



LUND UNIVERSITY

Brandgasspridning genom tvärströmning vid utluftning och konvertering

Jensen, Lars

2007

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (2007). *Brandgasspridning genom tvärströmning vid utluftning och konvertering*. (TVIT; Vol. TVIT-7018). 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

Brandgasspridning genom tvärströmning vid utluftning och konvertering

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2007
Rapport TVIT--07/7018



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 rök-spridning 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 golvvärmsystem, 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.

Brandgasspridning
genom tvärströmning
vid utluftning och konvertering

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2007

ISRN LUTVDG/TVIT--07/7018--SE(56)

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

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
2	Enkel skattning av tvärströmning utan läckage	7
	Modell och tryckfallskvoter	7
	Fullständig beräkning	9
	Förenklad beräkning	9
3	Beräkning av tvärströmning utan läckage	11
4	Beräkning av tvärströmning vid utluftning med läckage	15
	Beräkning godtyckligt fall	15
	Beräkning av symmetriskt fall	23
5	Beräkning av tvärströmning vid konvertering med läckage	25
	Grundfalls största utflöde	26
	Grundfall med olika brandflöde	27
	Tillämpningsfall	36
	Skattat brandtryck	37
	Fall 1 – två lokaler med tryckfallskvoter 1 och 1	38
	Fall 2 – fem lokaler med tryckfallskvoter 1 och 1	40
	Fall 3 – två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 1	42
	Fall 4 – fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 1	44
	Fall 5 – två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 2	46
	Fall 6 – fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 2	48
	Fall 7 – två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 0.5	50
	Fall 8 – fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 0.5	52
6	Sammanfattning och slutsatser	55
	Begränsningar	55
	Slutsatser för fall utan läckage	55
	Slutsatser för utluftning	55
	Slutsatser för konvertering	56

1 Inledning

Brandgasspridning mellan brandceller via ventilationssystem skall förhindras. Det finns fyra åtgärder för skydd mot brandgasspridning.

Den första lösningen är att varje brandcell har ett eget ventilationssystem. Det kan vara mycket kostsamt.

Den andra lösningen är att använda sig av brandgasspjäll med vilka olika brandceller kan kopplas bort från det gemensamma ventilationssystemet

Den tredje lösningen är att tryckavlasta den brandutsatta lokalen med fortsatt fläktdrift eller att tryckavlasta kanalsystemet utåt och uppåt med fläktar ur drift.

Den fjärde lösningen är att bibehålla fläktar i drift. För denna metoden krävs ofta inga extra insatser för F-system, men FT-system klaras i regel med konvertering till F-system.

Brandgasspridning kan ske i begränsad omfattning för de två senare metoderna till andra lokaler genom tvärströmning om lokalerna är anslutna till två olika kanalsystem. Detta är fallet för FT-system med både ett tilluftkanalsystem och ett frånluftskanalsystem. Detta gäller även F-system där lokaler är anslutna till flera kanalsystem. Ett enkelt exempel är lägenheter med skilda stammar för kök, grovkök, badrum och gästtoalett.

Syftet med denna rapport är att undersöka brandgasspridning genom tvärströmning. Detta görs genom att först undersöka ett fall utan yttre läckage. Skattning av tvärströmning relativt brandflödet redovisas i avsnitt 2 och olika exakta beräkningar i avsnitt 3.

Både fallet med utluftning och konvertering blir identiska om det inte finns några läckage. Detta fall är behandlat i avsnitt 2 och 3. Brandflödet går igenom och fördelar sig på samma sätt i hela ventilationssystemet oberoende om det gäller utluftning eller konvertering. En konverteringsfläkt kan inte påverka flödesmönstret eftersom det inte finns något läckage. Det är brandflödet som bestämmer flödesmönstret.

Fallet med utluftning och läckage behandlas i avsnitt 4 utan hänsyn till några andra krafter än själva brandflödet. Detta innebär att både vindpåverkan och termiska krafter inte beaktas, vilka kan ha stor betydelse för utfallet i detta fall. Resultatet för utluftning under dessa förutsättningar är att det blir brandgasspridning mellan olika lokaler.

Fallet med konvertering och läckage behandlas i avsnitt 5 utan hänsyn till några andra krafter än själva brandflödet och konverteringsfläkten. Detta innebär att både vindpåverkan och termiska krafter inte beaktas.

Ett problem med konvertering av FT-system är att dimensionera konverteringsfläkten rätt eller om den normala frånluftsfäläkten kan användas. Grundfallet utan någon brand som måste uppfyllas är att konverteringsfläkten inte får skapa för stora tryckskillnader över olika dörrar eller fönster, vilka skall kunna användas för utrymning. Byggnadens undertryck vid konvertering bestäms av byggnadens läckage och konverteringsfläkstens egenskaper.

Det finns ett krav på att öppningskraften inte får överstiga 133 N och efter avdrag för friktion 53 N och en dörryta på 2 m² fås en övre gräns på 80 Pa i tryckskillnad för att kunna öppna en normal dörr. Konverteringsfläkten bör dimensioneras att ge ett undertryck i byggnaden på högst 80 Pa. Det nödvändiga konverteringsflödet bestäms av detta undertryck och byggnadens läckage.

Detta konverteringsflöde skall helst vara större än det dimensionerande brandflödet, annars kommer det att uppstå övertryck i byggnaden med brandgasspridning som följd. En åtgärd för att klara stora brandflöden är att konverteringsfläkten tryckregleras. Det finns också annat skäl till att tryckreglera konverteringsfläkten och det är att byggnadens läckage varierar och påverkas av olika dörr- och fönsteröppningar, vind och temperaturskillnad inne-ute.

Fyra grundexempel behandlas genomgående i de tre avsnitten 3, 4 och 5 med två eller fem lokaler anslutna till ett konverterat FT-system eller ett F-system med mer än en stam per lokal kombinerat med liten eller stor tryckfallskvot mellan tilluftsdel och uteluftsdel nämligen 0.2 respektive 5. Värdet 0.2 motsvarar utluftning genom aggregat, medan 5 avser utluftning av stamkanalsystem med förbigångar med lågt tryckfall.

Avslutningsvis redovisas brandgasspridning med isodiagram för åtta tillämpningsexempel med olika tryckfallskvoter med brandflöde och läckage som axelvariabler.

Sist i avsnitt 6 görs en sammanfattning med slutsatser för vart och ett av de tre avsnitten 3, 4 och 5.

Det är praktiskt omöjligt att räkna igenom all möjliga fall och redovisa dessa på ett flertal olika sätt. Ventilationssystemet med byggnad beskrivs i princip med fem tryckfall för uteluftsdel, tilluftsdel (mellan fördelningslåda och lokal), frånluftsdel (mellan lokal och samlingslåda), avluftsdel och fasadläckage, antal lokaler och branden med ett givet brandflöde. Detta innebär att sju olika parametrar beskriver ett beräkningsfall som gäller utluftning. Konvertering tillför ytterligare en parameter och antalet blir åtta. Notera att det förutsätts att alla lokaler är lika. Det kan därför vara enklare att räkna igenom ett givet fall än att ur en katalog med genomräknade fall finna svar på om konvertering ger ett önskat skydd mot brandgasspridning.

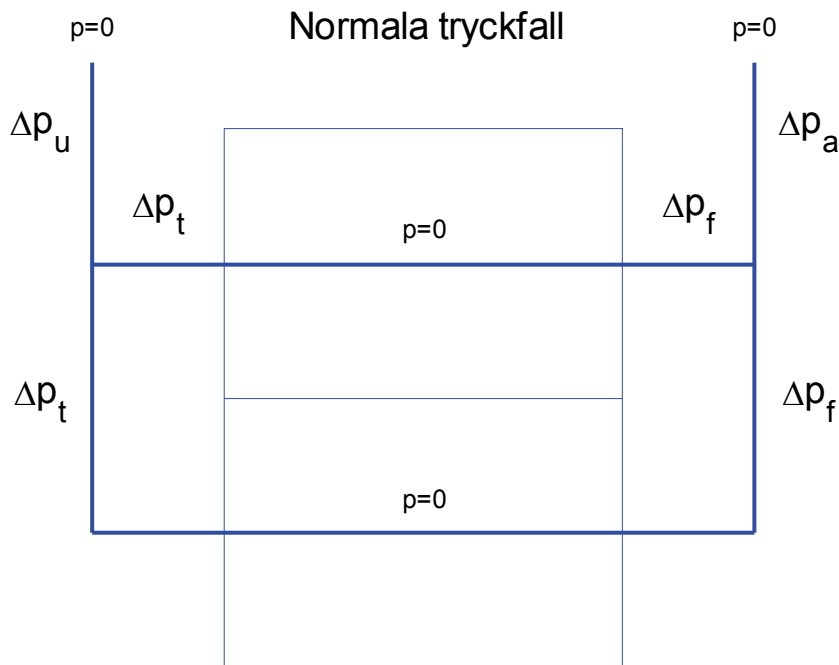
Denna rapport får ses som ett försök på att redovisa tvärströmning på en del olika sätt och göra det möjligt att jämföra olika fall med varandra.

2 Enkel skattning av tvärströmning utan läckage

Tvärströmning mellan tilluftkanalsystem och frånluftkanalsystem går alltid att beräkna med en fullständig modell, men det går att göra en enkel skattning med en förenklad modell. De två kanalsystemen förenklas till ett system med en fördelningslåda respektive ett system med en samlingslåda. Alla de övriga lokalerna behandlas som en enda lokal.

Modell och tryckfallskvoter

Hela ventilationssystemet kan därför beskrivas med sex flödesmotstånd, två för tilluftsgrenarna, två för frånluftsgrenarna och en för utluft och en för avluft med beteckningar för tryckfall i Figur 2.1, normala flöden i Figur 2.2 och brandfallet flöden i Figur 2.3.

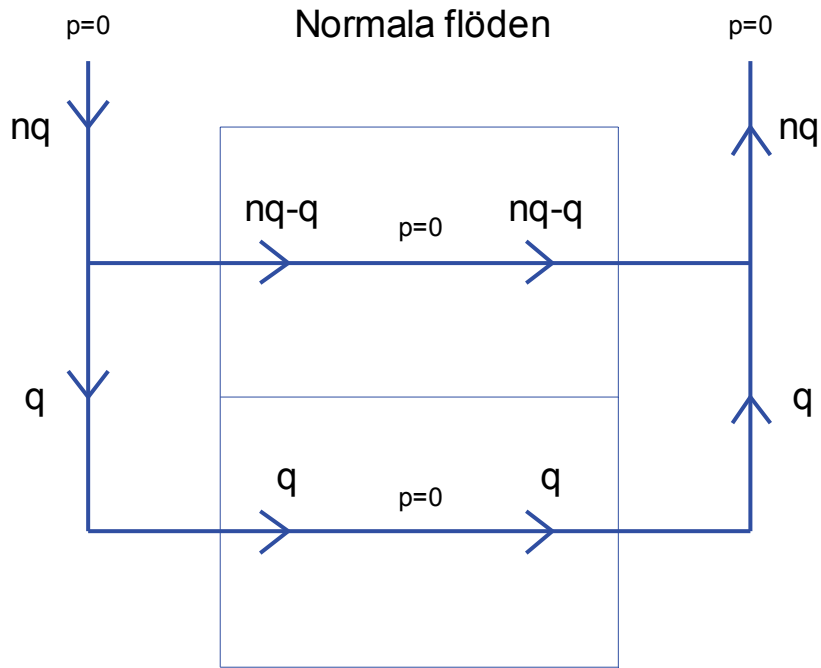


Figur 2.1 Beräkningsmodellens tryckfall.

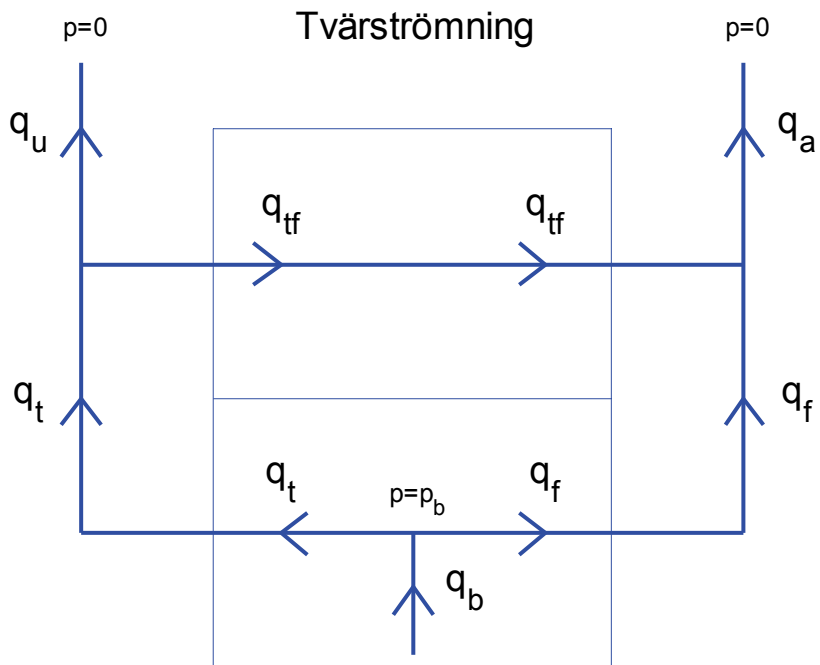
Antag att tryckfallet för den brandutsatta lokalens tilluftsdelen skiljer sig en faktor a från frånluftsdelen och för utluftdelen är faktorn b i förhållande till avluftdelen. De två kvoterna kan skrivas som följer:

$$a = \Delta p_t / \Delta p_f \quad (-) \quad (2.1)$$

$$b = \Delta p_u / \Delta p_a \quad (-) \quad (2.2)$$



Figur 2.2 Beräkningsmodellen normal flöden.



Figur 2.3 Beräkningsmodellens flöden för brandfallet.

Fullständig beräkning

Ett förenklande antagande, som leder till en viss överskattning av tvärströmning, är att anta att tryckskillnaden mellan samlingslåda och fördelningslåda är noll. Fördelningslåda och samlingslådan är sammankopplade via alla övriga lokaler. Detta ger ett litet flödesmotstånd och möjliggör måttliga flöden vid små tryckskillnader.

Antagande om ingen tryckskillnad innebär att brandflödet delas upp i en tilluftdel och en frånluftdel med förhållandet 1:a^{0.5} och för brandflödets uteluftdel och avluftdel blir förhållandet 1:b^{0.5}.

De fyra flödena relativt ett normaliserat brandflöde kan beräknas enligt följande uttryck:

$$q_t = 1/(1+a^{0.5}) \quad (-) \quad (2.3)$$

$$q_f = a^{0.5}/(1+a^{0.5}) \quad (-) \quad (2.4)$$

$$q_u = 1/(1+b^{0.5}) \quad (-) \quad (2.5)$$

$$q_a = b^{0.5}/(1+b^{0.5}) \quad (-) \quad (2.6)$$

Det sökta tvärflödet q_{tf} som definieras positivt från tilluft genom lokalen till frånluft kan beräknas på två sätt enligt nedan och insättning av (2.3-4) i (2.7) eller (2.5-6) i (2.8) ger:

$$q_{tf} = q_t - q_u \quad (-) \quad (2.7)$$

$$q_{tf} = q_a - q_f \quad (-) \quad (2.8)$$

$$q_{tf} = (b^{0.5} - a^{0.5}) / ((1+a^{0.5})(1+b^{0.5})) \quad (-) \quad (2.9)$$

Uttrycket (2.9) visar som väntat för ett symmetriskt fall att om $a=b$ fås ingen tvärströmning.

Förenklad beräkning

Uttrycket (2.9) kan förenklas genom att för parametrar a och b nära ett införa $a=1+da$ och $b=1+db$, vilket efter insättning, utnyttjande av att $(1+dx)^{0.5} \approx 1+dx/2$ och förenkling ger följande:

$$q_{tf} = (db-da)/8 \quad (-) \quad (2.10)$$

Notera att $db-da < 0.8$ ger en relativ tvärströmning < 0.1 . Ett sifferexempel med följande tryckfall för tilluft 128 Pa, frånluft 100 Pa, uteluft 80 Pa och avluft 50 Pa ger parametrarna $a=1.28$ och $b=1.6$. Det två skattningarna enligt (2.9) och (2.10) ger tvärströmningen 0.028 respektive 0.040.

Det den relativa tvärströmningen beror något på antalet parallella lokaler och tryckfallsförhållandet mellan utluftsdel och tilluftsdel eller förhållande mellan avluftsdel och frånluftsdel. Alla kombinationer har beräknats från 2 till 20 lokaler och för förhållande 0.5 till 2 och lägsta och högsta tvärströmning blev 0.023 respektive 0.027, vilket ligger nära det uppskattade värdet enligt (2.9). I avsnitt 3 görs en ingående jämförelse mellan exakt beräkning och det olinjära uttrycket (2.9).

Uttrycket (2.9) bygger på att tryckfallet över övriga lokaler med kanalsystem försummas. Det finns därför ingen koppling mellan de två delarna tilluft/frånluft och utluft/avluf. Tryckfallskvoten mellan utluftsdel och tilluftsdel har därför ingen betydelse för uttryck (2.9).

3 Beräkning av tvärströmning utan läckage

Utluftning och konvertering blir samma sak när det inte finns något läckage.

I detta avsnitt skall fyra grundfall beräknas exakt och enligt den olinjära skattningen enligt (2.9). Antalet lokaler n är 2 eller 5. Tryckfallsförhållandet mellan tilluftsdel och uteluftsdel f är 0.2 och 5. Det relativa tvärströmningsflödet eller andel av tvärströmmande brandflöde redovisas i isodiagram med tryckfallskvoten mellan tilluftsdel och frånluftsdel, parametern a enligt (2.1), som x-axel och med tryckfallskvoten mellan uteluftsdel och avluftsdel, parametern b enligt (2.2), som y-axel.

De fyra grundfallen enligt exakt beräkning redovisas i Figur 3.1-4.

Den olinjära skattningen enligt (2.9) redovisas för alla grundfall (ingen skillnad) i Figur 3.5 och samma sak för den linjära skattningen i Figur 3.6. Den olinjära skattningen överskattar något för fall med $f=0.2$ och överskattar betydligt mer för $f=5$. Den linjära modellen både över och underskattar tvärflödet för samtliga fyra grundfall.

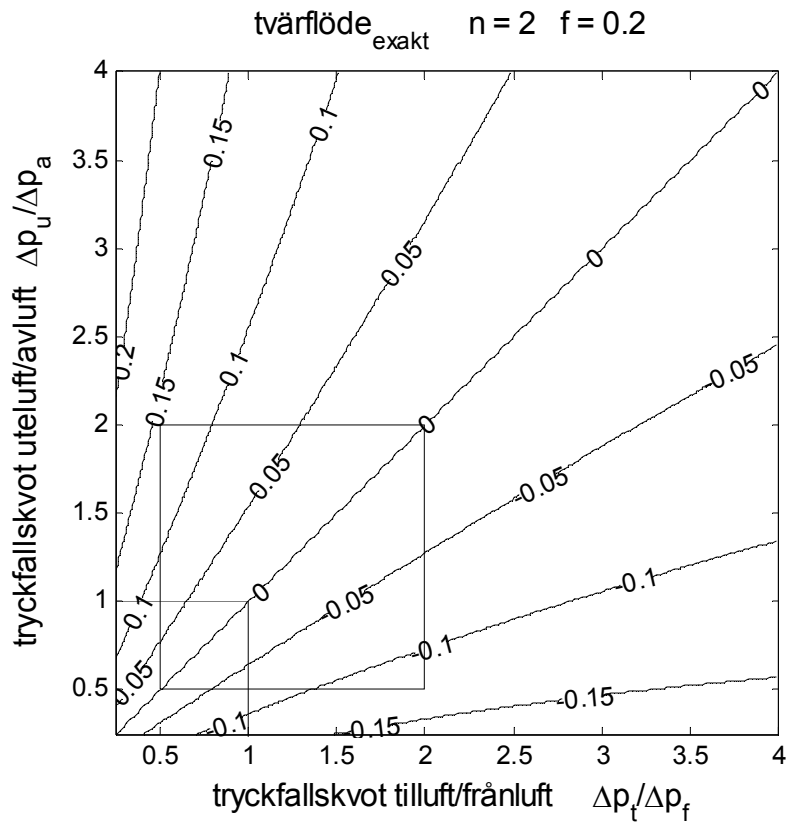
Tvärflödet ökar något med ökande antal lokaler, vilket är naturligt eftersom övergång från $n=2$ till $n=5$ innebär att flödesmotståndet för övriga lokaler endast är en fjärdedel för fallet $n=5$ mot $n=2$.

Tvärflödet skiljer sig inte mycket mellan fall med $n=2$ och $n=5$, men notera att tvärflödet för fallet $n=5$ delas upp på fyra övriga lokaler.

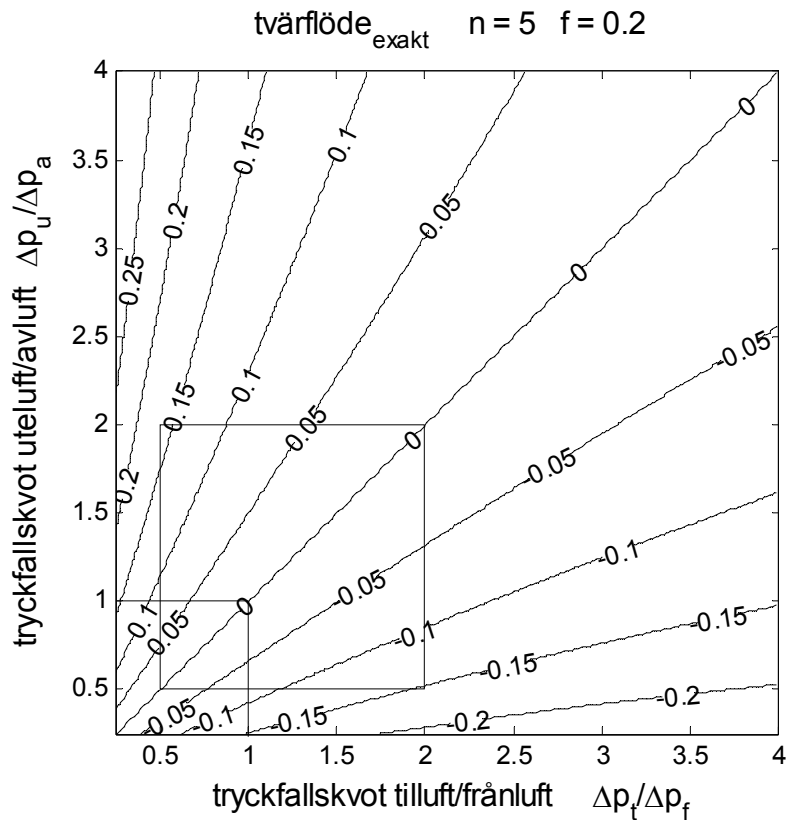
Jämförelse mellan fall med $f=0.2$ och $f=5$, där f är kvoten mellan tilluftstryckfall och uteluftsstryckfall, visar att högre uteluftsstryckfall än tilluftstryckfall ökar tvärströmningen betydligt och tvärtom. Värdet 0.2 kan tolkas som en utluftning genom ventilationsaggregatet utan någon förbigång och värdet 5 i sin tur som utluftning av kanalsystem med en förbigång med lågt tryckfall.

Symmetri mellan tryckfallen för tilluft/frånluft och uteluft/avlucht resulterar inte i någon tvärströmning, men minsta läckage medför att brandgasspridning sker till övriga lokaler. Detta kommer att visas i följande avsnitt 4 för fallet med enbart utluftning.

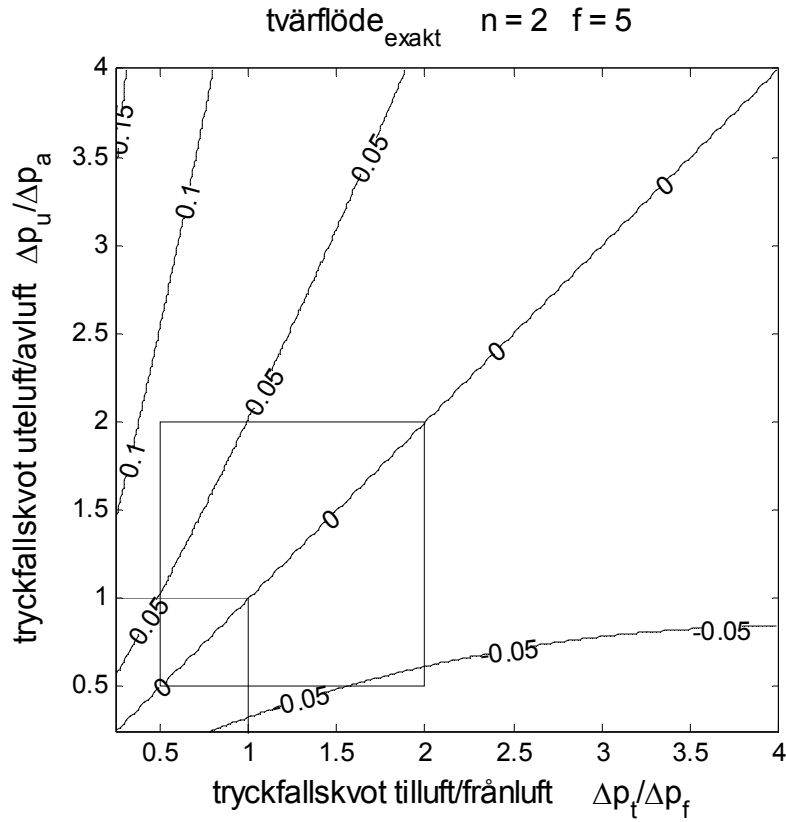
Notera att samtliga diagram har en ram för tryckfallskvoter större än 0.5 och mindre än 2. Den ideala symmetripunkten (1,1) markeras också. Någon form av symmetri för de redovisade tvärflödena för de två axelkvoterna hade kanske varit väntad. De två axelkvoterna varierar från 1/4 till 4 och därför råder viss symmetri mellan $1/x$ och x . Förklaringen är att ett system med kvoten 1/2 inte är samma sak som ett system med kvoten 2. Detta beror på att tilluftstryckfallet är normerat till en tryckenhet vid flödet en flödesenhet. Om kvoten för tilluft/frånluft är 1/2 eller 2 innebär detta att frånluftstryckfallet är 2 respektive 1/2. Tryckfallet för tvärströmning genom övriga lokaler blir därför 3 respektive 1.5, vilket skapar en mindre asymmetri. Tryckfallskvoten för uteluft/avlucht skapar också en liknade asymmetri för tvärströmningen.



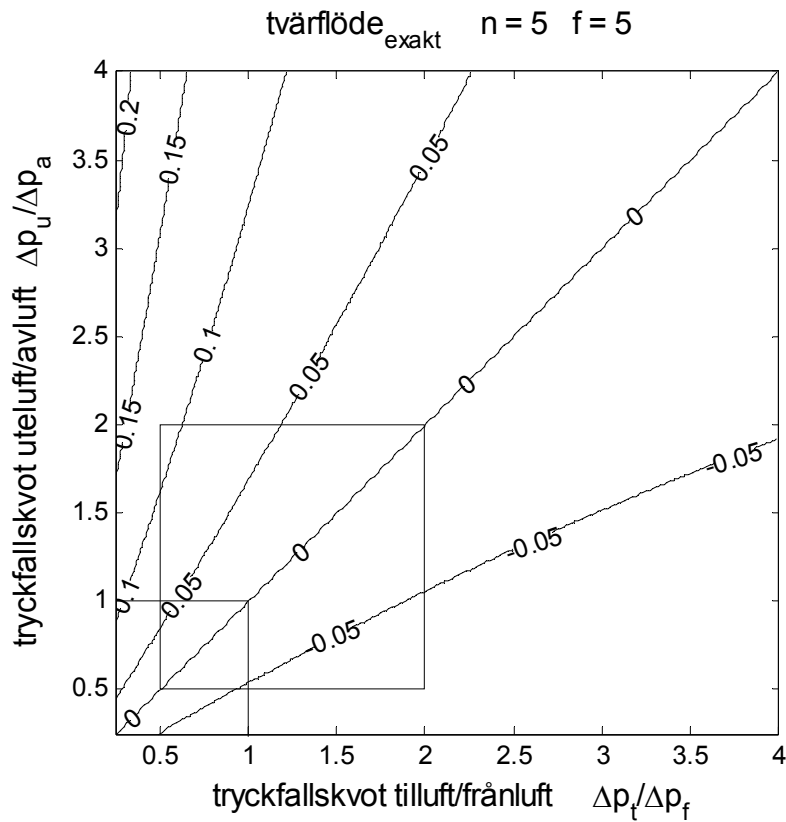
Figur 3.1 Exakt beräkning för $f = 0.2$ och $n = 2$.



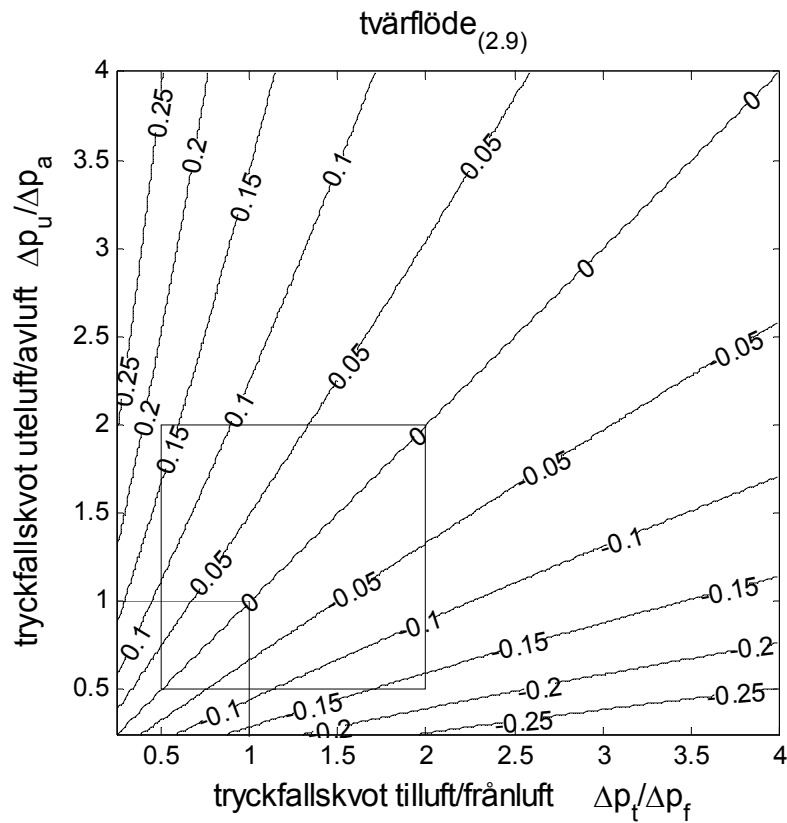
Figur 3.2 Exakt beräkning för $f = 0.2$ och $n = 5$.



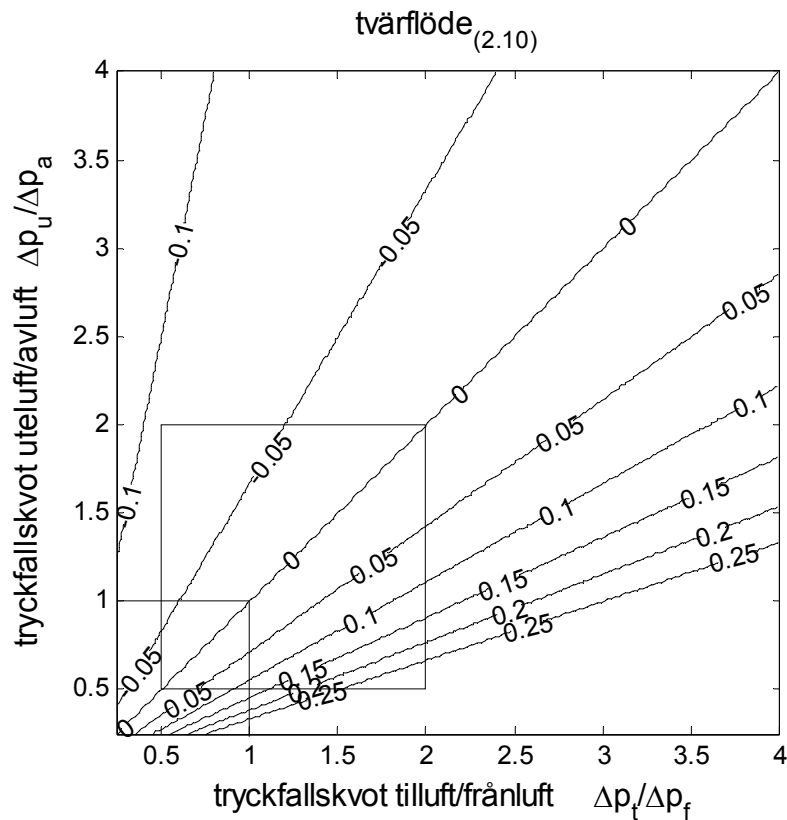
Figur 3.3 Exakt beräkning för $f = 5$ och $n = 2$.



Figur 3.4 Exakt beräkning för $f = 5$ och $n = 5$.



Figur 3.5 Förenklad beräkning enligt (2.9) för alla grundfall.



Figur 3.6 Förenklad beräkning enligt (2.10) för alla grundfall.

4 Beräkning av tvärströmning vid utluftning med läckage

Tvärströmning beräknas som den andel av brandflödet som passerar övriga lokaler. Beräkningarna har skett med ett normaliserat brandflöde om en flödesenhet som tränger in i tillufts- och frånluftskanalsystemen. Brandrummets läckage tas inte med. Termisk påverkan och vindpåverkan behandlas inte. Brandflödet fördelas på samma sätt oberoende av dess storlek. Samma modell beskriver de två principfallen med individuella utluftningar eller en gemensam utluftning.

Det redovisade tvärflödet är inte ett äkta tvärflöde från tilluft till frånluft eller tvärtom (båda fallen med ett mindre utläckage genom fasad) utan kan vara enbart tilluft och frånluft till utläckage genom fasad. Det redovisade tvärflödet kan beskrivas som summan av inflöden till övriga lokaler eller summan av utflödena från övriga lokaler med ombytt tecken. Notera att beteckningen tvärflöde är något missvisande, eftersom det anger andelen brandflöde som passerar övriga lokaler.

Beräkning av godtyckligt fall

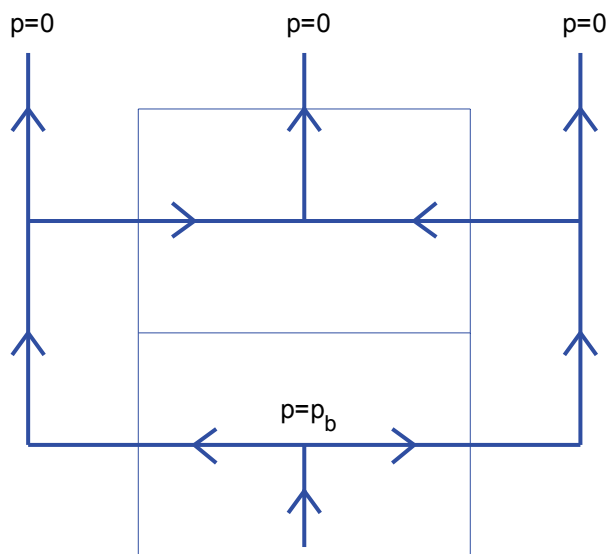
Tre fall med olika stort läckage skall undersökas. Läckagestryckfallet anges relativt tilluftstryckfallet med värdena 1, 10 och 100, vilka gäller för samma flöde. Det normala ventilationsflödet är en flödesenhet för varje lokal. Ju högre läcktryckfallet är desto mindre är utläckage via övriga lokaler och desto mer renodlad blir tvärströmningen.

Samma fyra grundfall med $n=2$ och $n=5$ kombinerat med $f=0.2$ och $f=5$ redovisas i Figur 4.3-14 i tre grupper om fyra grundfall för läcktryckfall 1, 10 och 100 på samma sätt som tidigare i avsnitt 3.

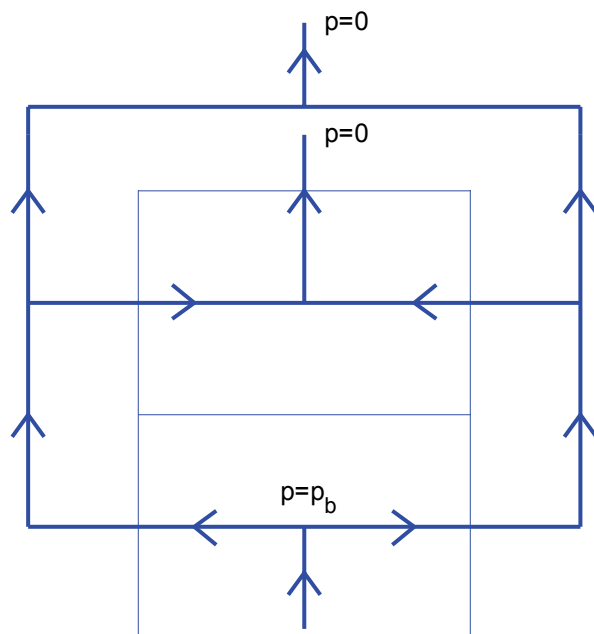
De tre läckagefallen visar i Figur 4.3-6, 4.7-10 och 4.11-14 att tvärflödet minskar betydligt. Jämförelse med fall utan läckage enligt Figur 3.3-6 visar på stora likheter med fall i Figur 4.11-14 med minsta läckage. Fall med $f=5$ motsvarar en bra utluftning, vilket minskar tvärflödet betydligt.

En enkel sammanfattning är att det blir alltid brandgasspridning till övriga lokaler vid enbart utluftning utan hänsyn till vindpåverkan eller termiska tryckskillnader.

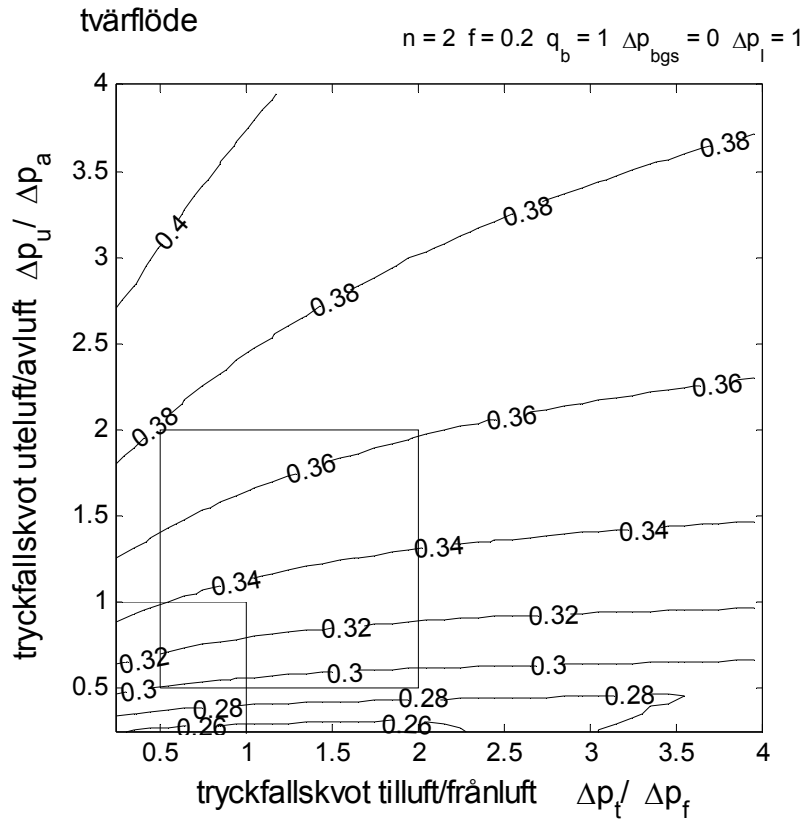
Utläckaget kan uppskattas genom att den drivande tryckskillnaden över uteluftsdel, avluftsdel och övriga lokalers fasad är den samma. Tryckfall för övriga lokalers tilluftsdel och frånluftsdel försummas. Detta gäller även obalans mellan uteluft/tilluftsida gentemot frånluft/avluftsida. Utläckaget kan för tryckfallskvoter lika med ett läsas av till 0.33, 0.44, 0.09 och 0.14 för de fyra grundfallen i Figur 4.3-6 för läcktryckfall 1. De beskrivna förenklade beräkningen med samma drivande tryck över uteluftsdel, avluftsdel och övriga lokalers fasad ger siffervärdena 0.36, 0.47, 0.10 och 0.15. Överensstämmelsen är god och detta gäller även för andra tryckfallskvoter



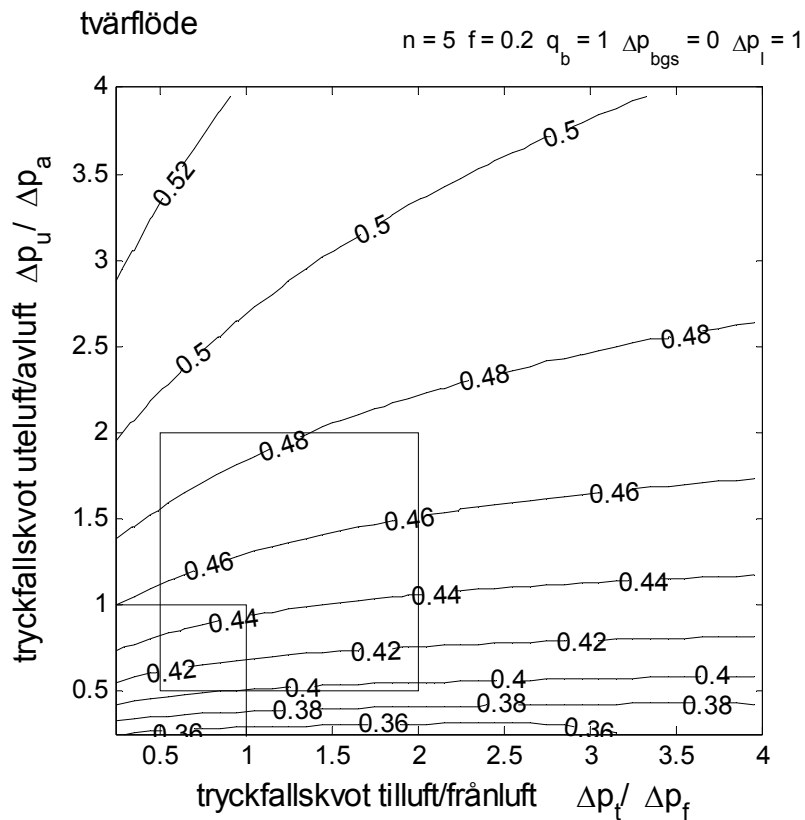
Figur 4.1 Utluftning utan gemensam takhuv.



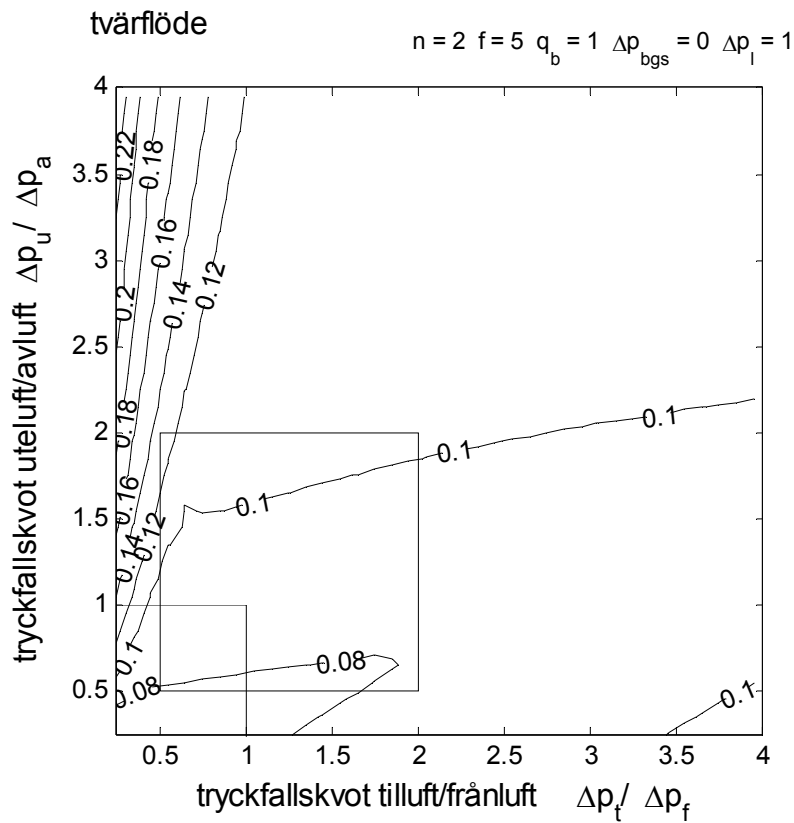
Figur 4.2 Utluftning med gemensam takhuv.



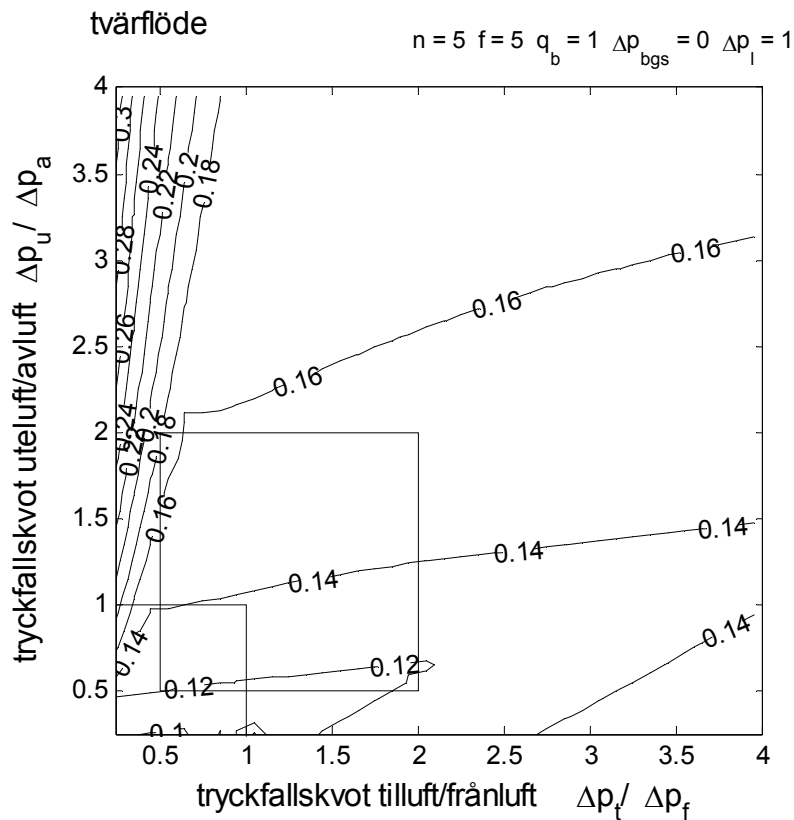
Figur 4.3 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 1.



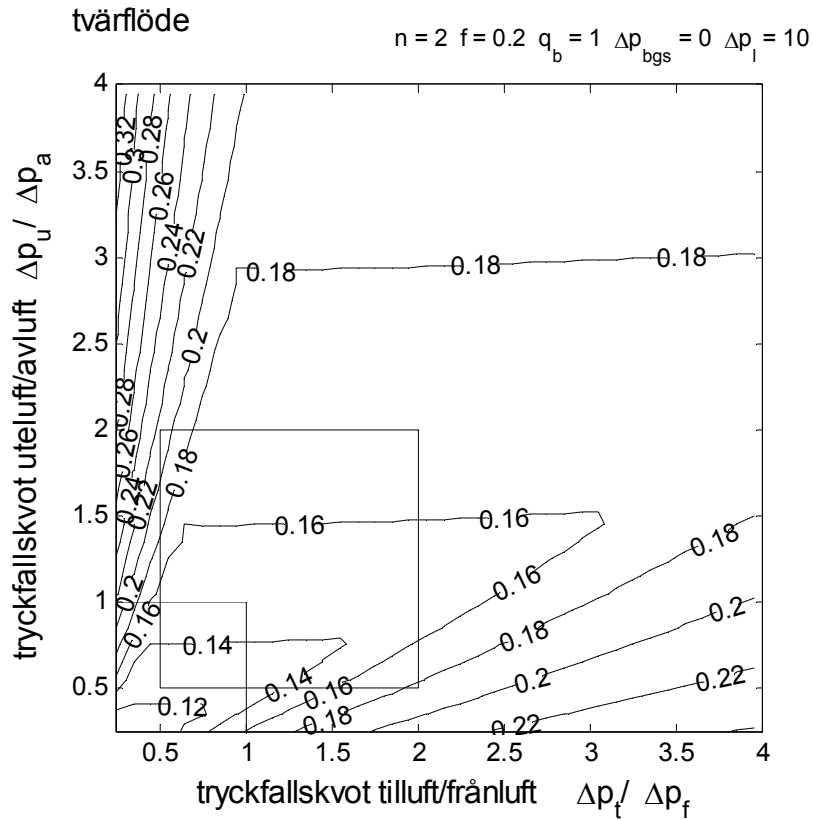
Figur 4.4 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 1.



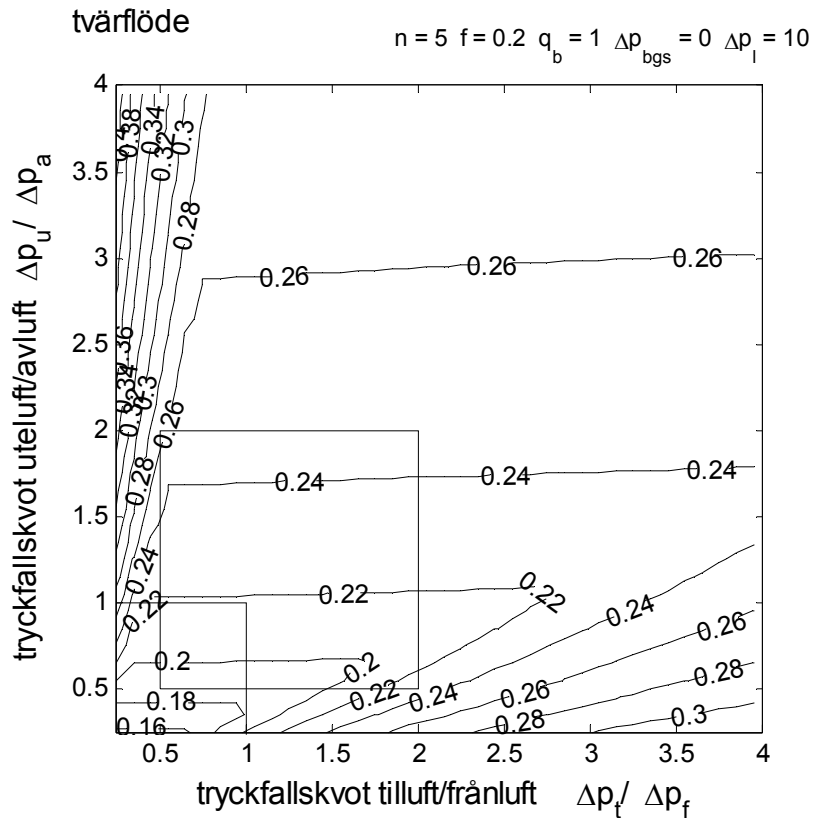
Figur 4.5 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 1.



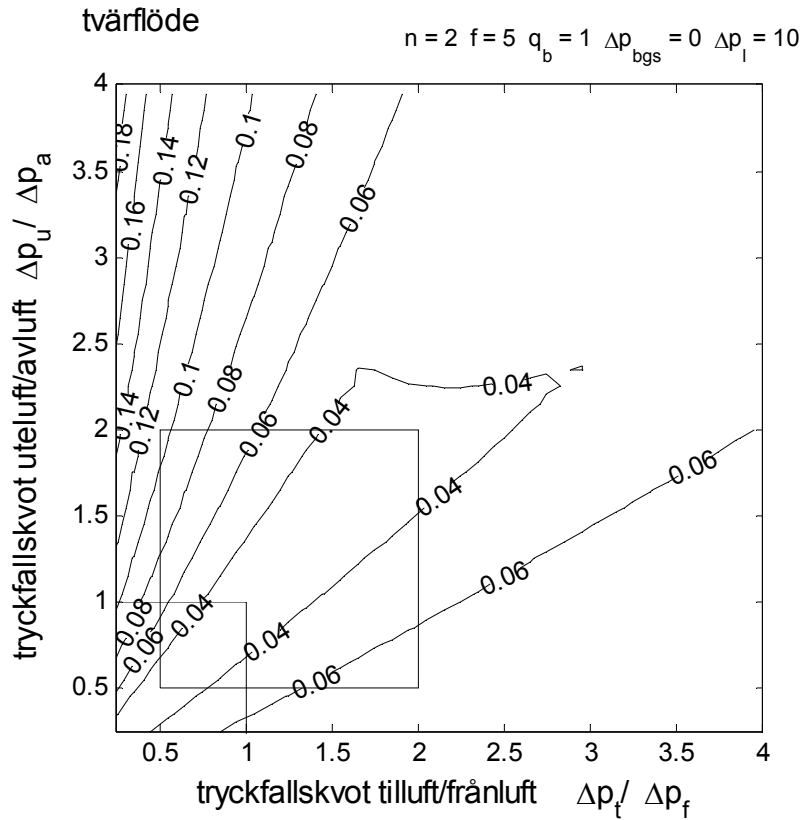
Figur 4.6 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 1.



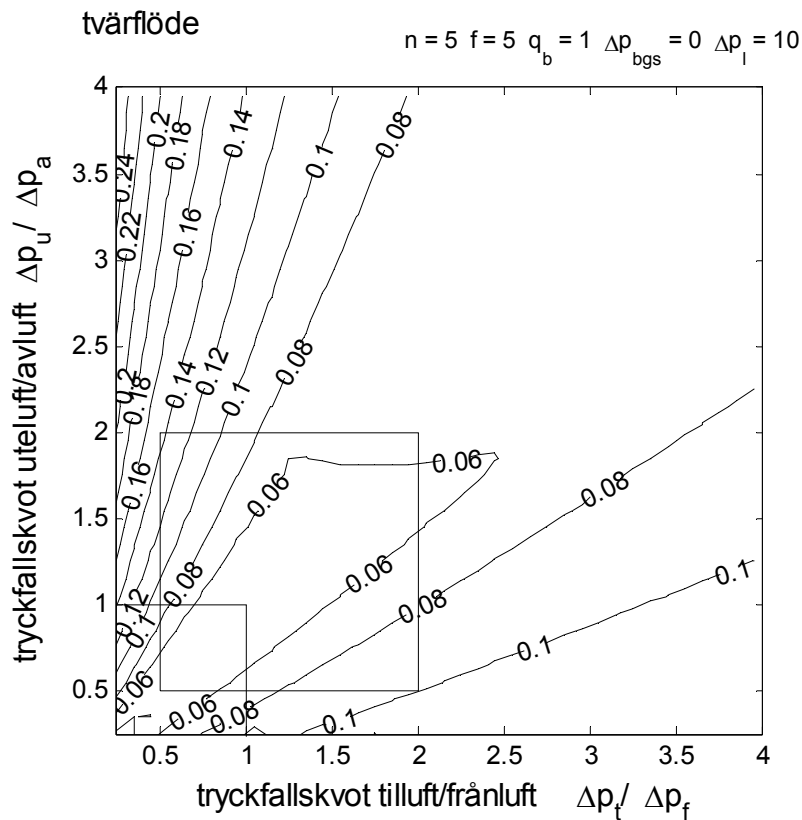
Figur 4.7 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 10.



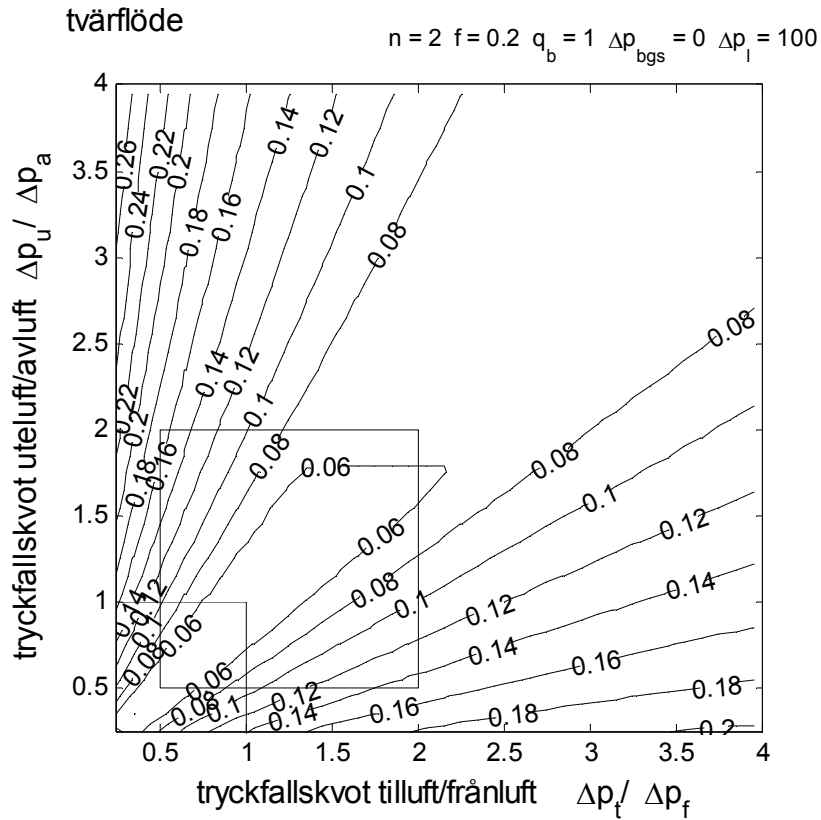
Figur 4.8 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 10.



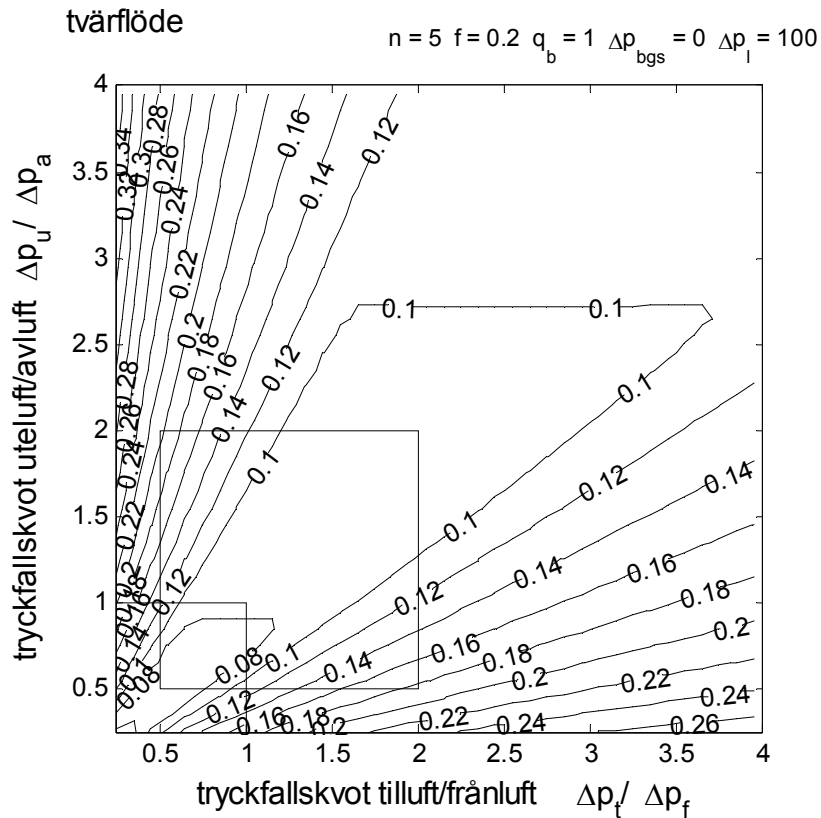
Figur 4.9 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 10.



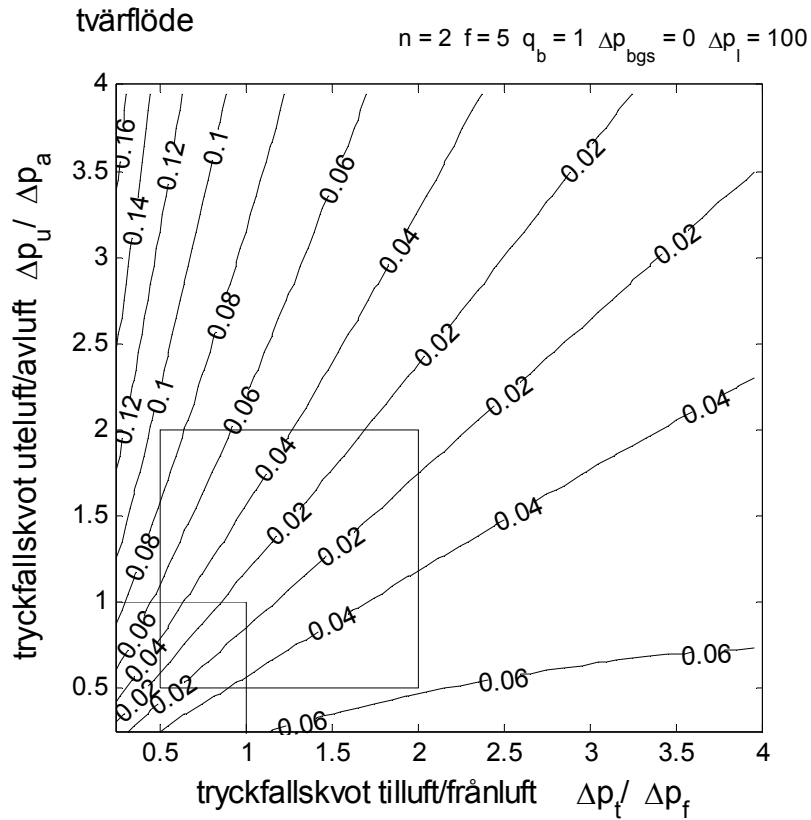
Figur 4.10 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 10.



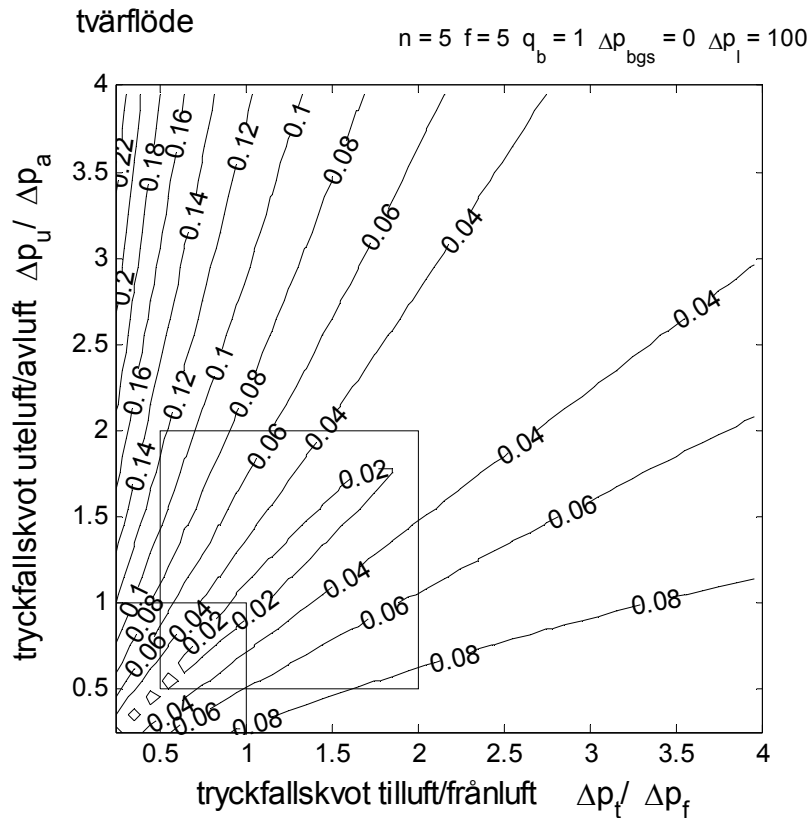
Figur 4.11 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 100.



Figur 4.12 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 100.



Figur 4.13 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$ och relativt läcktryckfall 100.



Figur 4.14 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$ och relativt läcktryckfall 100.

Beräkning av symmetriskt fall

Den relativa brandgasspridning för utluftning kan inte bli mindre än för ett symmetriskt fall. De fyra grundfallen genomräknas för läcktryckfall upptill 100 tryckenheter för nominellt ventilationsflöde och symmetri. Tilluftstryckfallet är en tryckenhet.

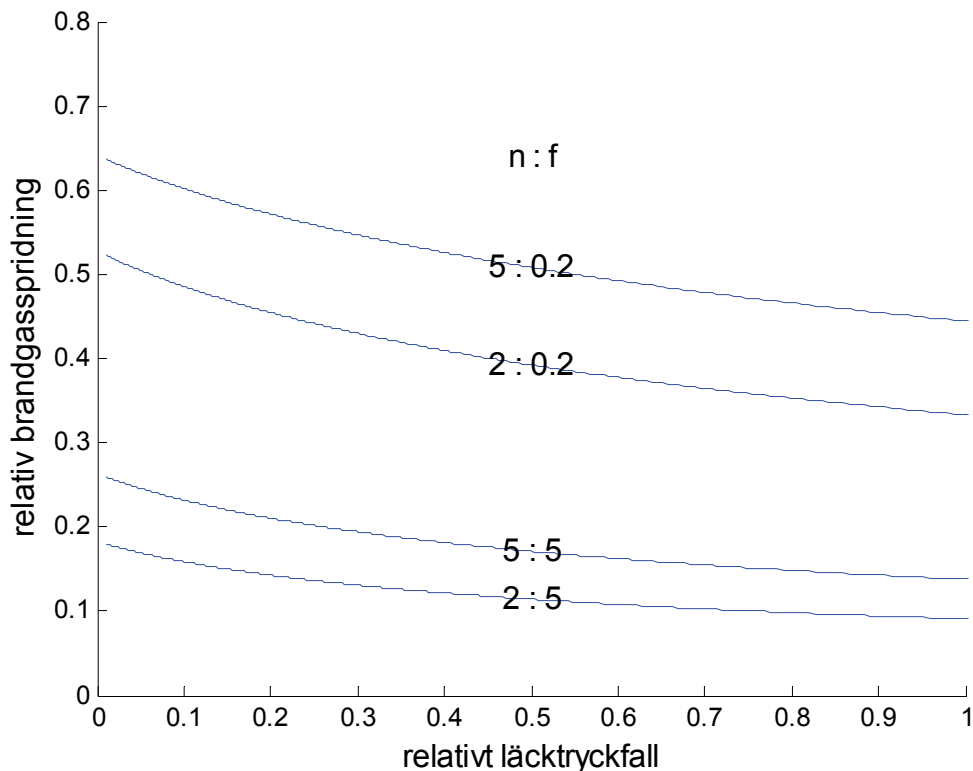
Om tryckfallet över utluftdel, avluftdel och delen med övriga lokaler sätts till $1/f$ blir motsvarande flöden n , n respektive $(n-1)/((m+0.25)f)^{0.5}$, där m är kvoten mellan läcktryckfall vid nominellt ventilationsflöde och tilluftstryckfall. Den relativa brandgasspridningen för ett symmetriskt fall kan därför beräknas med följande uttryck:

$$s = 1/[1 + 2((m+0.25)f)^{0.5}/(1-1/n)] \quad (-) \quad (4.1)$$

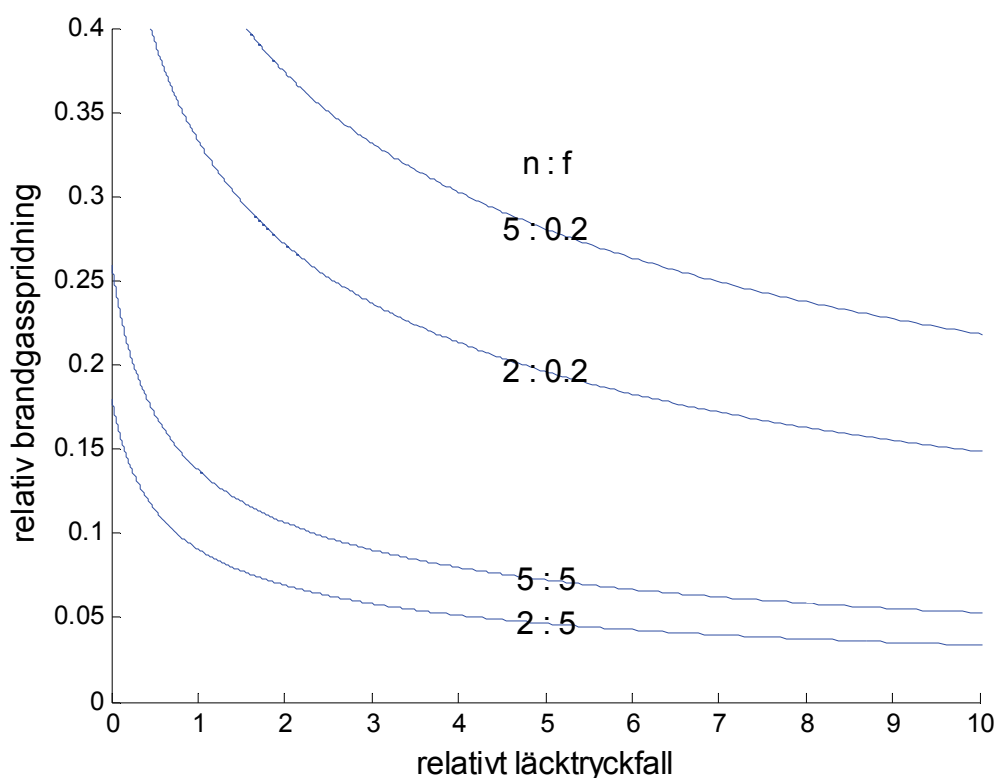
Den relativa brandgasspridningen avtar med ökande m och f och ökar med antalet lokaler n .

Den relativa brandgasspridningen är betydande för ett större antal lokaler även om läckage är måttligt. Antag att läcktryckfallet är en tryckenhet $m=1$ och att $f=5$, vilket resulterar i att $s=1/6$ för ett stort antal lokaler.

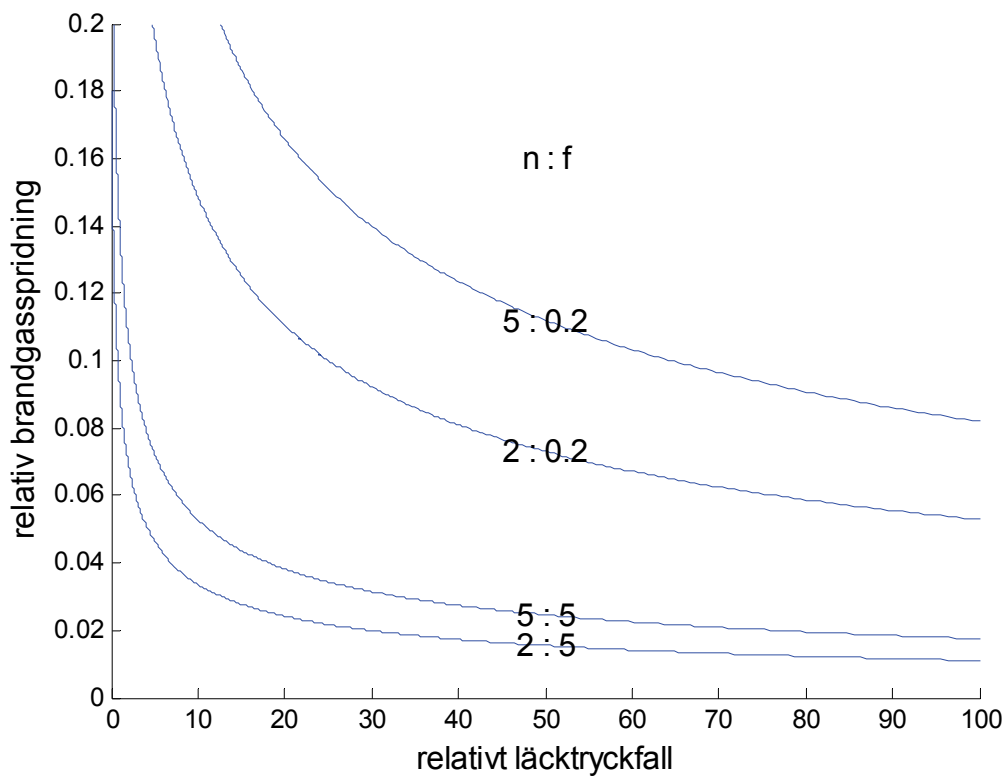
Den relativa brandgasspridningen till övriga lokaler enligt (4.1) redovisas i Figur 4.15-17 med olika stora axlar. Avläsning för de fyra grundfallen och de tre olika läcktryckfallen 1, 10 och 100 ger samma resultat för avläsning i Figur 4.3-14 för båda tryckfallskvoter lika med ett.



Figur 4.15 Relativ brandgasspridning för fyra grundfall som funktion av relativt läcktryckfall.



Figur 4.16 Relativ brandgasspridning för fyra grundfall som funktion av relativt läcktryckfall.



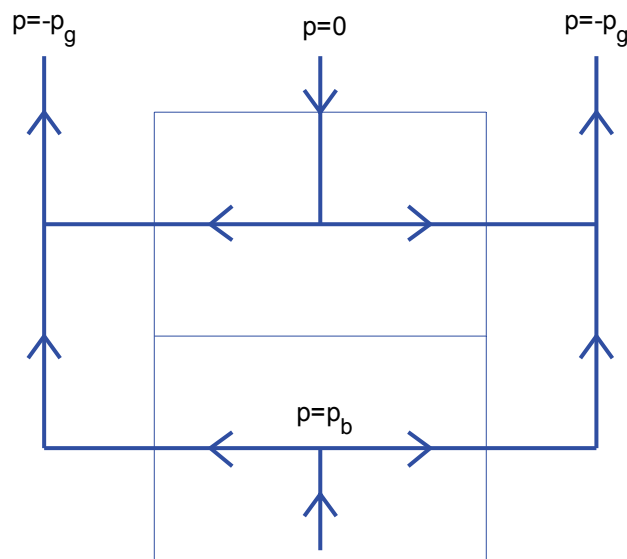
Figur 4.17 Relativ brandgasspridning för fyra grundfall som funktion av relativt läcktryckfall.

5 Beräkning av tvärströmning vid konvertering med läckage

Fallet med konvertering och läckage behandlas i detta avsnitt utan hänsyn till några andra krafter än själva brandflödet och konverteringsfläkten. Detta innebär att både vindpåverkan och termiska krafter inte beaktas.

Ett problem med konvertering av FT-system är att dimensionera konverteringsfläkten rätt eller om den normala frånluftsfläkten kan användas. Grundfallet utan någon brand som måste uppfyllas är att konverteringsfläkten inte får skapa för stora tryckskillnader över olika dörrar eller fönster, vilka skall kunna användas för utrymning. Byggnadens undertryck vid konvertering bestäms av byggnadens läckage och konverteringsfläktens egenskaper.

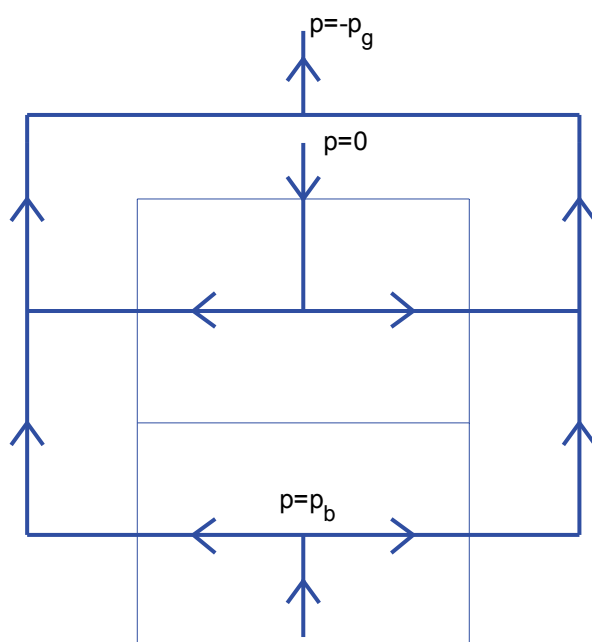
Den befintliga frånluftsfläkten kan i princip kombineras med en extra fläkt för att förbigå tilluftsaggregatet som visas i Figur 5.1. Detta är en något osäker lösning.



Figur 5.1 Konvertering utan gemensam brandgasfläkt.

Konvertering innebär att utluftning via uteluftsdel och avluftsdel forceras med hjälp av i regel en gemensam fläkt som visas i figur 5.2. Befintlig frånluftfläkt vara ett möjligt alternativ, men kan kräva betydande nervärning mer än vad som är tekniskt möjligt.

Konverteringsfläktens tryckstegring har satts lika med tryckfallet över tilluftsgrenen och även lika med läcktryckfallet för samma flöde. Detta värde ger en gräns för hur stora undertryck som kan skapas oberoende av läckaget.



Figur 5.2 Konvertering med gemensam brandgasfläkt.

Grundfalls största utflöde

Det går också att skatta vilket största utflöde genom utluftsdel och avluftdel som kan klaras av utan att det uppstår övertryck i övriga lokaler för ett symmetriskt fall. Uttrycket blir $2nf^{0.5}$ och redovisas siffermässigt i Tabell 5.1 nedan. Det dimensionerande brandflödet måste vara större än denna utflödesgräns för att brandgasspridning skall inträffa, eftersom brandrummets läckage tillkommer. Rimliga konverteringsfall är de med $f=5$. Det skiljer en faktor 5 mellan de två f -fallen.

Tabell 5.1 Dimensionerande utflöde för fyra symmetriska grundfall

f	n	$2nf^{0.5}$
0.2	2	1.8
0.2	5	4.5
5	2	8.9
5	5	22.4

Grundfall med olika brandflöde

De fyra grundfallen har kombinerats med tre olika brandflöden om 2.5, 5 och 10 flödesenheter och redovisas i Figur 5.3-14 för kvoten mellan läckflöde ut genom fasad och brandflöde på samma sätt som tidigare i avsnitt 3 och 4. Fallen sammanställs i Tabell 5.2. Varje lokals normala ventilationsflöde är en flödesenhet.

Ett positivt värde för läckflödet motsvarar utläckage och brandgasspridning. Ett negativt värde för läckflödet anger att det finns ett inläckage, men det är ingen garanti mot brandgasspridning i form av regelrätt tvärströmning. Strömningen genom övriga lokaler kan ske på i princip sex olika sätt vilka redovisas i Figur 5.18 på sidan 37 varav fyra med tvärströmning och brandgasspridning och två utan tvärströmning varav i sin tur ett med fasadutflöde (utluftningsfallet) och ett med fasadinflöde (det önskade konverteringsfallet).

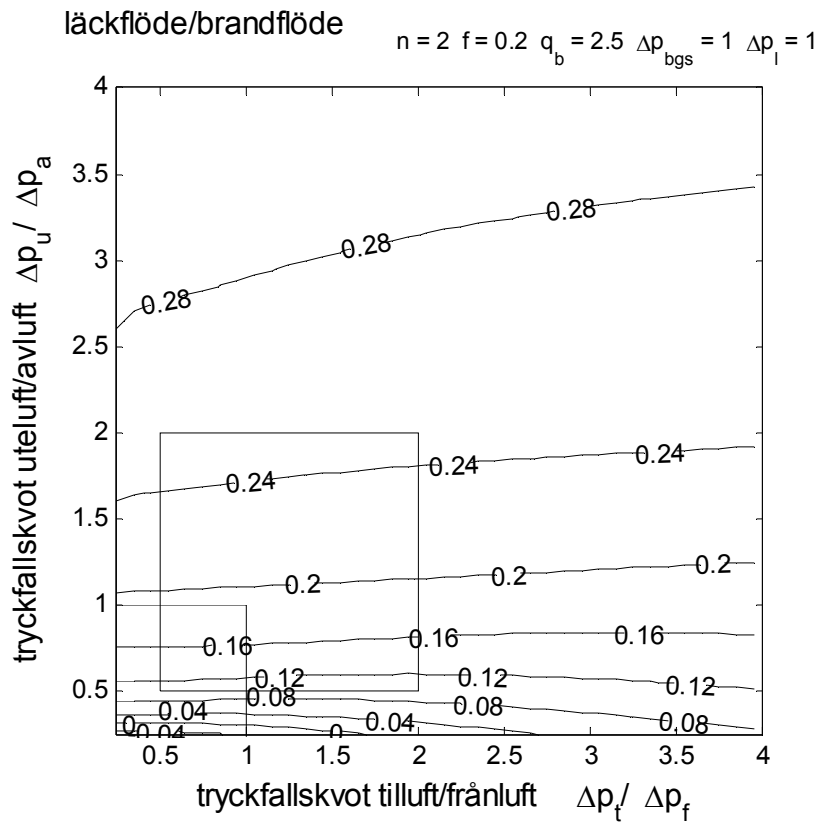
Alla sju fall med negativa läckflöden eller fasadinflöden, fall 2, 3, 4, 7, 8 och 12, har granskats och för tre fall, 2, 7 och 12, förekommer det tvärströmning till en del. Dessa tre fall redovisas med extra isodiagram i Figur 5.15-17 för relativ brandgasspridning. Om brandgasspridningen inte inträffar, redovisas det relativa inläckaget som ett negativt värde för att på detta sätt redovisa både brandgasspridning och renodlat inläckage utan samtidig brandgasspridning genom tvärströmning.

Isolinjerna i Figur 5.15-17 visar att tvärströmning sker för höga tryckfallskvoter för uteluftsdelens gentemot avluftsdelens och samtidigt för låga värden på tryckfallskvoten för tilluftsdelens gentemot frånluftsdelens. En rimlig konvertering bör ha tryckfallskvoten uteluft/avlufte lika med 1 och därmed sker ingen brandgasspridning genom tvärströmning.

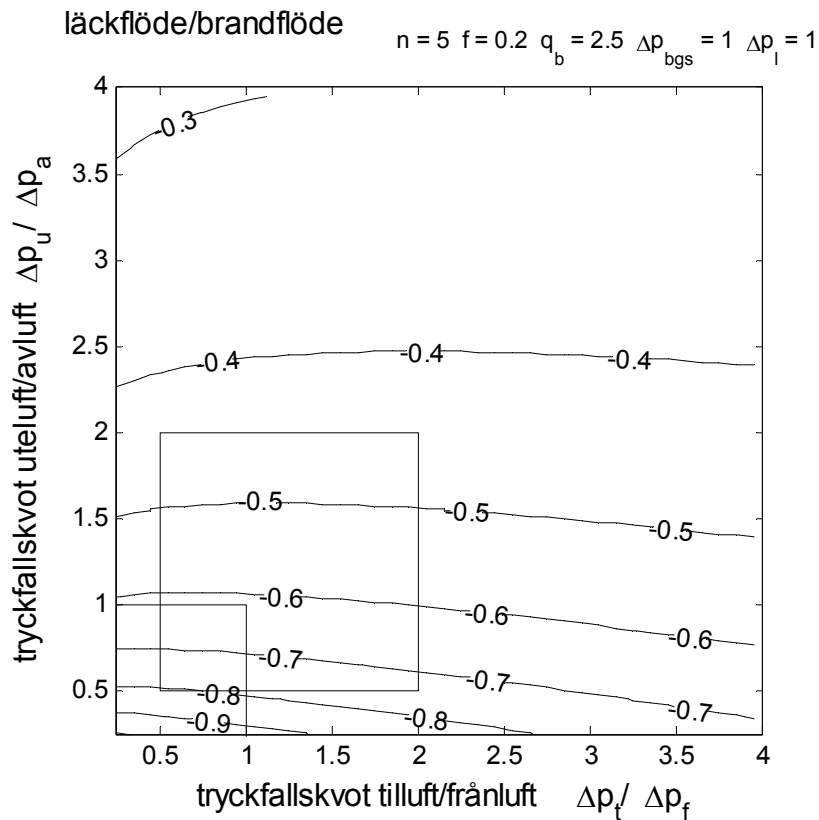
Tabell 5.2 Sammanställning fyra grundfall med olika brandflöde

fall	Figur	f	n	brandflöde	fasadinflöde	tvärflöde
1	5.3	0.2	2	2.5	nej	ja
2	5.4	0.2	5	2.5	ja	ja se Figur 5.15
3	5.5	5	2	2.5	ja	nej
4	5.6	5	5	2.5	ja	nej
5	5.7	0.2	2	5	nej	ja
6	5.8	0.2	5	5	nej	ja
7	5.9	5	2	5	ja	ja se Figur 5.16
8	5.10	5	5	5	ja	nej
9	5.11	0.2	2	10	nej	ja
10	5.12	0.2	5	10	nej	ja
11	5.13	5	2	10	nej	ja
12	5.14	5	5	10	ja	ja se Figur 5.17

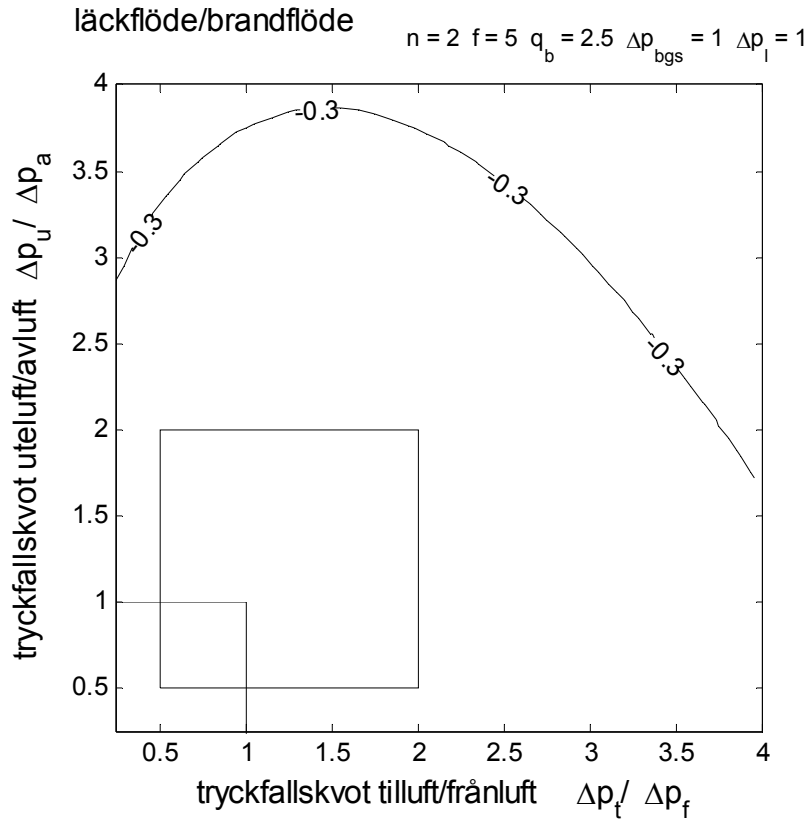
Fallen med $f=0.2$ är orimliga konverteringsfall med höga tryckfall för uteluftsdel och avluftsdel utan några förbigångar och samtliga leder till brandgasspridning genom tvärströmning. De rimligare konverteringsfallen med $f=5$ med ett dimensionerande utflöde på 8.9 för två lokaler har ingen brandgasspridning för brandflödet 2.5 och 5 om viss symmetri krävs för brandflöde 5. Fallet med fem lokaler och ett dimensionerande utflöde på 22.4 har ingen brandgasspridning för brandflödena 2.5, 5 och även 10 om viss symmetri krävs för brandflöde 10.



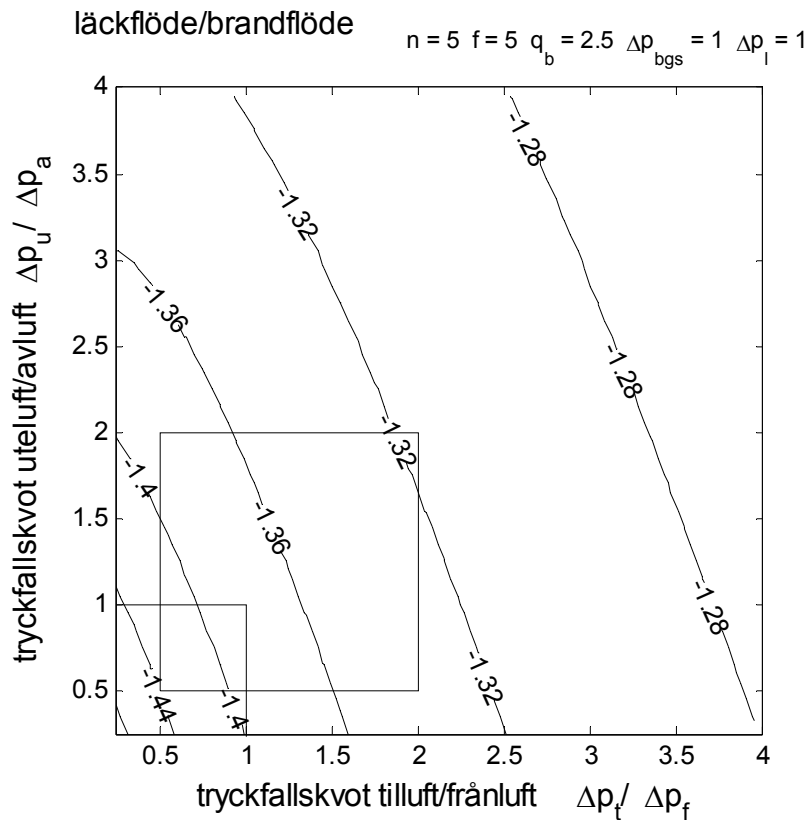
Figur 5.3 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 2.5.



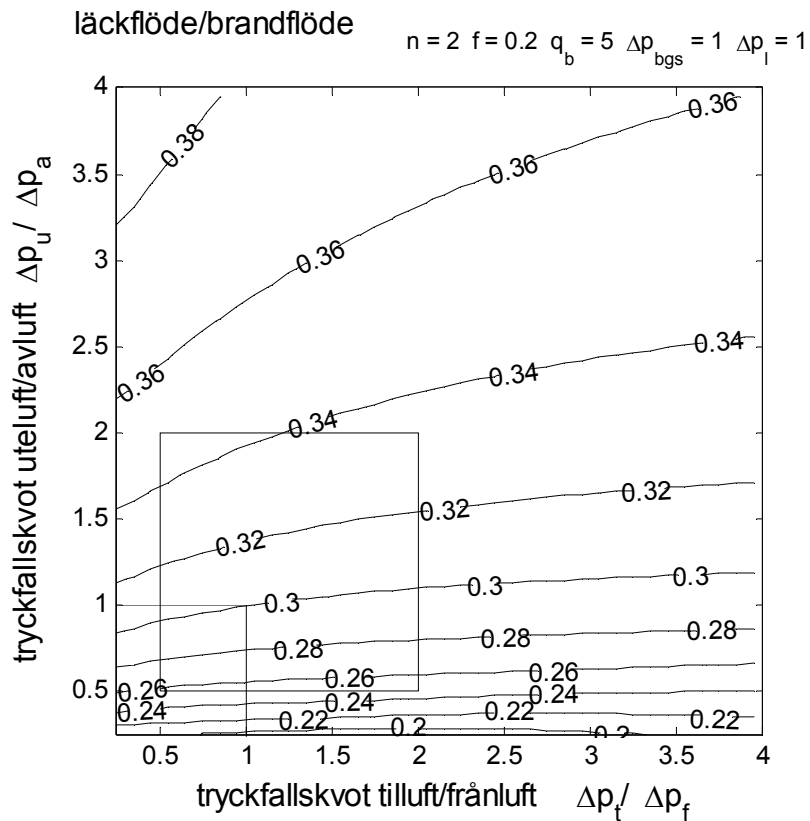
Figur 5.4 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 2.5.



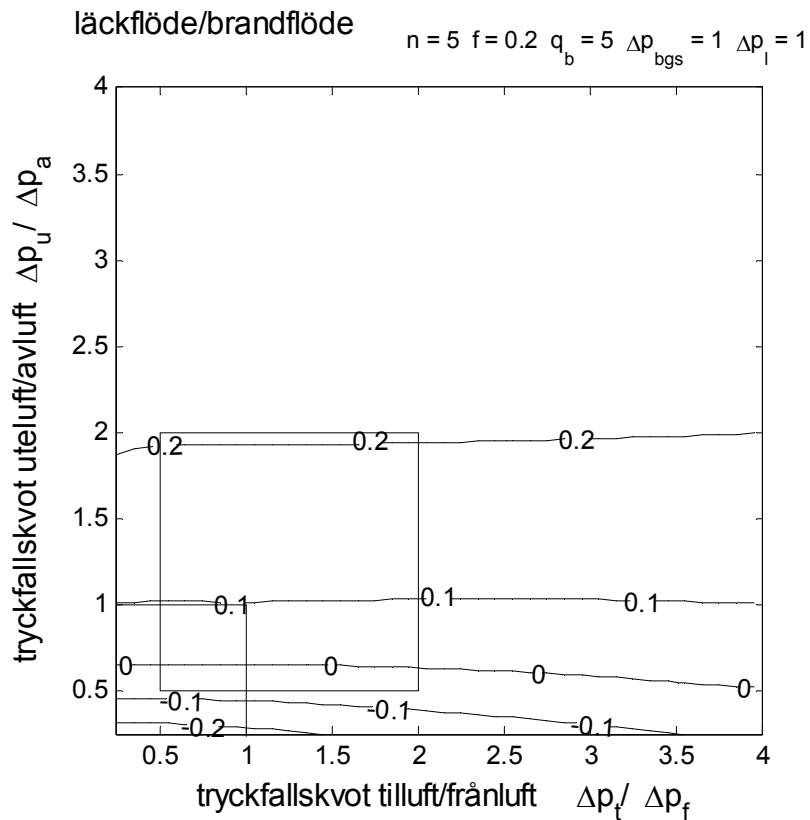
Figur 5.5 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 2.5.



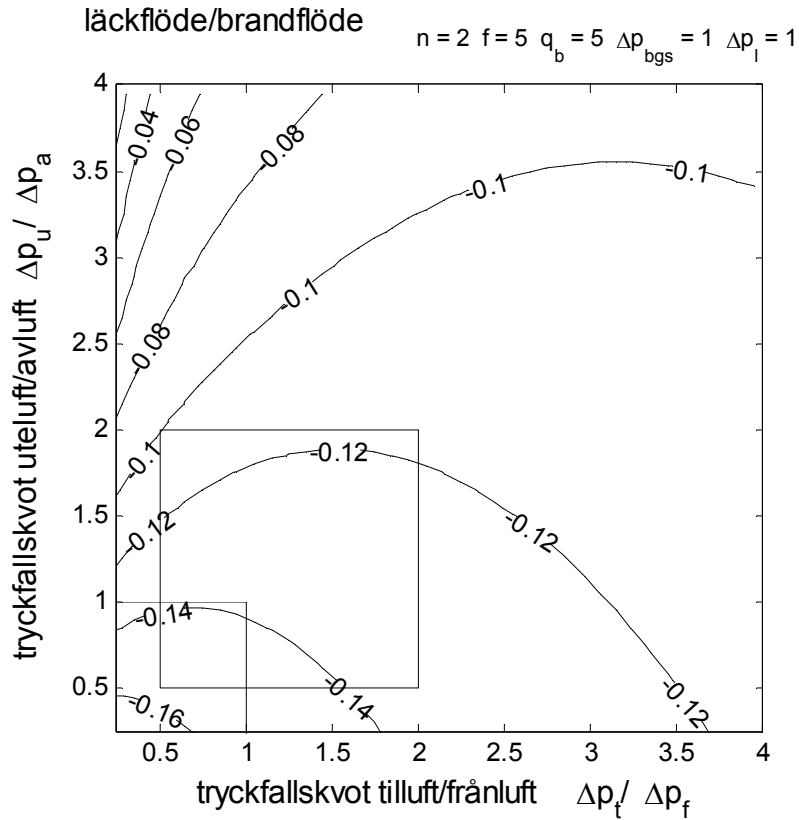
Figur 5.6 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 2.5.



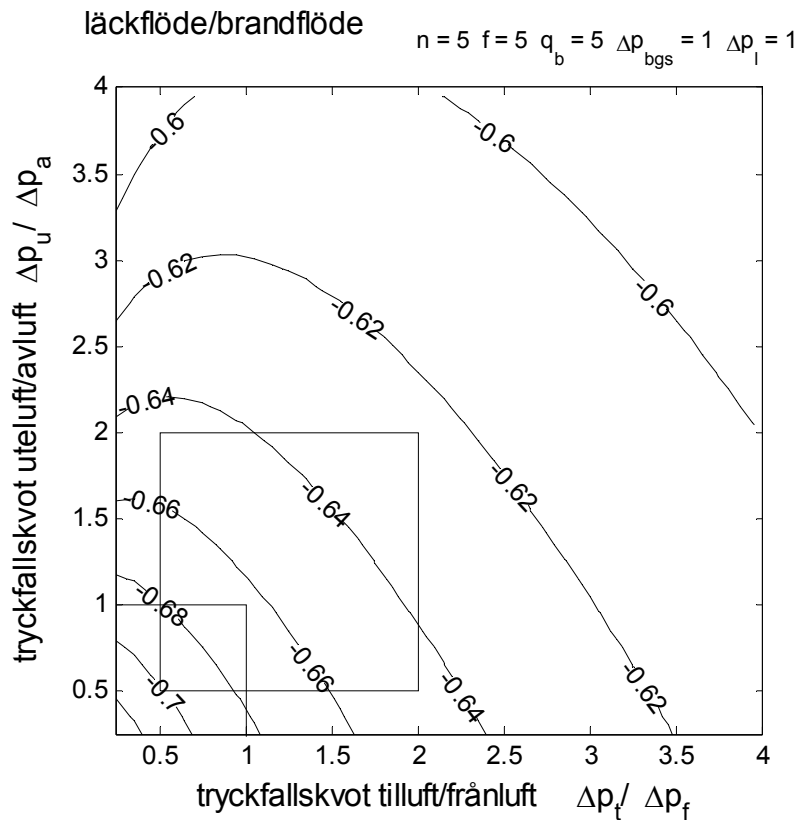
Figur 5.7 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 5.



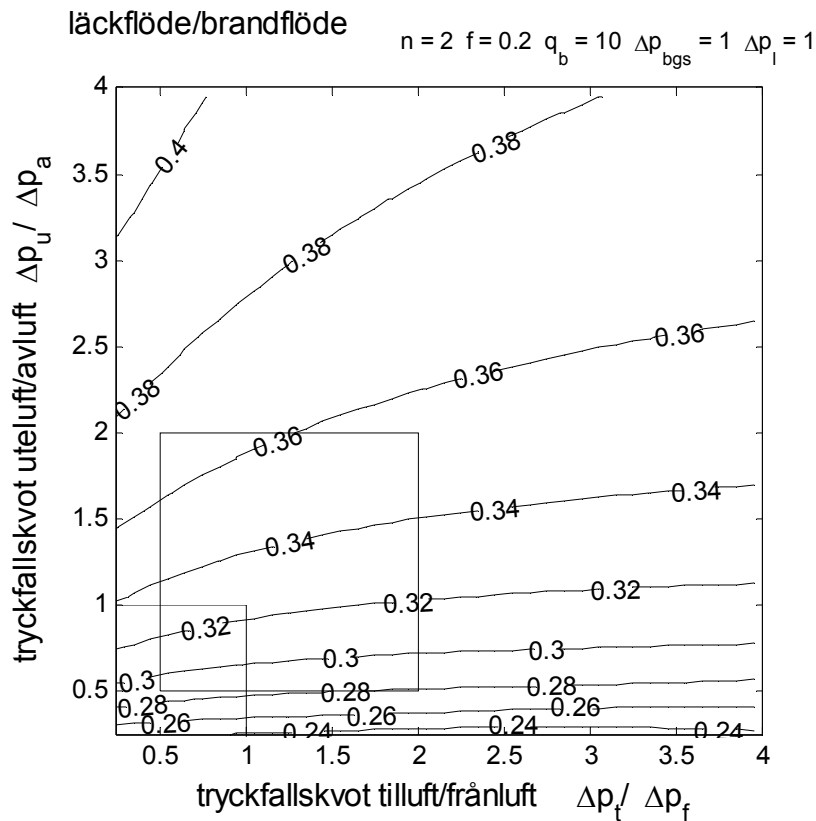
Figur 5.8 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 5.



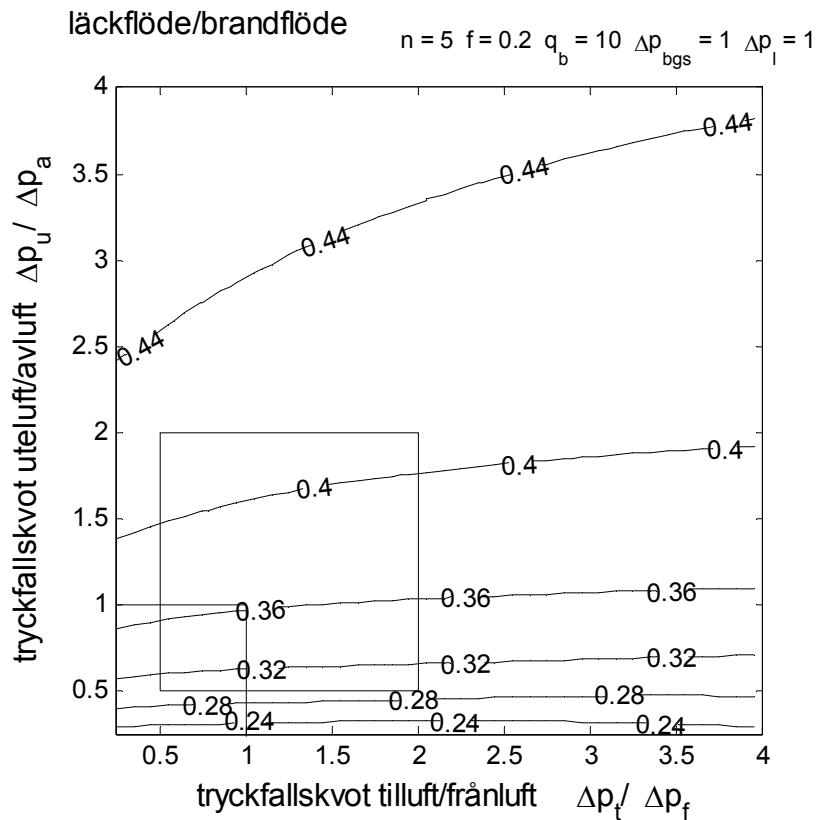
Figur 5.9 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 5.



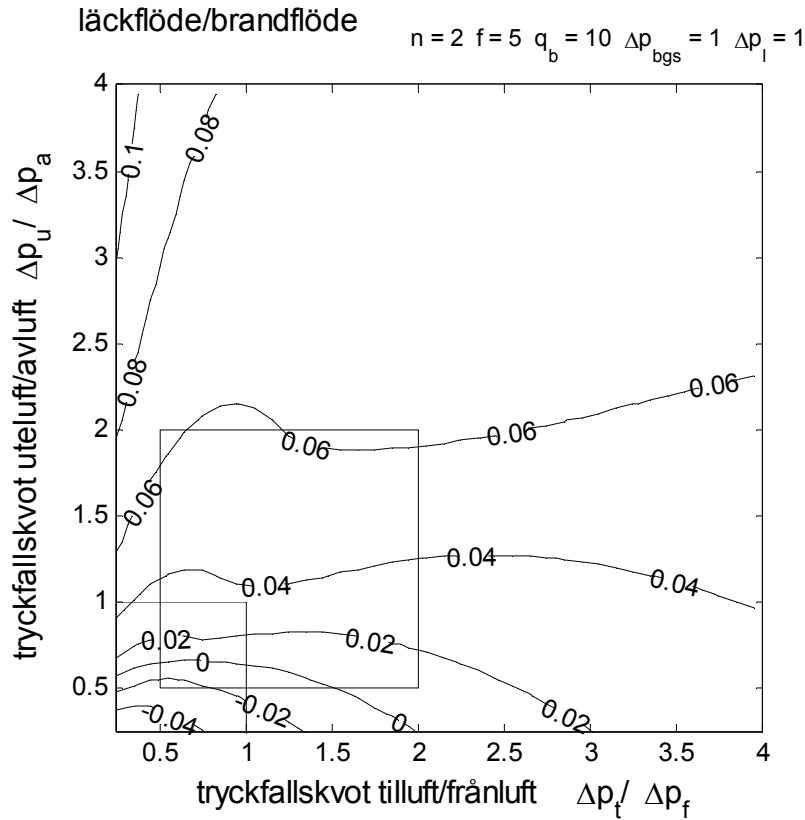
Figur 5.10 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 5.



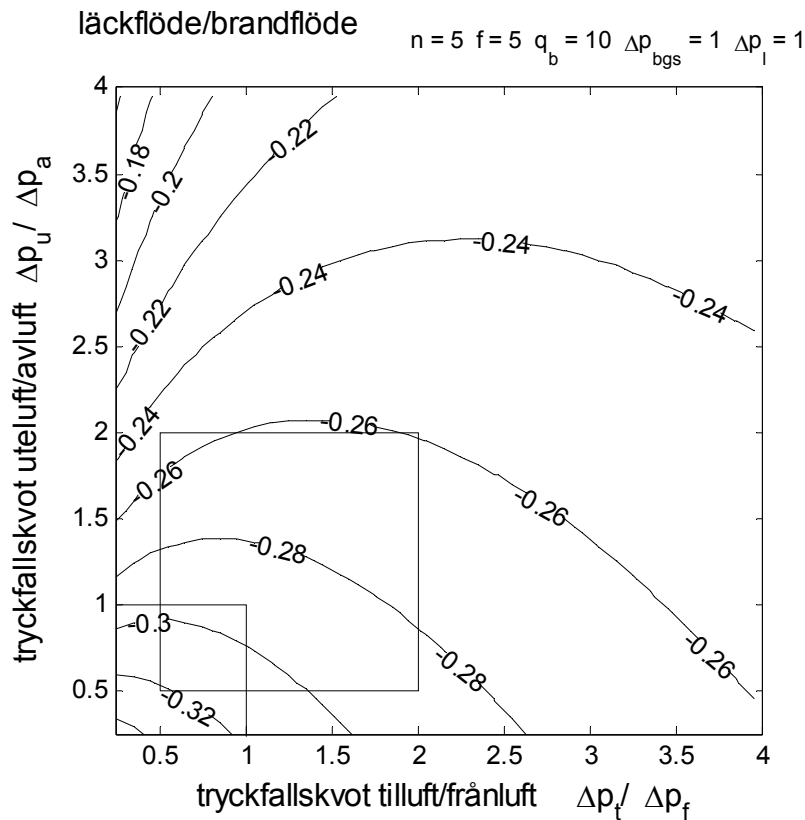
Figur 5.11 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 10.



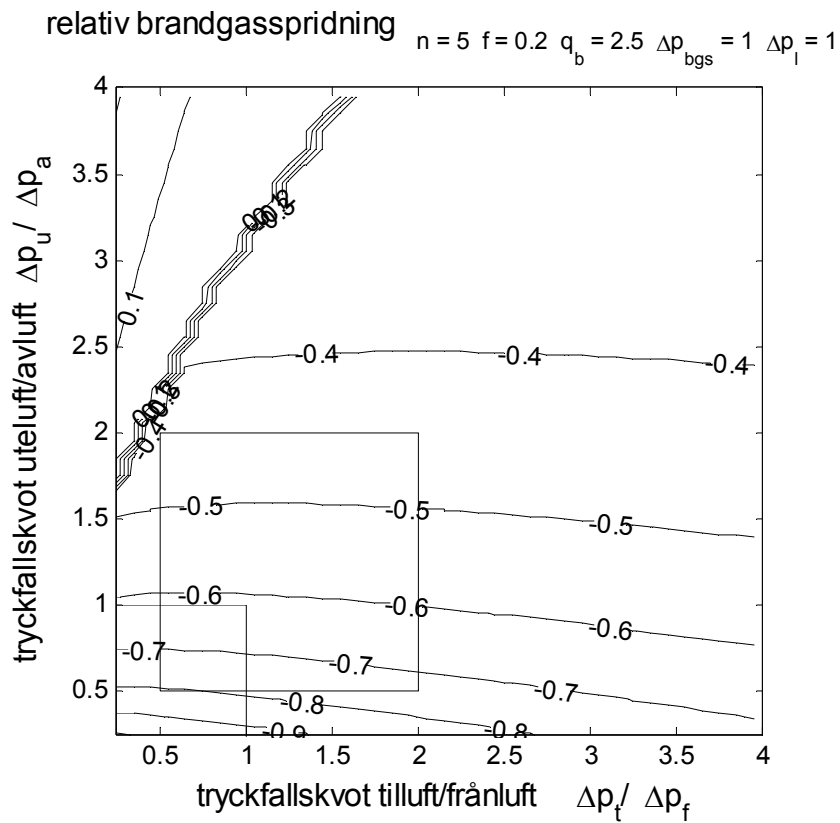
Figur 5.12 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 10.



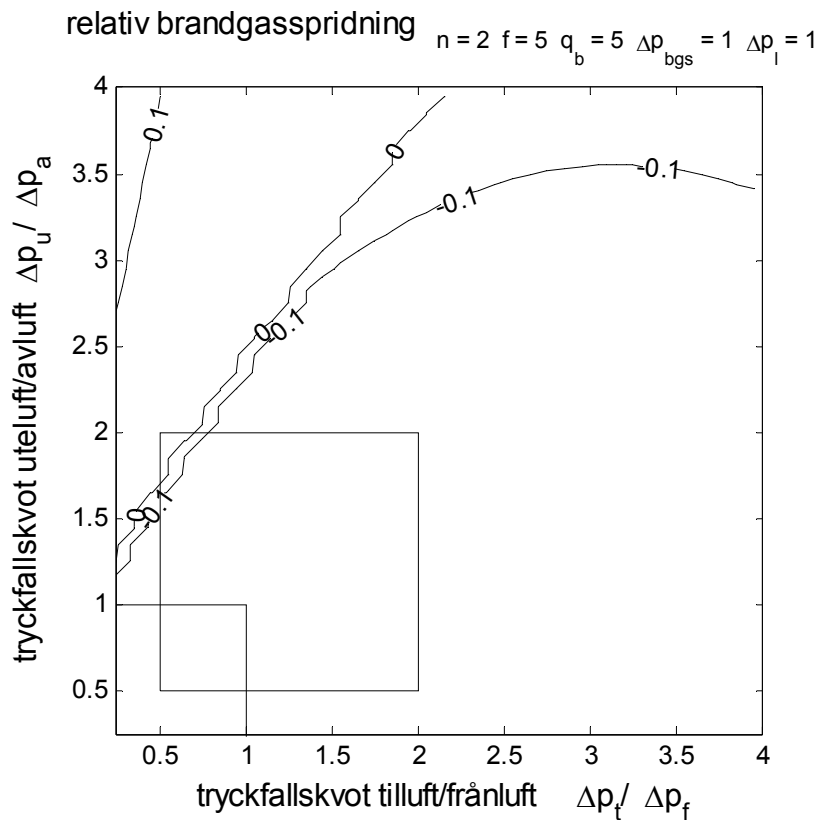
Figur 5.13 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 10.



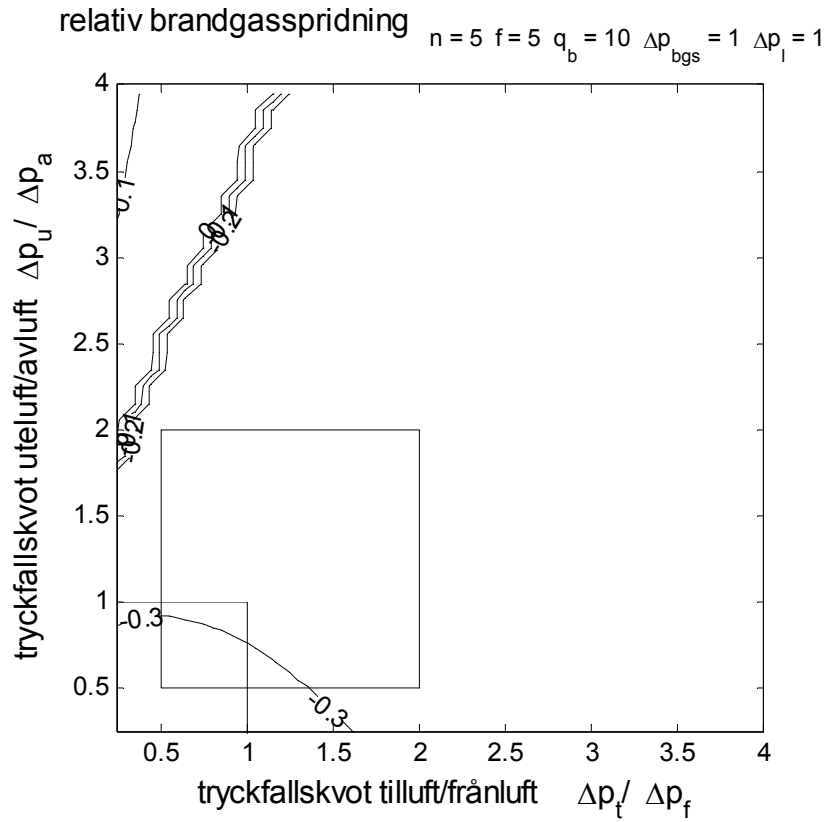
Figur 5.14 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 10.



Figur 5.15 Exakt beräkning för $f = 0.2$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 2.5.



Figur 5.16 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 2$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 5.



Figur 5.17 Exakt beräkning för $f = 5$, $n = 5$, relativt läcktryckfall 1 och brandflöde 10.

Tillämpningsexempel

En alternativ redovisning av tvärströmning är att undersöka några givna fall för olika brandflöde och nominellt läckflöde. Brandflöde och läckage har varit givna i den tidigare redovisningen med de två tryckfallskvoterna mellan tilluft/frånluft och uteluft/avlucht som diagramaxelvariabler.

Den omvända redovisningen görs för åtta principfall med tre variabler, nämligen brandgasspridning, brandtryck (beräknat relativt skattat) och konverteringsflöde enligt Tabell 5.3. De åtta fallen motsvarar fyra tryckfallsfall kombinerat med två storleksfall med antalet anslutna lokaler två eller fem. De fyra tryckfallsfallen är ett utgångsfall med balans, ett andra fall med obalans med halverat frånluftstryckfall, ett tredje fall med balans med halverat frånluftstryckfall och halverat avluftstryckfall och ett fjärde fall med dubbel obalans med halverat frånluftstryckfall och halverat uteluftstryckfall.

Tryckfallskvoten mellan tilluft och uteluft f är 5 för utgångsfallet, vilket motsvarar en rimlig konvertering. Samma kvot gäller även för frånluft och avluft.

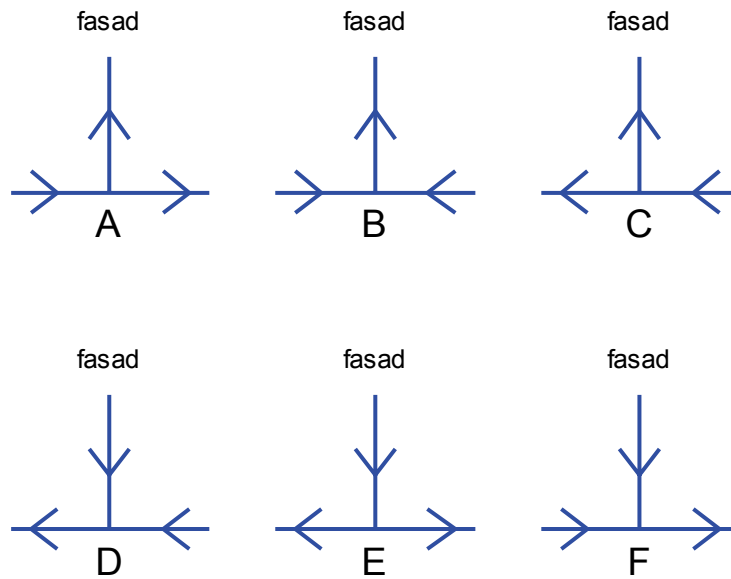
Alla tryckfall och tryck redovisas relativt tryckfallet för tilluftssystemets del mellan fördelningslåda och lokal Δp_t . Alla tryckfall är kvadratiska i flödet. Alla flöden redovisas relativt det nominella ventilationsflödet för en lokal om en flödesenhet. Fasadens läckage anges med dess läckflödet relativt lokalens nominella ventilationsflöde om en flödesenhet vid en tryckskillnad lika med tilluftstryckfallet Δp_t .

Konverteringsfläktens tryckstegring är konstant och lika med tilluftstryckfallet Δp_t . Konverteringsflödet beräknas och redovisas också.

Tabell 5.3 Sammanställning tillämpningsexempel

fall	Figur	n	Δp_t	Δp_f	Δp_u	Δp_a
1	5.19-21	2	1.0	1.0	0.2	0.2
2	5.22-24	5	1.0	1.0	0.2	0.2
3	5.25-27	2	1.0	0.5	0.2	0.2
4	5.28-30	5	1.0	0.5	0.2	0.2
5	5.31-33	2	1.0	0.5	0.2	0.1
6	5.34-36	5	1.0	0.5	0.2	0.1
7	5.37-39	2	1.0	0.5	0.1	0.2
8	5.40-42	5	1.0	0.5	0.1	0.2

Brandgasspridning till övriga lokaler kan ske på ett flertal sätt. Alla strömningsfall för övriga lokaler vid konvertering och brand visas i Figur 5.18. Fall E är det önskade strömningsfallet utan brandgasspridning och alla övriga fall innebär brandgasspridning. Brandgasspridningen är det största flödet som passerar övriga lokaler från ventilationssystemet och anges relativt brandflödet som ett positivt tal. Det önskade driftsfallet E redovisas med fasadinflödet relativt brandflödet och som ett negativt tal. Brandgasspridning är det största flöde som passerar övriga lokaler från ventilationssystemet. Strömningsfall B med inströmning från både T- och F-kanalsystem redovisas med summaflödet eller fasadutflödet relativt brandflödet.



Figur 5.18 Strömningsfall

De åtta fallen redovisas uppslagsvis på två sidor med text och tre figurer för relativ brandgasspridning, beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck och konverteringsflöde i Figur 19-42.

Skattat brandtryck

Brandtrycket kan skattas genom att anta att trycket i fördelningslåda och samlingslåda är noll, vilket kan tolkas som gränsen för brandgasspridning. Det skattade brandtrycket beror endast på tryckfallsdata för fasad, tilluftgren och frånluftgren. Antalet lokaler, utluftsdel och avluftsdel har ingen betydelse. Detta ger två fall för skattat brandtryck som redovisas i Figur 5.43-44.

Fall 1 – två lokaler med tryckfallskvoter 1 och 1

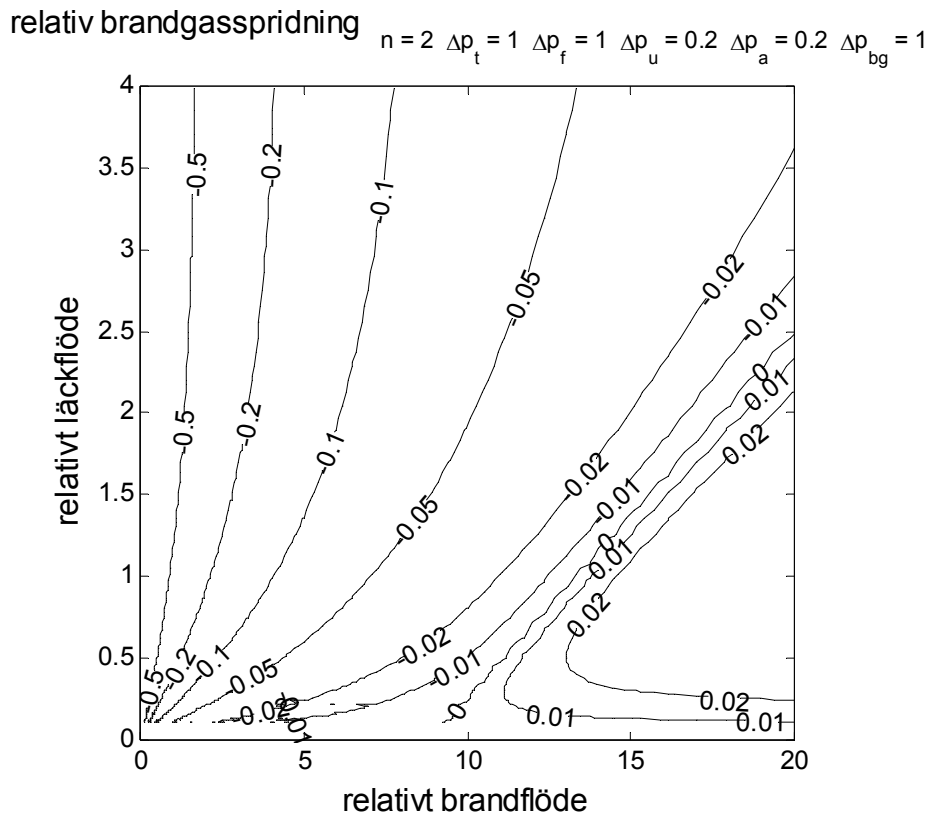
Balanserat fall med två lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=1$, $\Delta p_u=0.2$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.19-21. Några kommentarer är följande.

Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.19.

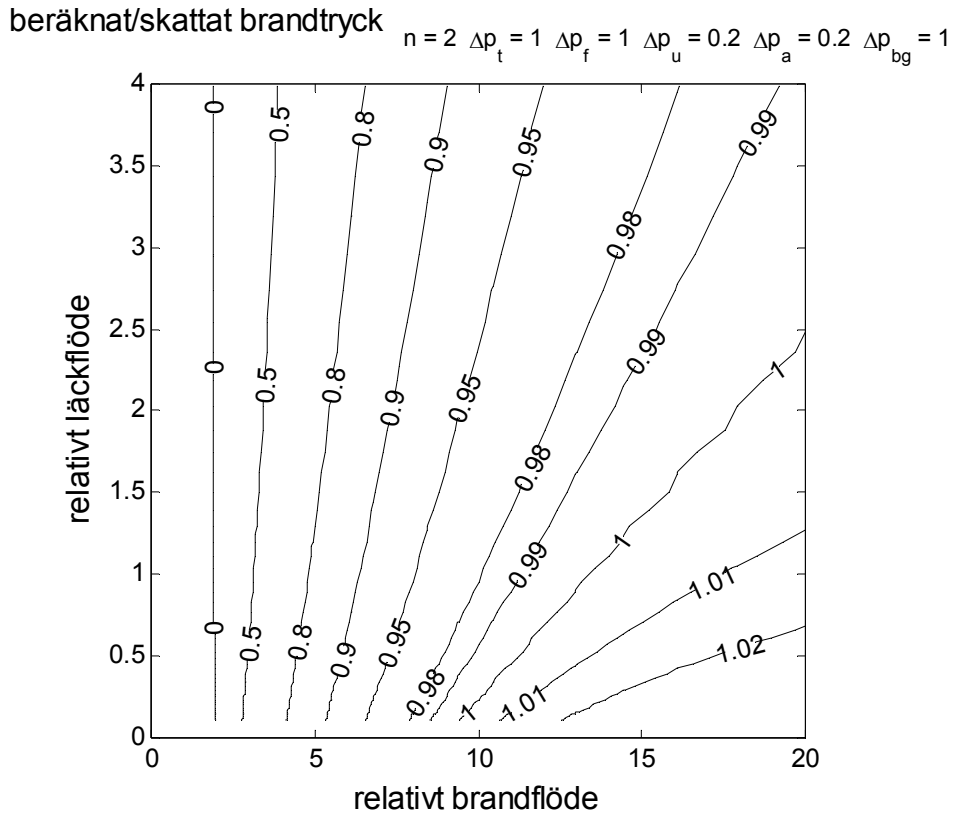
Brandtrycket är måttligt utom för fallen med brandgasspridning, vilket framgår med sammanställning av Figur 5.20 med Figur 5.43. Det relativa brandtrycket 20 sammanfaller med gränsen för brandgasspridning. Notera att brandtrycket kan vara negativt för mindre brandflöden. Det råder undertryck vid enbart konvertering utan någon brand.

Gränsfallet för brandgasspridning för ett symmetriskt fall bestäms av att trycket i fördelningslåda och samlingslåda blir noll, vilket inträffar när tryckfallet över utluftsdel och avluftdel är lika med en tryckenhet och konverteringsfläktens tryckstegring. De två flödena kan skattas med sambandet $1=0.2(q/2)^2$ och omskrivet $q=20^{0.5}$. Samma flöden genom tilluftsdel och frånluftdel ger tryckändringen $\Delta p=q^2=20$, vilket också är brandtrycket.

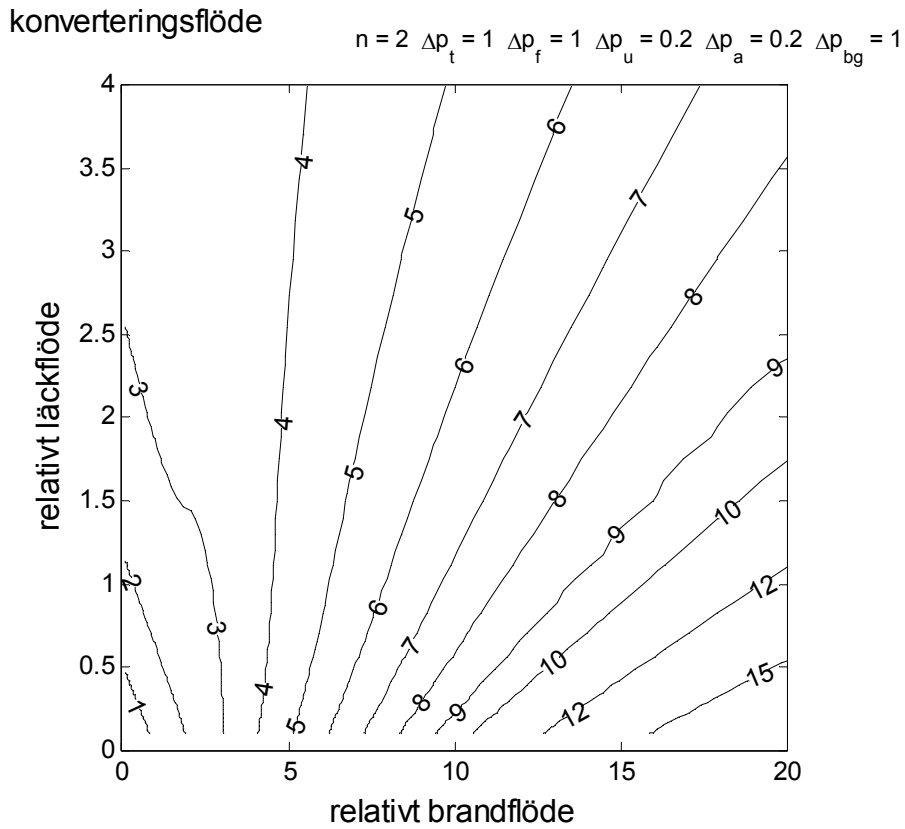
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än tre flödesenheter.



Figur 5.19 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 1.



Figur 5.20 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 1.



Figur 5.21 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 1.

Fall 2 – fem lokaler med tryckfallskvoter 1 och 1

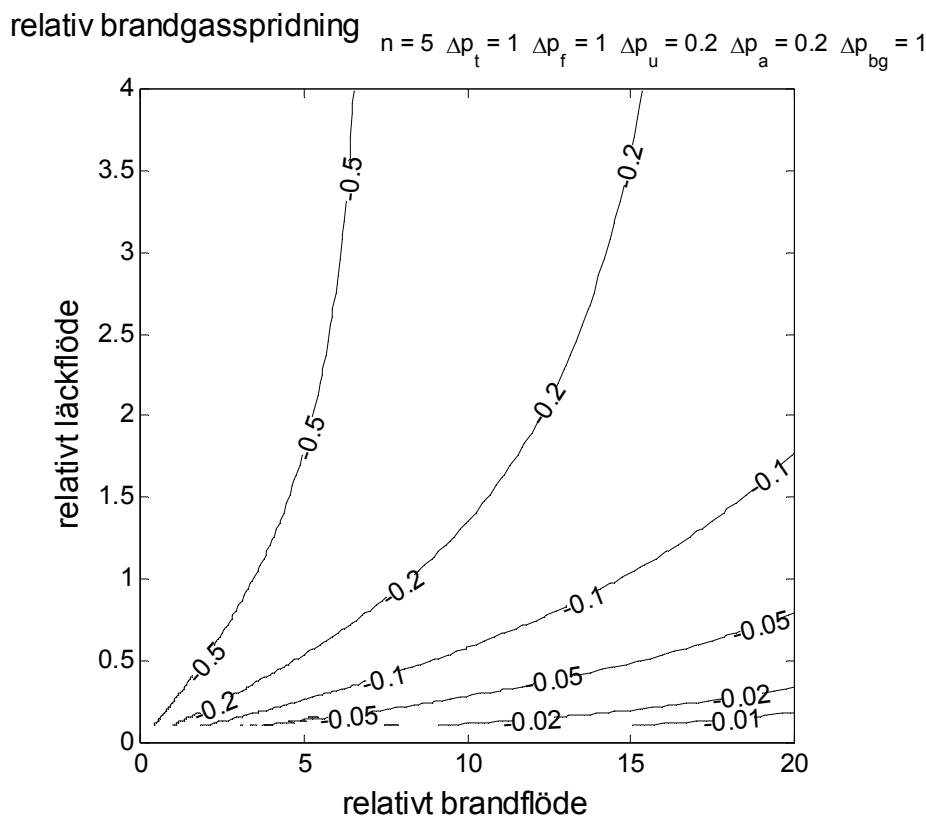
Balanserat fall med fem lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=1$, $\Delta p_u=0.2$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.22-24. Några kommentarer är följande.

Ingen brandgasspridning inträffar enligt Figur 5.22. Detta beror främst på att det finns fyra övriga lokaler och uteluftsdel och avluftsdel är dimensionerande för fem lokaler.

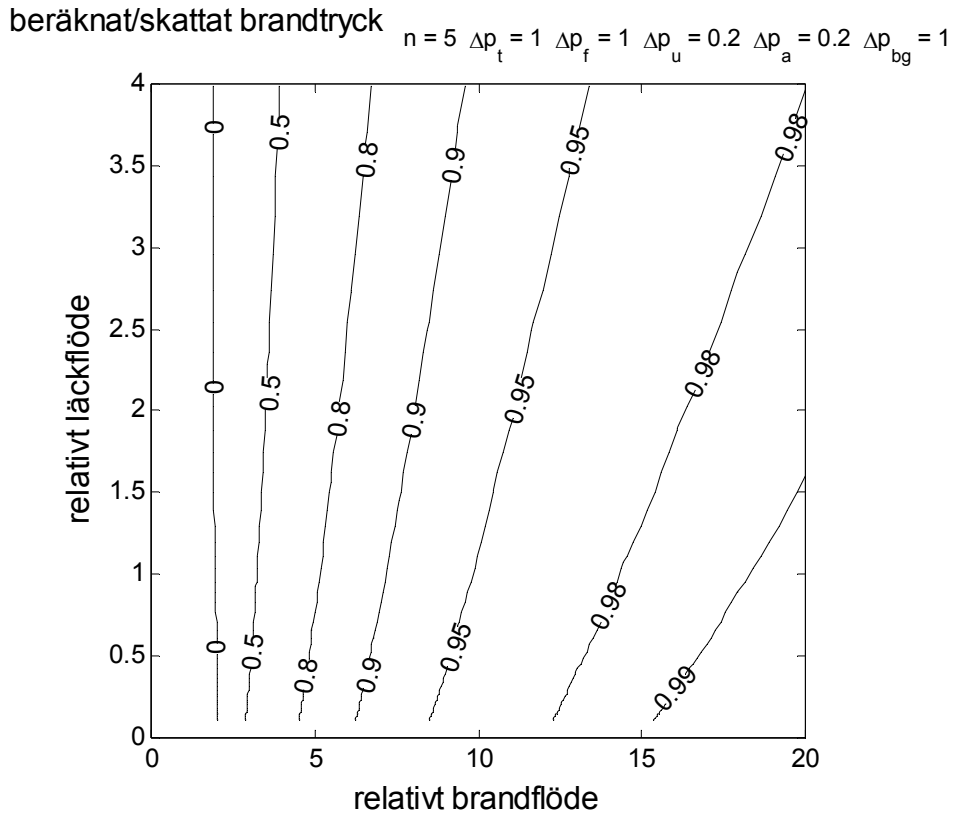
Det går att uppskatta när brandgasspridning kan inträffa. Brandrummets läckage försummas. Konverteringsfläktens tryckstegring är konstant lika med ett tilluftstryckfall. Trycket i fördelningslåda och samlingslåda blir lika med noll om brandflödet är tillräckligt stort. Tryckfallet för uteluftsdel och avluftsdel är 0.2 av tilluftstryckfallet och för flödet 5 flödesenheter, en flödesenhet per lokal. Tryckfallet för uteluftsdel och avluftsdel blir lika med konverteringsfläktens tryckstegring om flödet ändras en faktor $5^{0.5}$ i förhållande till det nominella totalflödet om fem enheter. Konverteringsflödet blir därför $2 \cdot 5^{0.5} \cdot 5 = 500^{0.5} \approx 22.4$, vilket är något utanför isodiagrammet i Figur 5.22 (se även Tabell 5.1).

Det beräknade brandtrycket är något lägre än det skattade brandtrycket.

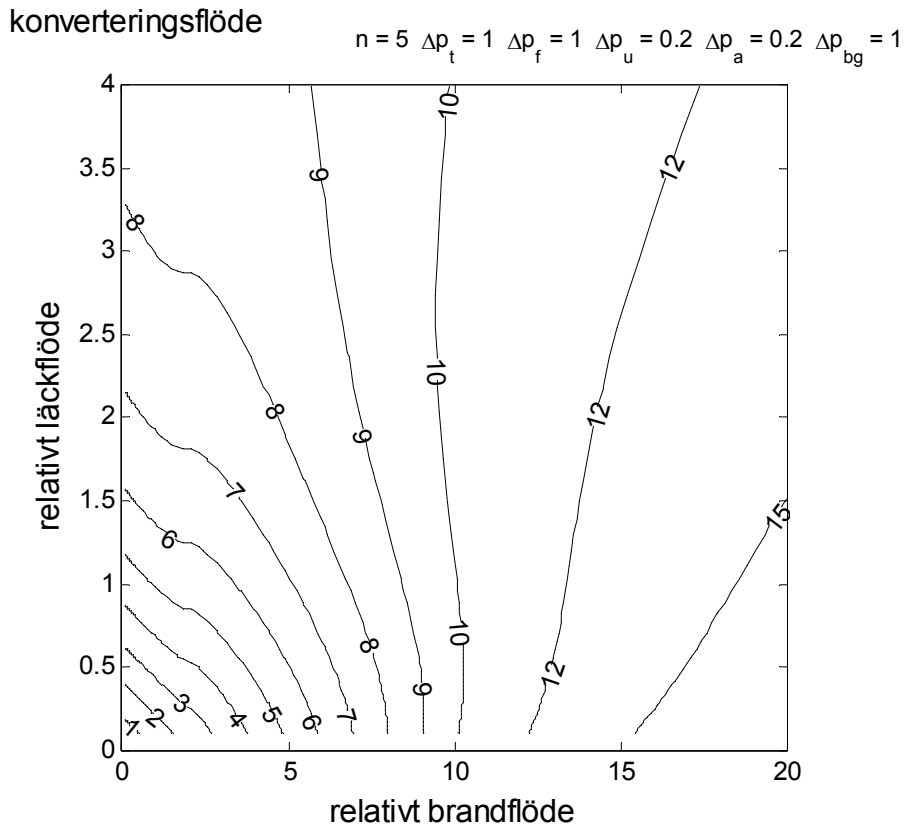
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än tio flödesenheter.



Figur 5.22 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 2.



Figur 5.23 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 2.



Figur 5.24 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 2.

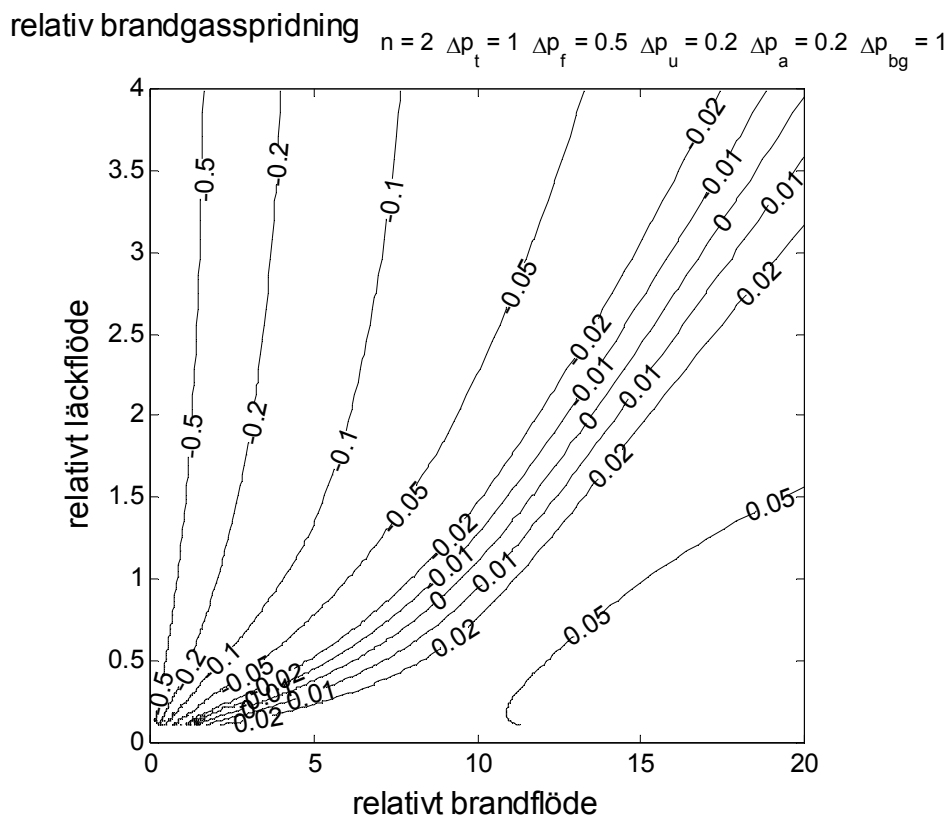
Fall 3 - två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 1

Obalanserat fall med halverat frånluftstryckfall och två lokaler och $\Delta p_t = 1$, $\Delta p_f = 0.5$, $\Delta p_u = 0.2$ och $\Delta p_a = 0.2$, redovisas i Figur 5.25-27. Några kommentarer är följande.

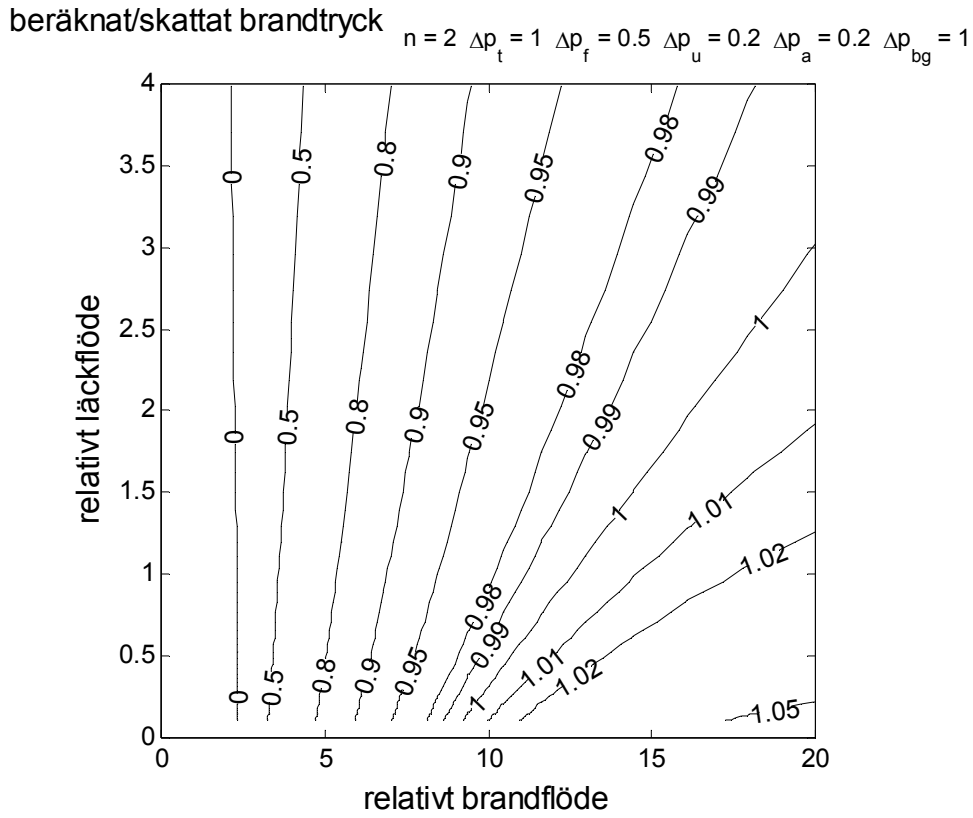
Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.25 och för fler fall än för fall 1, som är balanserat med två lokaler.

Det skattade brandtrycket är något mindre än det beräknade brandtrycket för höga brandflöden och mindre läckage. Förklaringen är att utluftdel och avluftdel är dimensionerade för två lokaler och dess inverkan inte försumbara. Detta gäller även konverteringsfläktens inverkan.

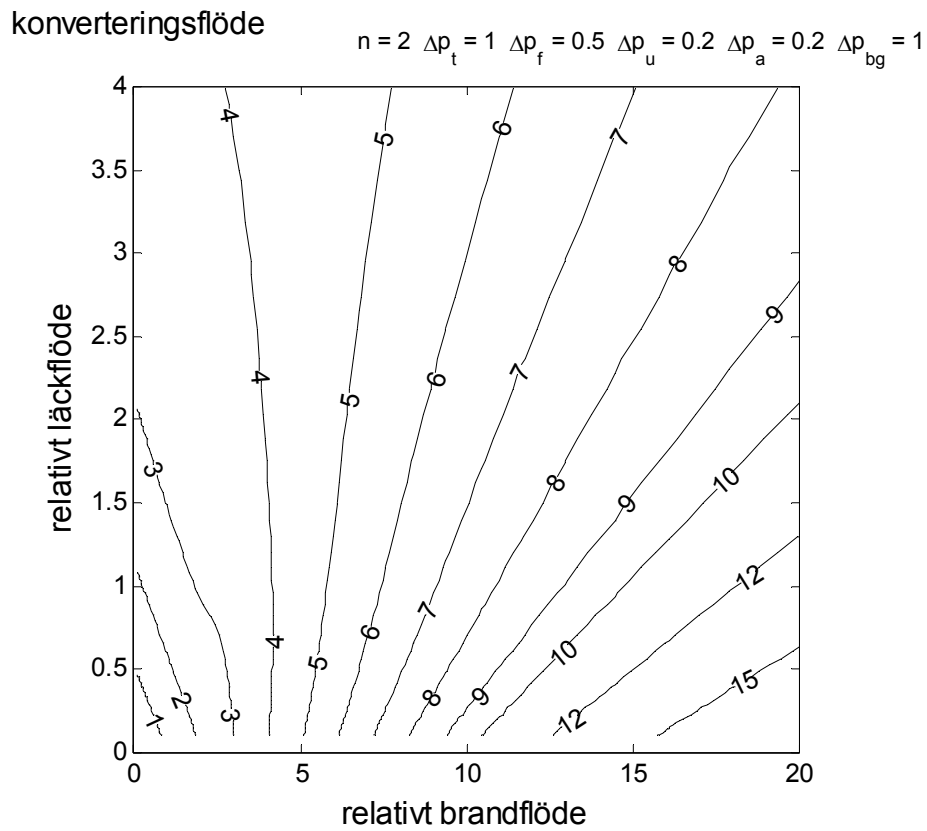
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än fyra flödesenheter.



Figur 5.25 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 3.



Figur 5.26 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 3.



Figur 5.27 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 3.

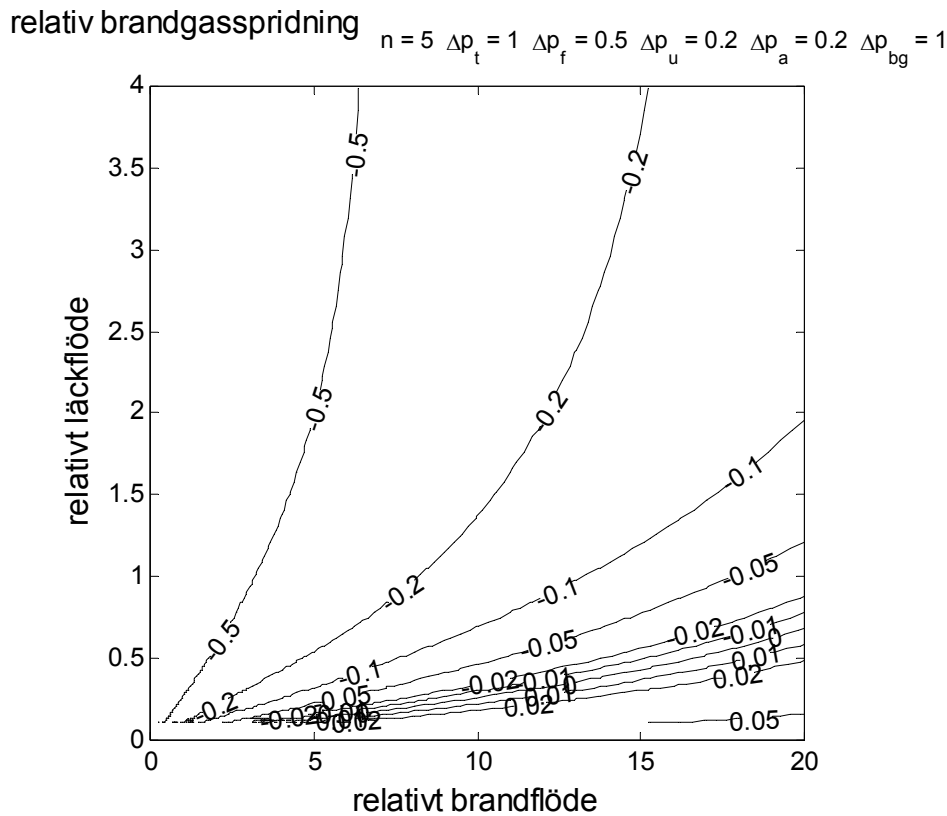
Fall 4 - fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 1

Obalanserat fall med halverat frånluftstryckfall och fem lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=0.5$, $\Delta p_u=0.2$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.28-30. Några kommentarer är följande.

Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.28. Fall 2 med samma antal lokaler och balans hade ingen brandgasspridning. Fall 3 med två lokaler har betydligt mer brandgasspridning.

Det beräknade brandtrycket är mindre än det skattade brandtrycket.

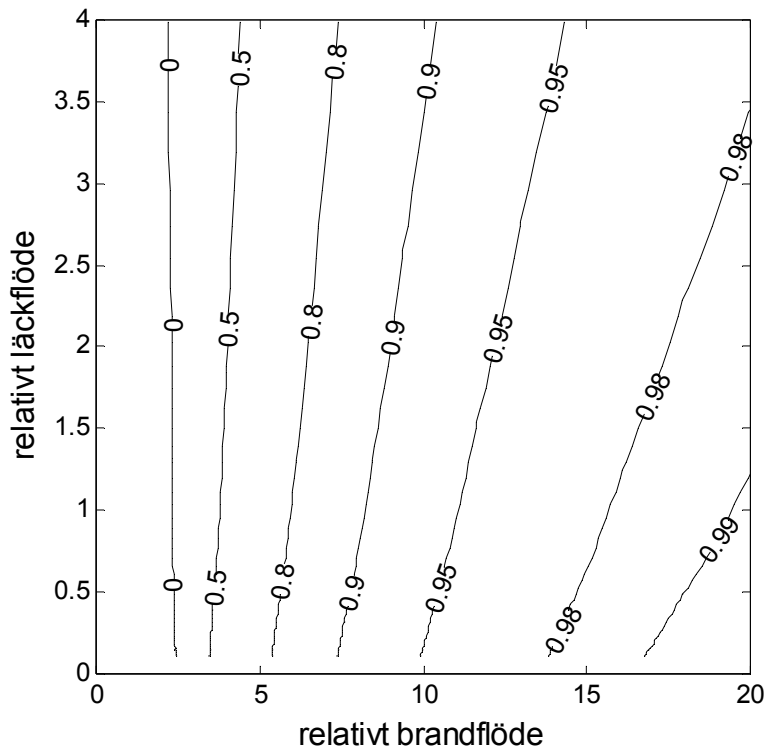
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än tolv flödesenheter.



Figur 5.28 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 4.

beräknat/skattat brandtryck

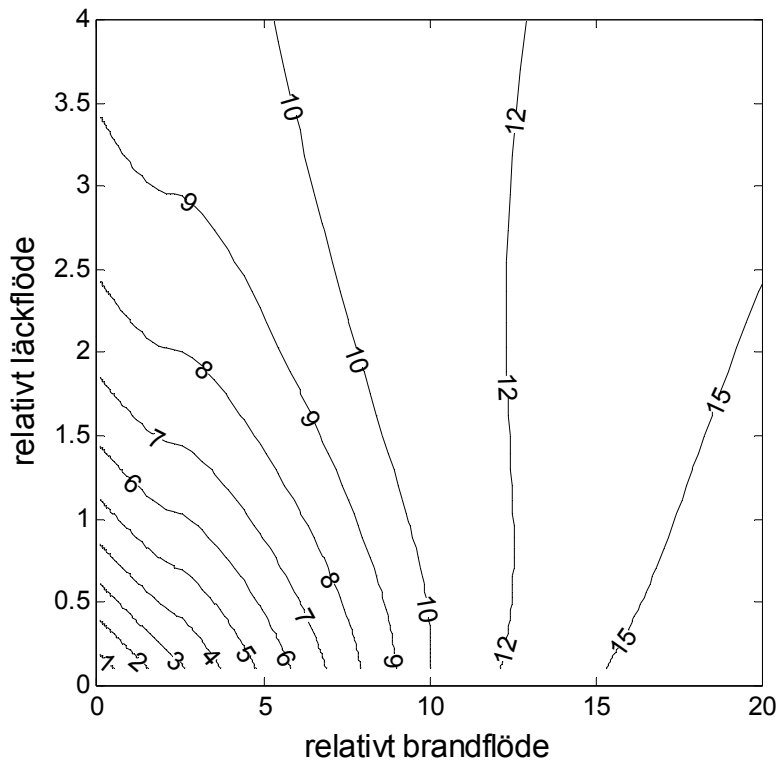
$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.2 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.29 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 4.

konverteringsflöde

$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.2 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.30 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 4.

Fall 5 - två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 2

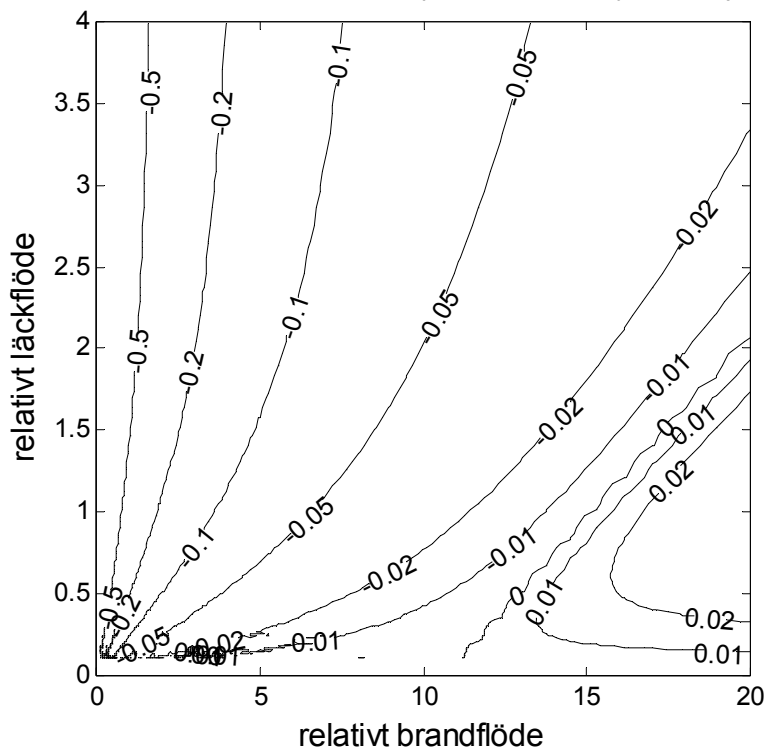
Balanserat fall med halverat frånluftstryckfall och halverat avluftstryckfall och två lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=0.5$, $\Delta p_u=0.2$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.31-33 Några kommentarer är följande.

Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.31 och i något mindre omfattning än för fall 1 i Figur 5.19, som också är balanserat. En förklaring är att frånluft/avlufsidans halverade tryckfall underlättar utströmning och minskar därigenom brandgasspridningen.

Brandtrycket är måttligt utom för fallen med brandgasspridning. Det beräknade och skattade brandflöde sammanfaller med gränsen för brandgasspridning och enligt Figur 5.44 kan brandtrycket avläsas till 20 relativt tilluftstryckfallet. Brandflödet för gränsfallet och utan läckage kan skattas som utflödet via tilluftdel till $(20/1)^{0.5} \approx 4.5$ och utflödet via frånluftdel till $(20/0.5)^{0.5} \approx 6.3$, vilket sammantaget blir 10.8 flödesenheter. Det går också att för gränsfallet addera läckaget för det relativa läckflödet 2, vilket gäller för ett läcktryckfall lika med ett tilluftstryckfall. Läckflödet skattas därför som $2(20/1)^{0.5} = (80)^{0.5} \approx 8.9$ och brandflödet blir totalt lika med 19.7, vilket stämmer väl med gränsfallskurvan i Figur 5.31.

Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än fyra flödesenheter.

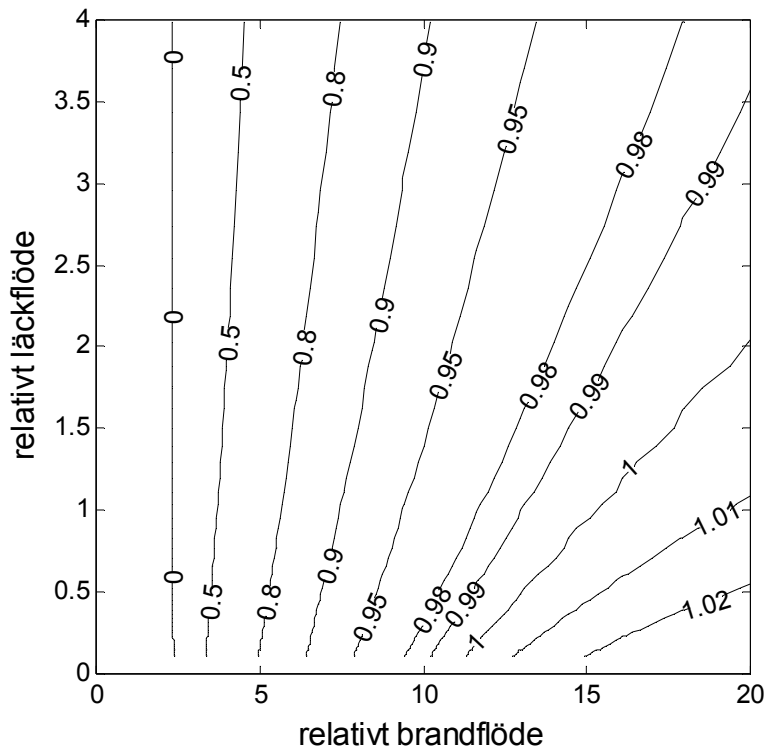
relativ brandgasspridning $n = 2$ $\Delta p_t = 1$ $\Delta p_f = 0.5$ $\Delta p_u = 0.2$ $\Delta p_a = 0.1$ $\Delta p_{bg} = 1$



Figur 5.31 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 5.

beräknat/skattat brandtryck

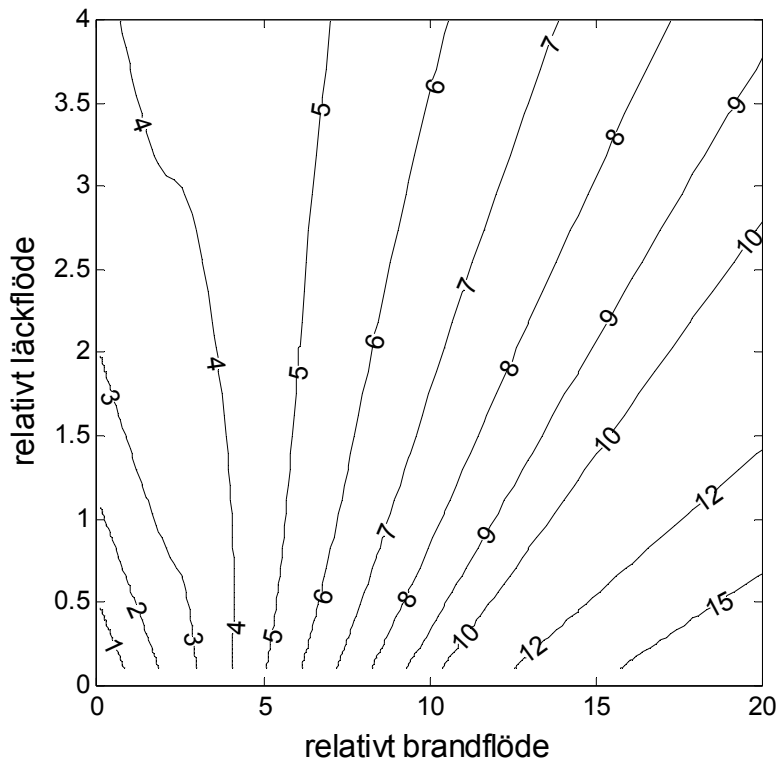
$$n = 2 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.1 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.32 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 5.

konverteringsflöde

$$n = 2 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.1 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.33 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 5.

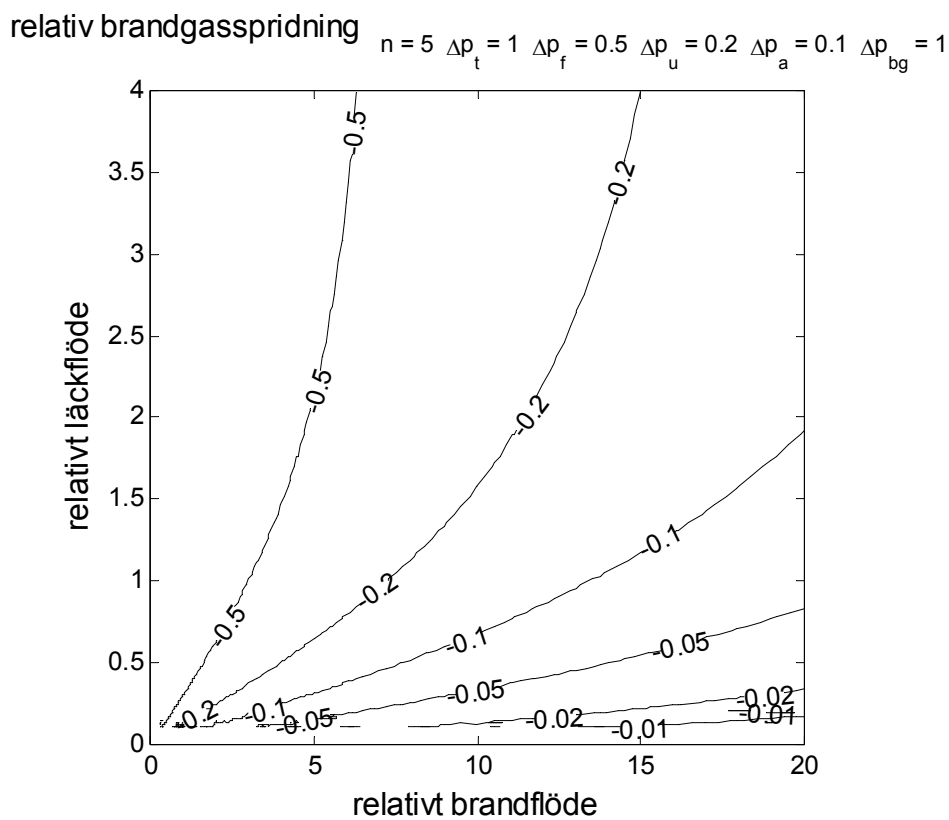
Fall 6 - fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 2

Balanserat fall med halverat frånluftstryckfall och halverat avluftstryckfall och fem lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=0.5$, $\Delta p_u=0.2$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.34-36. Några kommentarer är följande.

Ingen brandgasspridning inträffar enligt Figur 5.34.

Det beräknade brandtrycket är mindre än det skattade brandtrycket.

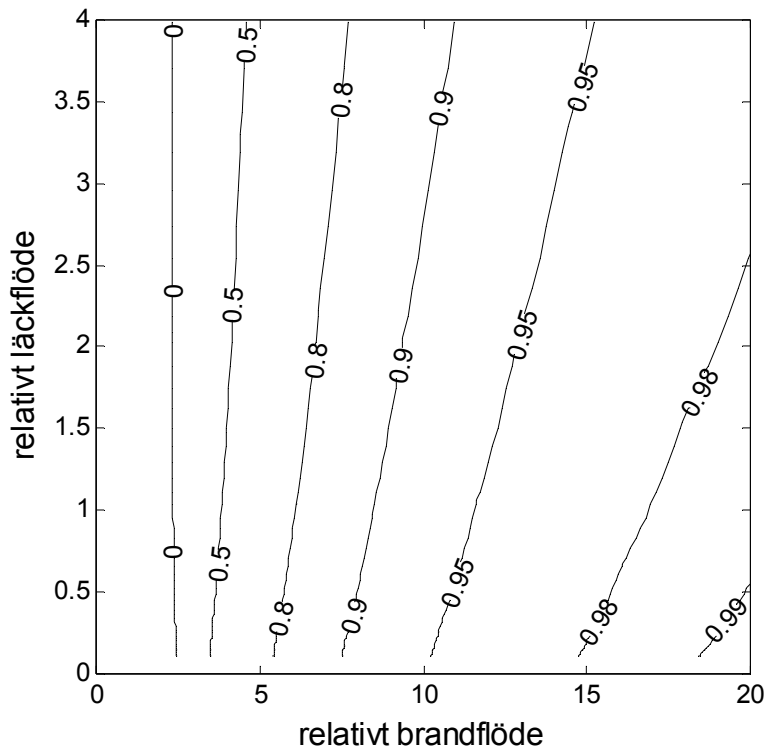
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än tolv flödesenheter.



Figur 5.34 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 6.

beräknat/skattat brandtryck

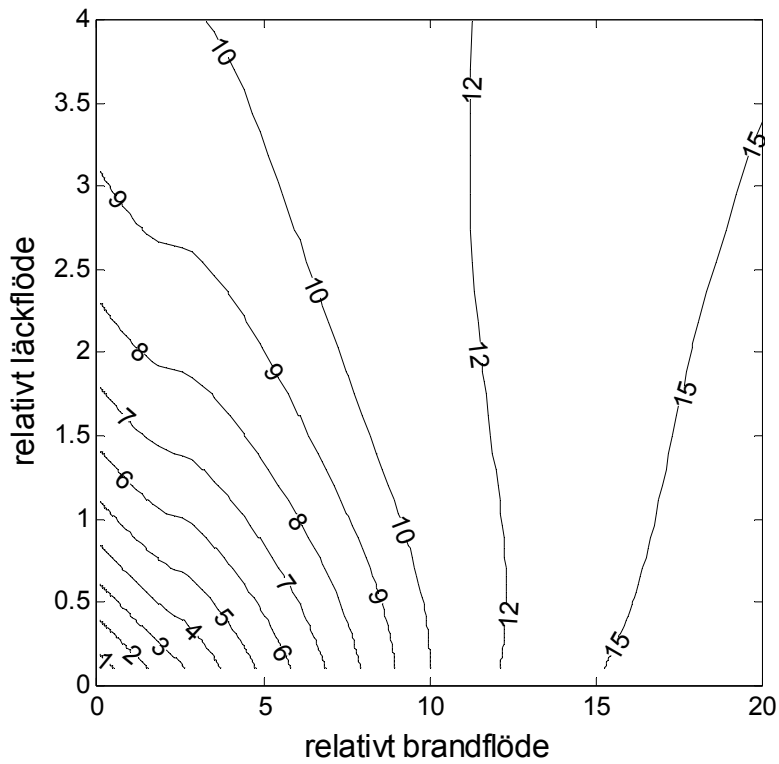
$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.1 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.35 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 6.

konverteringsflöde

$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.2 \quad \Delta p_a = 0.1 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.36 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 6.

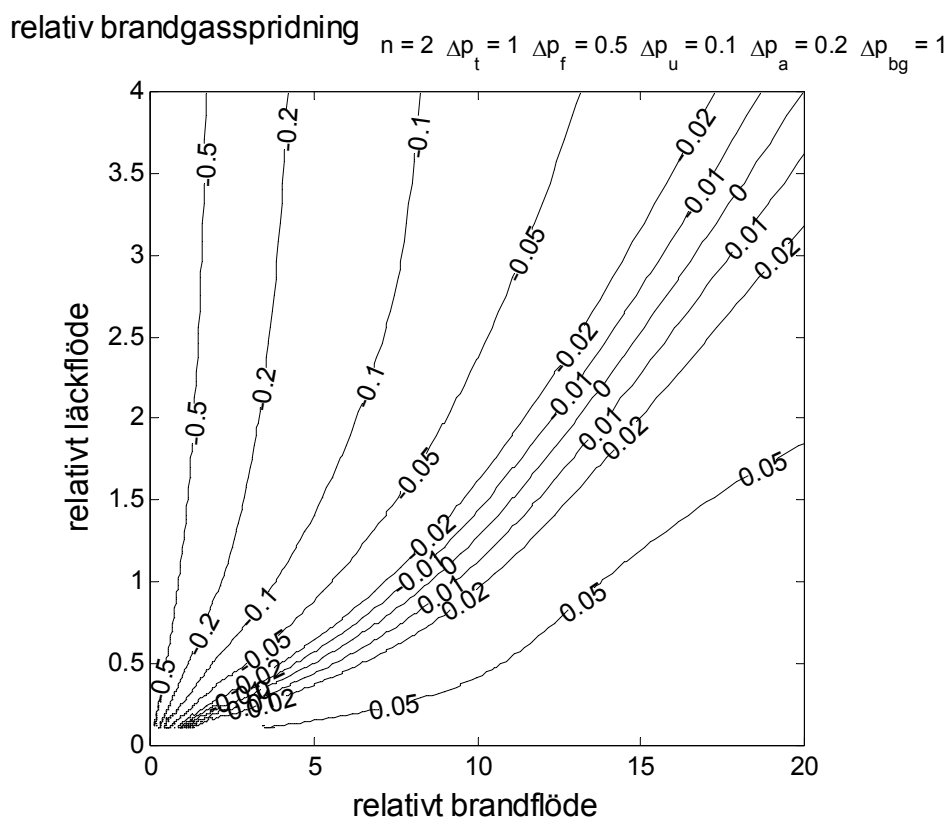
Fall 7 - två lokaler med tryckfallskvoter 2 och 0.5

Dubbel obalans med halverat frånluftstryckfall och halverat uteluftstryckfall och två lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=0.5$, $\Delta p_u=0.1$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.37-39 Några kommentarer är följande.

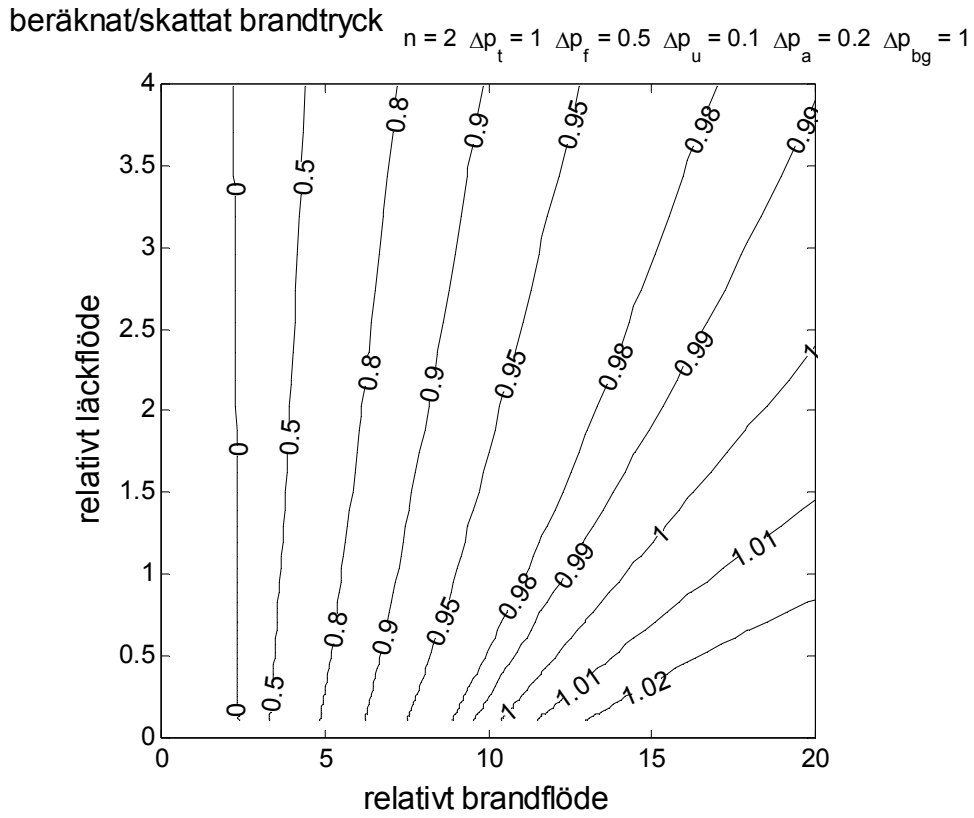
Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.37 och på ett snarlikt sätt som för fall 3 i Figur 5.25.

Det beräknade brandtrycket är mindre än det skattade brandtrycket utom för höga brandflöde och mindre läckage.

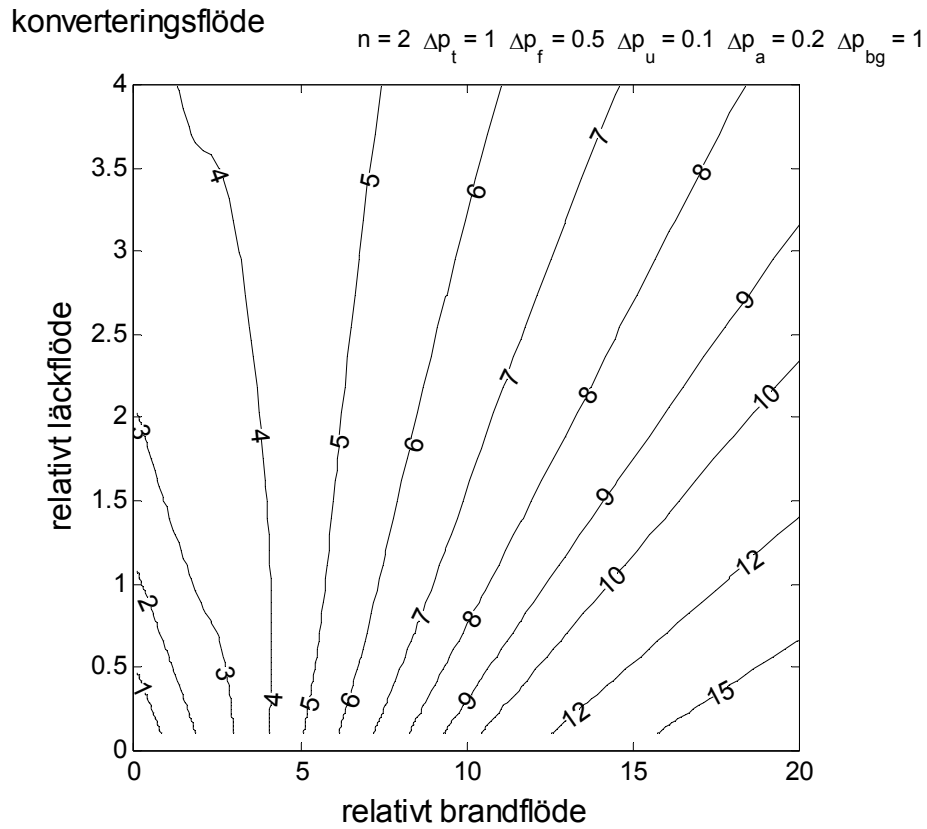
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än fem flödesenheter.



Figur 5.37 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 7.



Figur 5.38 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 7.



Figur 5.39 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 7.

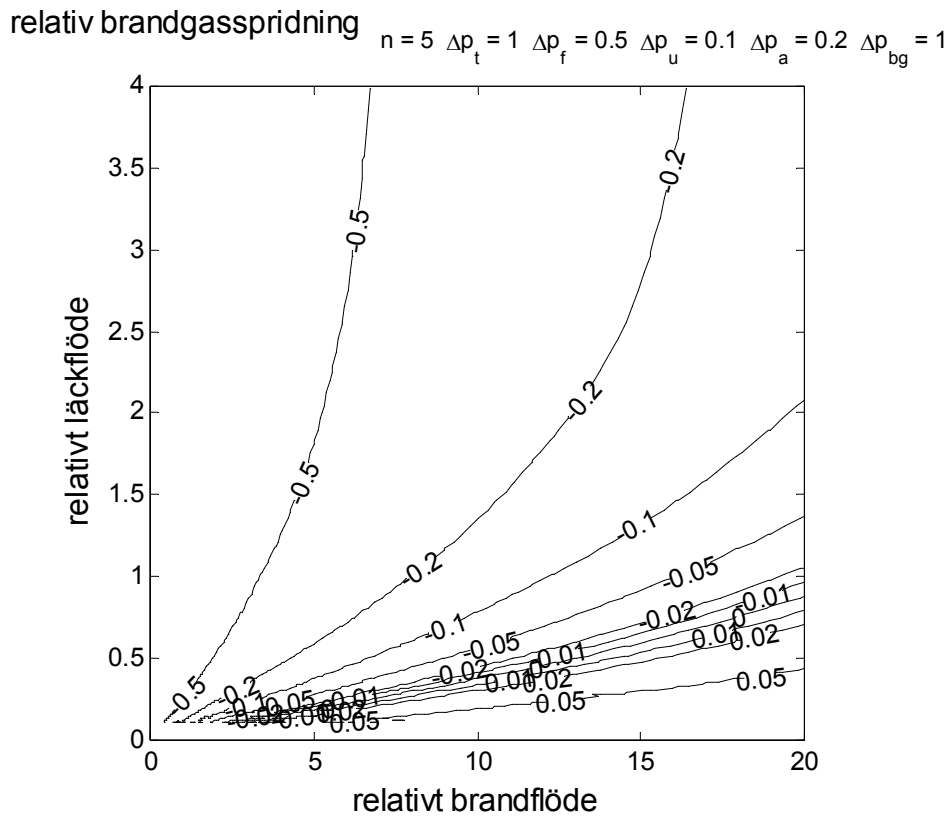
Fall 8 - fem lokaler med tryckfallskvoter 2 och 0.5

Obalanserat fall med halverat frånluftstryckfall och halverat uteluftstryckfall och två lokaler och $\Delta p_t=1$, $\Delta p_f=0.5$, $\Delta p_u=0.1$ och $\Delta p_a=0.2$, redovisas i Figur 5.40-42 Några kommentarer är följande.

Brandgasspridning sker för höga brandflöden och mindre läckage enligt Figur 5.40 och den är snarlik den för fall 4 med enkel obalans i Figur 5.28.

Brandtrycket är måttligt utom för fallen med brandgasspridning.

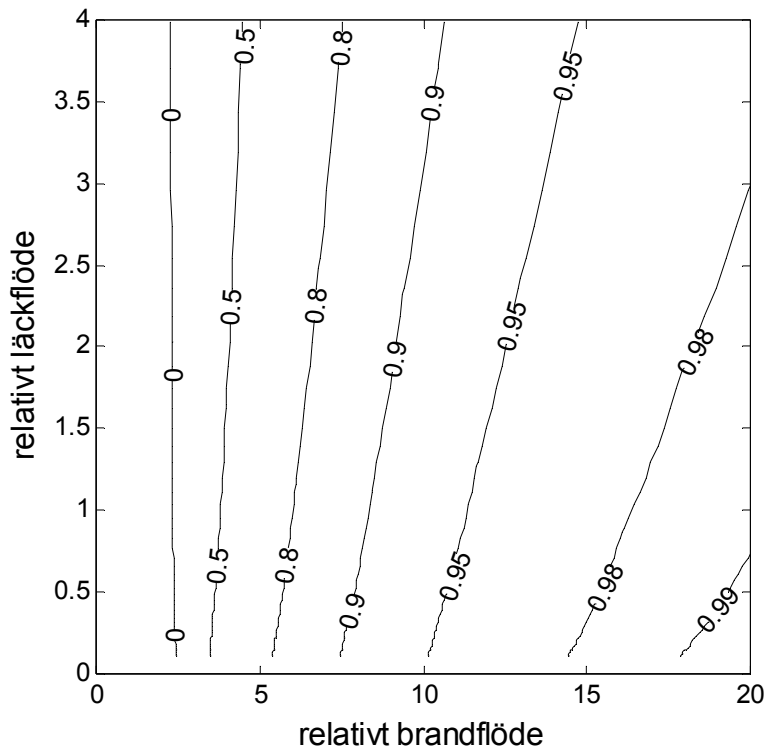
Konverteringsflödet sammanfaller med brandflödet för fall med obetydligt läckage (nära x-axeln) och är mindre än brandflödet, när detta är större än tolv flödesenheter.



Figur 5.40 Brandgasspridningsflöde relativt brandflöde för fall 8.

beräknat/skattat brandtryck

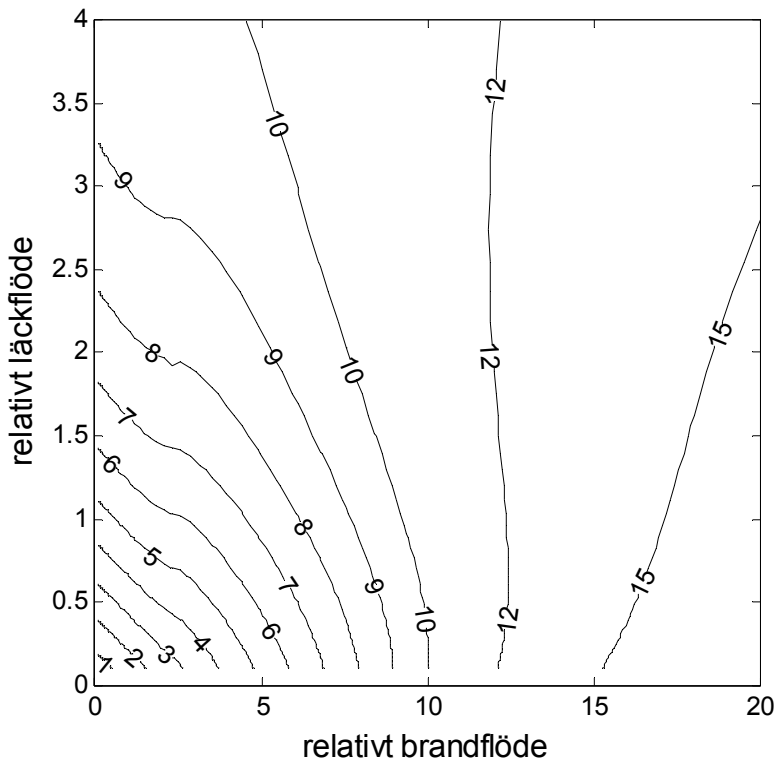
$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.1 \quad \Delta p_a = 0.2 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



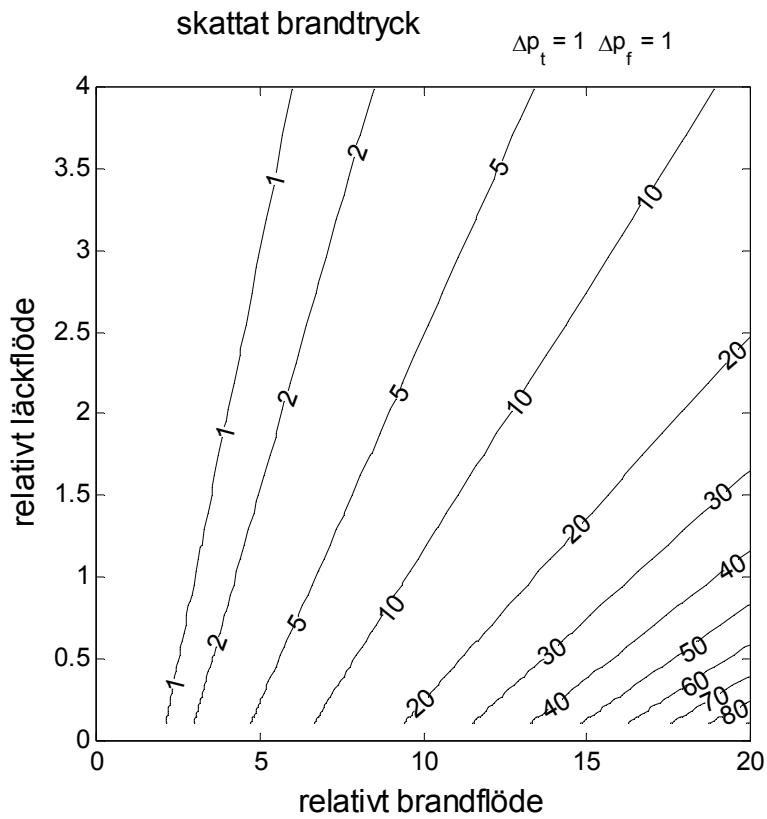
Figur 5.41 Beräknat brandtryck relativt skattat brandtryck för fall 8.

konverteringsflöde

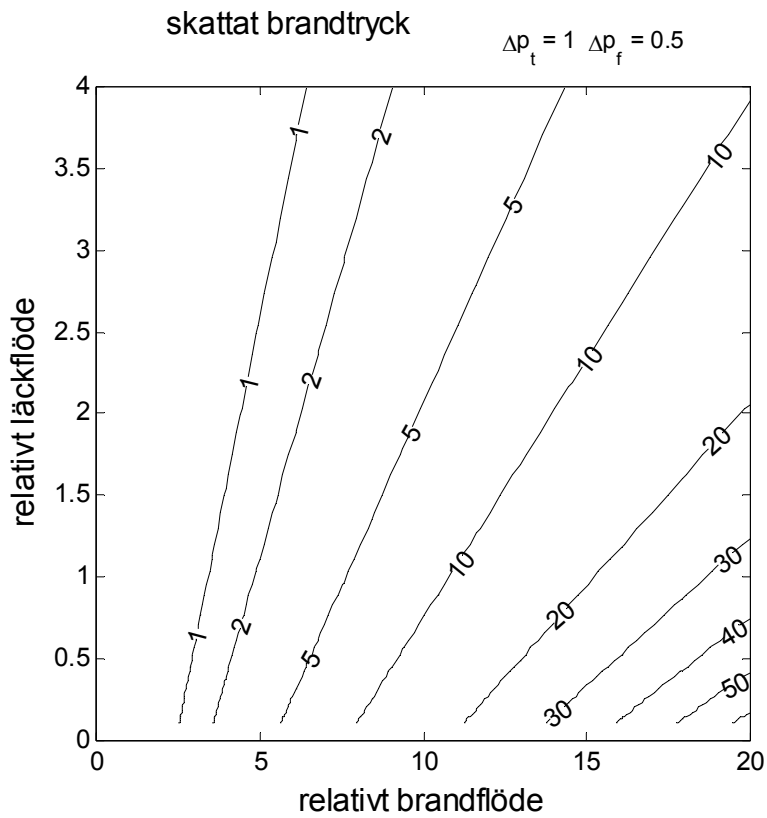
$$n = 5 \quad \Delta p_t = 1 \quad \Delta p_f = 0.5 \quad \Delta p_u = 0.1 \quad \Delta p_a = 0.2 \quad \Delta p_{bg} = 1$$



Figur 5.42 Konverteringsflöde relativt ventilationsflöde för fall 8.



Figur 5.43 Skattat brandtryck för $\Delta p_t=1$ och $\Delta p_f=1.0$.



Figur 5.44 Skattat brandtryck för $\Delta p_t=1$ och $\Delta p_f=0.5$.

6 Sammanfattning och slutsatser

Begränsningar

Hela analysen har skett temperaturlöst eller med en och samma temperatur utan hänsyn till någon brandtemperatur eller utetemperatur.

Hela analysen har skett med ett förenklat ventilationssystem med en fördelningslåda till alla anslutna lokaler i T-systemet och med en samlingslåda till alla anslutna lokaler i F-systemet.

Hela analysen kan trots sin förenkling och begränsning användas som ett riktmärke för hur stor brandgasspridning som kan ske. Det kan för ett mera praktiskt fall med inverkan av termik, vind och kanalsystems utformning innebära att brandgasspridningen både kan bli mindre eller också större.

Slutsatser för fall utan läckage

Ingen tvärströmning sker för ett symmetriskt fall, men minsta asymmetri medför tvärströmning.

Tvärströmningen kan skattas förenklat med god noggrannhet med uppgifter på tryckfall för uteluftsdel, tilluftsdel, frånluftsdel och avluftsdel enligt (2.9)

Den relativa brandgaspridningen genom tvärströmning kan för mindre obalans skattas som en åttandedel av skillnaden mellan tryckfallskvoterna för tilluft/frånluft och uteluft/avluft enligt (2.10). Om skillnaden mellan tryckfallskvoterna är mindre än 0.2 är den relativa brandgaspridningen mindre än 0.025. Notera att denna spridning skall delas upp mellan övriga lokaler.

Slutsatser för utluftning

Brandgasspridning till övriga lokaler sker alltid genom fördelning av brandflödet om ingen hänsyn tas till termiska tryckskillnader och vindpåverkan.

Brandgasspridning till övriga lokaler ökar med ökande läckage

Brandgasspridning till övriga lokaler ökar med ökande asymmetri lika med olika tryckfallskvoter.

Den lägsta relativa brandgasspridningen kan för ett symmetriskt fall beräknas enligt (4.1) som funktion av det relativa läcktryckfallet (läcktryckfall vid nominellt flöde i förhållande till tilluftstryckfallet).

Slutsatser för konvertering

Risken för brandgasspridningen genom tvärströmning vid konvertering minskar med ökande antal anslutna lokaler. En given brand påverkar ett ventilationssystem med få lokaler mer än ett ventilations-system med flera lokaler under förutsättning att alla lokaler har samma flöden. Ett annat sätt att uttrycka detta är att risken för brandgasspridningen genom tvärströmning ökar ju större en lokals flödesandel är av ventilationssystemets totalflöde.

Risken för brandgasspridningen genom tvärströmning vid konvertering minskar med ökande läckage. Helt täta lokaler leder alltid till tvärströmning vid konvertering av FT-system till F-system. Ett F-system bygger på ett inflöde utifrån via uteluftsdon och läckage och utan uteluftsdon och läckage fungerar inte ett F-system. Det enda flöde som passerar konverteringsfläkten för ett fall med helt täta lokaler är brandflödet.

Byggnaden måste ha ett minsta läckage. Bostäder har något högre krav på täthet än lokaler 0.8 mot 1.6 l/sm² omslutande yta vid en tryckskillnad på 50 Pa, men betydligt lägre ventilationsflöden <0.5 l/sm² golvyta mot >1.5 l/sm² golvyta. Bostäder och lokaler har omkring samma förhållande mellan golvyta och omslutande yta. Byggnadernas bredd är likartade. Detta innebär att lokaler är det svårare konverteringsfallet med mindre läckflöde i förhållande till ventilationsflöde vid samma tryckskillnad.

Notera att vid konvertering har den yttre tätheten stor betydelse, medan den inre täthet ingen eller liten betydelse.

I första hand utforma kanalsystem med fördelningslåda och samlingslåda. I andra hand utforma kanalsystem med lämpliga dimensioner som får kanalsystemen att motsvara fördelningslåda respektive samlingslåda. Kanalsystem behöver inte vara lika ur tryckfalls-synpunkt eller symmetriska, om undertrycket vid konvertering är lika i T- och F-system.

En fläkt används lämpligen vid konvertering och den måste regleras. Det räcker inte bara med att klara av fallet utan något brandflöde. Byggnadens läckage kan vara betydligt mindre än det dimensionerande brandflödet och därför krävs någon form av reglering. Byggnadens läckage kan också påverkas betydligt av öppning av fönster och yttre och även inre dörrar.

Undertrycket i kanalsystemet bör regleras i en eller flera punkter nära lokalerna t ex i fördelningslådan eller samlingslådan. Skillnaden i undertryck mellan tilluftskanalsystem och frånluftskanalsystem skall vara liten för att förhindra tvärströmning.

Den befintliga frånluftsfläkten kan användas om den regleras. Den kan dock vara för stor och därför olämplig att regleras ner. Det finns en undre gräns för lägsta tillåtna varvtal.

Det egentliga målet för tryckregleringen vid konvertering är att hålla ett undertryck i övriga lokaler inte lägre än att dörrar och fönster kan öppnas, vilket är omkring 80 Pa för en dörr med arean 2 m². Undertrycket skapar ett inläckage som skall motverka tvärströmning. En byggnad kan ha många lokaler och öppning av fönster och yttre och inre dörrar påverkar en lokals undertryck betydligt. Reglering av undertrycket före konverteringsfläkten är den enklaste och mest robusta lösningen. Mätning av undertryck ute i själva kanalsystemet blir osäkrare ju längre ut i kanalsystemet som mätpunkten eller mätpunkterna finns.