



LUND UNIVERSITY

Backspjäll för brandgasspridningsskydd

Jensen, Lars

2006

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (2006). *Backspjäll för brandgasspridningsskydd*. (TVIT; Vol. TVIT-3004). Avd Installationsteknik, LTH, Lunds universitet.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Backspjäll för brandgasspridningsskydd - utveckling och försök

Trygg-Hansas Forskningsstiftelse E6/2004

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2006
Rapport TVIT--06/3004



Lunds Universitet

Lunds Universitet, med nio fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 100 400 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 000 anställda och 41 000 studerande som deltar i ett 90-tal utbildningsprogram och ca 1000 fristående kurser erbjudna av 88 institutioner.

Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmda hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Backspjäll för brandgasspridningsskydd - utveckling och försök

Trygg-Hansas Forskningsstiftelse E6/2004

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2006

ISRN LUTVDG/TVIT--06/3004--SE(30)

ISSN 1652-6783

ISBN 91-85415-03-0

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
22100 LUND

Innehållsförteckning

1 Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Oförändrat syfte	6
1.3 Ursprunglig metod	6
1.4 Ändrad metod	6
1.5 Kombinerat injusterings- och backspjäll - KIBS	6
1.6 Specifikt läckage vid 1000 Pa	6
2 Geometrisk utformning - KIBS	7
3 Teoretisk analys - KIBS	9
3.1 Täthet för backspjällsfunktion	9
3.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa	10
3.3 Tryckfall/flödessamband för obegränsad lockvinkel	11
3.4 Öppningstryck	11
3.5 Största öppningsvinkel	12
3.6 Tryckfall/flödessamband för begränsad lockvinkel	12
3.7 Tillämpningsfall	13
4 Praktisk analys - KIBS	15
4.1 Täthet för backspjällsfunktion	15
4.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa	16
4.3 Tryckfall/flödessamband för given lockvinkel	17
5 Backspjäll RSK - Systemair	19
5.1 Beskrivning och data	19
5.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa	19
6 Backspjäll Basic - Hagab	21
6.1 Beskrivning och data	21
6.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa	22
7 Tilluftsdonet Flipper - Acticon	23
7.1 Beskrivning och data	23
7.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa	23
8 Tilluftsdonet IDCC - Lindinvent	25
8.1 Beskrivning och data	25
8.2 Tryckfall för radiell spalt	25
8.3 Specifikt läckage vid 1000 Pa	28
9 Sammanfattning	29

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vanligaste orsaken till dödsfall vid brand är förgiftning av brandgaser. Brandgasspridning mellan olika rum, lokaler eller brandceller i en byggnad sker ofta via ventilationskanalsystem. Detta gäller särskilt ventilationssystem med tilluft. Risken för brandgasspridning via driftsatta frånluftskanalsystem är mycket liten. Det finns idag flera sätt att förhindra brandgasspridning via ventilationskanalsystem.

Den vanligaste metoden för att förhindra brandgasspridning bygger på att olika brandceller sektioneras bort med särskilda brandgasspjäll som styrs med någon form av automatik oftast ett elektriskt ställdon tillsammans med någon form av brandgasdetektor. Kostnaden för ett brandgasspjäll med automatik är omkring 10 kkr.

Det finns en ytterst enkel lösning som istället bygger på att använda självverkande backspjäll, vilka inte kräver någon form av detektering och ställdon. Brandgasspridning sker först när strömningen byter riktning i en luftkanal och då stängs ett backspjäll.

Vad som finns gjort tidigare är följande. Det finns gamla patent på backspjäll en gång tagna av Lars Thörnvall med löpdagsdateringar 800507, 870616 och 870616. Ett är utgången och två hålls inte längre. Någon tillämpning av dessa har det aldrig blivit. Mekaniskt sett är dessa backspjäll ganska invecklade. Alla de tre lösningarna är kanalanslutna.

Det finns idag ytterst enkla och billiga backspjäll som används för att förhindra utströmning via uteluftsintag eller inströmning via avluftsutsläpp. Materialet i dessa spjäll är plast och teflon för att få låga tryckfall i den normala strömningsriktningen. Dessa spjäll ingår ofta i självdragsventilationssystem eller hybridventilationssystem. Temperaturtåligheten på dessa don kan vara ett problem och de behöver sannolikt anpassas. Om tätheten i backriktningen är stor kan brandgaserna kylas av något i kanalsträckan mellan den brandutsatta lokalen och själva backspjället. Metoden med backspjäll bygger också på att ventilationssystemet är i drift. Om trycket i den brandutsatta lokalen är lägre än trycket i tilluftssystemet skyddas backspjället av det normala tilluftsflödet.

Andra exempel på backspjäll är fjäderbelastade backspjäll i galvaniserad plåt med ett måttligt tryckfall, vilka beskrivs i avsnitt 5. En vanlig tillämpning är köksfläktar eller utsugsfläktar som förses med backspjäll för att förhindra uteluftsinflöde vid icke drift. Drifttiden är oftast liten och ett måttligt tryckfall har därför inte så stor betydelse.

Ett annat problem med komponenter i ventilationskanalsystem är att de kan smutsas ner och bli funktionsodugliga. De föreslagna backspjällen är tänkta att användas i tilluftssystem vars luft är ytterst ren, oftast filtrerad uteluft.

Det sökta beloppet var 400 000 kronor, medan det beviljade beloppet blev 100 000 kronor. Projektets syfte ändras inte, men projektets metod och omfattning måste förenklas och förändras som följer.

1.2 Oförändrat syfte

Projektets syfte är att undersöka möjligheterna att utforma ett enkelt, billigt, tätt, tryckfallsfritt och tåligt backspjäll för att förhindra brandgasspridning. Förslag på hur backspjället kan placeras i ett ventilationskanalsystem skall också tas fram. Kontrollerbarheten ställer vissa krav på inspektionsmöjligheter.

1.3 Ursprunglig metod

Projektets metod är att analysera ett antal brandförlopp för att bestämma vilka krav ett backspjäll måste kunna uppfylla under ett brandförlopp. Detta kan gälla för både sprinklade och icke sprinklade lokaler. Brandtemperaturen blir betydligt lägre för sprinklade bränder. Prototyper kommer testas under olika tryck och temperaturförhållanden som härrör från simulerade brandförlopp.

1.4 Ändrad metod

Projektets metod blir att undersöka täthet i backriktningen och tryckfall i den normal strömningsriktningen både teoretiskt och praktiskt med en enkel prototyp. Enkla mätförsök skall genomföras med normala temperaturer och inte med brandtemperaturer.

1.5 Kombinerat injusterings- och backspjäll - KIBS

Grundtanken bakom prototypen är att kombinera ett injusteringspjäll med ett backspjäll i en form av ett lock med begränsad öppningsvinkel. Tyngdkraften stänger locket vid nollflöde. Backspjället har inget tryckfall, eftersom tryckfallet tillhör injusteringsfunktionen. Detta kombinerade spjäll kan placeras i anslutningslådor till både takdon och väggdon. Denna placering gör det möjligt att kontrollera funktionen genom anslutningslådan från lokalen.

1.6 Specifikt läckage vid 1000 Pa

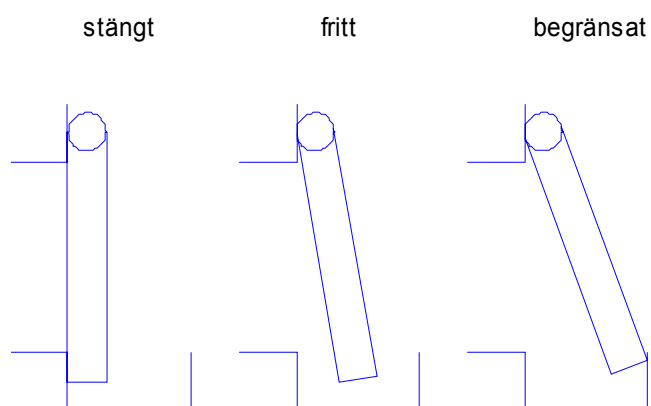
För att kunna göra jämförelse mellan täthetskrav, den föreslagna prototypen och andra typer av spjäll beräknas det specifika läckaget l/sm^2 tvärsnittarea för tryckskillnaden 1000 Pa och normal temperatur 20 °C och motsvarande densitet 1.2 kg/m³. Det finns fyra täthetsklasser typ 1, 2, 3 och 4, vilka har det specifika läckaget 750, 150, 30 respektive 6 l/sm² för tryckskillnaden 1000 Pa. Notera att äldre täthetsklasser 2-4 (VVS AMA 83) har blivit nya 1-3 (VVS AMA 98). Dessa fyra specifika läckflöden kan också tolkas som läckhastigheter över hela tvärsnittsarean, vilka blir 0.75, 0.15, 0.03 respektive 0.006 m/s för tryckskillnaden 1000 Pa.

2 Geometrisk utformning - KIBS

De flesta tilluftsdon har en anslutningslåda. Detta gäller för både takdon och väggdon. Någon form av injusteringsmöjlighet finns inbyggt eller som en tillsats av ett spjäll före anslutningslådan.

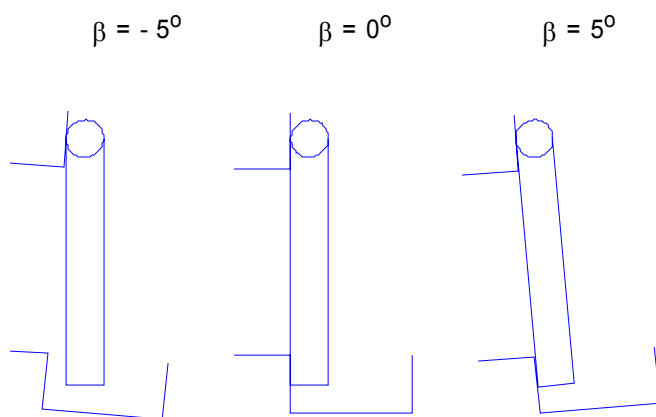
Grundtanken är att en enkel injusteringsanordning också skall kunna fungera som ett brandgasspjäll. En lösning är att anslutningslådans horisontella inlopp förses med ett vertikalt hängande och täckande lock upphängt med en horisontell axel över inloppet som redovisas i Figur 2.1.

Lockets öppningsvinkel begränsas mekaniskt till önskat läge för att ge rätt luftflöde vid given tryckskillnad. Detta är injusteringsläget och med en lämplig gradering av blockeringspärrens läge kan spjället förinställas till ett önskat flöde för ett givet tryckfall.



Figur 2.1 Geometrisk utformning med sektioner för tre funktionsfall.

Öppningen behöver inte vara lodrät utan kan vinklas något, vilket säkerställer att locket tätar mot inloppet vid nollflöde som visas i Figur 2.2. Mindre montagefel i förhållande till lodlinjen kan därför tolereras.



Figur 2.2 Sektioner för backspjäll med lodlinjefel eller förvinkling med nollflöde.

3 Teoretisk analys - KIBS

Den föreslagna lösningen skall undersökas enligt nedan listade egenskaper. De viktigaste egenskaperna är givetvis tätheten och tryckfall/flödessambandet för given lockvinkel.

Täthet för backspjällsfunktionen
 Specifikt läckage vid 1000 Pa
 Tryckfall/flödessamband för obegränsad lockvinkel
 Öppningstryck
 Största öppningsvinkel
 Tryckfall/flödessamband för begränsad lockvinkel

3.1 Täthet för backspjällsfunktionen

Locket utformas med en viss överlappning av själva inloppshålet. Läckaget sker därför genom en ringformad luftspalt som kan ha en varierande höjd. Lockets och inloppets flänsar antas var helt plana. Överlappningen är liten i förhållande till lockets diameter och därför förenklas den ringformiga spalten till en spalt med samma längd som lockets omkrets, vilket ger en liten överskattning av läckaget. Inför följande parametrar:

s_{min}	minsta spalt höjd, m
s_{max}	största spalt höjd, m
r_{min}	inloppets radie, m
r_{max}	lockets radie, m

Strömningen i spalter är ofta laminära, vilket kan kontrolleras med Reynolds tal Re .

$$Re = v d / \nu \quad (-) \quad (3.1)$$

där

v	strömningshastighet, m/s
d	hydraulisk diameter, m
ν	kinematisk viskositet, m ² /s

Ett enkelt sifferexempel är en spalt med höjden 0.15 mm och en kinematisk viskositet för luft på $15 \cdot 10^{-6}$, vilket ger följande samband där den hydrauliska diametern är lika med dubbla spalthöjden för att kunna jämföras med kanalströmning enligt (3.1):

$$Re = v \cdot 2 \cdot 0.00015 / 0.000015 = 20 v$$

Uttrycket ovan visar att det krävs hastigheter över 100 m/s för att strömningen skall bli turbulent. Detta är orimligt, eftersom det krävs en tryckskillnad minst lika med det dynamiska trycket för 100 m/s, vilket är 6000 Pa.

Sambandet mellan tryckfall och hastighet för en laminär läcka ges av följande uttryck:

$$\Delta p = 12 \mu l v / s^2 \quad (\text{Pa}) \quad (3.2)$$

där

Δp	tryckfall, Pa
μ	dynamisk viskositet, kg/ms
v	strömningshastighet, m/s
l	spaltlängd, m
s	spalthöjd, m

Ett uppföljande sifferexempel är vad blir tryckfallet vid 10 m/s för den tidigare spalten om dess längd är 10 mm. Luftens dynamiska viskositet är $18 \cdot 10^{-6}$ kg/ms och insättning ger:

$$\Delta p = 12 \cdot 0.000018 \cdot 0.01 \cdot 10 / 0.00015^2 = 960 \text{ Pa}$$

Detta är en mycket stor tryckskillnad i brandsammanhang. Om spalthöjden fördubblas fås en tryckskillnad på 240 Pa.

Spalthöjden mellan lock och inloppets flänsar varierar om de inte är parallella. Variationen kan beskrivas med en sinusfunktion mellan minsta och största spalthöjd. En ekvivalent spalthöjd med samma flöde vid samma tryckfall kan beräknas för detta fall som:

$$s = (s_{\max} + s_{\min}) (1 + 3a^2/2)^{1/3}/2 \quad (\text{m}) \quad (3.3)$$

där

$$a = (s_{\max} - s_{\min}) / (s_{\max} + s_{\min}) \quad (-) \quad (3.4)$$

Parameter a kan tolkas som spaltens variation i förhållande till medelvärdet och blir ett för extremfallet med ingen minsta spalthöjd. Korrektionen av spalthöjden blir därför som mest $(5/2)^{1/3} = 1.357$ jämfört med att använda sig av medelspalthöjden. Flödeskorrektionen blir $5/2$ eftersom flödet beror på spalthöjden upphöjt till tre. För en 1 m bred spalt gäller:

$$q = s v = \Delta p s^3 / 12 \mu l \quad (\text{m}^3/\text{sm}) \quad (3.5)$$

3.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa

Det specifika läckage kan beräknas för ett fall med spalthöjd på 0.1 mm, inloppsdiameter 100 mm och lockdiameter 120 mm. Först beräknas läckaget enligt (3.5) som följer:

$$q = 1000 \cdot 0.0001^3 / 12 \cdot 18 \cdot 10^{-6} \cdot 0.010 = 0.000462 \text{ m}^3/\text{sm}$$

Spaltens bredd sätts lika med en medelomkrets för diametern 110 mm, vilket ger bredden 0.345 m och läckaget 0.16 l/s. Det specifika läckaget fås slutligen med inloppets tvärsnittsytta till 21 l/sm^2 . En fördubblad spalthöjd på 0.2 mm ger 171 l/sm^2 och en spalthöjd som varierar mellan 0 och 0.2 mm blir 53 l/sm^2 . Siffrorna visar att det finns möjligheter att uppfylla täthetsklasserna 1, 2 och 3 med kraven 750, 150 och 30 l/sm^2 .

3.3 Tryckfall/flödessamband för obegränsad lockvinkel

Lockets öppningsvinkel bestäms av lockets vikt, storlek och tryckskillnad med en enkel momentbalansekvation.

$$A \Delta p r = \rho_m A t g \sin(\alpha + \beta) r \quad (\text{Nm}) \quad (3.6)$$

där

Δp	statisk tryckskillnad, Pa
g	gravitationen, m/s ²
ρ_m	lockets densitet, kg/m ³
A	lockets area, m ²
r	lockets radie, m
t	lockets tjocklek, m
α	lockets öppningsvinkel, rad
β	locksätets förvinkel, rad

och förenklat fås:

$$\Delta p = \rho_m t g \sin(\alpha + \beta) \quad (\text{Pa}) \quad (3.7)$$

Strömningshastigheten mellan lock och inloppets flänsar bestäms också av den statiska tryckskillnaden lika med det dynamiska trycket i minsta strömningstvärsnitt.

$$v = (2 \Delta p / \rho)^{0.5} \quad (\text{m/s}) \quad (3.8)$$

Flödet bestäms i sin tur av öppningens storlek mellan lock och inloppets flänsar och strömningshastighet för små öppningsvinklar.

$$q = 2 \pi r^2 \sin(\alpha) v \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (3.9)$$

För fallet utan förvinkel $\beta=0$ kan $\sin(\alpha)$ elimineras i (3.6) och (3.9) ger följande samband:

$$\Delta p = a q^{2/3} \quad (\text{Pa}) \quad (3.10)$$

där

$$a = [\rho_m t g / 2 \pi r^2 (2/\rho)^{0.5}]^{2/3} \quad (\text{Pa s}^{2/3}/\text{m}^2) \quad (3.11)$$

3.4 Öppningstryck

Öppningstrycket kan beräknas med (3.7) för en given förvinkel β och öppningsvinkel $\alpha = 0$. Det får inte bli onödigt högt. Ett sifferexempel är följande med 2 mm stålplåt och en förvinkel på 10 ° eller $\pi/18$, vilket ger följande öppningstryck:

$$\Delta p = 7800 \cdot 0.002 \cdot 9.81 \sin(\pi/18) = 26.6 \text{ Pa}$$

3.5 Största öppningsvinkel

Det finns en enkel begränsning för öppningsvinkeln och det är när den fria arean mellan lock och inlopp är lika stor som själva inloppets tvärsnittsarea. Detta ger ett enkelt krav på att öppningshöjden i medeltal skall vara högst en fjärdedels inloppsdiameter.

Lockets minsta öppningshöjd är här noll och därmed begränsas den största öppningshöjden till en halv inloppsdiameter eller en inloppsradie. Detta motsvarar en öppningsvinkel på 27° ($\arctan(1/2)$) för ett lock utan överlappning och med överlappning blir öppningsvinkel mindre.

3.6 Tryckfall/flödessamband för begränsad lockvinkel

Sambandet mellan tryckfall och flöde för fallet med fast öppningsvinkel, injusteringsläget, fås genom att eliminera hastigheten v i (3.8) och (3.9). Detta ger ett kvadratiskt samband mellan tryckfall och flöde:

$$\Delta p = b q^2 \quad (\text{Pa}) \quad (3.12)$$

där konstanten b ges av:

$$b = \rho / 8 \pi^2 r^4 \sin(\alpha)^2 \quad (\text{Pa s}^2/\text{m}^6) \quad (3.13)$$

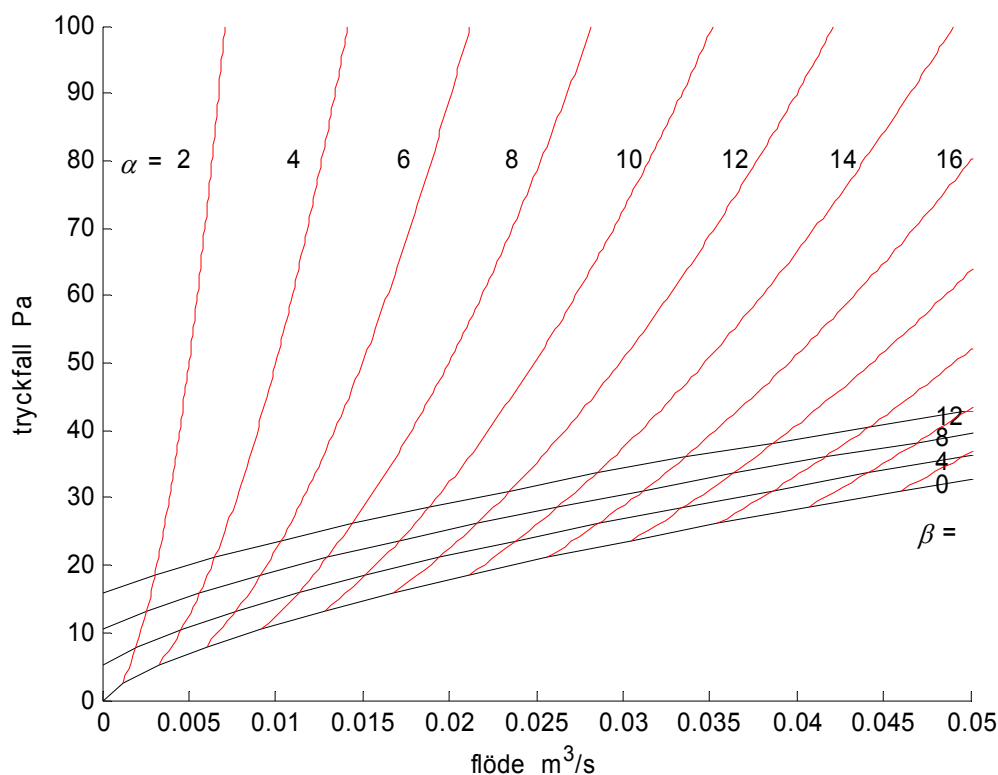
3.7 Tillämpningsfall

Hur tryckfallet beror på flödet, öppningsvinkel α i $^\circ$ och förvinkel β i $^\circ$ och lockets tjocklek skall redovisas för tre fall. Locket antas vara i stålplåt och tjockleken är 1, 2 eller 3 mm. Lockets diameter är 100 mm lika med inloppets diameter. Locket överlappar alltså inte. Det tre fallen redovisas i Figur 3.1-3.

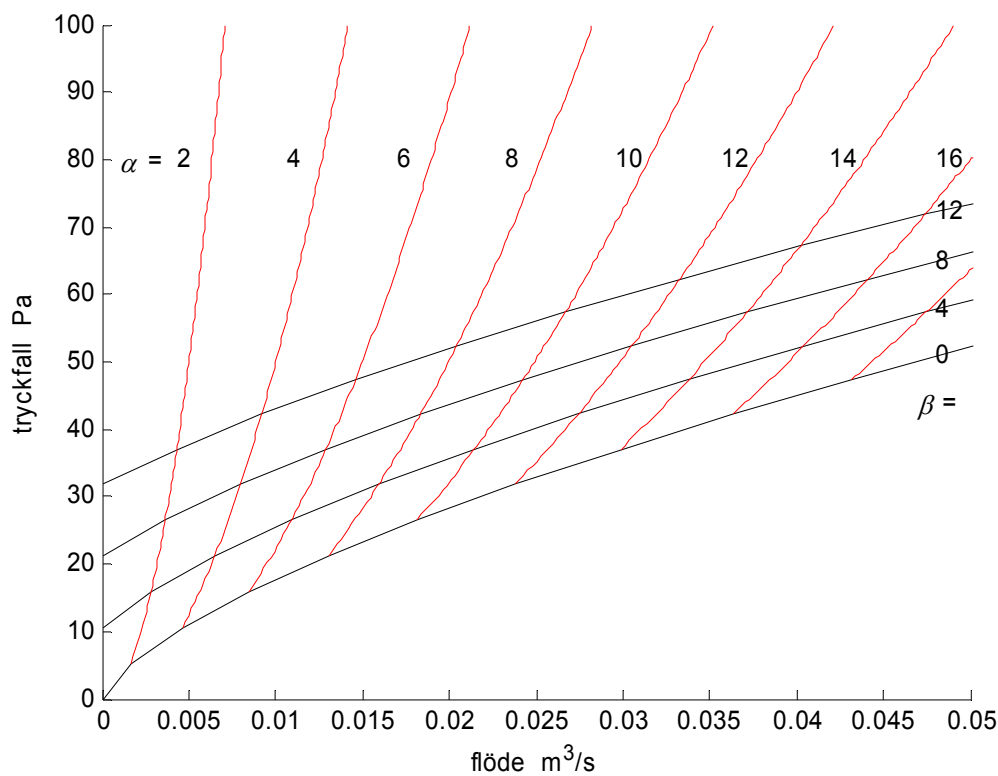
Kurvorna visar att för ett givet tryckfall bestäms flödet av förvinkeln β i det obegränsade fallet och av öppningsvinkeln α i det begränsade fallet. Det går att få rimliga tryckfall med rimliga öppningsvinklar.

Samma tryckfall kan ge olika flöden beroende på förvinkel. Ett sifferexempel är (α, β) -paren (12,0), (8,4), (4,8) och (0,12) $^\circ$, vilka ger flöden 0.018, 0.012, 0.006 respektive 0.000 m^3/s .

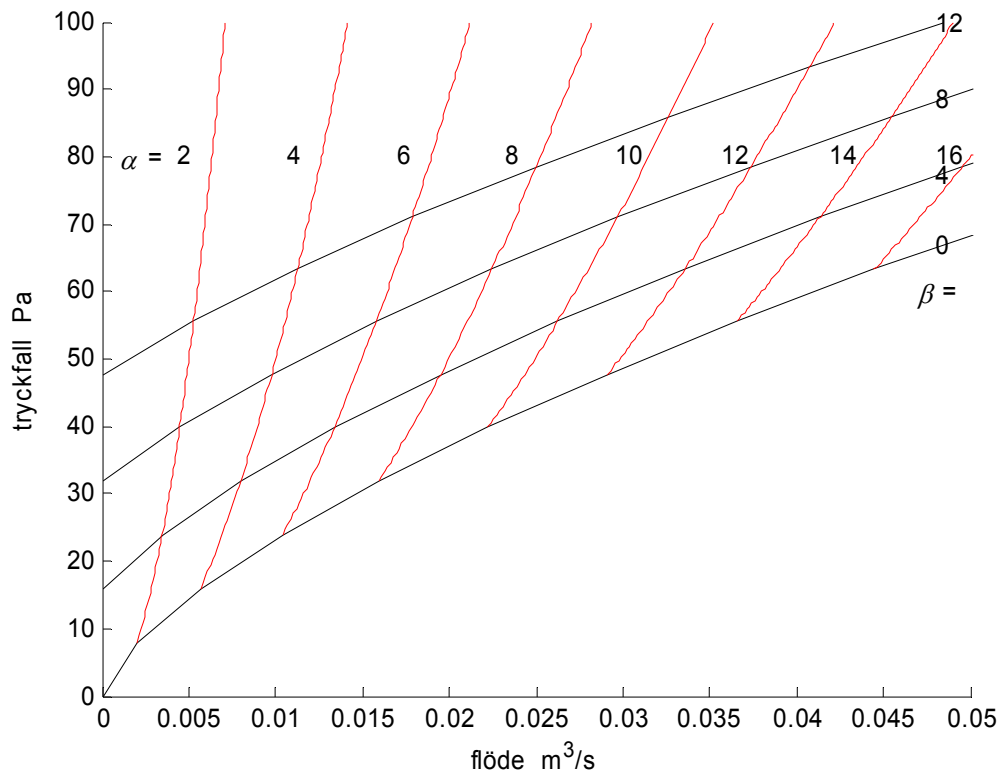
De tre exempel i Figur 3.1-3 visar att öppningstrycket är proportionellt mot lockets tjocklek.



Figur 3.1 Tryckfall som funktion av flödet, öppningsvinkel α i ° och förvinkel β i ° för ett lock i 1 mm stålplåt med diametern 100 mm.



Figur 3.2 Tryckfall som funktion av flödet, öppningsvinkel α i ° och förvinkel β i ° för ett lock i 2 mm stålplåt med diametern 100 mm.



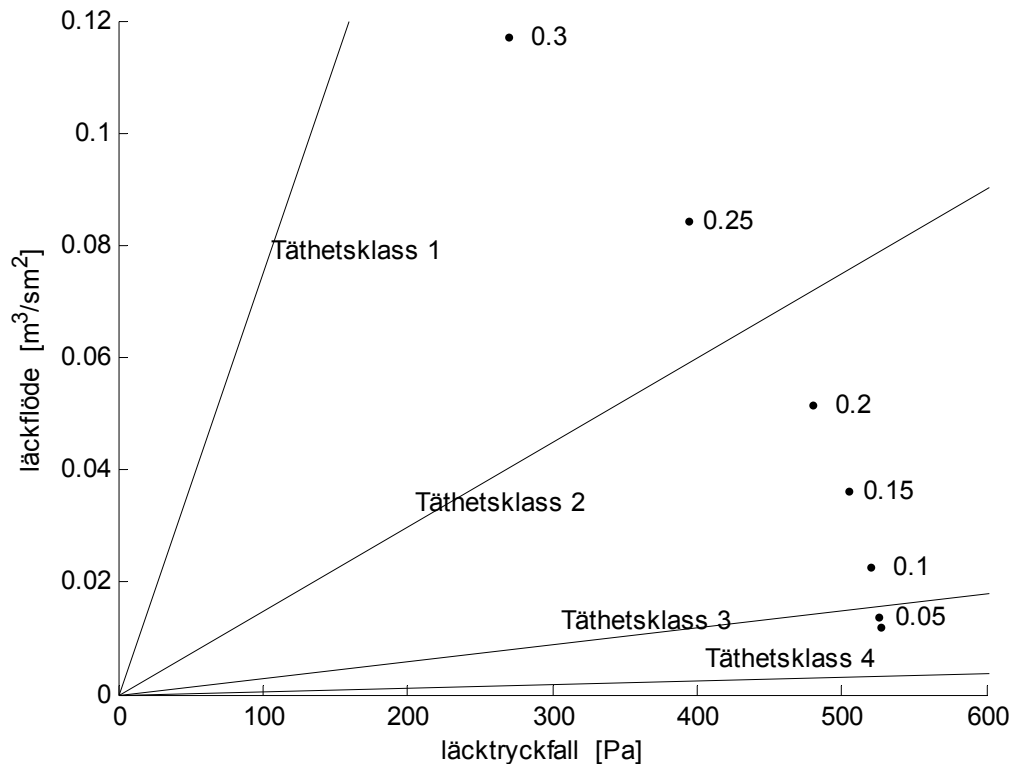
Figur 3.3 Tryckfall som funktion av flödet, öppningsvinkel α i $^\circ$ och förvinkel β i $^\circ$ för ett lock i 3 mm stålplåt med diametern 100 mm.

4 Praktisk analys - KIBS

Prototypen till det kombinerade injusterings- och backspjället har tillverkats av 4 mm duraluminium och består av en kvadratisk skiva med sidan 200 mm med ett mittplacerat cirkulärt hål med diametern 100 mm. Hålet täcks av ett cirkulärt lock med diametern 120 mm. Locket är upphängt mellan en distanskloss över locket med maskeringstejp ner till lockets utsida. Om skivan placeras i lod öppnar locket med en locktjocklek nederst.

4.1 Täthet för backspjällsfunktionen

En fläkt med framåtböjda skovlar och inloppsdiametern 100 mm har använts tillsammans med en 920 mm rak kanal fram till en mät-dysa och därefter 80 mm kanal fram till backspjället. Den raka kanal intill fläktinloppet var uppdelat i fyra kvadranter på en sträcka av 400 mm för att minska luftrotation, vilket stör mätning av tryck över mätdysan. Luftrotation orsakas av dubbelströmning i fläktens inloppet vid lågt eller inget flöde. Mätningar genomfördes utan och med distanser (bladmått) i steg om 0.05 mm upptill 0.30 m placerade i lockets underkant. Detta gav en spalt med en medelvidd lika med minst halva bladmåttet. Backspjällets flöde och tryckfall redovisas i Figur 4.1 med de fyra täthetsklassgränserna för linjär omskalning till 1000 Pa. Detta ger ett hårdare krav under 1000 Pa än med kvadratisk omskalning.



Figur 4.1 Backspjällets specifika läckflöde och tryckfall för sju olika distanser i mm.

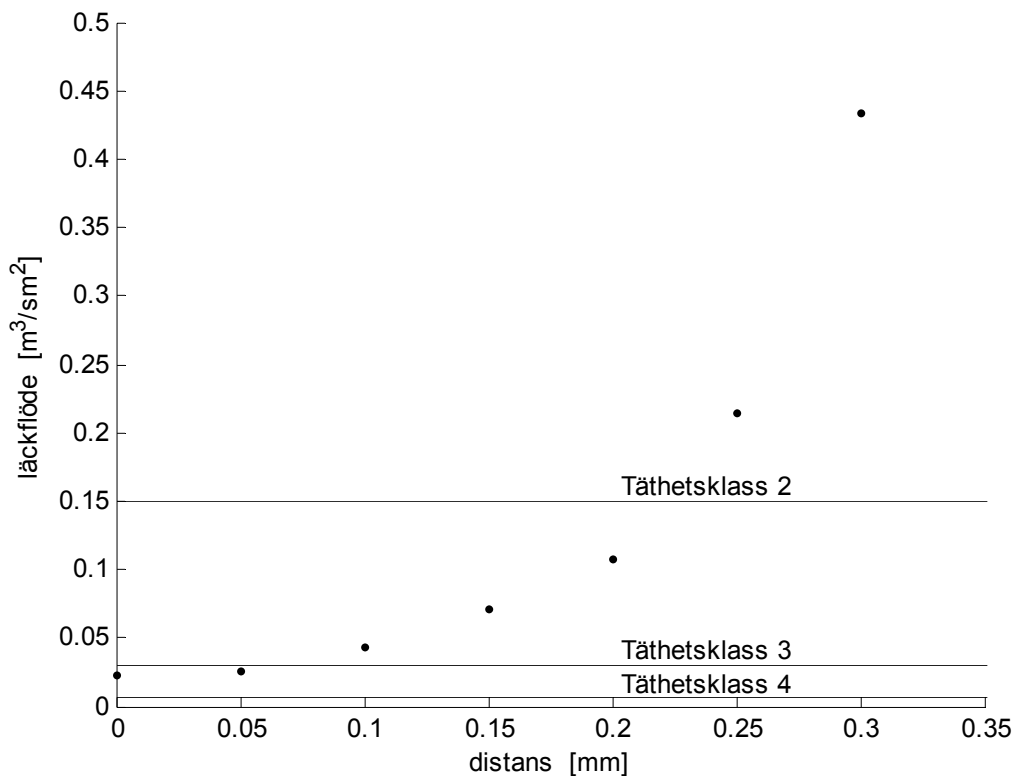
Tryckskillnaden över både mät-dysa och backspjäll var alltid sammanlagt 530 Pa. Tryckskillnaden över backspjället beräknades med detta totalvärde minskat med mät-dysans tryckfall. Mät-dysans innerdiameter var 7.5 mm med ett avrundat inlopp. Strömningen antogs därför ske utan någon kontraktion. Alla tryckmätningar genomfördes med U-rör med upplösning 10, 1 eller 0.5 Pa/skaldel.

4.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa

De i Figur 4.1 redovisade flödena måste räknas om till en tryckskillnad på 1000 Pa för att kunna jämföras med täthetsklasser och andra backspjäll. Linjär omskalning är det teoretiskt korrekta för en spalt, vilket framgår av uttrycken (3.5) eller (8.2).

Det specifika läckflödet redovisas i Figur 4.2 efter linjär omskalning till 1000 Pa som funktion av de sju distanserna. Täthetsklass 3 uppfylls för distanser till och med 0.05 mm och täthetsklass 2 för distanser till och med 0.20 mm.

Läckaget utan distans kan vara ett mätfel eller annat läckage. Proov med att tejpa locket eller att tejpa över hålet utan lock gav samma läckage som fallet med normalt stängt lock.



Figur 4.2 Specifikt läckflöde linjärt omskalat till 1000 Pa som funktion av de sju distanserna.

Mätdata har anpassats enligt uttrycken (3.5) eller (8.2), men överensstämmelsen är mindre god mellan teori och praktik. Teorin ger en faktor 2 lägre läckflöde.

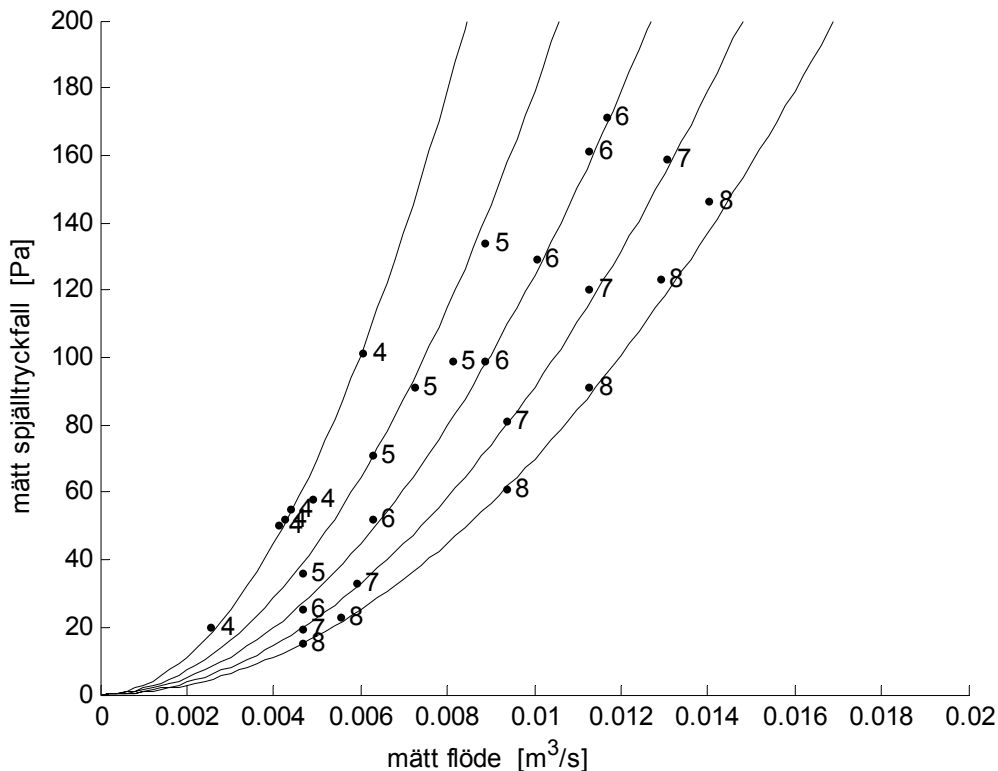
4.3 Tryckfall/flödessamband för given lockvinkel

Injusteringsfunktionen har undersökts genom att fixera locket med olika distanser 4, 5, 6, 7 och 8 mm (standardmetallborr) i lockets underkant på samma sätt för backspjällsfunktionen. Samma fläkt användes med en modifierad strypfläns med innerdiametern 33 mm och kontraktionen 0.6. Avståndet mellan strypfläns och backspjäll utökades med en 750 mm rak kanalsträcka för att strömningen efter strypflänsen skulle anta en normal strömningsprofil över hela kanaltvärsnittet. Alla tryckmätningar genomfördes med U-rör med upplösning 10, 1 eller 0.5 Pa/skaldel. Mätt tryckfall och flöde redovisas nedan i Figur 4.3 för olika distanser med anpassade tryckfall/flödeslinjer för en enkel tryckfallsmodell. Tryckfallet antas vara lika med det dynamiska trycket för hastigheten för flödet genom en area lika med håldomkretsen multiplicerad med medelspaltvidden och med hänsyn till kontraktion, vilket kan skrivas som:

$$\Delta p = \rho v^2 / 2 = \rho q^2 / 2 C^2 \pi^2 d^2 s^2 \quad (\text{Pa}) \quad (4.1)$$

där

Δp	tryckfall, Pa
ρ	luftens densitet, kg/m ³
v	hastighet i kontraktion, m/s
q	flöde, m ³ /s
C	kontraktionsfaktor, -
d	håldiameter, m
s	medelspaltvidd (halva distansen), m



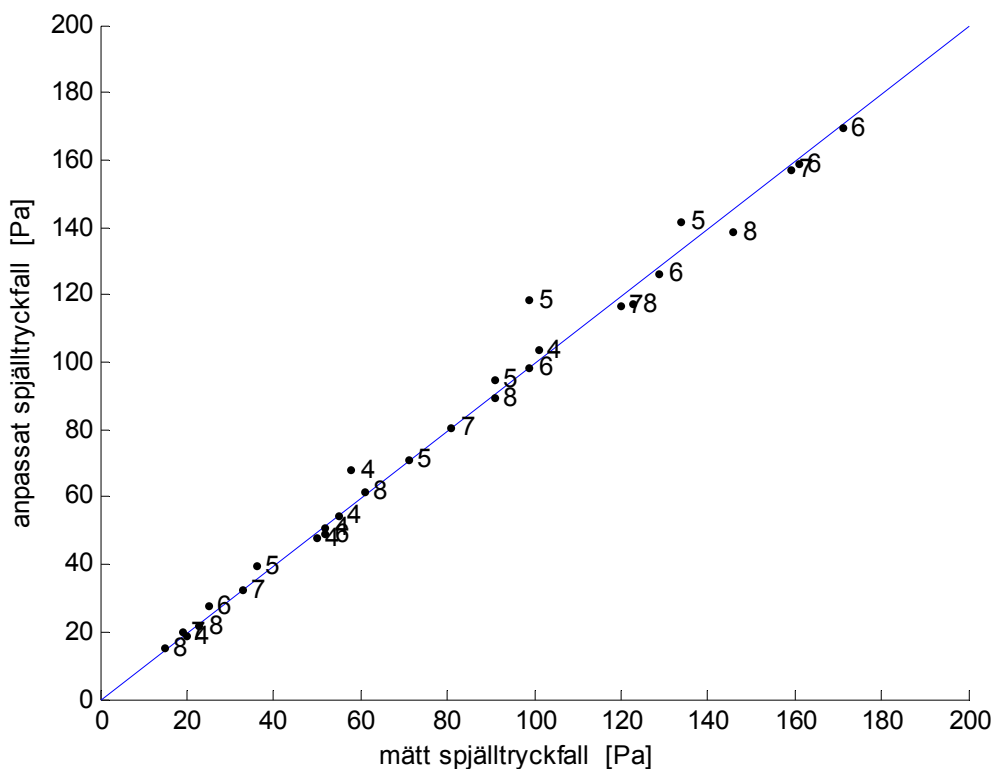
Figur 4.3 Mätt tryckfall och flöde för distanserna 4, 5, 6, 7 och 8 mm och tryckfall/flödeslinjer enligt (4.1) för kontraktionsfaktorn 0.736.

Anpassning med modellen enligt (4.1) bestämde kontraktionsfaktorn till 0.736, vilket är ett rimligt värde. En jämförelse mellan den fria kanalarean och spaltarean visar att det bör ske en viss kontraktion. De två areorna kan skrivas som $\pi d^2/4$ respektive $\pi ds/2$ och efter borttagande av en gemensam faktor $\pi d/2$ fås värdena $d/2$ respektive s eller 50 mm mot distanserna från 4 upptill 8 mm. Hastighetsökningen är minst en faktor 6 och som mest en faktor 12. Denna hastighetsökning sker inte utan kontraktion.

En anmärkning är att högre flöden än de uppmätta hade varit lämpligt för en kanalanslutning med diametern 100 mm. Den använda fläkten och mätflänsen begränsade flöden.

Tryckfall/flödeslinjerna i Figur 4.3 kunde också ha redovisats med båda diagramaxlarna i log-skala, vilket är vanligt för olika spjäll och dondiagram. Ett annat sätt att redovisa hur väl modellen enligt (4.1) stämmer mätdata är att rita upp enligt modell beräknat tryckfall som funktion av mätt tryckfall som i Figur 4.4 med angivande av distanser för olika mätpunkter.

Slutsatsen är att injusteringsfunktionen kan beräknas väl med uttrycket (4.1) för givna håldiametrar, distanser och en anpassad och rimlig kontraktion.



Figur 4.4 Beräknat tryckfall enligt (4.1) som funktion av mätt tryckfall för olika mätpunkter med angivande av distanser i mm.

5 Backspjäll RSK - Systemair

5.1 Beskrivning och data

Backspjäll avsett för rund kanal och har två fjäderbelastade halvcirkelformade lameller. Fjäderkraften är tillräcklig för att tillåta vertikalt montage. Största tryckfall och motsvarande flöde enligt datablad redovisas nedan. En enkel uppskattning av den minsta genomströmningsarean i förhållande till den nominella tvärsnittsarean kan fås genom att räkna om tryckfallet till en hastighet med samma dynamiska tryck. Denna hastighet jämförs med den nominella hastigheten och redovisas som en relativ hastighet och inverterat som relativ area i Tabell 5.1 nedan. Siffrorna visar att backspjället halverar genomströmningsarean och därmed dubblas genomströmningshastigheten förbi spjällbladen.

Tabell 5.1 Tryckfall, flöde, relativ hastighet och area för backspjäll RSK

Storlek	Tryckfall Pa	Flöde m ³ /s	Relativ hastighet	Relativ area
10	85	0.05	1.870	0.535
12	40	0.05	2.004	0.499
16	55	0.10	1.925	0.519
20	44	0.15	1.794	0.558
25	37	0.20	1.927	0.519
31	24	0.25	1.972	0.507

Ett fjädrande backspjäll fungerar som ett variabelt motstånd, vilket bör beaktas vid injustering.

5.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa

Det finns inga datauppgifter på tätheten i backströmningsriktningen att tillgå. En enkel uppskattning är att beräkna kantlängden är för de två halvcirkelformade lamellerna, vilket för en diameter d blir $\pi d + 2d$ och något avrundat $5d$. Antag att det effektiva glappet är 0.2 mm och för ett backspjäll storlek 10 fås en effektiv läckarea på 100 mm² och ett flöde på 4.08 l/s. Det specifika läckaget blir i sin tur 519 l/sm². Detta uppfyller kravet för täthetsklass 1 men inte 2 som föreskrivs i BBR.

6 Backspjäll Basic - Hagab

6.1 Beskrivning och data

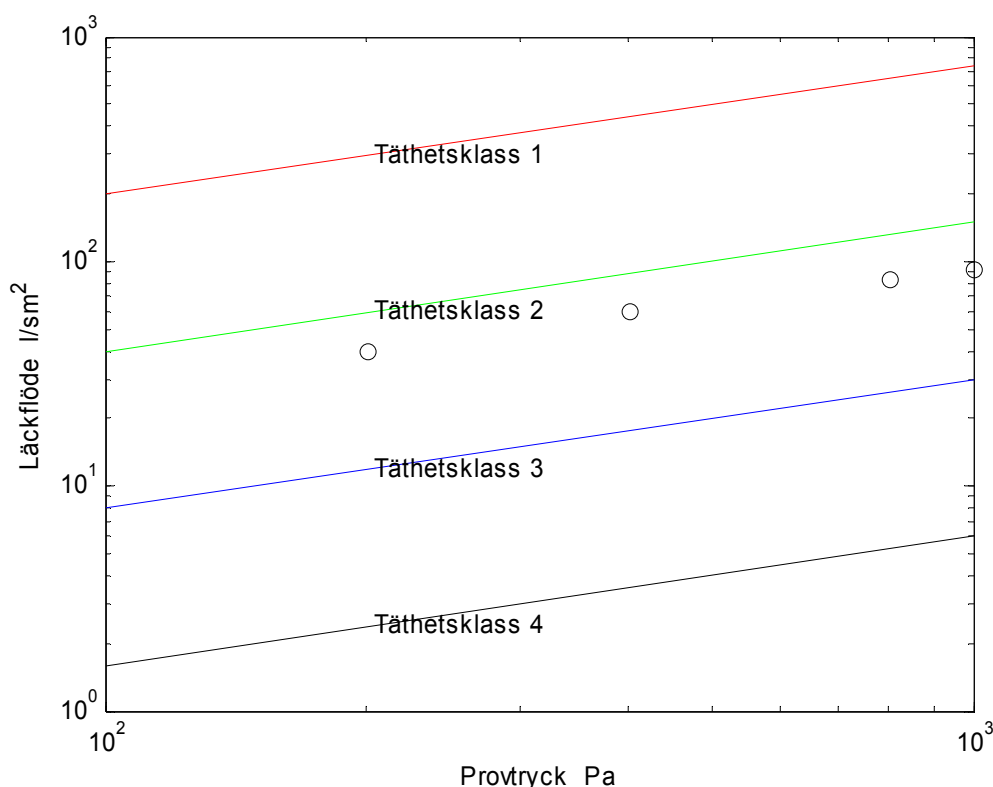
Denna produkt består av en kanaldel innehållande två något koniska textilkölar, vilka är placerade i varandra och öppna i båda ändarna. Det yttre materialet är temperaturtåligt medan det inre är helt lufttät. Ett galler med 1 mm tråd och 9 mm kvadratiska maskor sitter omedelbart före textilkölarerna i den normala strömningsriktningen.

Backventilfunktionen fås genom att de två textilkölarerna vikts ihop och pressas samman mot trådgalleret. Den låga vikten hos textilkölarerna medför att montagesättet är godtyckligt.

Täthetsprovning har genomförts av SP 2005 enligt Rapport ETf P5 02284 för ett brandgasspjäll av typen Basic för kanaldimensionen 100 mm. Statisk tryckskillnad och läckflöde har uppmätts för fyra fall enligt Tabell 6.1 nedan där även läckflödet räknats om till läckflöde per m². Detta siffervärde i l/sm² kan även tolkas som en läckhastighet över hela kanalens tvärsnitt med sorten mm/s. Mätdata redovisas även i Figur 6.1 med täthetsklasser.

Tabell 3.1

Provtryck Pa	Läckflöde l/s	Läckflöde l/sm ²	Läckhastighet mm/s
201	0.31	39.9	39.9
403	0.47	60.0	60.0
802	0.65	82.9	82.9
1000	0.72	91.7	91.7



Figur 6.1 Mätdata för täthetsprovning av backspjäll typ Basic och täthetsklasser.

Funktionsprovning har även genomförts av FOI 2004 redovisat i FOI Memo 1190 med ett FT-system med två nästan lika kanalsystem för tilluft och frånluft med fyra don. Donflöden var injusterade till 20 l/s och injusteringstryckfallen var omkring 175 Pa.

Fyra försök genomfördes med olika montage, vertikalt och horisontellt, och olika brandtillväxthastighet i det yttersta rummet. Rummet har ett tryckavlastande läckage med en öppning med en diameter om 125 mm. Endast i ett av fyra fall läcker en marginell mängd brandgas igenom.

6.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa

Det specifika läckage har uppmätts för just tryckskillnaden 1000 Pa till 91.7 l/sm², vilket uppfyller kravet för täthetsklass 2.

7 Tilluftdonet Flipper - Acticon

7.1 Beskrivning och data

Detta don är ett takdon med fyra inblåsningsöppningar med motviktsbalanserade luckor/lameller. Öppningarnas storlek ökar med ökande flöde. Detta görs för att begränsa inblåsningshastigheten både uppåt vid stora flöden för att undvika dragproblem och neråt vid små flöden för att undvika kallras.

Luckorna stänger vid nollflöde. Den återstående öppningsarean för donstorlek 12 är 500 mm².

Det finns några mätningar i backströmningsriktningen av läckage och siffrorna redovisas i Tabell 7.1 nedan. Tryckfallet räknas om till en hastighet med samma dynamiska tryck. Samma hastighet och motsvarande flöde används för att beräkna de effektiva fria arean.

Tabell 7.1

Tryckfall Pa	Flöde m ³ /s	Hastighet m/s	Fria area mm ²
100	0.006	12.9	464.8
200	0.008	18.3	438.2
500	0.010	28.9	346.4
1000	0.015	40.8	367.4

Siffrorna visar att den fria arean verkar avta med ökande tryckskillnad. En förklaring är att den ökade mekaniska belastningen minskar den fria läckarean.

7.2 Specifikt läckage vid 1000 Pa

Läckflödet är 15 l/s vid 1000 Pa och omräknat till specifikt läckage för anslutningskanalens tvärsnittsarea fås 1222 l/s, vilket inte uppfyller någon täthetsklass.

8 Tilluftsdonet IDCC - Lindinvent

Donet är ett takdon och ett variabelflödesdon med variabel och radiell donöppning. Donöppningen kan styras efter olika givare och inprogrammerade funktioner.

8.1 Beskrivning och data

Den radiella inblåsningsöppningen består egentligen av sex radiella öppningar, vilka fås genom att hela den variabla öppningen delas upp lika med fem ringar i sex spalter. En servomotor höjer eller sänker den övre begränsningen varvid de fem ringarna delar upp det fria avståndet i lika stora luftspalter. Det går att stänga donet helt genom att det inte finns någon form av mekanisk begränsning. Denna funktion kan utnyttjas som ett brandgasspjäll.

Ett don avsett för ett flöde på 1-50 l/s har en anslutningslåda storlek 16, en donanslutning storlek 25 och ringar med en innerdiameter på 215 mm och en ytterdiameter på 400 mm. Ringarnas tjocklek är 1.6 mm varav 1.5 mm plåt. Det största fria avståndet för de sex luftspalterna är 13 mm eller 2.2 mm per spalt.

8.2 Tryckfall för radiell spalt

Tryckfallet för en radiell spalt är av intresse för både den normala funktionen och täthet för ett stängt don. Tryckfallet för en radiell spalt kan beräknas enligt uttrycket nedan, vilket tar hänsyn till att spalterna är radiella.

$$\Delta p = 6 \ln(r_{max}/r_{min}) \mu q / \pi s^3 \quad (\text{Pa}) \quad (8.1)$$

där

Δp	tryckfall, Pa
μ	dynamisk viskositet, kg/ms
q	flöde, m ³ /s
r_{min}	ringinnerdiameter, m
r_{max}	ringytterdiameter, m
s	spalthöjd, m

Flödet kan beräknas med en omskrivning av (8.1) som:

$$q = \pi s^3 \Delta p / 6 \ln(r_{max}/r_{min}) \mu \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (8.2)$$

Ett sifferexempel för tidigare nämnt don och ett flöde om 8 l/s och en spalt om 2 mm ger följande tryckfall med (8.1):

$$\Delta p = 6 \ln(0.400/0.215) 18 \cdot 10^{-6} 0.008 / \pi 0.002^3 = 21.3 \text{ Pa}$$

Samma don som tidigare men med en spalthöjd på 0.2 mm och en tryckskillnad på 1000 Pa ger enligt (8.2) ett läckflöde enligt nedan.

$$q = \pi 0.0002^3 1000 / 6 \ln(0.400/0.215) 18 \cdot 10^{-6} = 0.000376 \text{ m}^3/\text{s} = 0.376 \text{ l/s}$$

Donets totala läckage med sex spalter blir 2.26 l/s. Notera att enligt (8.2) beror läckflödet på spalthöjden s i tredje potens, vilket för en halvering av spalthöjden s minskar läckflödet med en faktor 8.

Ovanstående flöde skall också jämföras med fri utströmning genom en öppning med samma effektiva tvärsnittsarea som de radiella spalterna har ytterst, vilken är 251 mm^2 . Hastigheten bestäms till 40.8 m/s enligt (3.8) och flödet blir i detta fall 0.0103 m^3/s eller 10.3 l/s per spalt att jämföra med 0.000376 m^3/s eller 0.376 l/s för det aktuella donet.

Slutsatsen är att den 97.5 mm djupa ringspalten bromsar flöde betydligt jämfört med en tvär öppning med samma effektiva öppningsarea. Skillnaden blir fortfarande stor om kontraktion beaktas och om innerdiameter används i stället.

Det exakta uttrycket (8.1) för en radiell spalt kan jämföras med tre förenklingar, vilka bygger på att spalten är rak med längden $r_{\max}-r_{\min}$ och har bredden lika med omkretsen för minsta radien, medelradien och största radien. Detta ger följande gemensamma uttryck:

$$\Delta p = 6 f(r) \mu q / \pi s^3 \quad (\text{Pa}) \quad (8.3)$$

där $f(r)$ är det som skiljer de olika metoderna åt och $f(r)$ är en funktion av den relativa radien $r=r_{\min}/r_{\max}$. Det fyra metodernas funktioner $f(r)$ ges av följande:

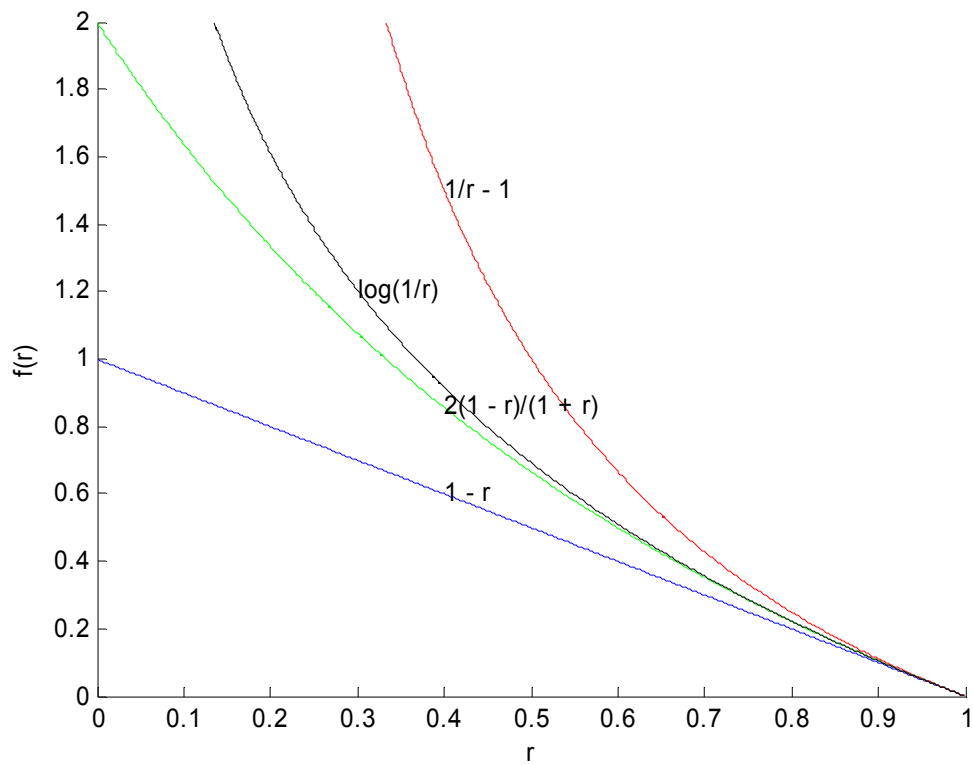
$$f(r) = 1/r-1 \quad o=2\pi r_{\min} \quad (-) \quad (8.4)$$

$$f(r) = 2(1-r)/(1+r) \quad o=\pi(r_{\max}+r_{\min}) \quad (-) \quad (8.5)$$

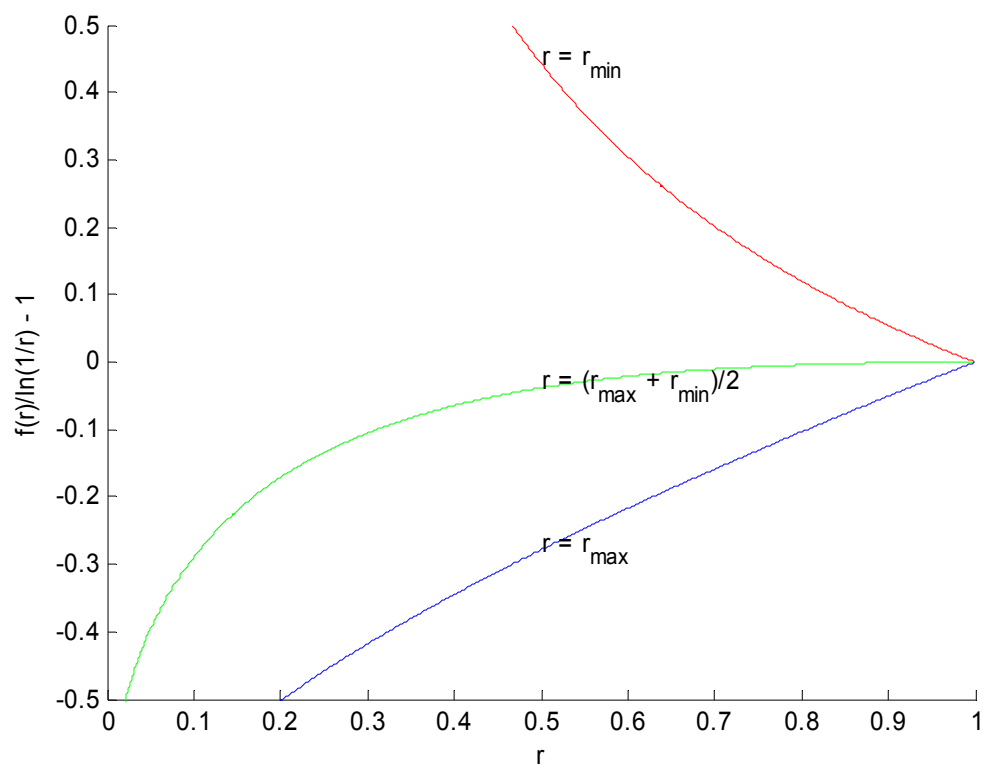
$$f(r) = 1-r \quad o=2\pi r_{\max} \quad (-) \quad (8.6)$$

$$f(r) = \ln(1/r) \quad \text{exakt} \quad (-) \quad (8.7)$$

De olika funktionerna $f(r)$ redovisas i Figur 8.1 och det relativa felet i förhållande till den exakta lösningen enligt (8.7) i Figur 8.2. Kurvorna visar att skillnaden är avtar med den relativa radien r . Det vill säga ju kortare spaltlängden är i förhållande till spaltbredden. Överskattningen och underskattningen är stor med minsta omkrets respektive största omkrets enligt (8.4) och (8.6). Medelomkretsen enligt (8.5) ger en liten underskattning.



Figur 8.1 Funktion $f(r)$ för tre förenklingar och en exakt beskrivning av en radiell spalt.



Figur 8.2 Det relativa felet för funktionen $f(r)$ för tre förenklingar av en radiell spalt.

8.3 Specifikt läckage vid 1000 Pa

Läckflödet har beräknats till 2.26 l/s för ett IDCC-don med anslutningsstorlek 16 med diameter 160 mm och för en spalt på 0.2 mm. Detta ger ett specifikt läckflöde på 112 l/sm², vilket uppfyller täthetsklass 1 och 2 men inte 3, vars krav är 30 l/sm². Om spalthöjden sätts till 0.1 mm minskar läckaget en faktor 8.

Mätningar har genomförts för helt stängt don för två donstorlekar med anslutning 16 och 25 för en tryckskillnad på 100 Pa. Läckflödet var mindre än 1 l/s för storlek 16 och mindre än 2 l/s för storlek 25. Linjär omskalning till tryckskillnaden 1000 Pa och till specifikt läckage ger något avrundat läckagen < 500 l/sm² för storlek 16 och < 400 l/sm² för storlek 25. Båda donen uppfyller täthetsklass 1.

9 Sammanfattning

Genomgången av olika backspjälls och tilluftsdons beräkande och uppmätta egenskaper sammanställs för backspjällsfunktionen i Tabell 9.1 nedan.

Prototypen med kombinerat injusteringspjäll och backspjäll, KIBS, uppfyller täthetsklass 3 för fallet utan någon distans. De uppmätta värdena för KIPS är förenklat en faktor 2 större än de beräknade värdena. Det skall påpekas att de uppmätta värdena har skalats om linjärt till tryckskillnaden 1000 Pa och tryckfall för utströmningsförluster har försummats.

De beräknade värdena för RSK backspjäll avser en antagen effektiv springa utan kontraktion och överlappning och uppfyller täthetsklass 1. Backspjäll Basic uppfyller täthetsklass 2 enligt mätningar. Uppmätt läckage för tilluftdonet Flipper uppfyller inte täthetsklass 1.

Beräknat läckage för tilluftdonet IDCC uppfyller täthetsklass 2 för en spalt om 0.2 mm och täthetsklass 3 för en spalt om 0.1 mm. Två omskalade mätningar uppfyller täthetsklass 1.

Tabell 9.1 Olika backspjälls och tilluftsdons beräknade och uppmätta egenskaper.

produkt	typ	självverkande	läckflöde l/sm ² vid 1000 Pa	täthetsklass	
KIBS	backspjäll	ja	beräknat distans 0.3 mm	177	> 1
KIBS	backspjäll	ja	beräknat distans 0.2 mm	53	> 2
KIBS	backspjäll	ja	beräknat distans 0.1 mm	7	> 3
KIBS	backspjäll	ja	beräknat distans 0.0 mm	0	> 4
KIBS	backspjäll	ja	uppmätt distans 0.3 mm	434	> 1
KIBS	backspjäll	ja	uppmätt distans 0.2 mm	107	> 2
KIBS	backspjäll	ja	uppmätt distans 0.1 mm	43	> 2
KIBS	backspjäll	ja	uppmätt distans 0.0 mm	23	> 3
RSK	backspjäll	ja	beräknat springa 0.2 mm	519	> 1
RSK	backspjäll	ja	beräknat springa 0.1 mm	260	> 1
Basic	backspjäll	ja	uppmätt	92	> 2
Flipper	tilluftsdon	ja	uppmätt	1222	< 1
IDCC	tilluftsdon	nej	beräknat spalt 0.2 mm	112	> 2
IDCC	tilluftsdon	nej	beräknat spalt 0.1 mm	14	> 3
IDCC	tilluftsdon	nej	uppmätt storlek 16	< 500	> 1
IDCC	tilluftsdon	nej	uppmätt storlek 25	< 400	> 1

En naturlig fråga är följande: *Hur kommer ett verkligt brandförlopp att påverka backspjällsfunktionens täthet för KIBS, RSK, Flipper eller IDCC?*

En naturlig följdfråga är följande: *Hur länge är det övertryck i en ventilerad och icke tryckavlastad lokal med en brand?*

Svaret är att de flesta bränders övertrycksfas endast omfattar högst fem minuter och därefter börjar brandförloppet avta på grund av för låg syrenivå. Detta medför att ett backspjäll egentligen endast behöver klara tätheten under en betydligt kortare tid än 60 minuter. Ett backspjäll som är placerat i en anslutningslåda hinner inte värmas upp till höga temperaturer särskilt om det är tätt. En god täthet begränsar läckflödet som annars värmer upp backspjället, när lokalens övertrycket är högre än övertrycket i det anslutande tilluftskanalsystemet.

Svaret på den första frågan är därför att en bra täthet påverkas inte termiskt under den korta tid som det råder övertryck i den brandutsatta lokalen i förhållande till tilluftssystemet.

Något backspjäll behövs inte så snart tryckavlastning sker och under förutsättning att fläktarna är i drift.

En driftsfråga är följande: *Kan tätheten försämrats efter en längre tids drift?*

Svaret är att backspjället sitter i tilluftssystemet och tilluften är filtrerad. Om backspjället har en mindre förvinkling, kommer det att stänga säkert vid icke drift. Detta innebär att det inte kan uppstå någon baklängesströmning av förorenad lokalluft in i tilluftssystemet och backspjällets funktion skyddas mot nersmutsning genom att vara stängt vid icke drift.

En funktionsfråga är följande: *Kan KIBS användas för att injustera ett luftflöde?*

Svaret är att tryckfall/flödessamband för injusteringsfunktionen för KIBS kan beräknas väl med uttrycket (4.1) för en given håldiameter, distans eller vinkel och en anpassad kontraktionsfaktor. Denna faktor påverkas något när spjället byggs in i en anslutningslåda, vilket påverkar utströmningen efter locket och därmed även strömningen förbi hålskivan och locket, där kontraktionen sker.

En annan funktionsfråga är följande: *Kan det uppstå oljud genom att locket slår emot begränsningen?*

Svaret är att det kan inträffa, men det kan undvikas med lämpligt val av material.