pa.

I andra anblåsriktningen är luftläckaget c:a 5 l/h,m vid 50 Pa resp. 30-40 l/h,m vid 300 Pa vid springbredder mellan 7-20 mm. Vid 25 mm springbredd ökar luftläckaget betydligt (c:a 2 ggr) vilket kan förklaras av att listen p.g.a. utböjning släpper kontakten med träet. I SBN 75 anges enbart maxkravet 79 m³/m²h vid 500 Pa (se bilaga 3). I skriften "Vinduer av tre" [4] betecknas ett luftläckage om 3,2 m³/h,m vid 700 Pa som utmärkt. Dessa krav innebär att den provade listen väl uppfyller kraven som tätningslist inom området 7-25 mm och tryck \leq 700 Pa. Dock bör rekommenderas att listen ej användes till större bredder än 20 mm. Svårigheter uppstår även att i praktiken erhålla rätt placering av listen vid 25 mm springbredd om listen ej monteras mot bottenstycke i fogen.

Mätningarna av luftläckaget vid skarvad list visar att hörnskarv har väsentlig inverkan på läckagets storlek. Vid montering av listen med skänklarna utåt vid 7 mm:s springbredd, Fig. 16, erhöles ett läckage av 15-65 l/skarv,h vilket är av samma storleksordning som läckaget/m,h för oskarvad list. Vid montering av listen med skänklarna inåt, Fig. 17, kunde högre tryck än 100 Pa ej åstadkommas p.g.a. det stora läckaget i skarven. Slutsatsen av detta är att hörnskarv måste utföras med skänklarna ut från varandra.

Vid provningen av skarv på långsida enligt Fig. 3b och springbredden 7 mm erhöles mycket liten skillnad i tätningförmåga mellan skarvad och oskarvad list. Montering av listen kan tydligen vid springbredden 7 mm utföras så väl att någon nämnvärd ökning av luftläckaget ej erhålles.

LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] N.E. Lindskog, A. Lindh: Hur täta hus? Hundratals miljoner kr försvinner. Byggmästaren 4, 1976.
- [2] L. Holmqvist, G. Victorin. Luftläckage genom fogar. Byggmästaren 9, 1973. AIC 109
- [3] SBN 75, Supplement 1, Energihushållningen.
- [4] E.M. Paulsen, E. Raknes, N. Løvik: { Vinduer av tre. wooden windows
Norges byggforsknings institutt, anvisning 10, AIC 145
1974.

Tätningsslister för dörrar och fönster Provning

5.2 Luftläckning

Provstycken

Ett ca 1 m långt provstycke enligt avsnitt 3.

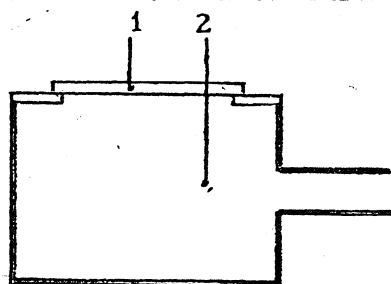
Utrustning

Lufttät behållare i princip enligt figur 4, i vilken lufttrycket steglöst kan varieras.

Behållarens överdel innehåller en ram och ett lock som skall vara plana och utan nämnvärd deformation håller för de övertryck som används vid provningen. Springbredden mellan ram och lock skall vara justerbar och kunna fixeras vid önskad springa med en noggrannhet inom $\pm 0,1$ mm. Runt dess ytterkant eller i ramen skall provstycket kunna monteras, t ex i utbytbar trälist, så att listan bildar en rektangel ca 75×425 mm. Provningsanordningen skall vara så utförd och ha sådan stabilitet att inställd springbredd behålls oförändrad under provningsförloppet.

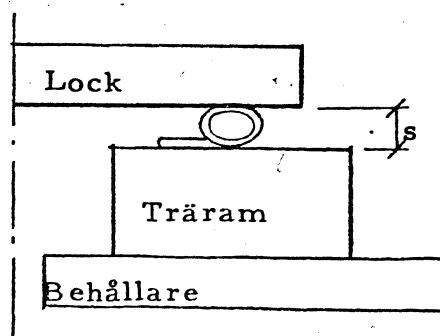
Övertryck i behållaren skall mätas med en noggrannhet inom ± 2 %. Om behållaren inte är helt tät skall dess egenläckning vid olika tryck vara känt. Luftläckning runt locket skall mätas med volymmätare eller luftflödesmätare med en noggrannhet inom ± 2 %.

Rökpistol e d för lokalisering av läckställen.

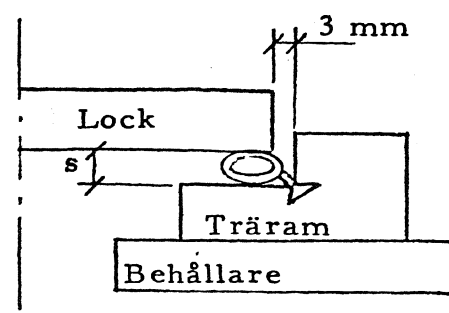


- 1 Lock
- 2 Tryckbehållare

Figur 4. Anordning för bestämning av luftläckning.



Utanpåliggande lock
s = variabel springbredd



Lock vid provning av tätningsslister avsedd att monteras i inåtgående vinkel
s = variabel springbredd

Figur 5. Exempel på detaljer till...

Tätningstester för dörrar och fönster

Provning

Provning

Provstycket monteras i locket eller ramen så att tätningstestet bildar en rektangel med måttet 75 x 425. Provstycket fästs, skarvas och monteras i hörn enligt tillverkarens anvisning.

Tätningstestet provas vid olika springbredder - så många att testets funktionsområde kan bedömas, dock minst fem. Provningsprovet påbörjas vid den största springbredden.

För varje springbredd mäts luftläckningen vid 50, 300, 500 och 700 Pa övertryck. Läckningen mäts efter det att trycket hållits konstant under 1 min. Mätningen görs under en 3-minuters period, antingen med volymmätare eller med luftflödesmätare.

Om fler värden önskas bör provningen utökas med luftläckningsmätning vid 100, 150, 200, 400 eller 600 Pa.

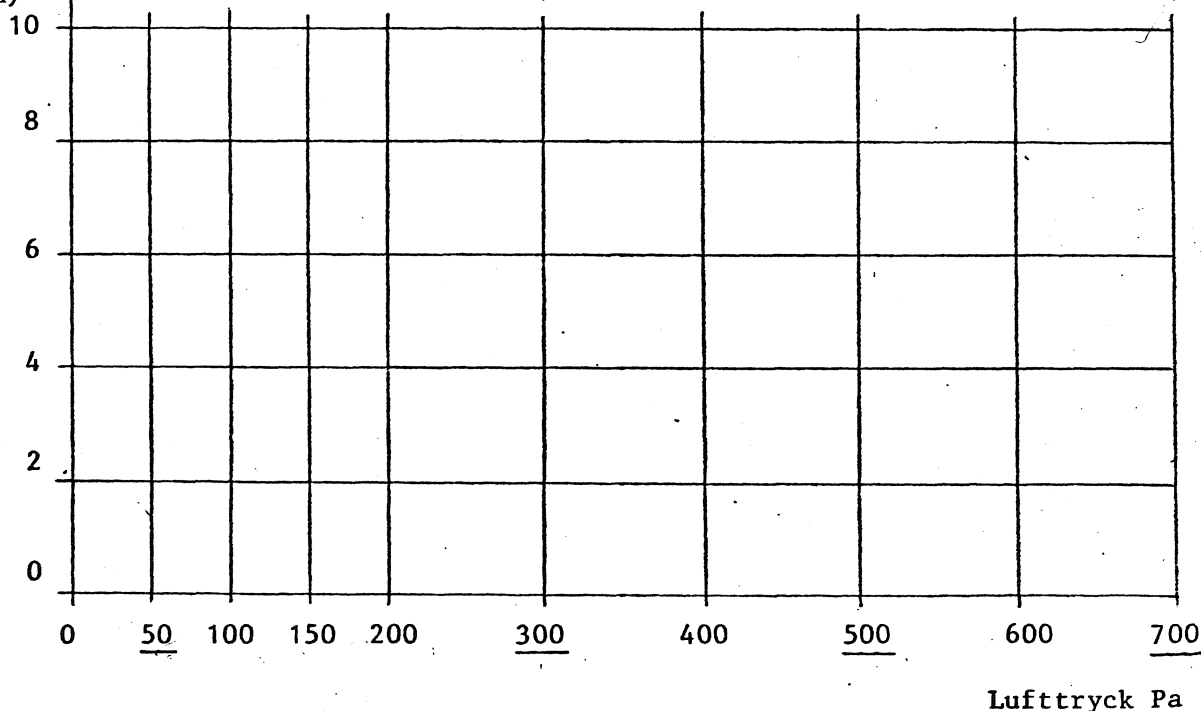
Stora läckställen lokaliserar med spårgas, t ex med rökpistol.

Resultat

Samtliga läckvärden omräknas till m^3 per timme och meter list och redovisas i diagram enligt figur 6. Dessutom redovisas sambandet springbredd-läckning vid 500 och 700 Pa i diagram enligt figur 3 tillsammans med stängningstrycket. I provningsrapporten lämnas också uppgift om punktläckning eller andra anmärkningsvärda iakttagelser.

Luftläckning

$m^3/(h \cdot m)$



Figur 6. Exempel på diagram för redovisning av luftläckning

Tetningslister, bestemmelse av lufttetthet.1. Klassifisering.

Byggevare: SfB Yn.

Egenskap: CIB 4.03.01.

Prøvingsmetode: NBI-74.

Nordtest betegnelse: NT Build

Building gaskets: Air penetration.

2. Gyldighet.

Denne metode brukes til å undersøke hvor lufttett en tetningslist er når den er klemt mellom to plane flater. For lister som brukes til lufttetting er det om å gjøre at lufttettheten er tilstrekkelig god. For lister som brukes som regnskjerm er dette forhold ikke like kritisk, men også her vil det være fordelaktig om lufttettheten i selve listen ligger på et tilsvarende nivå.

Metoden er i prinsipp anvendbar for alle slags tetningslister. For lister med komplisert tverrsnitt gjøres de modifikasjoner i metoden som er nødvendig i hvert enkelt tilfelle.

3. Apparatur.

3.1 Plan underlagsplate ca. 0,12 x 0,45 m, f.eks. av 6 mm floatglass.

3.2 Apparatur for lufttetthetsmålinger ved et overtrykk på opp til 700 N/m² (70 mmVS).

3.3 Plane metallplater ca. 0,1 x 0,5 m med masse 5 kg, i alt 10 stkr.

3.4 Avstandsstykker av metall i forskjellige tykkelser.

3.5 Skyvelær eller lignende, avlesbart til 0,1 mm.

4. Prøving.4.1 Prøvemateriale.

Tetningslister leveres ferdige fra fabrikk. Listene kondisjoneres før prøvingen minst en uke i ubelastet tilstand ved 296 K (23 °C) og 50 % RF, vanligvis som rette lengder liggende løst på et plant underlag. Forøvrig brukes listene slik som de er mottatt.

4.2 Prøvetillaging.

Det kappes til et 1,00 m langt listestykke.

4.3 Utførelse.

4.3.1 Apparatur og list kondisjoneres ved 296 K (23 °C) og 50 % RF.

4.3.2 Den 1 m lange tetningslist festes til den plane underlagsplate og formes/skjøtes/sammenføres til en lukket ramme med utvendig mål ca. 75 x 425 mm. Festing og skjøting utføres slik som foreskrevet av listprodusenten.

4.3.3 Prøvestykket monteres i apparaturen for lufttetthetsmålinger, og luftgjennomgangen i m^3/h måles ved overtrykk på 50, 300 og 700 Pa (5, 30 og 70 mm VS) og varierende grad av sammenklemming av listen. Listtykkelsen i sammenklemt stand sikres ved avstandsstykker. Ønsket grad av sammenklemming vurderes i hvert enkelt tilfelle, men listene bør i det minste klemmes sammen til:

25 % av opprinnelig listhøyde for skumlister, gruppe 63.

75 % av opprinnelig listhøyde for cellelister, gruppe 64.

75 % av opprinnelig listhøyde for elastiske tetningslister, gruppe 65.

Det tas så mange målepunkter som man anser nødvendig, dog minst tre. Punktlekkasjer lokaliseres, f.eks. med sporgass, og noteres.

5. Resultater.

For hver måling beregnes luftgjennomgangen i m^3/h pr. meter list ved overtrykk på 50, 300, 500 og 700 N/m^2 (5, 30, 50 og 70 mm VS). Det tegnes opp diagram som viser luftgjennomgangen som funksjon av sammenklemmingen. Dessuten angis eventuelle punktlekkasjer eller andre observasjoner av betydning.

6. Kommentarer.

Det største problemet er å utføre prøvestykket på en realistisk måte, d.v.s. forme/skjøte/sammenføye listen som omtalt under pkt. 4.3.2 på en måte som overensstemmer best mulig med det som skjer i praksis. Er bare dette punkt løst fornuftig, byr selve prøvingen under punkt 4.3.3 ikke på større problemer.

Metoden er i prinsipp den samme som den som ble benyttet ved de grunnleggende undersøkelser av tetningslister ved Norges byggforskningsinstitutt i 1959-63, men med en del modifikasjoner.

7. Henvisninger.

Margrete Dalaker: Tettelister, Norges byggforskningsinstitutt, Rapport nr. 40, Oslo 1964.

Utdrag ur SBN 1975 Supplement 1

3 LUFTTÄTHET

Byggnadsdelar som avgränsar lokal som avses att hållas uppvärmd och anslutningar mellan sådana byggnadsdelar anordnas så att de förhindrar oläglig luftläckning.

För byggnadsdelar till lokaler som avses att uppvärmas till minst + 10°C godtas vid provning enligt fastställd provningsmetod att luftläckningen för de olika byggnadsdelarna inklusive fogar uppgår högst till de värden som anges i tabell 33:3.

Tillämpningsregler för mätning av luftläckning och godtagna resultat i samband med stickprovskontroll av färdig byggnad anges i särskild publikation från planverket.

För fönsterkonstruktioner med lägre värden på luftläckningen än de i tabellen angivna kan planverket godta att den bättre lufttäteten tillgodoräknas vid bedömning av fönstrens area och värmeisoleringsförmåga.

Tabell 33:3 Högsta godtagna luftläckning, m³/m² h

Byggnadsdel	Tryckskillnad Pa	Byggnad med höjd i våningar		
		1 - 2	3 - 8	> 8
Vägg mot det fria	50	0,4	0,2	0,2
Fönster och dörr mot det fria (avser tätheten hos springan mellan karm och fönsterbåge resp. dörrblad)	50 300 500	1,7 5,6 --	1,7 5,6 --	1,7 5,6 7,9
Tak mot det fria samt bjälklag mot det fria eller mot ventilerat utrymme	50	0,2	0,1	0,1

springbredd 7,0 mm
 temperatur 17 °C
 lufttryck 763 mm Hg
 rel. fuktighet 39 %

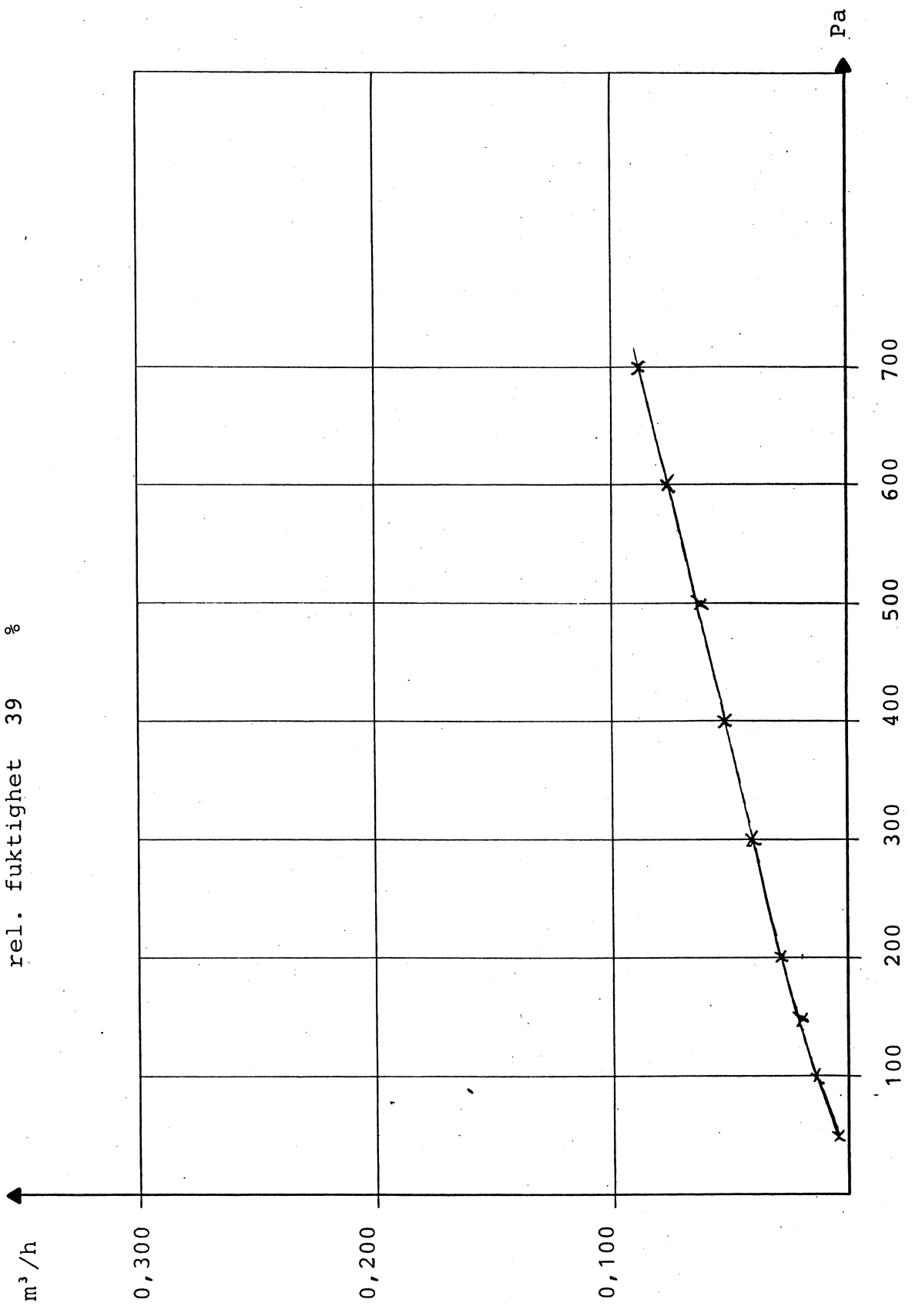
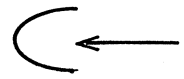


Fig. 4 Luftflöskare vid 7 mm springbredd



springbredd 10,0 mm
 temperatur 19 °C
 lufttryck 764 mm Hg
 rel. fuktighet 53 %

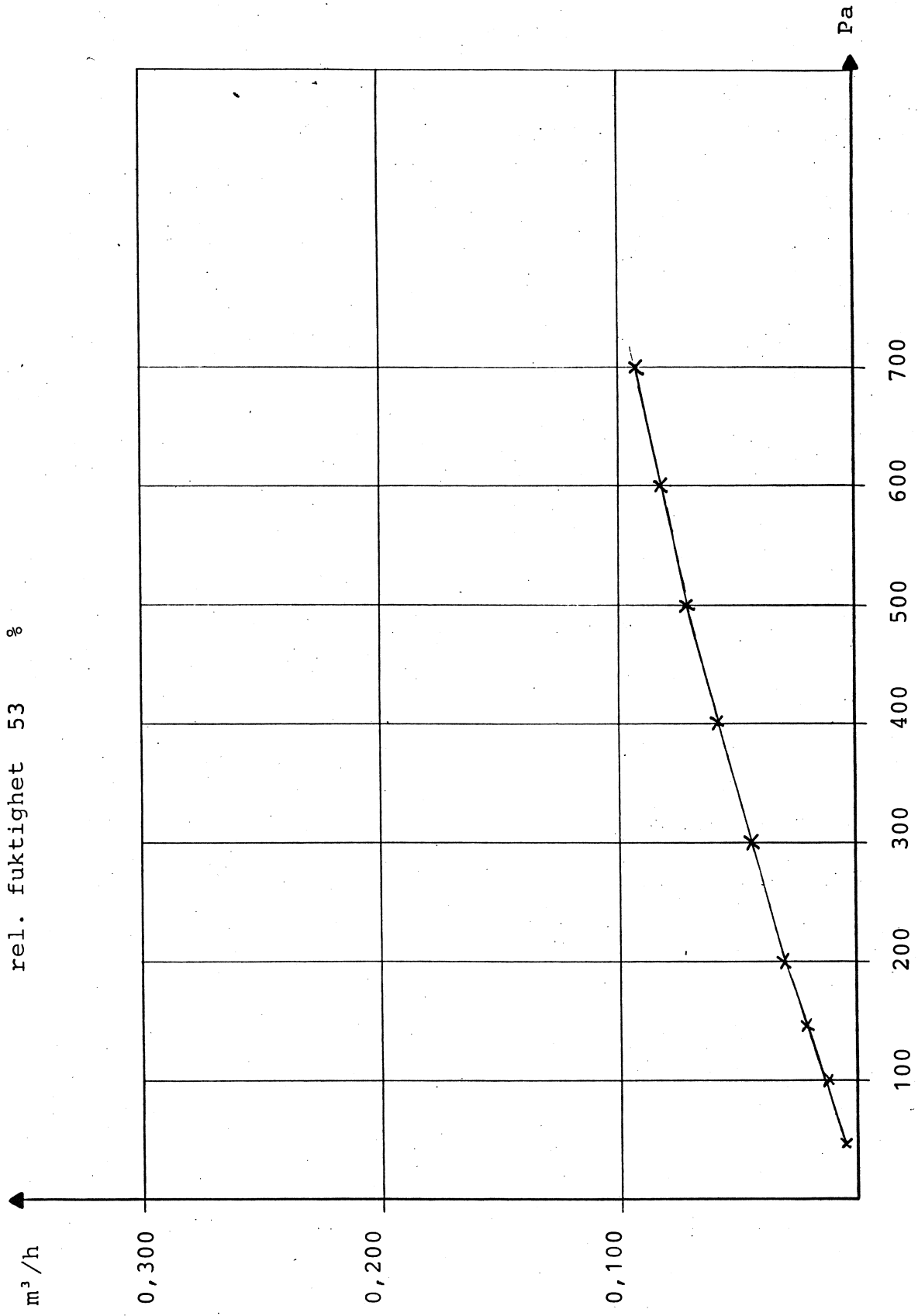


Fig. 5 Luftläckage vid 10 mm:s springbredd

springbredd 15,0 mm
 temperatur 18 °C
 lufttryck 765 mm Hg
 rel. fuktighet 43 %

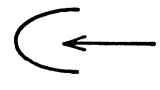
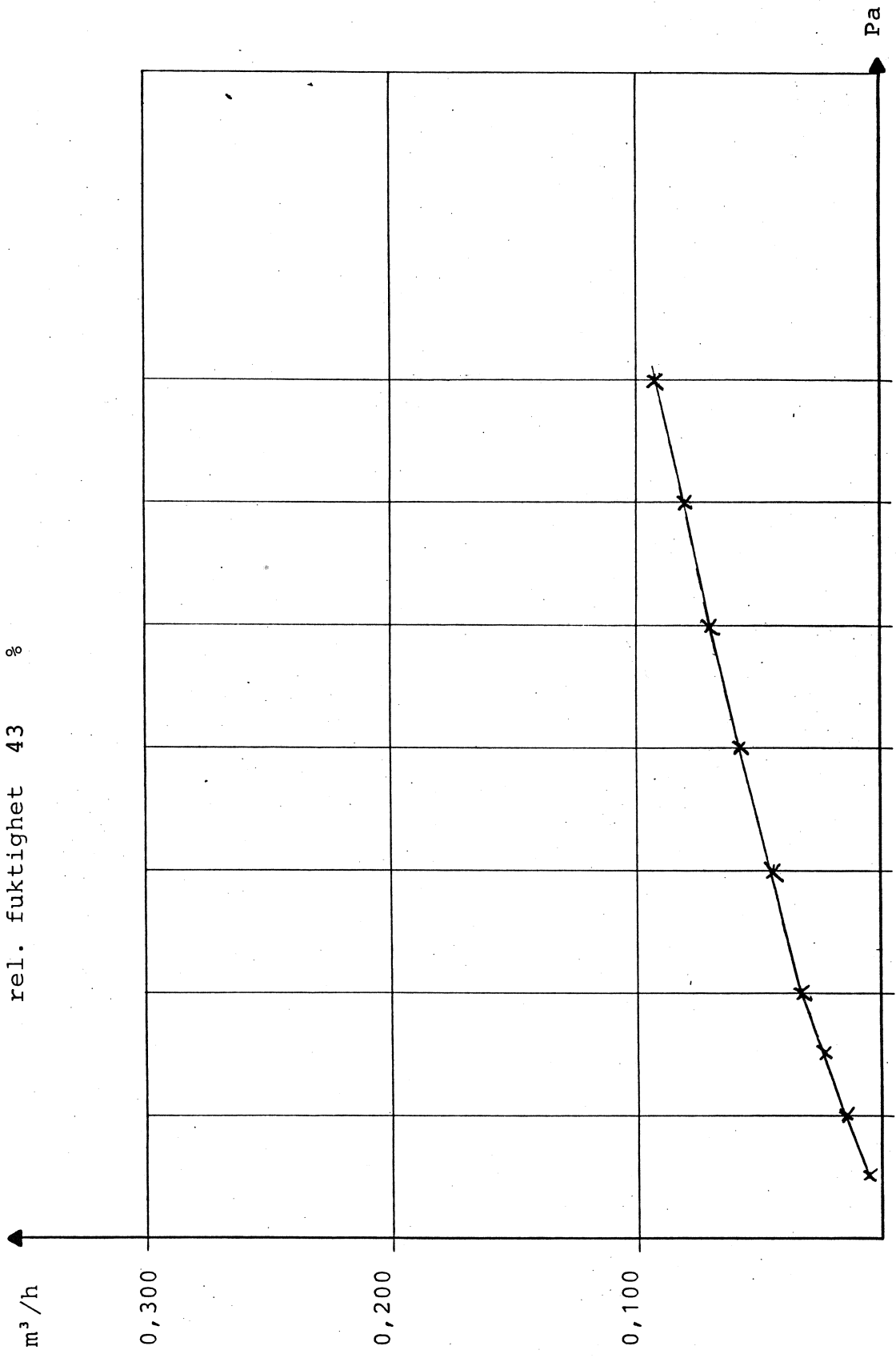


Fig. 6 Luftläckage vid 15 mm:s springbredd

springbredd 20,0 mm
temperatur 18 °C
lufttryck 766 mm Hg
rel. fuktighet 45 %

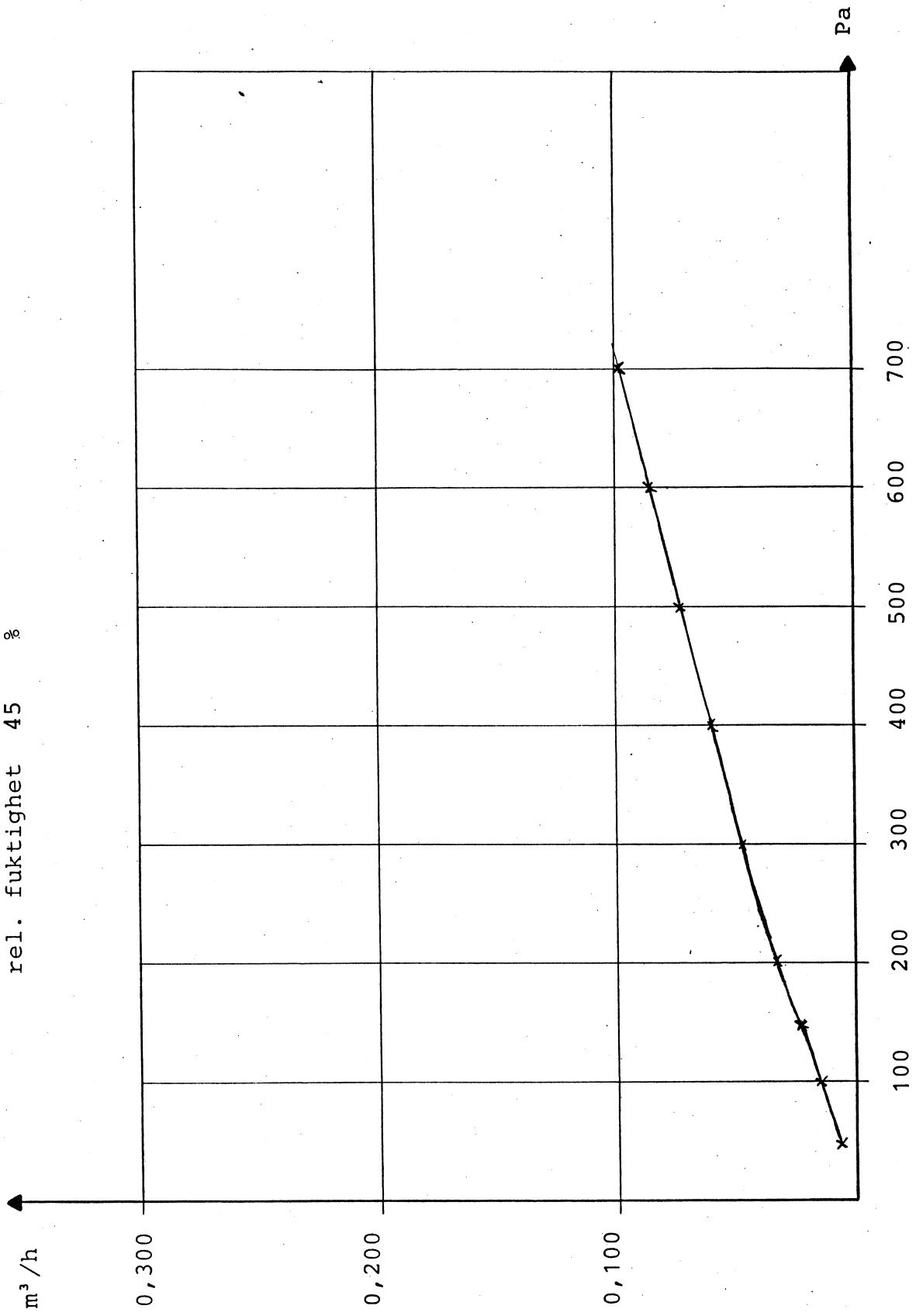


Fig. 7 Luftläckage vid 20 mm:s springbredd

springbredd 25,0 mm
temperatur 18 °C
lufttryck 764 mm Hg
rel. fuktighet 38 %

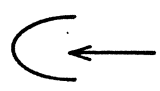
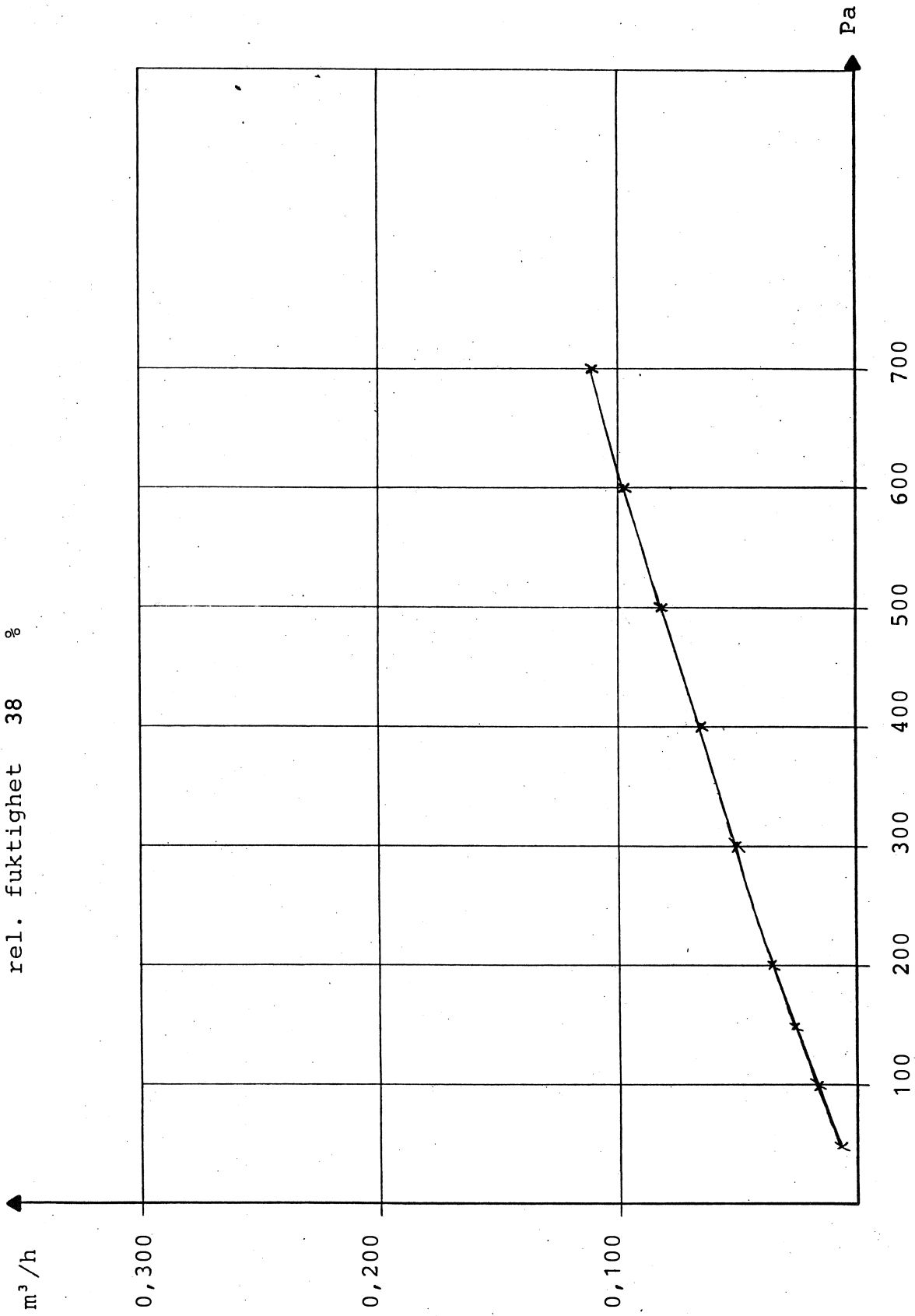


Fig. 8 Luftläckage vid 25 mm:s springbredd

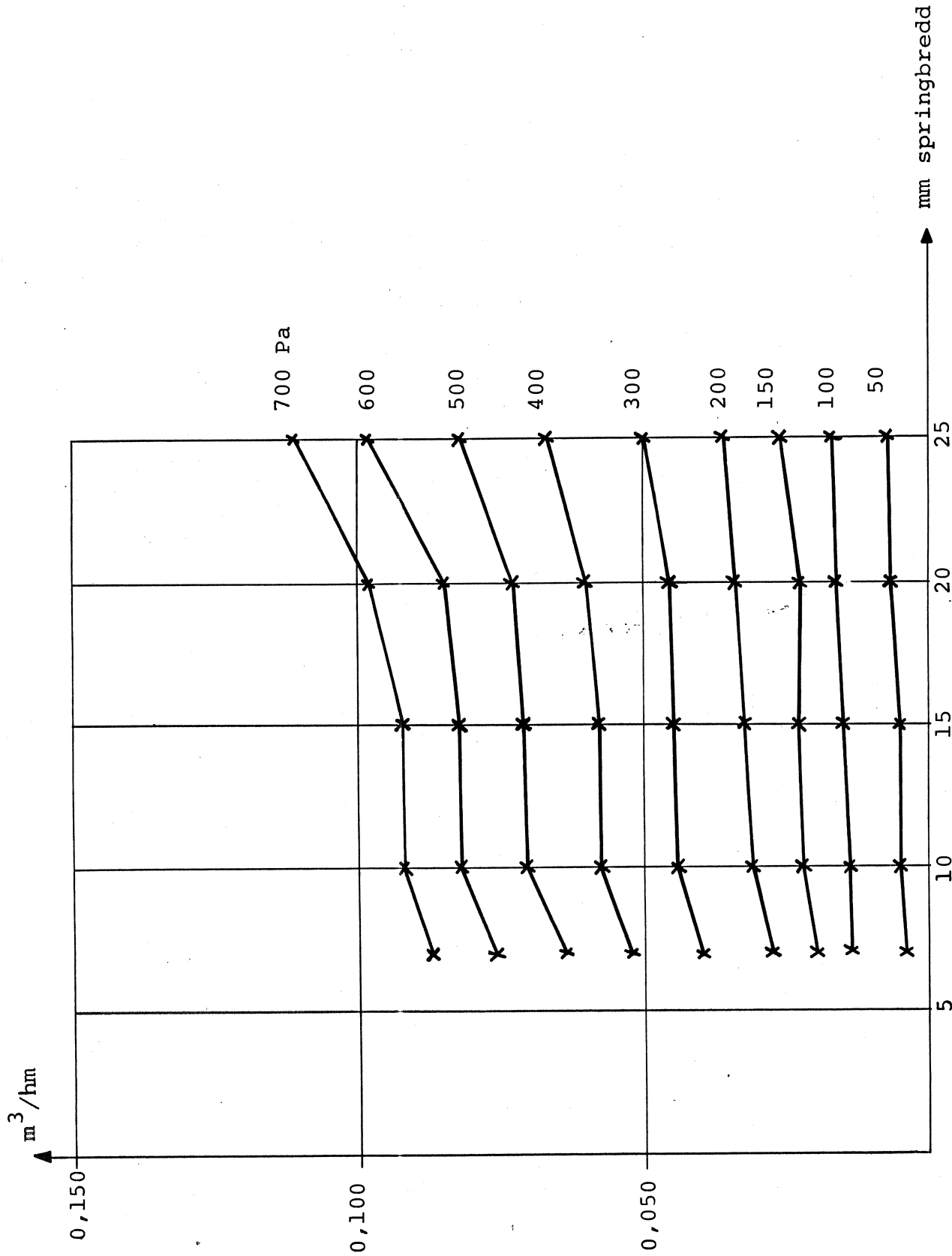


Fig. 9 Luftläckage vid olika tryck och springbredder (rak oskarvad list)

springbredd 7,0 mm
 temperatur 19 °C
 lufttryck 769 mm Hg
 rel. fuktighet 45 %

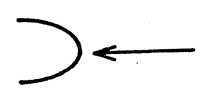
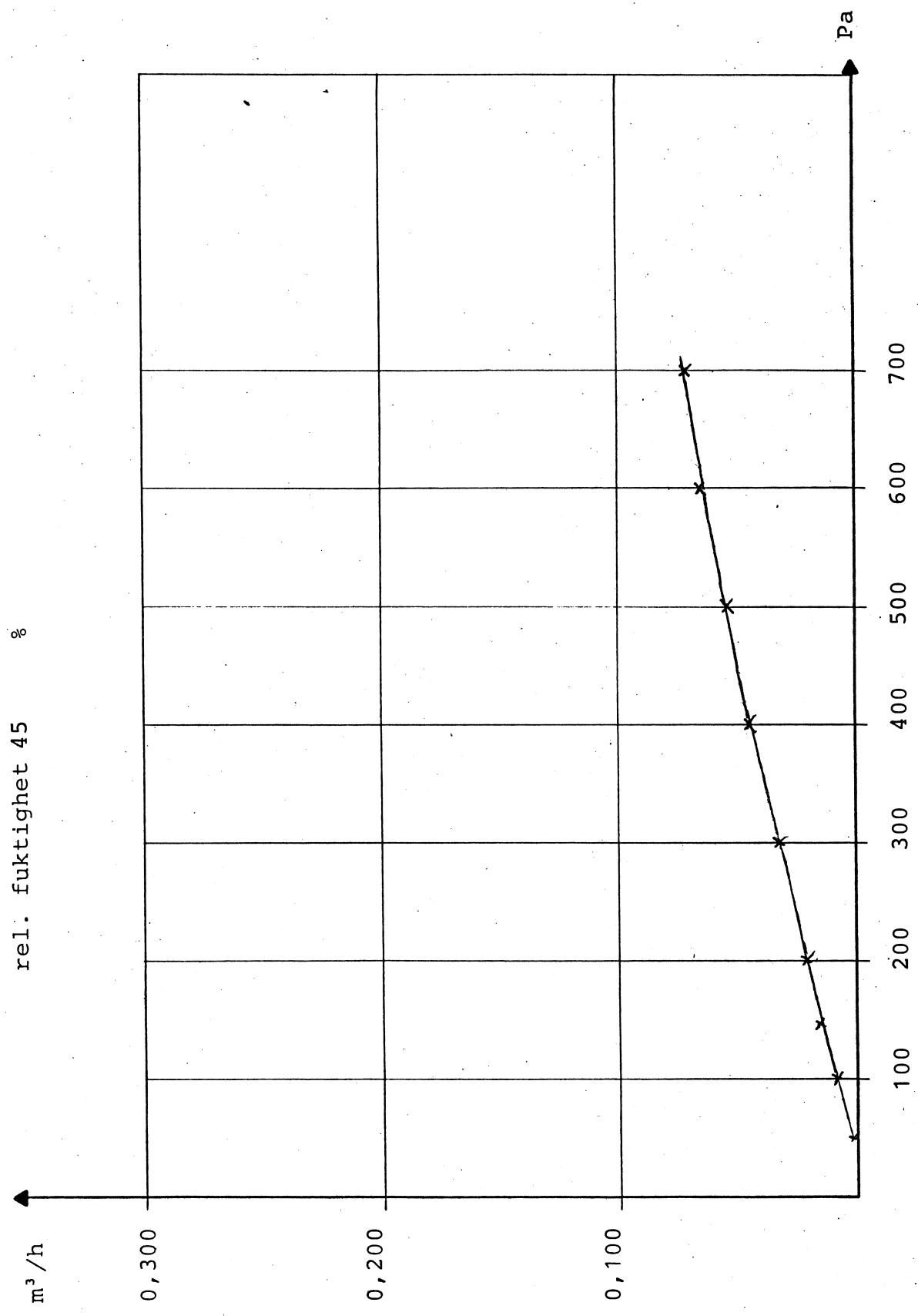


Fig. 10 Luftläckage vid 7 mm:s springbredd

springbredd 10,0 mm
 temperatur 17 °C
 lufttryck 763 mm Hg
 rel. fuktighet 39 %

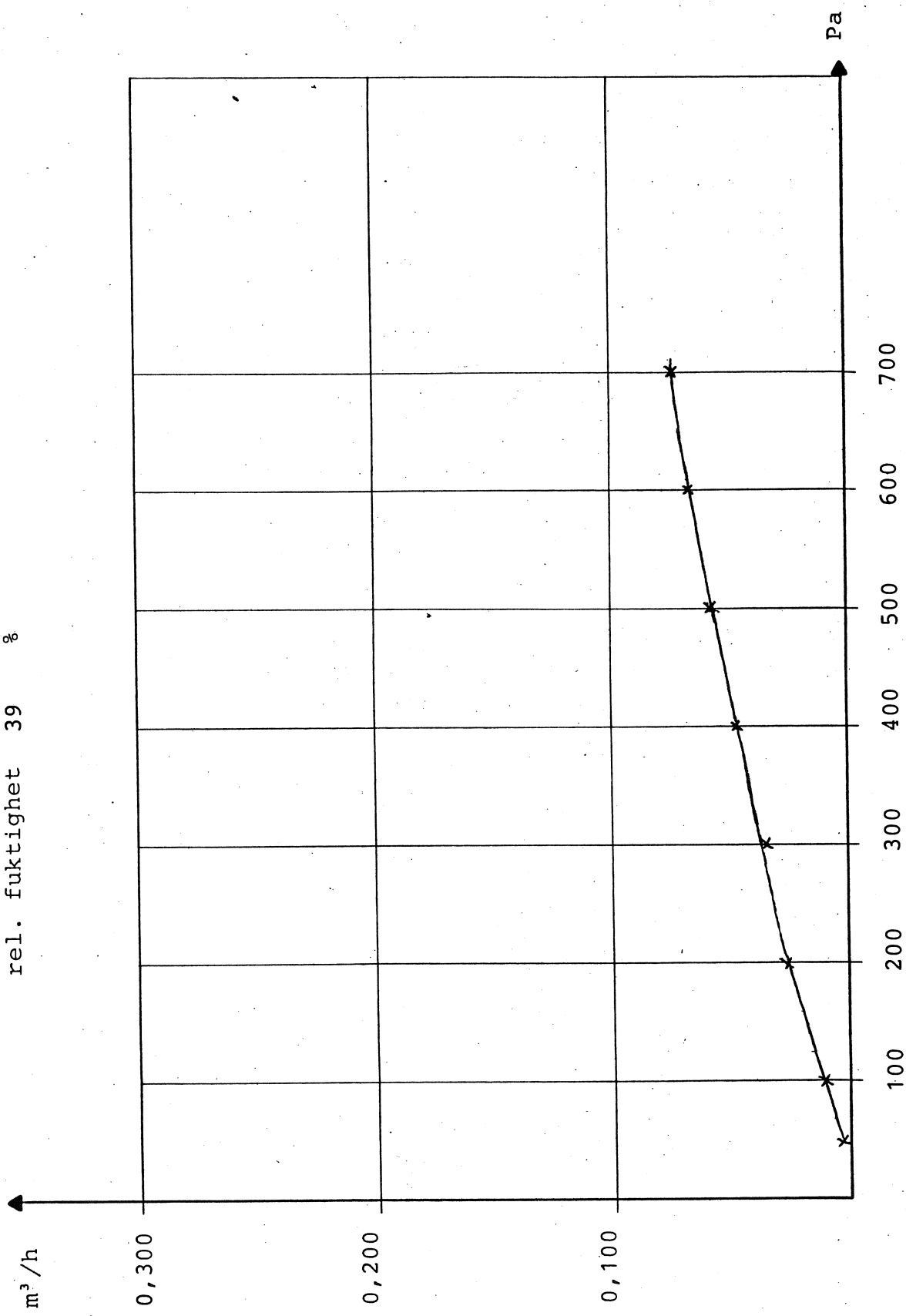
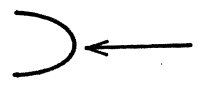


Fig. 11 Luftläckage vid 10 mm:s springbredd



springbredd 15,0 mm
 temperatur 16 °C
 lufttryck 763 mm Hg
 rel. fuktighet 44 %

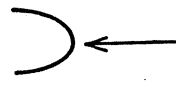
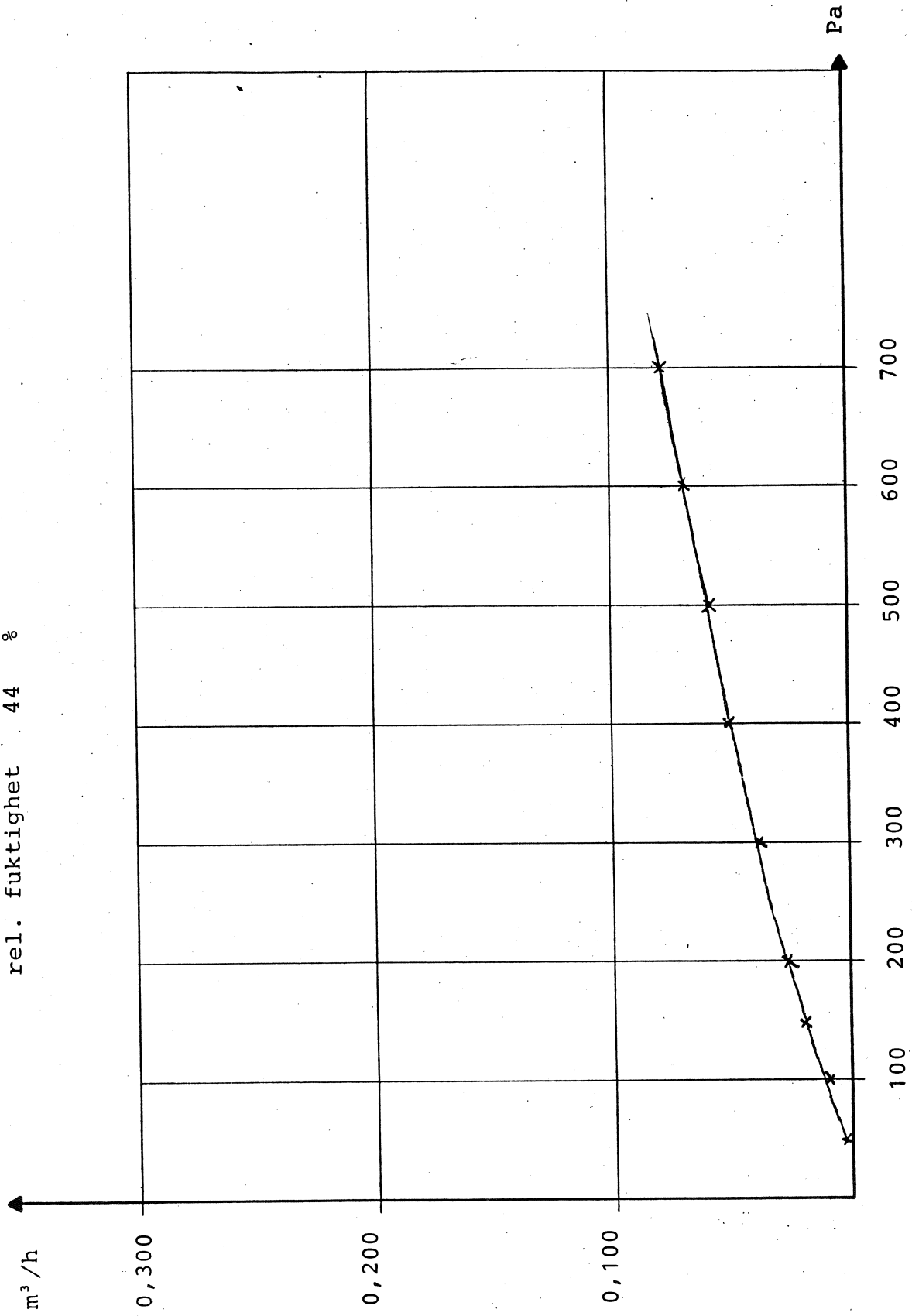


Fig. 12 Luftläckage vid 15 mm:s springbredd

springbredd 25,0 mm
temperatur 20 °C
lufttryck 743 mm Hg
rel. fuktighet 49 %

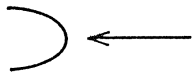
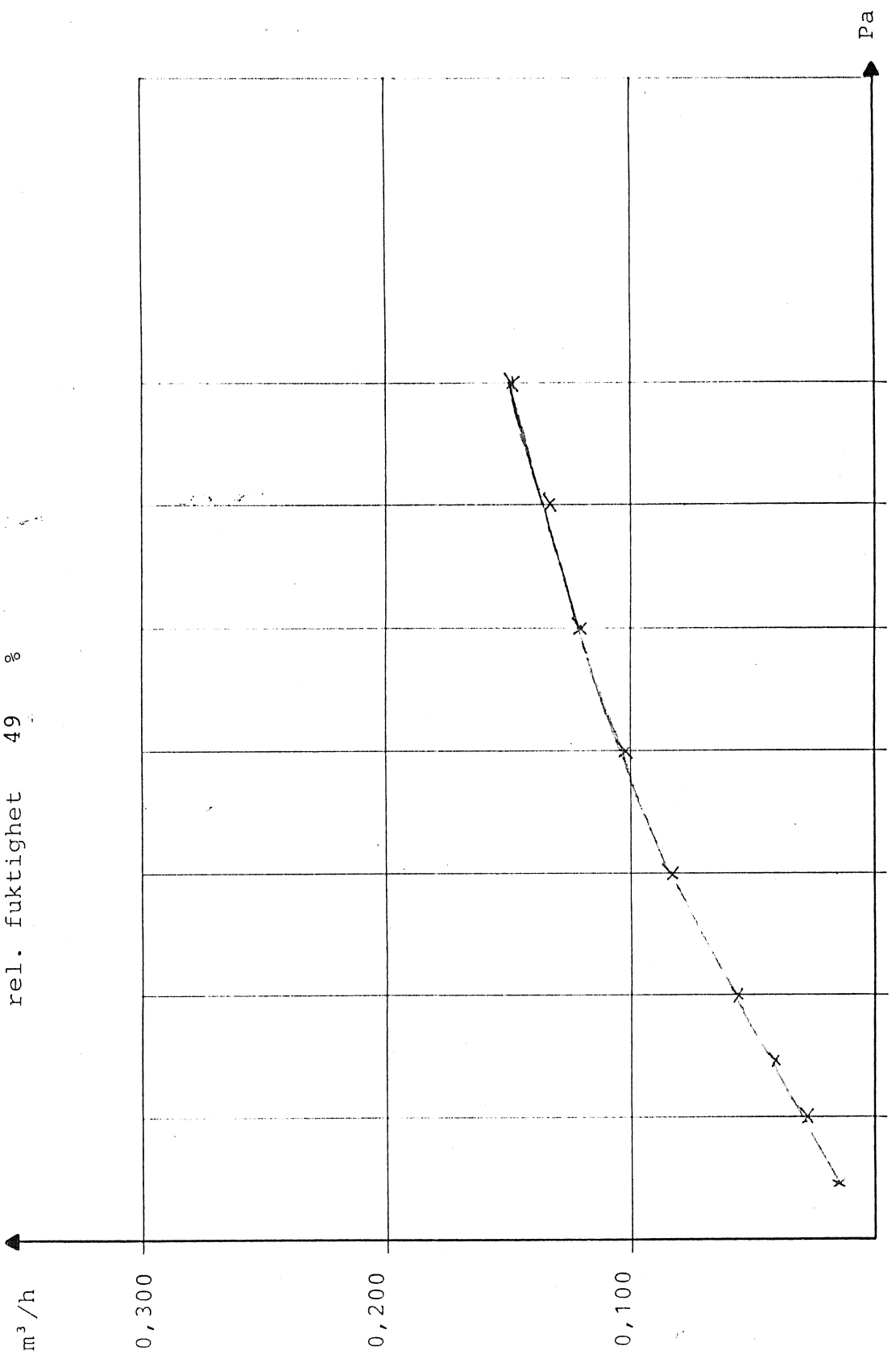


Fig. 14 Luftläckage vid 25 mm:s springbredd

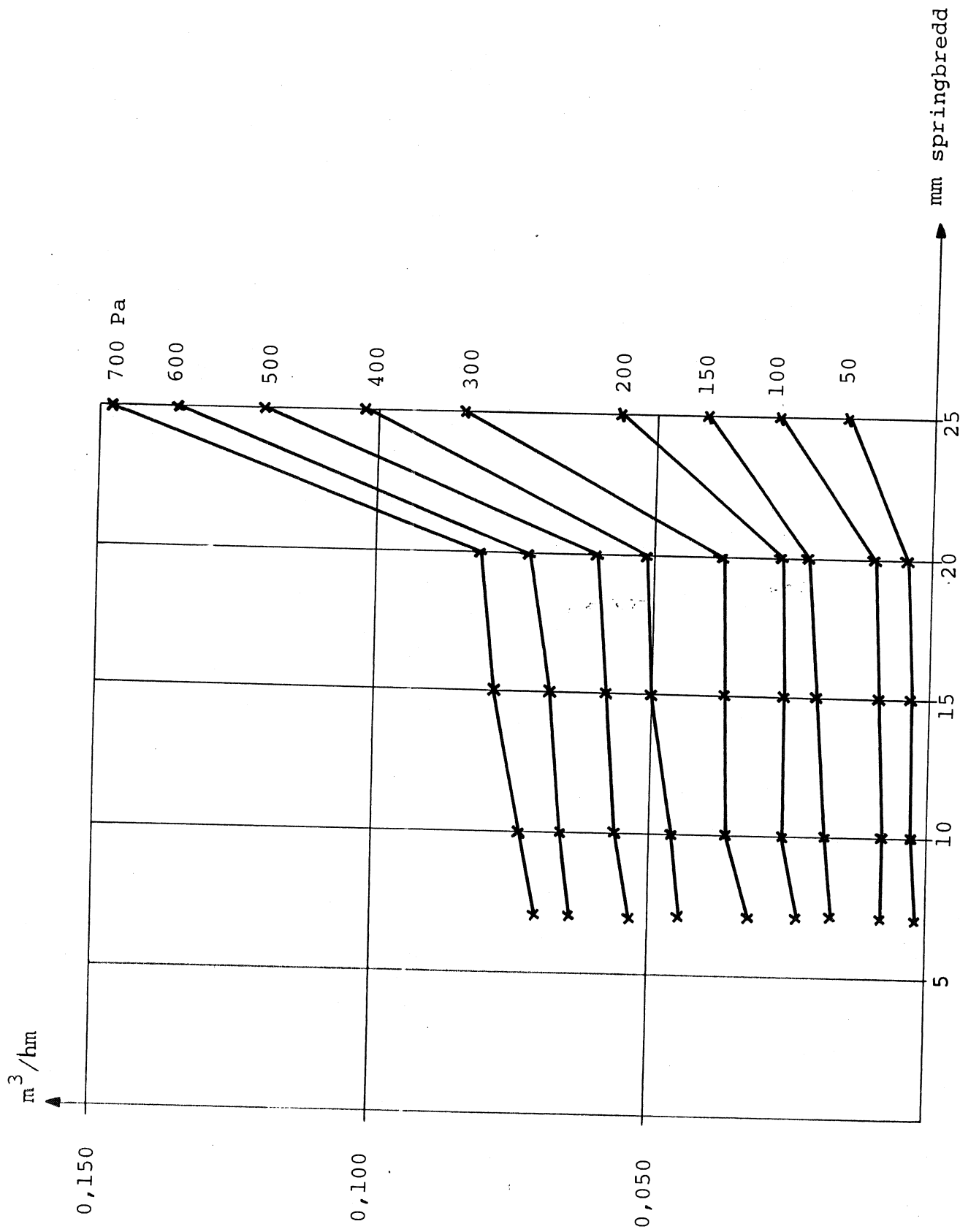
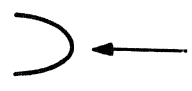


Fig. 15 Luftläckage vid olika tryck och springbredder (rak oskarvad list)

1 skarv

springbredd 7,0 mm
temperatur 17 °C
lufttryck 743 mm Hg
rel. fuktighet 49 %

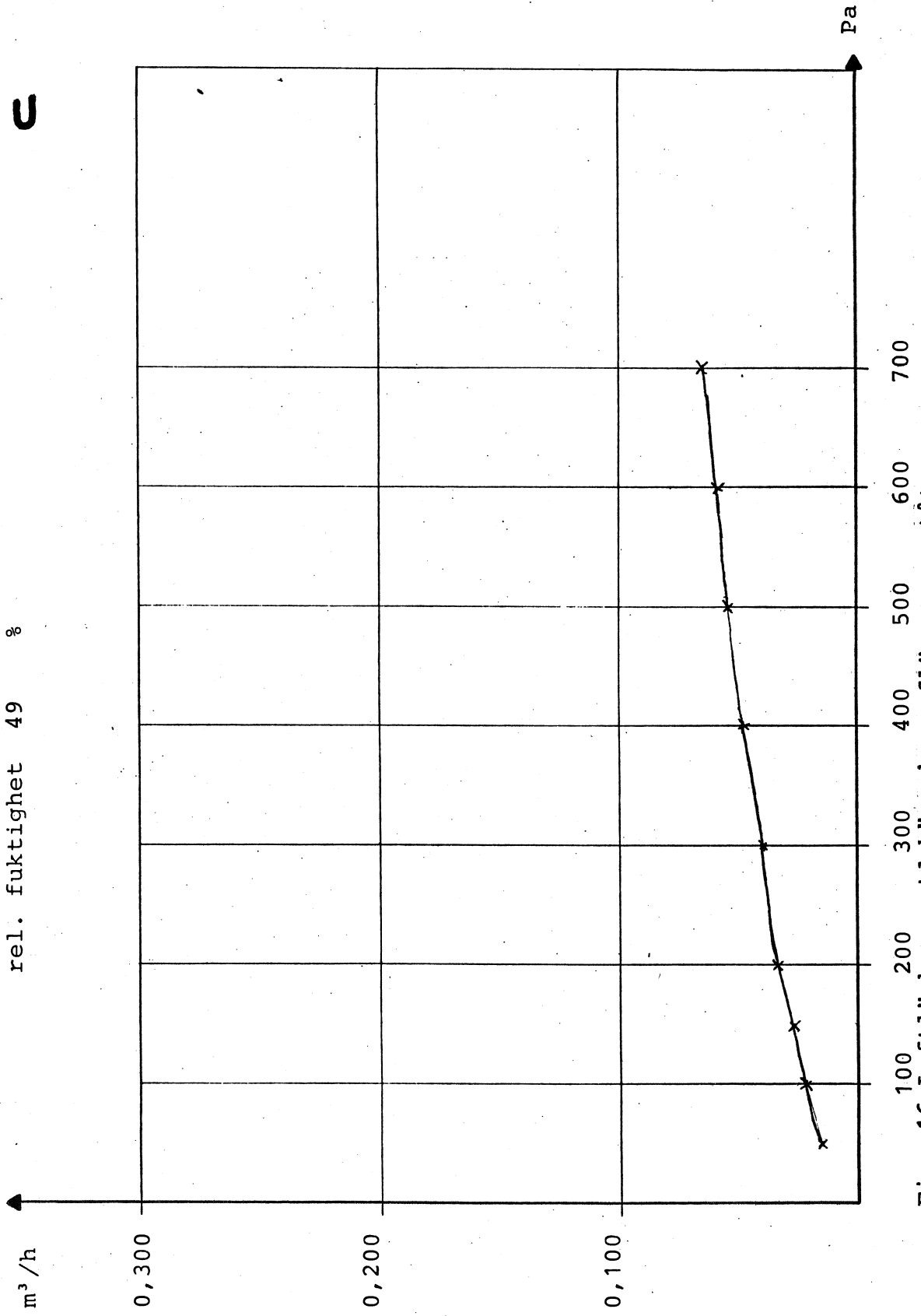
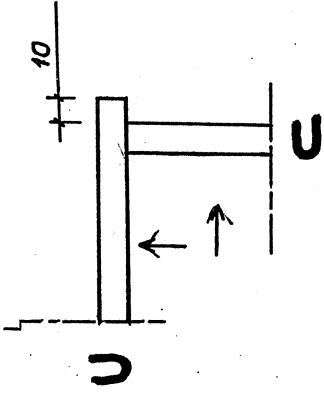
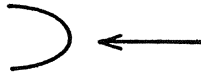


Fig. 16 Luftläckage vid hörnskarv flänsarna utåt.



SUMMARY

Air leakage tests on synthetic rubber strips

by Alf Jergling 1977

These days there is a considerable interest in preventing the air leakage in the buildings in order to reduce the consumption of energy. This implies that the houses should be designed as tight as possible keeping in view the comfort of the inhabitants. In such a case it is necessary to study the effects of joints between building components and determine the factors which influences the air leakage through a joint. As a pilot test, the air leakage for different widths of joints between building components in timber has been studied by varying the pressures between ± 50 to ± 700 Pa.

The main apparatus together with the test strip is shown in figures 1 and 2. The results of the investigation on the leakage of air pressure in various types of joints are shown in figure 9 and 15.

This study has been carried out on a preliminary basis and further air leakage tests on other profiles and joints will be investigated in the near future.

The investigation has been undertaken with collaboration between Rydaholm Rubber Co. and Chalmers University of Technology, Department of Structural Design.