LUND UNIVERSITY

Uppdatering av PFS 2008

Jensen, Lars

2008

Link to publication

Citation for published version (APA):
Jensen, L. (2008). *Uppdatering av PFS 2008*. (TVIT; Vol. TVIT-7031). 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

Download date: 19. Dec. 2025

Uppdatering av PFS 2008

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2008
Rapport TVIT--08/7031

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 rökspridning 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.

Uppdatering av PFS 2008

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2008

ISRN LUTVDG/TVIT--08/7031--SE(60)

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Innehållsförteckning

1 Inledning 5

2 Tvåstegsberäkning 7
Utökad **State**-funktion 7
Ändrat felmeddelande för omöjlig funktion 7
Uppdelad övergång 8
Tryckstyrd stegövergång 11
Hjälpargument **fix** och **fpv** 12

3 Kontroller, utökningar och utskrifter 13
Syntax för PFS 13
Kontroll av fläktkurva 13
Kontroll vid beräkning med temperatur 16
Reserverade parametrar 16
Programfunktion **medium** 16
Styrvariabel **system** 17
Styrvariabel **obserr** 17
Styrvariabel **denz** 17
Ändrat nivåskillnadselement **z** 17
Programfunktion **supply** 18
Temperaturberäkning 18
Fritt format för beräkningssatser 18
Fritt format för **format** 19
Hastighetsutskrift för **t**-element 19
Programfunktion **date**, **time** och **version** 19
Programfunktion **property** 19
Tabellfunktion **pergram** 20
Utökat tabellfunktion **result** 20
Överföring av tabeller till en textfil med **export** 20

4 Axialfläkt 23
Beräkningsmodell för en axialfläkt 23
Beskrivning av en axialfläkt 23
Undersökning av olika modellfall 24
Uppsummering 32

5 Bedömning av beräkningsbarhet 33
Ritytans storlek 33
Ett godtyckligt falls storlek 33
Största storlek F-system 34
Största storlek FT-system 35
Storleksbegränsning vid brandsimulering 35
Största storlek trycksättning 35
Största storlek sprinklersystem 36

6 Att lyckas med PFS 37
Arbetsmetodik 37
Rimlighetskontroll 38
Sortval och sortförväxling 39
Decimalpunkt 39
Element med olika antal argument 39
Teckenkonvention 39
Startflöden 40
Icke monotona fläkt- eller pumpkurvor 40
Beräkning av gränsfall för brandgasspridning 41
Temperaturberäkning 41
Omöjliga problem 42
Beräkning med grenstycken 43
Konvergensproblem 43

7 Sammanställning av felutskrifter 45

A 46
B 46
C 48
D 49
E 50

F 50
G 50
H -
I 50
J 52

K -
L 52
M 52
N 54
O 56

P 56
Q -
R 57
S 57
T 57

U 59
V 59
X 60
Y -
Z -

1 Inledning

Denna arbetsrapport var ursprungligen planerad att beskriva alla felutskrifter för PFS (fler än två hundra) och förtydliga dessa. Detta görs sist i avsnitt 7. Beräkningsdelen för PFS har utökats med ett flertal kontroller med felutskrifter, textelementfunktioner och utskriftsmöjligheter och jämfört med tre tidigare arbetsrapporter:

PFS Reference Manual	TABK--98/7044
PFS program extension	TABK--03/7066
Installationstekniska beräkningar med PFS	TVIT--07/7009

Tvåstegsberäkningar behandlas särskilt i avsnitt 2. Tvåstegsberäkningar har förbättrats genom att utöka **State**-funktionen med att kunna visa resultat från både steg ett och två samtidigt för vissa element. En felutskrift om omöjlig funktion som hör samman med steg ett, men tidigare först skrevs ut under steg två, har ändrats till utskrift under steg ett. Tvåstegsberäkningar innebär en direkt övergång från ett beräkningsfall till ett annat beräkningsfall. Skillnaden kan vara stor och problemet numeriskt svårt. En metod för att dela upp ändringen över ett flertal beräkningsiterationer har införts, vilket kan medföra att tidigare olösta problem nu kan bli lösta.

Nya och ändrade kontroller, textelement, programfunktioner och utskrifter redovisas i avsnitt 3. Syntaxen eller ordningsföljden för olika PFS-funktioner har skärpts något.

Axialfläktar med ställbar skovelvinkel kan definieras och beräknas som radialfläktar. Detta görs i avsnitt 4.

Bedömning om ett problem är för stort för PFS görs i avsitt 5 med tillämpning på både för ett godtyckligt fall som för ventilationssystem, sprinklersystem och trycksättning.

Att några tips om hur man lyckas med en PFS-beräkning tas upp i avsnitt 6.

Alla felutskrifter för PFS sammanställs sist i avsnitt 7 i alfabetisk ordning.

2 Tvåstegsberäkning

Tvåstegsberäkning är ett sätt att genomföra två beräkningar i en enda beräkning. Den första beräkningen avser normal drift och kan omfatta dimensionering och injustering till önskade värden. Den andra beräkningen avser en störningsberäkning av det framräknade flödessystemet i den första beräkningen.

Utan tvåstegsberäkning måste det framräknade resultatet i den första beräkningen editeras in i en ny beskrivning och därefter kan den andra beräkningen genomföras. Om en mindre ändring görs av utgångsfallet med normal drift kan alla injusteringar ändras och de måste editeras in på nytt. Tvåstegsberäknigen är ytterst arbetsbesparande. En annan fördel är att det sker ingen avrundning när beräkningsresultat från steg 1 skall överföras till steg 2, vilket sker vid manuell editering.

Utökad **State**-funktion

State-funktionen har utökats för tvåstegsberäkning med **trix** att även visa vissa resultat från det första beräkningssteget tillsammans med resultat från det andra beräkningssteget. Det gäller alla element som ändras mellan steg ett och steg två. Alla textelementanslutningsfall godtas, men för horisontella element krävs anslutning till elementtextens första bokstav.

Resultatet från steg två aktiveras som tidigare med själva anslutningspunkten för elementet. Resultatet från steg ett för horisontella element aktiveras intill själva anslutningspunkten på en horisontell ledningsdragning i första hand direkt intill vänster annars till höger och för vertikala element på en vertikal ledningsdragning i första hand direkt över annars under. Om det inte finns rak grafisk ledningsdragning intill ett element fås ingen utskrift för steg ett. En rak grafisk ledningsdragning kan endast aktiveras för en utskrift för steg ett. Uteblivna utskrifter för steg ett påpekas med en observation.

Ändrat felmeddelande för omöjlig funktion

Tvåstegsberäkningar med **trix** kan resultera i att de injusteringar som skall göras är orimliga, eftersom det krävs en tryckhöjning i strömningsriktningen. Den tilltänkta strypningen skall egentligen ersättas med en fläkt eller en pump. Dessa felaktigheter märktes först tidigare under beräkning av steg två, trots att de egentligen hörde till steg ett. Detta har rättats till och felen kommer fram redan under steg ett. Detta gäller för elementen på formen **l?flöde**, **t?flöde**, **k?flöde** och **g?flöde,exponent**.

Uppdelad övergång

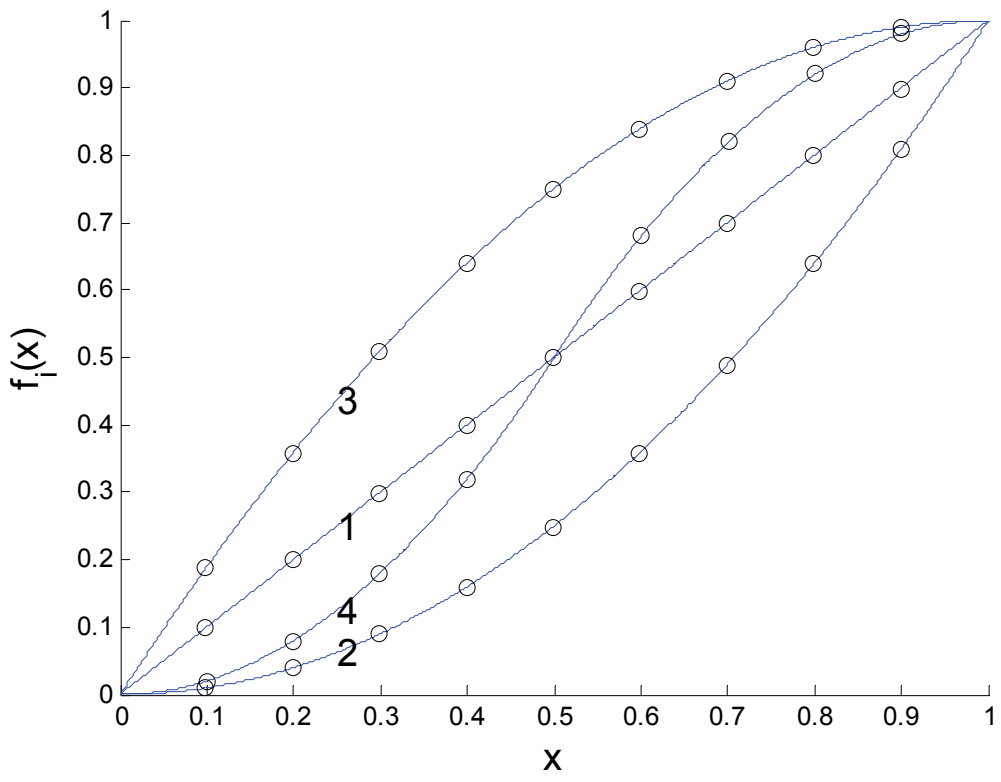
Tvåstegsberäkningar innebär att övergången sker momentant från ett normalt beräkningsfall till ett störfall. Detta kan vara numeriskt knepigt och resultatet kan utebli. Ett sätt att minska den numeriska påfrestningen är att dela upp ändringen från normalfall till störfall i mindre steg och eventuellt med en variabel i taget. Uppdelningen görs efter antalet iterationer och med en ny funktion som deklareras med raden:

function trix arg_1 arg_2 arg_3 arg_4

där

arg_1	ordningsnummer till element vars övergång skall påverkas
arg_2	start iteration för ändring
arg_3	slut iteration för ändring
arg_4	ändringsfunktion 1-4 enligt Figur 2.1

Det finns fyra övergångsfunktioner nämligen linjär, kvadratiskt ökande, kvadratiskt avtagande och både kvadratiskt ökande och avtagande. De fyra funktionerna anger andelen för ändringen och redovisas i Figur 2.1. Notera att även om kurvfunktionerna är jämna i Figur 2.1 nedan blir ändringarna ändå stora om antalet steg är litet, vilket har markerats för fallet med tio steg. Den största ändringen fås för funktionstyp 2, 3 och 4 i slutet, i början respektive i mitten. Den linjära ändringen, funktionstyp 1, har konstant hälften så stor ändring jämfört med övriga funktionstypers största ändring.



Figur 2.1 Övergångsfunktioner 1-4.

Vilket funktionstyp som ger bäst resultat går inte att ange. Det bästa kan vara att göra ändringen under ett stort antal iterationer. Antalet iterationer är dock begränsat till 100.

Elementnumret kan beräknas genom att numrering sker uppifrån och neråt och från vänster mot höger. Notera att T-grenstycken med tre delelement eller X-grenstycken med fyra delelement räknas inte. Notera att det finns endast en kontroll att elementnumret pekar ut ett befintligt element.

Elementnummer kan skrivas ut för alla textelement genom att ange table=128.

Exempel 1

Antag att en brand beskrivs med flödet 800 l/s och temperaturen 400 ºC och normalvärdena är 0 l/s respektive 20 ºC. Antag att flödet skall ändras avtagande kvadratiskt från iteration 0 till 10 och temperaturen linjärt från iteration 0 till 5. Följande PFS-kod krävs där själva brandgrenen antas vara överst till vänster. Notera att temperaturelementet skall alltid finnas ytterst.

```
begin                                                
```

Exempel 2

Som exempel 1 med linjära övergångar. Tryckändringselementet med brandtryck 1000 Pa definieras nu som **h,fpv,1000** för att anpassas till normalt tryck före branden. Flödeselementet blir **q,0,fpv**. De fyra blocken nedan visar indata, resultat för **trix**=1 med nollflöde och ingen beräknad temperatur, resultat för **trix**=2 med avbrott efter fem iterationer som visar sluttemperatur 400 ºC och halva tryckändringen 500 Pa och nederst slutresultat för **trix**=2.

```
begin
flow        l/s
control     trix=1     dencase=1   itmin=10   itmax=20
function    trix     1 0 5  1
function    trix     3 0 10 1

            T,20,400   q,0,fpv    h,fpv,1000  t,100,100:hqT    T,20,20:<
            ═══════════════════════════════════════════════════════════════
```

```
end

begin
flow        l/s
control     trix=1     dencase=1   itmin=10   itmax=20
function    trix     1 0 5  1
function    trix     3 0 10 1

            T,20,400   q,0,fpv    h,fpv,1000  t,100,100:hqT    T,20,20:<
            ═══════════════════════════════════════════════════════════════
                                       0.0 Pa      0.0 Pa
                                                 0.000 l/s
                                                unknown

end 1  1 system  5 elements  0 errors  0 observations  2007-05-28  09.33.01

begin
flow        l/s
control     trix=2     dencase=1   itmin=10   itmax=5
function    trix     1 0 5  1
function    trix     3 0 10 1

            T,20,400   q,0,fpv    h,fpv,1000  t,100,100:hqT    T,20,20:<
            ═══════════════════════════════════════════════════════════════
                                                -334.0 Pa
                                                276.97 l/s
                                                 400.0 C

end 1  1 system  5 elements  2 errors  0 observations  2007-05-28  09.33.24

begin
flow        l/s
control     trix=2     dencase=1   itmin=10   itmax=20
function    trix     1 0 5  1
function    trix     3 0 10 1

            T,20,400   q,0,fpv    h,fpv,1000  t,100,100:hqT    T,20,20:<
            ═══════════════════════════════════════════════════════════════
                                                 -1000 Pa
                                                479.26 l/s
                                                 400.0 C

end 1  1 system  5 elements  0 errors  0 observations  2007-05-28  09.33.55
```

Tryckstyrd stegövergång

Tvåstegsberäkning innebär beräkning av ett normalfall följt av ett störfall. Störfallet kan innebära att tryckskillnaden över ett element blir orimligt stor i förhållande till hållfastheten. Detta innebär att elementet egentligen skulle byta egenskap när den absoluta tryckskillnaden överskrider ett angivet värde. Formatet för deklarationsraden visas nedan.

function trix arg_1 arg_2 0 arg_4

där

arg_1	ordningsnummer till element vars övergång skall påverkas
arg_2	första iteration för möjlig ändring
arg_4	tryckskillnadsgräns

Övergången från normalfall till störfall bör ske med någon form av övergångsfunktion för att undvika att yviga iterationer överskrider tryckgränsen. Tillämpning utan någon övergång visas nedan med normalfall överst och två störfall med gränsen 2001 Pa respektive 1999 Pa nederst. Omslag sker för det nedre fallet, eftersom den drivande tryckskillnaden är 2000 Pa och gränsen är 1999 Pa. Omslag sker inte för det mellersta fallet med gränsen 2001 Pa.

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
control   trix=1     itmin=4
function trix 2   2   0    1999

          h,500,2000   o,2000,20,1:hq
                                 -500.0 Pa
                                  0.500 m3/s

end 1   1 system   2 elements   0 errors   0 observations   2007-05-28   14.25.23

begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
control   trix=2     itmin=4
function trix 2   2   0    2001

          h,500,2000   o,2000,20,1:hq
                                 -2000 Pa
                                  1.000 m3/s

end 1   1 system   2 elements   0 errors   0 observations   2007-05-28   14.26.08

begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
control   trix=2     itmin=4
function trix 2   2   0    1999

          h,500,2000   o,2000,20,1:hq
                                 -2000 Pa
                                10.000 m3/s

end 1   1 system   2 elements   0 errors   0 observations   2007-05-28   14.25.47
```

Hjälpargumenten **fix** och **fpv**

Textelementargumenten **fix** och **fpv** är fördefinierade parametrar lika med 10^{22} respektive 10^{23}. Parametern **fix** används för att ange om ett argument skall sättas lika med föregående i en tvåstegsberäkning. Parametern **fpv** används för att ange om ett argument är fritt i ett steg i en tvåstegsberäkning.

Både **fix** och **fpv** kan användas som argument för standardelementen **c**, **m**, **s**, **q**, **v**, **r** och **T** enligt Tabell 2.1 redovisat för **m**, för **h** enligt Tabell 2.2 och för fyra deklarerade element **diagram**, **fan**, **pump** and **valve** enligt Tabell 2.3 nedan. Notera **:** Tabell 2.1-3 står för dummy-elementet. Notera vidare att fall 7 med **h?q** i Tabell 2.2 är oberoende av **trix** och har alltid sökt tryckändring med ett givet flöde **q** och skall inte förväxlas med fall 4 **h,fpv,a2** där andra argumentet anger en given tryckändring i steg 2 och inte ett givet flöde.

Tabell 2.1

fall	textelement	steg 1	steg 2
1	**m,a1**	**m,a1**	**m,a1**
2	**m,a1,a2**	**m,a1**	**m,a2**
3	**m,a1,fpv**	**m,a1**	**:**
4	**m,fpv,a2**	**:**	**m,a2**
5	**m,fpv,fix**	**:**	**m,**(värde från steg 1)

Tabell 2.2

fall	textelement	steg 1	steg 2
1	**h,a1**	**h,a1**	**h,a1**
2	**h,a1,a2**	**h,h1**	**h,a2**
3	**h,a1,fpv**	**h,a1**	**h?**
4	**h,fpv,a2**	**h?**	**h,a2**
5	**h,fpv,fix**	**h?**	**h,**(värde från steg 1)
6	**h?**	**h?**	**h?**
7	**h?q**	**h?q**	**h?q**

Tabell 2.3

fall	textelement	steg 1	steg 2
1	**fan,a1**	**fan,a1**	**fan,a1**
2	**fan,a1,a2**	**fan,a1**	**fan,a2**
3	**fan?**	**fan?**	**fan?**
4	**fan?a2**	**fan?**	**fan,a2**
5	**fan?fix**	**fan?**	**fan,**(värde från steg 1)

3 Kontroller, utskrifter och utökningar

Kontroller, utskrifter och utökningar redovisas i detta avsnitt i samma följd.

Kontroll av syntax för PFS

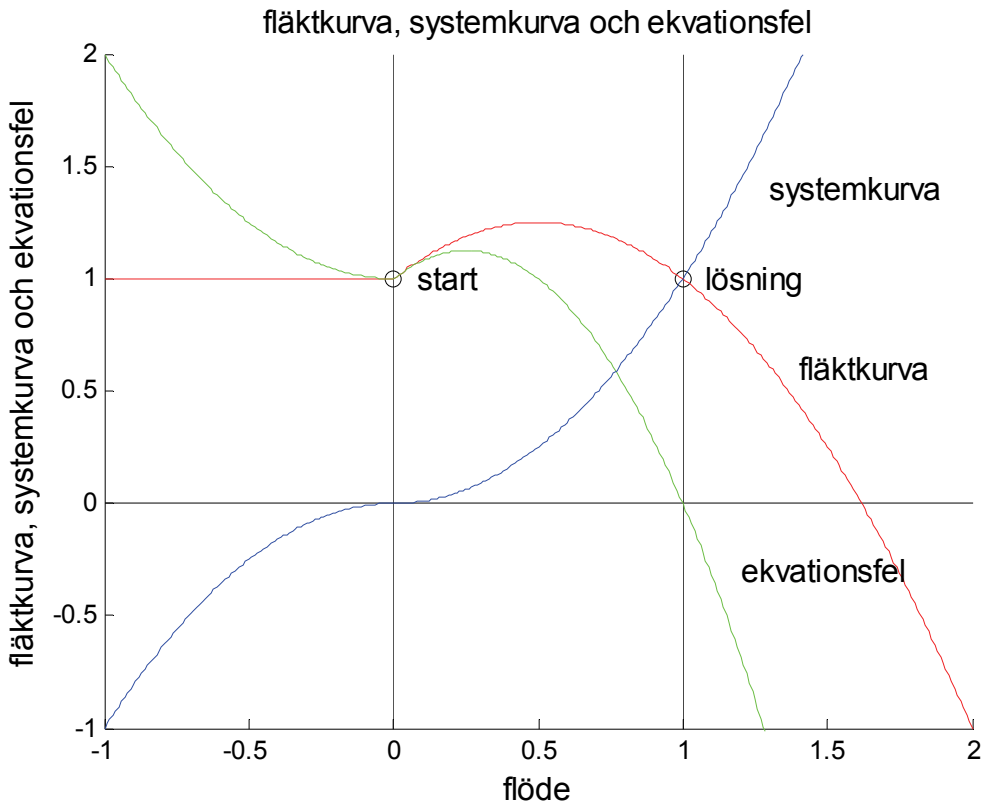
Det finns en enkel syntax för PFS som kontrolleras. Ordningsföljd eller nivå för mer än sextio funktioner redovisas nedan. Ordningsföljden inom varje nivå är godtycklig. Aktuell nivå och föregående nivå anges vid syntax-fel. Kommentarrader som inleds med **com**, kan anges godtyckligt. Godtycklig text kan inte anges utanför **begin-end**-block utan att det krävs ett inledande **com**.

nivå	PFS funktion
1	**break, decgram, export, geogram, lingram, loggram, norgram, pergram program, rank, recgram, rengram, result, status, step, table**
2	**begin**
3	**date, flow, format, effect, medium, pressure, print, property, time, version**
4	**control**
5	**calculate, compute, define, else, endif, if, iterate, parameter**
6	**asymmetric, cooler, design, diagram, diameter, fan, find, function, heater heatgain, heatloss, lossnp(q), losslength, lossfactor, losskvalue, lossFvalue polynom, pump, regression, segment, supply, valve**
7	**connection, set**
8	PFS-grafik
9	**end**

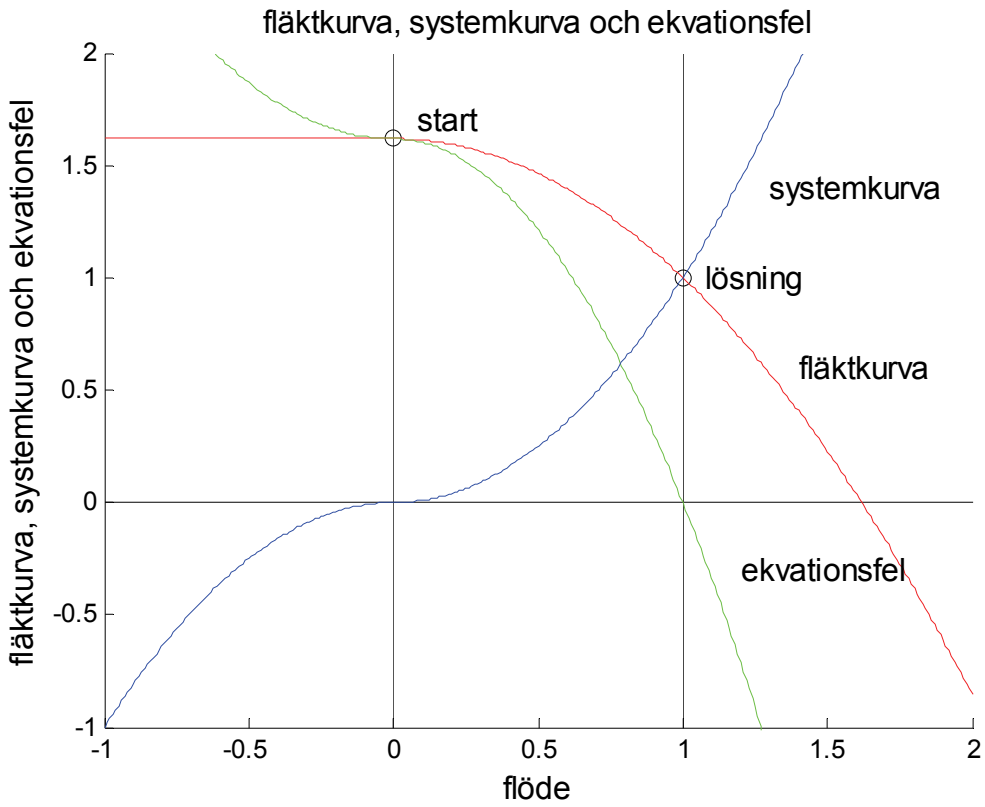
Kontroll av fläktkurva

Fläktkurvor för radialfläktar eller dess tryckstegring som funktion av flödet kan vara först ökande och därefter minskande med ökande flöde, vilket påpekas med fyra observationer. Det finns en risk att om beräkningarna startar med nollflöde i fläkten fås ingen lösning. Exempel på detta visas med ett principexempel i Figur 3.1. En lösning är välja ett lämpligt startflöde. En annan lösning är att definiera fläktkurvor med endast fallande karakteristik och ett exempel visas i Figur 3.2.

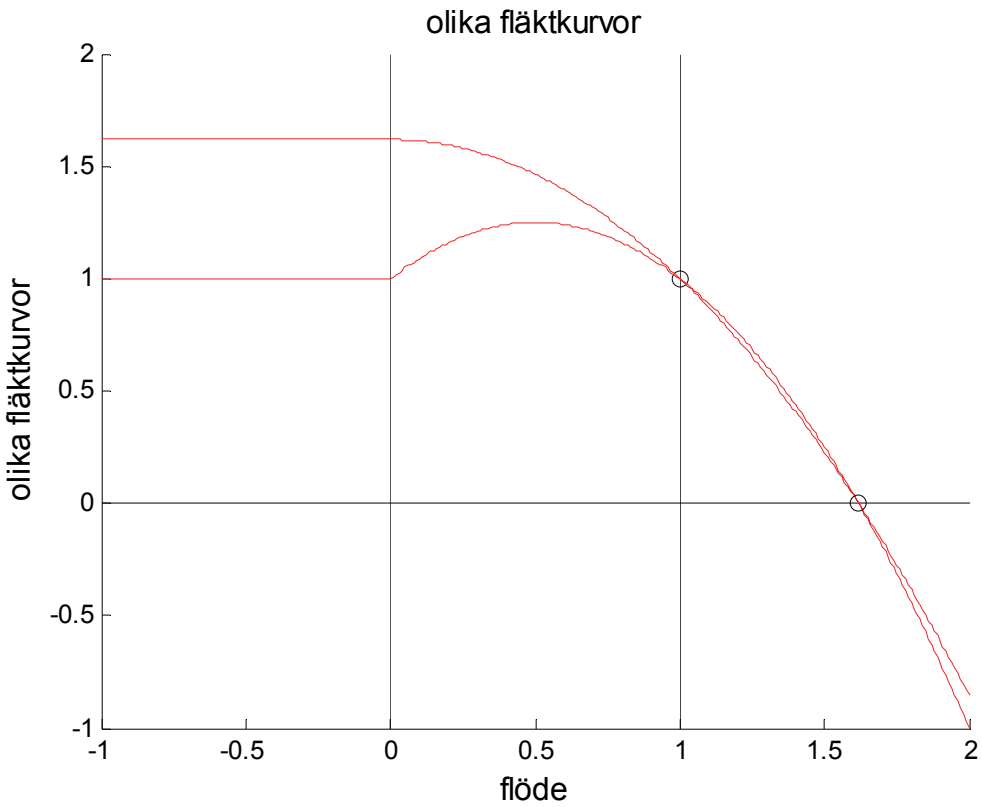
Det viktiga är att det normala arbetsområdet stämmer överens med verkligheten. Skillnaden mellan de två exempel i Figur 3.1 och 3.2 är liten med överensstämmelse för flöde en flödesenhet och för tryckstegring noll tryckenheter, vilket visas med de två fläktkurvorna för den positiva kvadraten i Figur 3.3 och för endast arbetsområdet i Figur 3.4.



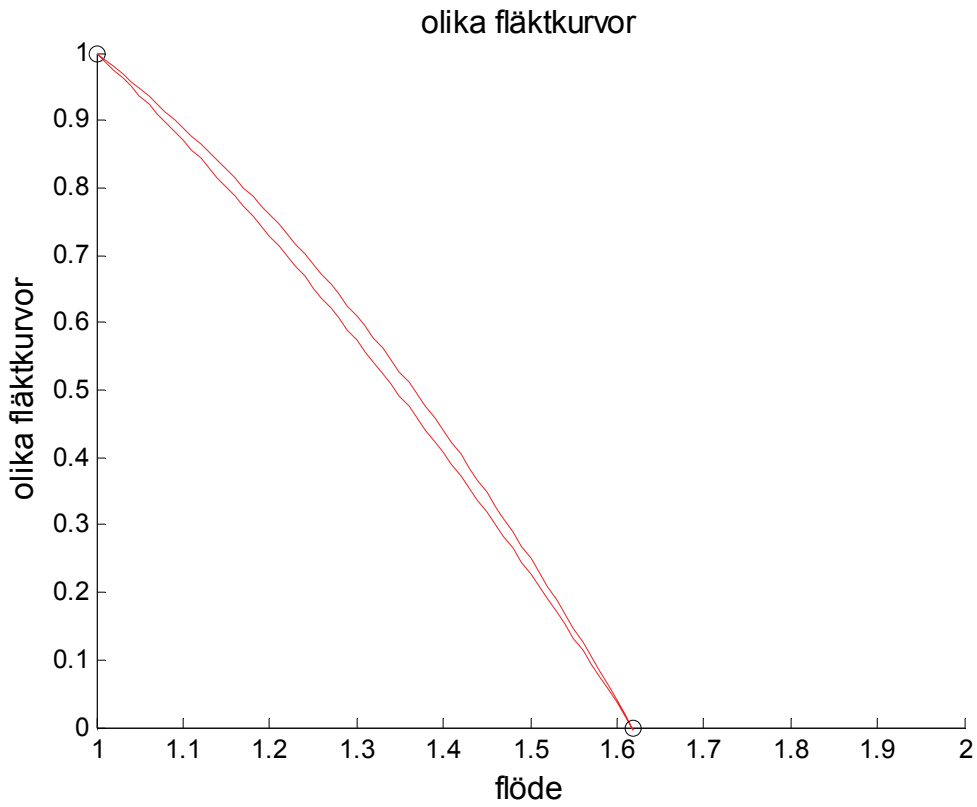
Figur 3.1 Fläktkurva med iterationsproblem av lösning.



Figur 3.2 Fläktkurva utan iterationsproblem av lösning.



Figur 3.3 Jämförelse mellan fläktkurvor med och utan iterationsproblem från Figur 3.1-2.



Figur 3.4 Jämförelse mellan fläktkurvor med och utan iterationsproblem från Figur 3.1-2.

Kontroll vid beräkning med temperatur

Alla fria ändar till ett öppet flödessystem skall ha definierade temperaturer ytterst för eventuella inflöden, om beräkningar sker med **dencase**>0. Alla ändar utan eller med felaktig temperaturdefinition anges som observationer. Felen bör rättas till, eftersom temperatur-beräkningen kan fallera under lösningen, om ett inflöde blir odefinierat.

Om **dencase**=0 och det finns **T**-element påpekas detta också som en observation, eftersom densiteten är konstant och inte temperaturberoende.

Reserverade parametrar

Det finns sex reserverade parametrar enligt sammanställningen nedan och de skall inte ändras.

parameter	definierar	värde
pi	π	3.1415926
e	e	2.7182818
true	sann	1.0
false	falsk	0.0
fpv	en fri parameter	10^{23}
fix	en given parameter	10^{22}

Programfunktion **medium**

Programfunktionen **medium** definierar det strömmande mediets tre egenskaper, vilka är densitet, specifikt värme och viskositet. De tre egenskaperna ges av motsvarande styrvariabler **den**, **cp** respektive **kin**. Det finns tre format för **medium** enligt sammanställningen nedan.

medium	visar data för utgångsmedium luft
medium namn	byter till medium namn
medium namn den cp kin	definierar medium namn

Följande siffervärden finns tillgängliga enligt sammanställningen nedan.

medium namn	densitet kg/m^3	specifikt värme J/kgK	viskositet m^2/s
air	1.200	1000	0.000015
water	1000	4190	0.000001

Styrvariabel **system**

Styrvariabeln **system** kan användas för att kontrollera antalet system som finns i ett **begin-end**-block, vilket fås med styrsatsen nedan för kontroll av att det bara finns ett system. Utgångsvärdet för styrvariabeln **system** är noll och innebär ingen kontroll.

control system=1

Styrvariabel **obserr**

Styrvariabeln **obserr** kan användas för att få att alla observationer behandlas som fel, vilket fås med styrsatsen nedan.

control obserr=1

Styrvariabel **denz**

Styrvariabeln **denz** användas för att definiera en bakgrundsdensitet för nivåskillnadselementet **z**. Utgångsvärdet är noll.

Ändrat nivåskillnadselement **z**

Öppna system med nivåskillnader och temperaturberoende densitet kan beskrivas med ett **z**-element för nivåskillnaden i flödessystemet och med ett **h**-element för nivåskillnaden utanför flödessystemet. Beräkningarna görs på detta sätt med absoluta tryck och inte som tryckskillnader till omgivningen på samma nivå. Detta beskrivningssätt kräver två element och argumentet till **h**-element måste beräknas som en parameter.

Om en bakgrundsdensitet införs med styrvariablen **denz**, räcker det med ett z-element för att beskriva en nivåskillnad. Tryckändringen Δp för nivåskillnaden h kan skrivas som:

$$\Delta p = (\rho_{bakgrund} - \rho_{element})\, g\, h \qquad \text{(Pa)}$$

där

$\rho_{bakgrund}$	bakgrundsdensitet enligt styrvariabel **denz**, kg/m^3
$\rho_{element}$	densitet i elementet, kg/m^3
g	gravitationen, 9.81 m/s^2
h	nivåskillnad enligt teckenkonvention, m

Programfunktion **supply**

Deklarationen **supply** är endast en synonym till **fan** och **pump** och tänkt att ange en flödeskälla som inte är en fläkt eller en pump. Ett exempel är en färskvattenservis till en byggnad. Mätdata från provtappningar används för att definiera tillgängligt tryck som en konstant, en linjär eller en kvadratisk funktion i flödet beroende på antalet mätdata som anges.

Temperaturberäkning

Temperaturberäkning har utökats genom att införa fria temperaturer som fria variabler som tryckändring och flöde. Detta har gjorts för att kunna lösa problem med återcirkulation. Det enda som krävs är att antalet fria temperaturer anges med styrvariabeln **atel**. Utgångsvärdet för **atel** är givetvis noll.

Det finns två format för hur fria temperaturer kan anges enligt:

T?	sökt temperatur med startvärde noll
T?värde	sökt temperatur med startvärde enligt värde

Notera att en utskrift av en temperatur skall ske med **:T** och inte som **T?**, eftersom **T?** anger att en fri temperatur skall insättas i den aktuella punkten.

Fritt format för beräkningssatser

Beräkningssatserna **calculate, compute**, **define** och **iterate** kan på samma rad innehålla flera beräk-ningsuttryck, där blanktecken används som skiljetecken mellan uttrycken. Resultatet skrivs bara ut för det sista uttrycket efter position 60, men för **calculate** fås utskrift fås för varje uttryck och med resultatet trunkerat efter det tillgängliga utrymmet. Själva uttrycket tas bort. Funktionen **calculate** tillåter uttryck upptill position 120. Ett exempel med fyra beräknade parametrar redovisas nedan med beskrivning och resultat.

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
calculate     a=3         b=5         c=a+b       d=a+b+c

end

begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
com(4)   e     a=3         b=5         c=8         d=16

end 1   0 systems   0 elements   0 errors   0 observations   2008-06-30   12.16.02
```

Fritt format för **format**

Funktionen **format** används för att bestämma utskrifters format. Det finns fritt format med godtycklig ordningsföljd för att ange antal tecken för en utskrifts siffervärde efter kodbokstaven **s**, sortutskrift med kodbokstaven **o** (0 ingen, 1 till höger och 2 under) och antal decimaler efter utskriftens kodbokstav. Endast ändringar från utgångsvärdena behöver anges. Utskrift med sju tecken för siffervärde, med sort under och med 1, 3, 0 och 2 decimaler för tryck, flöde, hastighet och temperatur fås enligt nedan för fritt och fast format.

format **s** 7 **o** 2 **p** 1 **q** 3 **v** 0 **T** 2
format 7 4 1 - 3 0 - - - - - - - - 2

Hastighetsutskrift för **t**-element

Genomströmningshastigheten för ett **t**-elementet med kvadratiskt tryckfall kan beräknas och skrivas ut med underargumentet :v om det givna tryckfallet antas vara lika med det dynamiska trycket för den tänkta genomströmningsarean.

Programfunktion **date, time** och **version**

Programfunktionen **date** och **time** skriver ut datum och även tidpunkt respektive omvänt tidpunkt och även datum på samma rad i resultatet. Programfunktionen **version** skriver ut versionsdatum för beräkningdelen **sfs.dll** (inte att förväxla med huvudprogrammet **pfs.exe**) och bäst före datum på samma rad i resultatet.

Programfunktion **property**

Programfunktionen **property** finns för att kunna ange egna sorter för någon koncentrationshalt eller egenskap för det strömmande mediet, vilket kan bestämmas med elementet **c** och skrivas ut med underargumentet **:c**. Antalet tecken är dock begränsat till sju. Ett exempel visas nedan.

property ppmCO

Typbokstaven **c** har tidigare varit ett standardelement för ekvivalent längd, men har slopats. Ekvivalent längd hanteras bättre med element deklarerade med **losslength**-satser.

Notera att flödets egenskap bara följer flödet på samma sätt som för fallet med temperatur.

Tabellfunktion **pergram**

Tabellfunktionen **pergram** är identisk tabellfunktionen **program** vad gäller formatet, men det finns en liten skillnad i funktionen. Tabellerade beräkningar sker ibland som kombinationer mellan olika variabler. Det finns dock fall där inte alla möjliga kombinationer önskas utan det kan finns några variabler som skall följas åt som en variabel och kombineras med övriga på normalt sätt. En programrad med funktionen **pergram** innebär samkörning görs med nästa godtyckliga programrad. Enda kravet är att de två programraderna har lika många parametrar att variera.

Utökad tabellfunktionen **result**

Tabellfunktionen **result** används normalt för att skriva ut beräkningsresultat från grafiken, men har utökats med en möjlighet att beräkna ett godtyckligt uttryck. Operanderna kan vara programvariabler med angivet namn eller som pro(#), resultat som res(#) eller resultat från **compute**-satser som com(#), där (#) anger ordningsnummer för program, resultat eller beräkningsfunktion. Formatet skall följa nedanstående:

result sort antal decimaler beräkningsuttryck

Överföring av tabellutskrifter till en textfil

Utskrift av tabellutskrifter till en textfil kan ske med funktionen **export** följt av fullständigt filnamn och tre heltal för antalet steg, programrader och resultatrader som skall skrivas ut. Om endast filnamnet anges överförs hela tabellutskriften till en textfil. Utskriften till textfilen görs med en enda rad för varje variabel och inte uppdelat som i resultatfönstret. Utskriften kompletteras med en transponerad utskrift där varje rad anger siffervärden för ett enda steg.

Indatabeskrivning, resultat och den exporterade textfilen redovisas på nästa sida för ett exempel med två program-rader, tre resultat-rader och sex beräkningsfall eller kolumner. Typsnittet Lucida Console används för att få ekvidistanta tecken för utskrift av textfilen.

```
table     0 6 6 2

program   a - 0  1  2  3  4  5  6
program   b - 0 10 20 30 40 50 60

result
result
result

export    testexport.txt 6 2 3

begin

     h,b:hw                          t,a,1:qw
     ┌──────────────────────────────┐
     ═══════════════════════════════╦═══
                                    ╚═
                                    ╔═
                                    ═
                                    l,a,1:qw

end

table     0 6 6 2
step number                 1       2       3       4       5       6
pro(1)   a    -             1       2       3       4       5       6
pro(2)   b    -            10      20      30      40      50      60
step number                 1       2       3       4       5       6
res(1)       Pa          10.0    20.0    30.0    40.0    50.0    60.0
res(2)       m3/s       3.162   3.162   3.162   3.162   3.162   3.162
res(3)       m3/s      10.000  10.000  10.000  10.000  10.000  10.000

export    testexport.txt 6 2 3

begin

     h,b:hw                          t,a,1:qw
     ┌──────────────────────────────┐
       60.0 Pa 1                     3.162 m3/s 2
     ═══════════════════════════════╦═══
                                    ╚═
                                    ╔═
                                    ═
                                    l,a,1:qw
                                   10.000 m3/s 3

end
```

program	1	2	3	4	5	6
1	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
2	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000

result	1	2	3	4	5	6
1	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000
2	3.162	3.162	3.162	3.162	3.162	3.162
3	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

step	1	2	1	2	3
1	1.000	10.000	10.000	3.162	10.000
2	2.000	20.000	20.000	3.162	10.000
3	3.000	30.000	30.000	3.162	10.000
4	4.000	40.000	40.000	3.162	10.000
5	5.000	50.000	50.000	3.162	10.000
6	6.000	60.000	60.000	3.162	10.000

4 Axialfläkt

Fläktdefinitionen har utökats med att även behandla axialfläktar med konstant varvtal, men med reglerbar skovelvinkel. Samma definitionsrad som för radialfläktar används, men om antalet angivna data är femton eller fler avses en axialfläkt.

En radialfläkt anges med tre datapar med tryckstegring och flöde för ett givet varvtal, vilket ger tre samband för att bestämma radialfläktmodellens tre parametrar. Det räcker därför med endast sex siffervärden. Det går att ange fler datapar än tre för att få en säkrare modell.

Beräkningsmodell för en axialfläkt

En axialfläkt definieras här indirekt med en kvadratisk funktion med sex parametrar som beskriver skovelvinkel som funktion av flöde q och tryckstegring Δp. Den kvadratiska funktionen kan skrivas som följer:

$$v(\Delta p,q) = x_1 + x_2\Delta p + x_3 q + x_4\Delta p^2 + x_5\Delta pq + x_6 q^2 \quad (^\circ) \qquad (4.1)$$

där

v	skovelvinkel, º
Δp	tryckstegring, Pa
q	flöde, m^3/s
$x_{1\text{-}6}$	modellparametrar

Beskrivning av en axialfläkt

De upptill sex modellparametrarna $x_{1\text{-}6}$ kan bestämmas med sex godtyckliga datatripplar med tryckstegring, flöde och skovelvinkel. Detta innebär att det krävs minst arton siffervärden. Det går att ange fler än sex datatripplar för att få en säkrare modell. Det går också att anpassa förenklade modeller med färre parametrar och datatripplar. Hur detta görs framgår av hur själva definitionsraden för en axialfläkt skall vara utformad enligt nedan:

fan namn $[\Delta p{:}q{:}v]_1$ $[\Delta p{:}q{:}v]_2$ . . . $[\Delta p{:}q{:}v]_n$ t_1 t_2 t_3 t_4 t_5 t_6

Parametern t_i är noll om termen med x_i inte skall vara med och ett om termen med x_i skall vara med. Följden 1 1 1 0 0 0 anger en linjär modell där $x_{4\text{-}6}=0$ och följden 1 1 1 1 1 1 anger en kvadratisk modell. Notera att den linjära modellen kräver minst tre datatripplar, vilket ger totalt femton data (3·3+6). Detta antal är lika med den tidigare angivna gränsen mellan radialfläkt och axialfläkt.

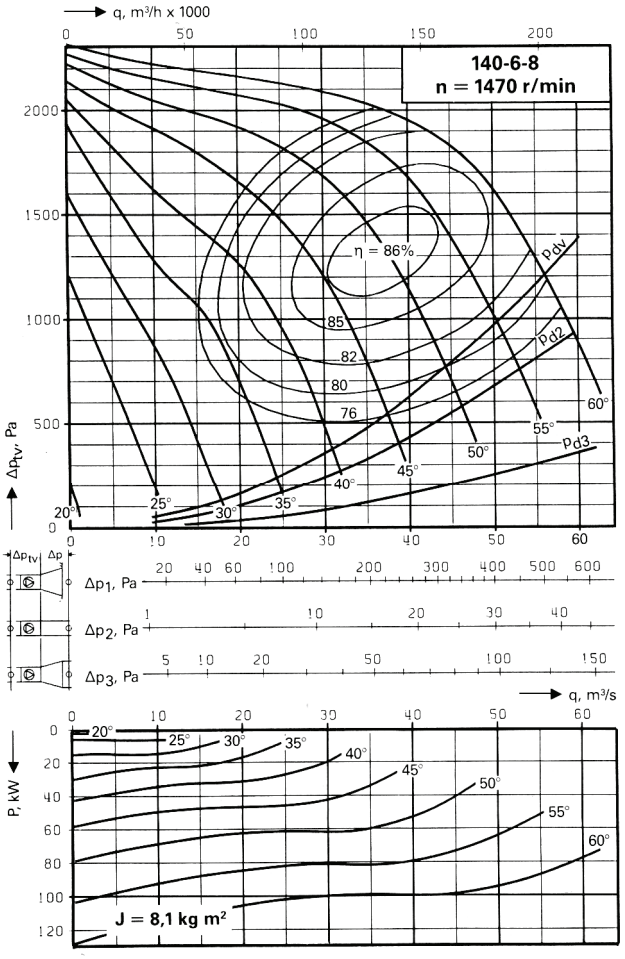
Den bestämda funktionen (4.1) kontrolleras för att uppfylla kravet att skovelvinkeln skall öka med ökande tryckstegring för ett godtyckligt flöde. Det gäller även omvändningen med ökande flöde och en godtycklig tryckstegring. En enkel rimlighetskontroll är att skovelvinkeln

skall vara positiv även för nollflöde och dito tryckstegring. Någon rimlighetskontroll att skovelvinkeln inte överstiger orimliga 90º görs inte.

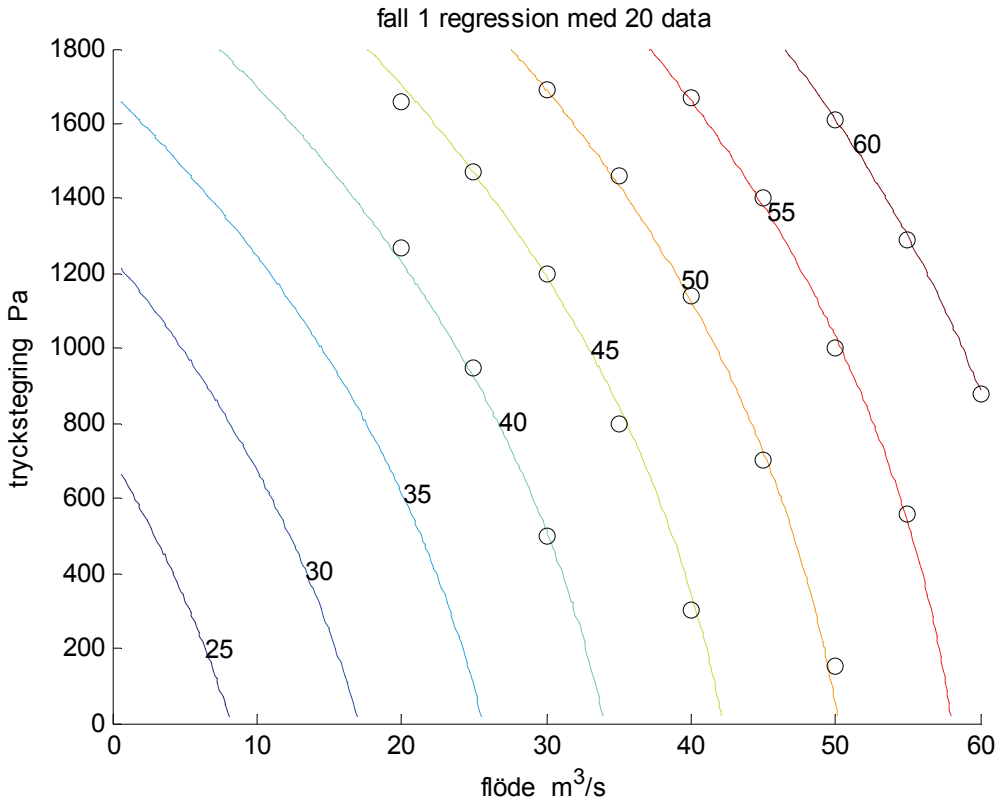
Deklarationsordet **fan** byts ut mot radial eller axial om det finns tillgängligt utrymme innan namn. Det går också att använda deklarationsordet **pump**, eftersom det är bara mediet eller densiteten som skiljer en pump från en fläkt.

Undersökning av olika modellfall

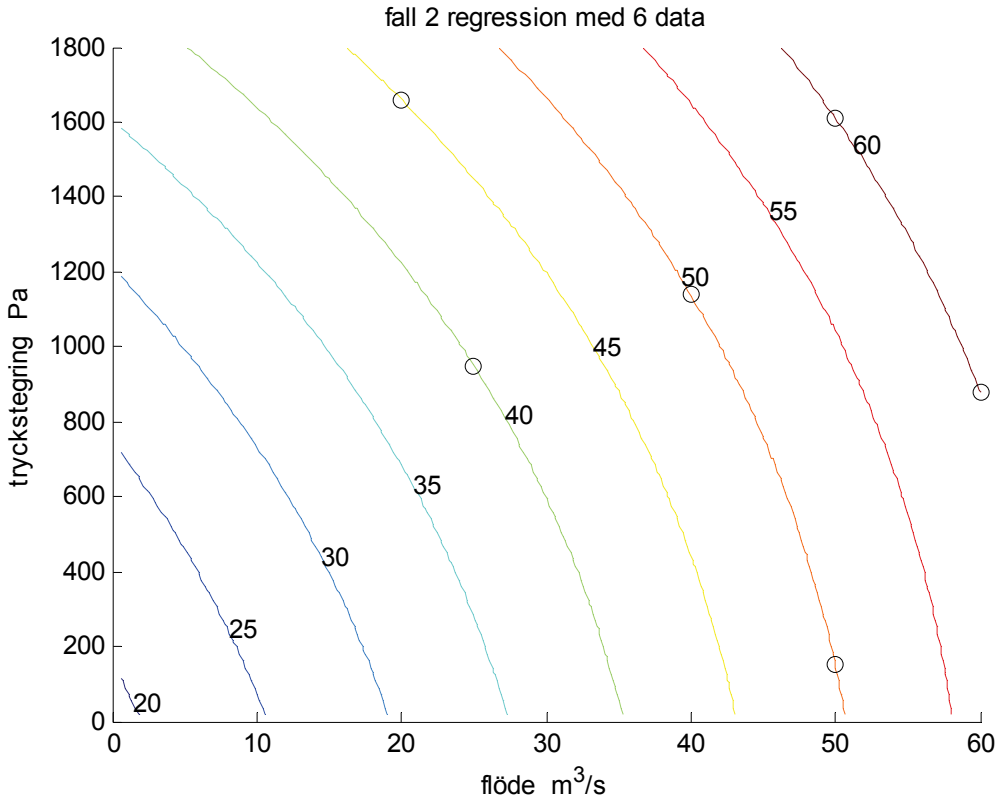
Anpassningen av de sex modellparametrarna är mycket känslig för valet av datatripplar. Detta kan visas med fyra fall i Figur 4.2-5 för en verklig fläkt med beteckning FSMC med varvtal 1470 varv/min och storleksbeteckning 140-6-8, vars datablad redovisas i Figur 4.1. Fall 1 har tjugo datatripplar och övriga minimala sex datatripplar. Diagram med tryckstegring som y-axel, flöde som x-axel och skovelvinkel som isolinjer redovisas tillsammans med använda datatripplar. Alla skovelvinklar är jämnt delbara med fem. Fall 1 och 2 stämmer bra överens, men fall 3 och 4 stämmer inte alls. Anpassning till en linjär modell med samma datatripplar som i Figur 4.2-5 görs också och redovisas i motsvarande Figur 4.6-9. De anpassade kurvorna visar att den linjära modellen är säkrare men sämre.



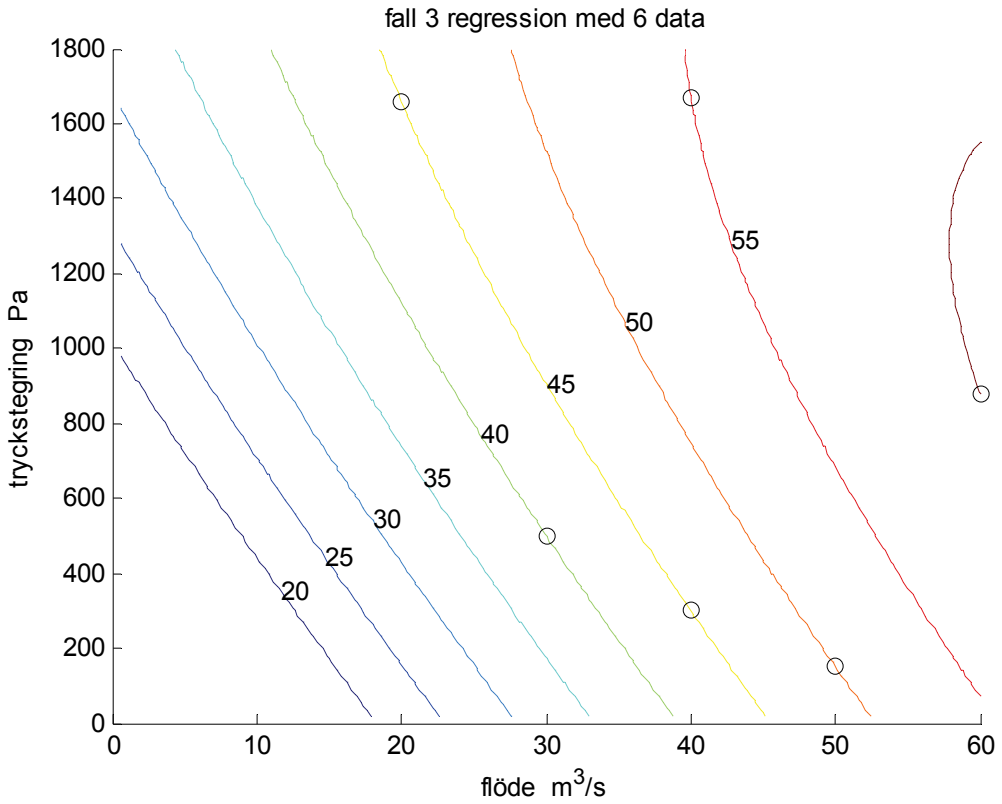
Figur 4.1 Datablad för fläkt FMSC storlek 140-6-8.



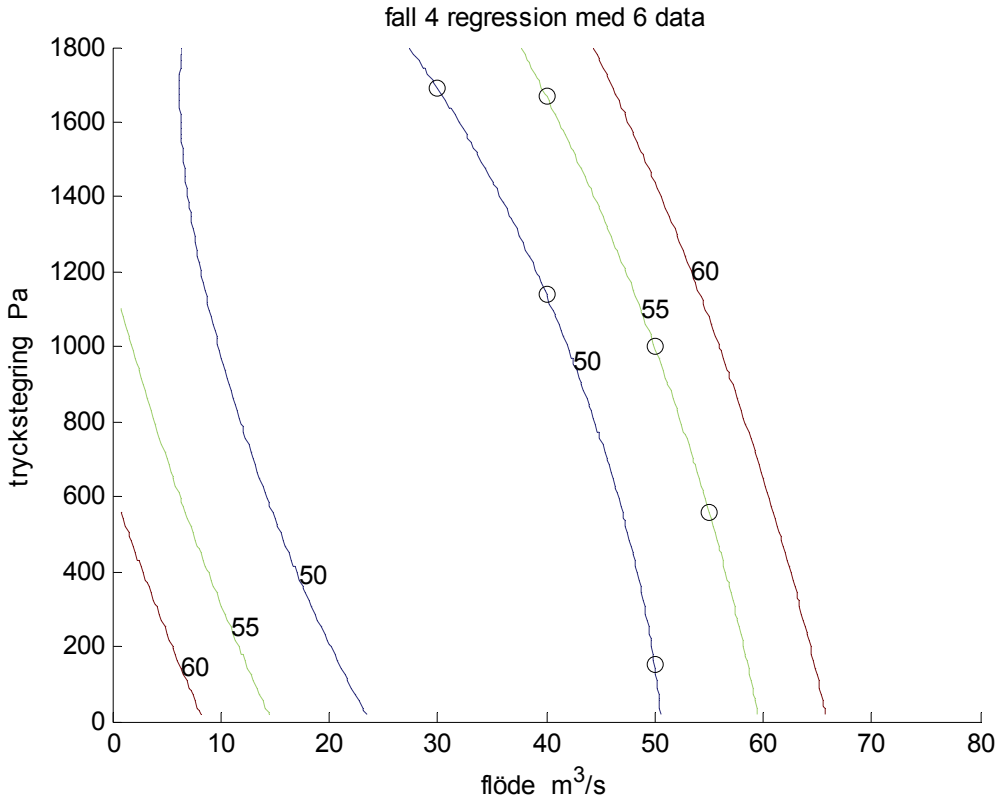
Figur 4.2 Fall 1 anpassning av en kvadratisk modell till tjugo markerade datatripplar.



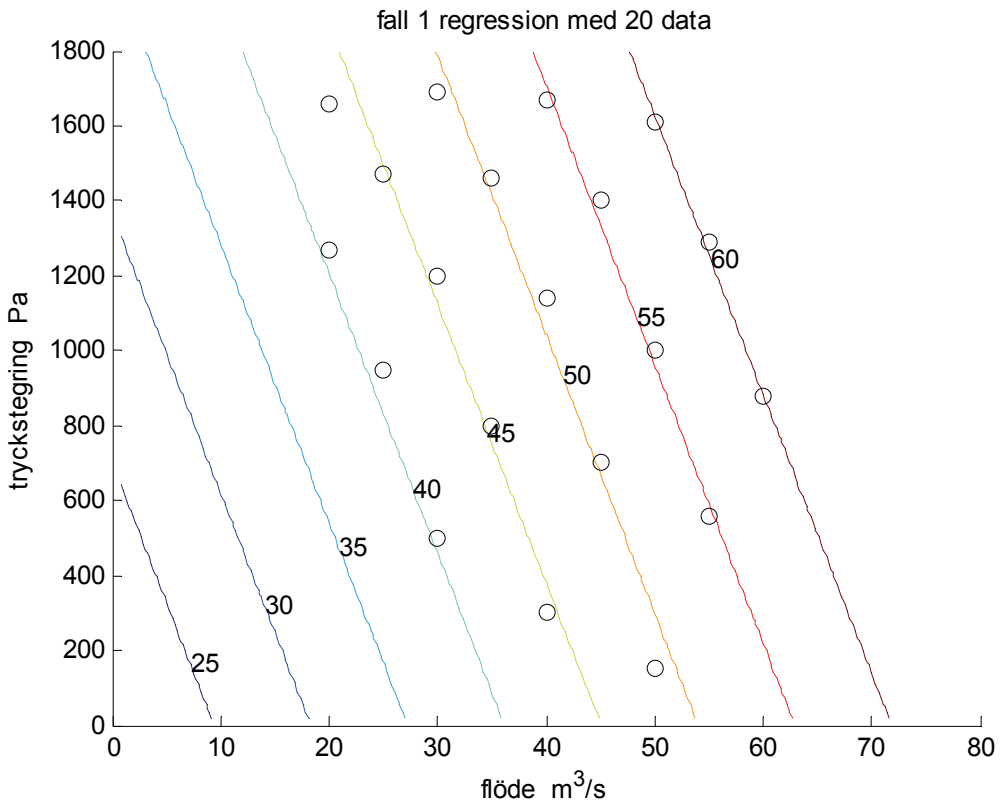
Figur 4.3 Fall 2 anpassning av en kvadratisk modell till sex markerade datatripplar.



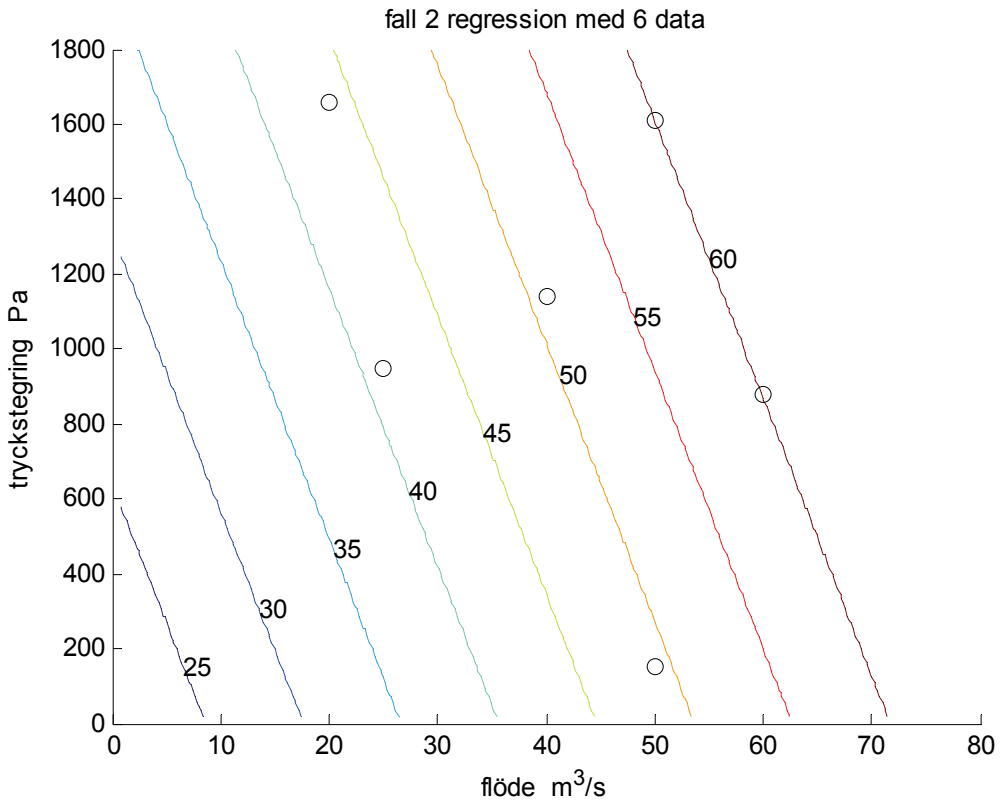
Figur 4.4 Fall 3 anpassning av en kvadratisk modell till sex markerade datatripplar.



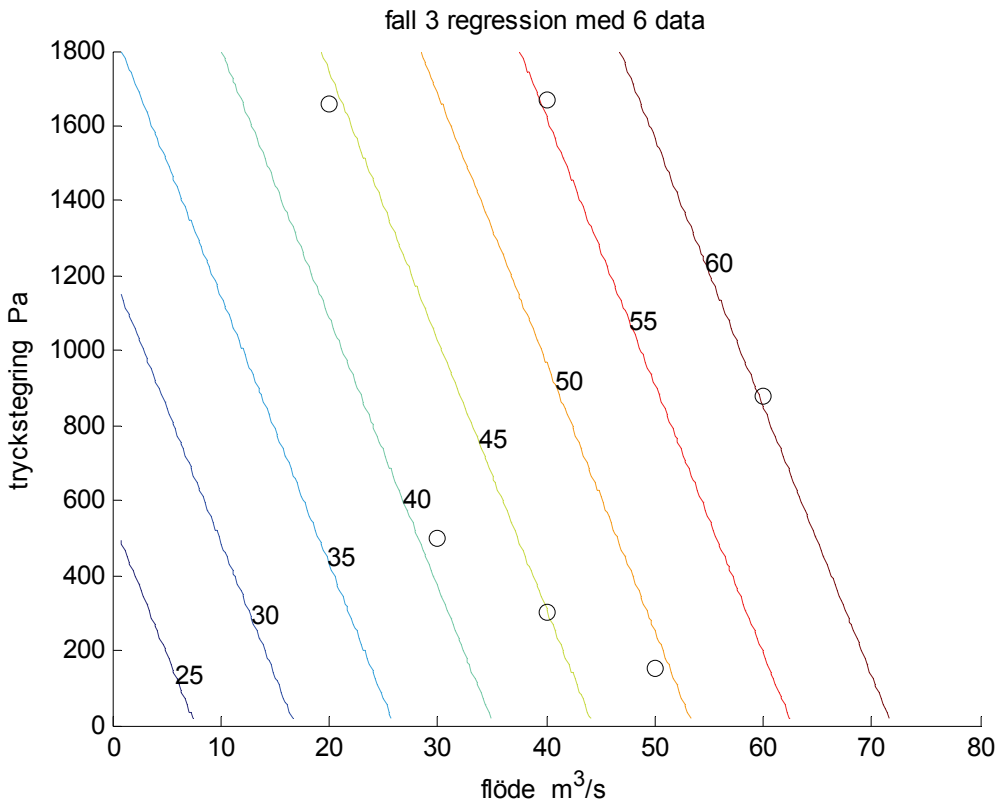
Figur 4.5 Fall 4 anpassning av en kvadratisk modell till sex markerade datatripplar.



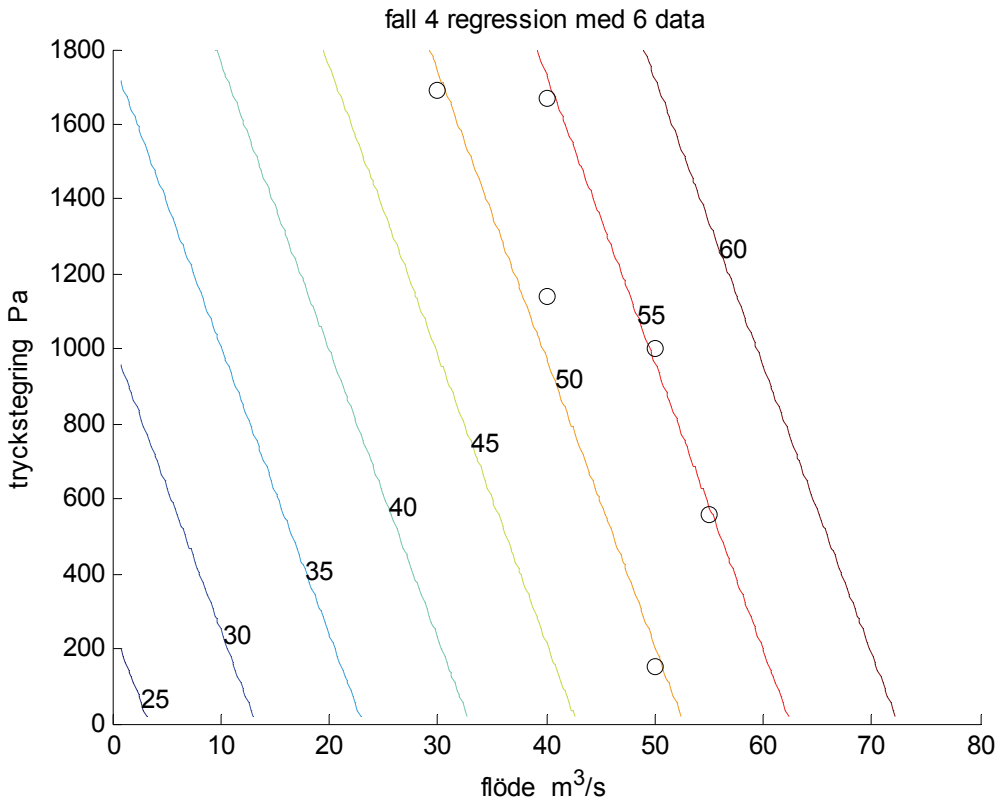
Figur 4.6 Fall 1 anpassning av linjär modell till tjugo markerade datatripplar.



Figur 4.7 Fall 2 anpassning av linjär modell till sex markerade datatripplar.



Figur 4.8 Fall 3 anpassning av linjär modell till sex markerade datatripplar.



Figur 4.9 Fall 4 anpassning av linjär modell till sex markerade datatripplar.

Ett kontrollexempel redovisas med sex olika modeller i Figur 4.10-15 med endast samma sex datatripplar som för fall 2. Alla datatripplar kontrolleras genom ett värde av de tre beräknas med hjälp av de övriga två. Flödet, tryckfallet och skovelvinkeln beräknas i den första, andra respektive tredje raden. De sex radvisa beräkningarna följer de sex deklarerade datatripplarna ovanför. De sex generella modellparametrarna skrivs ut under raden med fläktdeklarationen. Rotmedelkvadratfelet, kvadratroten ur medelkvadratfelet, för skovelvinkeln och anpassningen skrivs också ut på slutet av fläktdeklarationsraden.

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                

format p 0 q 1

fan FSMC 1610 50 60 0880 60 60 1140 40 50 0150 50 50 1660 20 45 0950 25 40 1 1 1 1 1 1 rms= 0.000
18.877622604 0.006540189 0.556842029 0.000002192 -0.000070971 0.001112886

FSMC,60 FSMC,60 FSMC,50 FSMC,50 FSMC,45 FSMC,40
h,-1610:q h,-0880:q h,-1140:q h,-0150:q h,-1660:q h,-0950:q
50.0 m3/s 60.0 m3/s 40.0 m3/s 50.0 m3/s 20.0 m3/s 25.0 m3/s

FSMC,60 FSMC,60 FSMC,50 FSMC,50 FSMC,45 FSMC,40
h?50 h?60 h?40 h?50 h?20 h?25
-1610 Pa -880 Pa -1140 Pa -150 Pa -1660 Pa -950 Pa

FSMC? FSMC? FSMC? FSMC? FSMC? FSMC?
60.000 - 60.000 - 50.000 - 50.000 - 45.000 - 40.000 -
h,-1610,50 h,-0880,60 h,-1140,40 h,-0150,50 h,-1660,20 h,-0950,25

end 1 18 systems 36 elements 0 errors 0 observations 2007-05-23 16.55.42
```

Figur 4.10 Anpassning och test av kvadratisk modell med alla sex termer i (4.1).

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
format p 0 q 1

fan FSMC 1610 50 60 0880 60 60 1140 40 50 0150 50 50 1660 20 45 0950 25 40 1 1 1 1 0 1 rms= 0.233
25.631143570 0.001731137 0.345807910 0.000003018 0.000000000 0.002693576

FSMC,60 FSMC,60 FSMC,50 FSMC,50 FSMC,45 FSMC,40
h,-1610:q h,-0880:q h,-1140:q h,-0150:q h,-1660:q h,-0950:q
49.6 m3/s 60.1 m3/s 40.6 m3/s 50.0 m3/s 20.4 m3/s 24.3 m3/s

FSMC,60 FSMC,60 FSMC,50 FSMC,50 FSMC,45 FSMC,40
h?50 h?60 h?40 h?50 h?20 h?25
-1587 Pa -889 Pa -1178 Pa -156 Pa -1676 Pa -905 Pa

FSMC? FSMC? FSMC? FSMC? FSMC? FSMC?
60.266 - 59.937 - 49.669 - 49.983 - 44.816 - 40.328 -
h,-1610,50 h,-0880,60 h,-1140,40 h,-0150,50 h,-1660,20 h,-0950,25

end 1 18 systems 36 elements 0 errors 0 observations 2007-05-23 16.56.19
```

Figur 4.11 Anpassning och test av kvadratisk modell utan den femte termen Δpq i (4.1).

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
format        p 0   q 1

fan FSMC  1610 50 60   0880 60 60   1140 40 50   0150 50 50   1660 20 45   0950 25 40   1 1 1 1 0 0  rms= 0.462
                  21.793319702     0.002088190     0.557886183     0.000002901     0.000000000     0.000000000

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40
          h,-1610:q       h,-0880:q       h,-1140:q       h,-0150:q       h,-1660:q       h,-0950:q
             49.0 m3/s       61.2 m3/s       39.5 m3/s       49.9 m3/s       21.1 m3/s       24.4 m3/s

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40
          h?50            h?60            h?40            h?50            h?20            h?25
            -1560 Pa        -967 Pa        -1110 Pa        -127 Pa        -1710 Pa        -904 Pa

          FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?
          60.569 -        59.351 -        50.260 -        50.066 -        44.412 -        40.342 -
          h,-1610,50      h,-0880,60      h,-1140,40      h,-0150,50      h,-1660,20      h,-0950,25

end 1  18 systems  36 elements  1 error  0 observations  2007-05-23  16.56.42
```

Figur 4.12 Anpassning och test av linjär modell plus den fjärde termen Δp^2 i (4.1).

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
format        p 0   q 1

fan FSMC  1610 50 60   0880 60 60   1140 40 50   0150 50 50   1660 20 45   0950 25 40   1 1 1 0 1 0  rms= 0.438
                  11.986267090     0.013902073     0.730654597     0.000000000    -0.000142849     0.000000000

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40
          h,-1610:q       h,-0880:q       h,-1140:q       h,-0150:q       h,-1660:q       h,-0950:q
             51.2 m3/s       59.1 m3/s       39.0 m3/s       50.7 m3/s       20.1 m3/s       24.9 m3/s

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40
          h?50            h?60            h?40            h?50            h?20            h?25
            -1698 Pa        -783 Pa        -1073 Pa        -219 Pa        -1666 Pa        -944 Pa

          FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?
          59.402 -        60.517 -        50.547 -        49.533 -        44.934 -        40.067 -
          h,-1610,50      h,-0880,60      h,-1140,40      h,-0150,50      h,-1660,20      h,-0950,25

end 1  18 systems  36 elements  0 errors  0 observations  2007-05-23  16.57.24
```

Figur 4.13 Anpassning och test av linjär modell plus den femte termen Δpq i (4.1).

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
format        p 0   q 1

fan FSMC  1610 50 60   0880 60 60   1140 40 50   0150 50 50   1660 20 45   0950 25 40   1 1 1 0 0 1  rms= 0.825
                  23.416780472     0.007358823     0.374926448     0.000000000     0.000000000     0.002282356

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40

          h,-1610:q       h,-0880:q       h,-1140:q       h,-0150:q       h,-1660:q       h,-0950:q
             50.5 m3/s       59.1 m3/s       39.2 m3/s       51.7 m3/s       22.0 m3/s       22.5 m3/s

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40

          h?50            h?60            h?40            h?50            h?20            h?25
            -1648 Pa        -798 Pa         -1078 Pa        -290 Pa         -1790 Pa        -786 Pa

          FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?
          59.717 -        60.605 -        50.455 -        48.973 -        44.044 -        41.207 -

          h,-1610,50      h,-0880,60      h,-1140,40      h,-0150,50      h,-1660,20      h,-0950,25

end 1  18 systems  36 elements  0 errors  0 observations  2007-05-23  16.58.02
```

Figur 4.14 Anpassning och test av linjär modell plus den sjätte termen q^2 i (4.1).

```
begin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                
format        p 0   q 1

fan FSMC  1610 50 60   0880 60 60   1140 40 50   0150 50 50   1660 20 45   0950 25 40   1 1 1 0 0 0  rms= 0.892
                  20.218774796     0.007476870     0.554735303     0.000000000     0.000000000     0.000000000

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40

          h,-1610:q       h,-0880:q       h,-1140:q       h,-0150:q       h,-1660:q       h,-0950:q
             50.0 m3/s       59.9 m3/s       38.3 m3/s       51.7 m3/s       22.3 m3/s       22.9 m3/s

          FSMC,60         FSMC,60         FSMC,50         FSMC,50         FSMC,45         FSMC,40

          h?50            h?60            h?40            h?50            h?20            h?25
            -1611 Pa        -869 Pa         -1015 Pa        -273 Pa         -1831 Pa        -791 Pa

          FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?           FSMC?
          59.993 -        60.083 -        50.932 -        49.077 -        43.725 -        41.190 -

          h,-1610,50      h,-0880,60      h,-1140,40      h,-0150,50      h,-1660,20      h,-0950,25

end 1  18 systems  36 elements  0 errors  0 observations  2007-05-23  16.54.35
```

Figur 4.15 Anpassning och test av linjär modell med tre parametrar enligt (4.1).

Uppsummering

En uppsummering är att modellanpassningen är ytterst känslig för val av data och modelltyp. En enkel och robust lösning kan vara att bara använda en linjär modell med tre parametrar.

Notera att modellen enligt (4.1) avser konstant varvtal. Fallet med en avstängd axialfläkt utan drivning kan inte modelleras. Det finns dessutom två fall ett med frilöpande fläkthjul och ett med låst fläkthjul. Båda fallen är beroende av skovelvinkeln.

5 Bedömning av beräkningsbarhet

Om datorprogrammet PFS skall användas är det bra att på förhand kunna bedöma antalet obekanta (högst 100) och antalet beräkningselement (högst 1000) innan ett problem börjar definieras och ritas upp. Detta avsnitt har tidigare redovisats i arbetsrapporten TVIT—07/7009 här med mindre tillägg och ändringar.

Ritytans storlek

Ritytans storlek utgör inte någon verklig begränsning med totalt 6400 tecken, vilket blir 64 tecken per beräkningselement, anslutande grafik och skiljande tomrum. Det går att rita mer kompakt.

Textelement och grafik kan ritas tätt utan några blanktecken bortsett från skiljetecken mellan elementtexter i sidled. Ett textelement med n tecken kväver endast $n+1$ tecken för en anslutning på en vertikal ledning och $2n+2$ för en anslutning på en horisontell ledning under eller över hela elementtexten. Om elementtexter har högst nio tecken blir ytbehovet högst tjugo tecken per beräkningselement.

Ett godtyckligt falls storlek

Ett flödessystem kan beskrivas av ett antal unika flödesvägar eller kedjor av beräknings-element mellan ett antal sammankopplande knutpunkter med fler än två anslutna kedjor. Kedjor som sluter sig själva kan avskiljas och kan beräknas oberoende av resten av flödesproblemet.

Varje kedja motsvarar normalt en obekant, vilket kan vara ett okänt flöde eller en okänd tryckskillnad eller strypning av något slag. En kedja kan inte ha två eller flera sökta strypningar. En kedja kan dock ha ett okänt flöde och en sökt tryckskillnad eller strypning, men kravet är då att någon annan kedja har ingen sökt tryckskillnad och har ett givet flöde.

Varje knutpunkt kan användas för att beräkna ett flöde som funktion av övriga flöden. Detta innebär att det skall alltid finnas ett fritt flöde för varje knutpunkt. En knutpunkts alla flöden kan inte vara givna.

Om alla knutpunktsekvationer adderas formellt med beteckningar fås 0=0 eller inget samband alls, eftersom alla kedjors flöden ingår med plustecken i en knutpunktsekvation och med minustecken i en annan knutpunktsekvation. Detta innebär att alla knutpunktsekvationer utom en kan användas för att beräkna ett flöde per knutpunkt.

Om antalet kedjor är n och antalet knutpunkter är m har flödessystemet $n-m+1$ obekanta variabler. Varje kedja har en obekant och totalt n. Alla knutpunkter utom en minskar antalet obekanta med en och totalt med $m-1$.

Denna metod för att bestämma antalet obekanta kan mycket väl tillämpas på enskilda beräkningselement utan att bilda kedjor och på alla knutpunkter oberoende av antalet anslutna beräkningselement. En uppdelning av en kedja i *k* beräkningselement ändrar antalet fria variabler från ett till *k*, men antalet sammankopplande knutpunkter är *k-1*. Detta innebär att antalet obekanta är oförändrat för den uppdelade kedjan.

Om antalet beräkningselement per obekant är mindre än tio, blir antalet obekanta begränsande för problemets storlek. Kravet på antal beräkningselement per obekant kan för ett grenat system omtolkas till högst fem beräkningselement för varje enskild flödesväg eller kedja mellan två knutpunkter. Beräkningselement är inte enbart synliga textelement utan även grenstycken och räta böjar kan ingå, om de skall tryckfallberäknas. Varje gren på ett grenstycke motsvaras av ett beräkningselement och den räta grafiska böjen av ett beräkning-selement.

Största storlek F-system

Ett F-ventilationssystem med ett grenat kanalsystem kan högst ventilera 100 lokaler, om det skall vara lösbart med PFS, eftersom antalet obekanta i detta fall är lika med antalet lokaler. Antalet kedjor och knutpunkter för att F-system med *x* lokaler och ett helt grenat kanalsystem utan några samlingslådor är *2x-1* kedjor (*x* lokalkedjor och *x-1* stamkanaldelar) respektive *x-1* inre knutpunkter och en yttre knutpunkt. Flödessystemets antal obekanta är därför $x\ (2x-1-(x-1))$. Om F-systemet har en enda gemensam samlingslåda blir antalet kedjor $x+1$ och antalet knutpunkter 2 (en inre och en yttre knutpunkt). Flödessystemets antal obekanta är därför även för detta fall $x\ (x+1-(2-1))$, vilket blir högst 100 F-ventilerade lokaler för PFS. Detta gäller även för ett helt godtyckligt grenat kanalsystem.

Om en lokal ventileras med fler än ett don kopplat till ett lokalt kanalsystem, bör kanalsystemet förenklas till en grenkanal med ett enda ekvivalent don med samma totalflöde. Grenkanalens diameter skall givetvis vara lika med det lokala kanalsystemets huvuddiameter. Antalet obekanta ökar annars med ett för varje extra gren som ingår i det lokala kanalsystemet.

Detta gäller givetvis för även tilluftsystem och även läckluft. Både fasadläckage och alla uteluftsdon bör beskrivas som en enda flödesväg för att inte öka antalet obekanta. Om fasad och uteluftsdon beskrivs var för sig delas en rumsgren upp med en knutpunkt och två extra kedjor, vilket ökar antalet kedjor med *2x* till *4x-1* och antalet knutpunkter med *x* till *2x-1*. Antalet obekanta är därför $2x\ (4x-1-(2x-1))$. Storleken begränsas till högst 50 rum.

Det är därför lika olämpligt att beskriva en lokals omslutande och läckande ytor till omgivningen med ett flertal olika parallellkopplade läckor och eventuella uteluftsdon. En omräkning till en enda ekvivalent flödesväg bör göras. Detta kan ske med en enkel PFS-beräkning genom att bestämma totalflödet för alla läckor för ett gemensamt tryckfall under förutsättning att alla läckor och uteluftsdon har samma flödesexponent.

En grov uppskattning av antalet beräkningselement för ett F-system med 100 grenar eller obekanta är att det finns högst 100 T-stycken (egentligen 99 T-stycken), 200 raka kanalsträckor, 100 böjar, 100 nivåskillnader, 100 frånluftsdon, 100 uteluftsdon inklusive övrigt läckage och 100 temperaturdefinitioner. Detta blir totalt högst 1000 beräkningselement.

Nivåskillnaden krävs om termiska stigkrafter skall beaktas. Böjarna kan om de tillhör de enskilda grenkanalerna till varje lokal slopas, eftersom de ändå kommer att ingå som ett utökat frånluftsdontryckfall.

Samma resultat fås givetvis om flödesvägarna undersöks. Varje flödesväg genom en lokal består av sex beräkningselement nämligen en temperaturdefinition, ett uteluftsdon, ett frånluftsdon, en rak kanal, en böj och en gren av ett T-stycke. Varje av de sammanbindande stamkanaldelarnas flödesvägar består i sin tur av fyra beräkningselement nämligen en rak kanal, en nivåskillnad och en gren för vardera av de två anslutande T-styckena. Detta ger återigen 1000 beräkningselement.

Största storlek FT-system

Ett FT-ventilationssystem med grenade kanalsystem och med läckande lokaler får högst omfatta 50 lokaler. Det finns i princip tre flöden som berör varje FT-ventilerade lokal, nämligen tilluft, frånluft och läckluft. Ett flöde för varje lokal kan beräknas med två övriga obekanta flödena för samma lokal. Om lokalernas läckage kan försummas kan 100 lokaler klaras av.

Antalet obekanta för ett FT-system med helt grenade kanalsystem för x läckande lokaler blir $2x$, eftersom antalet kedjor och knutpunkter är $2x-1$ respektive $x-1$ för både F-systemet och T-systemet och x kedjor respektive x knutpunkter för lokalernas läckor. En yttre knutpunkt tillkommer. Det totala antalet kedjor och knutpunkter blir därför $5x-2$ respektive $3x-3$. Antalet obekanta är därför $2x$, vilket innebär att antalet FT-ventilerade lokaler begränsas till 50 för PFS. Detta gäller även för helt godtyckligt grenade kanalsystem.

Storleksbegränsning vid brandsimulering

Notera att en brand simuleras normalt med en fristående kedja med tre element **T**, **h** och **q** för brandtemperatur, brandtryck respektive brandflöde för anslutning till ett rum eller en lokal. Detta minskar antalet möjliga rum för F-system till 99 och FT-system till 49.

Konvertering av ett FT-system till F-system kan utföras med tillägg av fem extra kedjor och tre extra knutpunkter. Knutpunkterna anger anslutning till och sammankoppling av T- och F-system till en brandgasfläkt. Två tidigare kedjor delas, vilket ger fyra kedjor. Två nya kedjor beskriver sammankopplingen och en tredje ny kedja beskriver själva delen med brandgasfläkt. Antalet obekanta ökar med två, efter som antalet kedjor ökar med fem och antalet knutpunkter med tre. Vid konvertering av FT-system med en brand begränsas därför antalet rum till 48.

Största storlek trycksättning

Ett ytterligare bedömningsexempel är trycksättning av en byggnads trapphus, hisshallar och brandhisschakt. Normala hisschakt skall inte skyddas mot brandgasspridning, eftersom de skall inte användas. Problemet är att de kopplar samman alla hissplan och kan därför sprida brandgaser från ett hissplan till ett annat hissplan.

Antalet våningsplan antas vara *x*. Hisshallen kopplar samman trapphus, två hisschakt och våningsplan på varje våningsplan. Trapphus och de två hisschakten har samma antal kedjor och antal inre knutpunkter, nämligen *2x-1* respektive *x-1*. Varje hisshall har en knutpunkt och en kedja genom anslutet våningsplan ut till det fria. Det finns en yttre knutpunkt. Det totala antalet kedjor och knutpunkter blir därför *7x-3* respektive *4x-2*. Antalet obekanta blir därför *3x*, vilket begränsar antalet våningsplan till högst 33 för PFS.

Fler våningsplan kan klaras av genom att slå samman våningsplanen två och två eller tre och tre, vilket ökar antalet möjliga våningsplan till 66 respektive 100 våningsplan. Brandplanet måste dock beskrivas som ett plan, vilket kan klaras av med lämpliga **set**-deklarerade textelement för ett plan som avslutas med **…n** och för flera plan som avslutas med **…m**. Brandplanet kan flyttas godtyckligt genom byte av berördas elementtexters slutbokstav.

Största storlek sprinklersystem

Ett grenat sprinklersystem kan beräknas för upptill 100 utlösta sprinkler. Ett sprinklersystem med gridrör minskar antalet möjliga utlösta sprinkler med antalet gridrör minus ett. Ett grenrörsystem kan tolkas som ett gridrörssystem med ett gridrör och att ett gridrörssystem har alltid minst två gridrör.

Ett sprinklersystem kan omfatta upptill 1000 sprinkler per sprinklersektion, men endast ett fåtal beräknas lösa ut vid en brand och sällan fler än 50 sprinkler. Antalet beräkningselement kan därför bli mycket stort för ett sprinklersystem om alla detaljer ritas upp. Sprinklersystems böjar och grenstycken behandlas förenklat som ekvivalenta rörlängder och kan därför utöka befintliga rörsträckors längd utan att några extra beräkningselement krävs. En enkel uppskattning är att det finns en rörsträcka per sprinkler. Detta medför att antalet sprinkler kan högst vara 500.

Gränsen högst 500 sprinkler gäller inte, eftersom alla passiva sprinkler tas bort från beskrivningen definierade som **k,0** (en stängd ventil). Detta gäller även alla rörsträckor utan något flöde. Detta innebär att alla passiva grenrör försvinner och även fördelningsrör ytterst till alla passiva grenrör som finns ytterst. Gridrör kan inte tas bort, men gridrör utan aktiva sprinkler kan förenklas till en enda rörsträcka.

Sprinklersystem med upptill 1000 sprinkler och långt mer är 1000 uppritade beräkningselement kan därför lösas genom att endast aktiva beräkningselement tas med och slås samman så långt det är möjligt. Det finns en styrvariabel **addd** som anger hur reduktion kan ske till en enda ekvivalent rörsträcka bara om lika diametrar (**addd**=1) eller omräkning efter minsta diameter(**addd**=2) eller efter största diameter (**addd**=3). Grafiken ritas i delar åtskilda med två blanka rader. Programmet känner av de blanka raderna och försöker att reducera antalet beräkningselement enligt styrvariabeln **addd**.

Ett verkligt exempel med grenrör försörjda via ett överordnat gridrörssystem med 624 sprinkler varav 30 utlösta och 807 rörsträckor reducerades ner till 98 beräkningselement från ursprungliga 1434 beräkningselement. Antalet beräkningselement för grenrören med trettio utlösta sprinkler blir sextio beräkningselement med en rörsträcka per sprinkler. Resterande trettioåtta beräkningselement beskriver det överordnade gridrörssystemet, nivåskillnad, startflöde och matningen.

6 Att lyckas med PFS

Att lyckas med PFS är svårt, eftersom PFS tillåter användare att göra vad som helst genom helt fri editering. Det finns inga begränsningar. Det är därför lätt att göra fel.

Fel kan undvikas genom en bra arbetsmetodik, rimlighetskontroll, att känna till vanliga fel och problem, att känna till omöjliga problem och att kunna bedöma om ett problem kan beräknas med PFS. Dessa kunskaper för att undvika fel beskrivs i de följande underavsnitten och de har tidigare redovisats i arbetsrapporten TVIT—07/7009 här med mindre tillägg och ändringar.

Något som ofta förbises är att bara för att det finns datorprogram måste de alltid användas. Enkla tumregler och handberäkningsmetoder kan visa att de uppställda kraven kan klaras av.

Arbetsmetodik

Innan ett problem ritas upp, är det viktigt att planera principskissen gärna med penna och papper och beakta ritytans begränsning med 400 rader med 160 tecken per rad. Vissa detaljer kan förenklas utan att det påverkar problemet. Uppritningen bör anpassas efter vad som skall skrivas ut för att undvika överskrivningar av andra resultat eller väsentliga delar av grafiken. En rekommendation är att inte använda mer än upp till position 120, eftersom därutöver blir textsnittet litet och svårläst.

Många flödesproblem består av en sammankoppling av ett antal likartade moduler. Detta kan utnyttjas genom att göra en bra genomtänkt lösning av en modul och därefter kopiera den det antal gånger som det krävs med hjälp av normala editeringsfunktioner. Notera att mindre block på högst tjugo rader och högst fyrtio tecken per rad kan ändras på samma sätt som en vanlig finn- och ersättfunktion.

En god arbetsmetodik kan vara att utgå från ett passande exempel eller en egen tidigare tillämpning, därefter genomföra olika ändringar och undersöka och förstå resultatet.

Det kan vara bra att arbeta med små problem i början, eftersom det är enklare att genomföra olika ändringar och risken för fel minskar. Ett bra arbetssätt kan vara att göra ett eget litet exempel för att testa, undersöka och förstå ett beräkningselement i detalj för första gången. Det kan vara bra att testa ett beräkningselements funktion för mer än ett fall och gärna mot ett på annat sätt framräknade värden för att undvika missförstånd och feltolkningar.

Både indatabeskrivningar och utdataresultat från PFS kan kopieras in i word-dokument. En metod för att få samma storlek på text och grafik är att alltid ha en kommentar i samma yttersta högerposition på en rad eller enbart en punkt på **begin**-raden.

Förkortningar för hela eller delar av beräkningselement kan vara ett sätt att minska skriv-arbetet och därmed felskrivningsrisken. Ett exempel är ett sprinklerrör med anslutning 40, innerdiameter 41.8 mm och längden 3 m som kan anges **g1=40,3** underförstått att **40=d,41.8**.

Det är alltid bra att göra en uppskattning eller ett överslag av vilket resultat som förväntas. Ett enkelt exempel är att undersöka brandgasspridning för ett FT-system med samma tryckfall för till- och frånluftsdel om 50 Pa för ett flöde på 20 l/s och ett läckage på 10 l/s vid samma tryckskillnad. Alla tryckfall antas vara kvadratiska i flödet. Rummets egenskaper kan förenklas till 50 l/s vid 50 Pa. Vad blir brandtrycket om brandflödet är 1000 l/s? Svaret är 20 000 Paeller 20 kPa ($50(1000/50)^2$). Ingen normal byggnad klarar detta brandtryck. En numerisk lösning med PFS kan vara svår att få.

Rimlighetskontroll

En ytterst viktig och enkel kontroll är att efter en beräkning kontrollera utskriften på **end**-raden, vilken anger antalet system, antalet beräkningselement, antalet fel och antalet observationer. Antalet system skall normalt vara ett om inte användaren har valt att beräkna flera parallella problem i samma **begin-end**-block. Noll system och noll beräkningselement kan erhållas för ett helt avstängt flödessystem till exempel ett inaktivt sprinklersystem av grenrörstyp. Antalet fel skall vara noll, om den siffermässiga lösningen skall vara korrekt. Observationer anger oftast parametrar eller definitioner som är överflödiga. Antalet fel och observationer som visas begränsas till högst 100 st.

En säkerhetsåtgärd kan vara att använda styrvariablen **system** i en **control**-sats för att kontrollera antalet system som ingår i ett block. Kontroll av att det finns endast ett system i ett **begin-end**-block görs med **control system=1**.

Hjälpfunktionen **State** kan användas för att för olika beräkningselement undersöka tryck, tryckändringar, flöden och hastigheter. En underfunktion hos **State** gör det möjligt att kontrollera antalet obekanta och även antalet beräkningsiterationer. Det kan vara bra att göra en egen bedömning av antalet obekanta och jämföra med det verkliga antalet. Metodiken för detta har tidigare redovisats i avsnitt 5. Marginalen till högsta antal obekanta (100) kan vara bra att känna till om beräkningsproblemet skall utökas något.

Hjälpfunktionen **State** kan också användas för att spåra orimliga beräkningsvärden som ofta uppstår genom att en felaktigt definierad komponent ger ett orimligt högt tryckfall, vilket påverkar hela lösningen. Sökning sker lämpligen efter tryckändring för de vanligaste förekommande standardelementen, vilket brukar vara **d**- och **t**-element för ledningar respektive kvadratiska strömningsmotstånd. Sökning efter fel i ett **d**-element även ske efter tryckfall per meter eller hastighet.

Hjälpfunktionen **Flow**, som ritar in flödespilar över grafiken, kan användas för enkelt kontrollera att alla flödesriktningar är de förväntade. Ett alternativ är hjälpfunktionen **Video**, som animerar strömningsbilden.

Ett grovt fel som en omkastad drivande tryckanslutning kan ge siffermässigt identiska resultat bortsett från tecken. Ett exempel på detta är beräkning av sprinklersystem utan några nivåskillnader och med nivåskillnader skiljer sig siffrorna åt mellan rätt och fel matning. Ett otillräckligt trycksatt sprinklersystem med flera nivåskillnader kan ha högre belägna sprinkler med inflöden och lägre belägna sprinkler med förväntade utflöden. Det är alltid viktigt att granska flödens tecken eller egentligen riktning, vilket kan ske med hjälpfunktionerna **Flow** och **Video**.

Sortval och sortförväxling

Val av sorter påverkar siffermässiga definitioner av indata och resultatutskrifter. Ett sortbyte halvvägs i beskrivningen av ett problem är inte bra. En förväxling mellan flödessorterna l/s och m^3/s kan resultera i stora numeriska svårigheter. Ett enkelt exempel är en komponent med ett kvadratiskt tryckfall 20 Pa för flödet 1 m^3/s, vilket kan anges med grundtextelementet **t,20,1**. Om flödessorten byts till l/s borde textelementet ändras till **t,20,1000**, men om det ursprungliga elementet **t,20,1** utsätts för flödet 1000 l/s blir tryckfallet inte förväntade 20 Pa utan 20 MPa. Någon numerisk lösning är inte att förvänta.

Decimalpunkt

Alla numeriska värden skall anges med decimalpunkt. Komma används som skiljetecken mellan ett beräkningselements olika argument. En del beräkningselement tillåter olika antal argument och därför kan det bli något annat än tänkt.

Ett exempel är ett cirkulärt rör med innerdiametern 41.8 mm, vilket med kommatecken blir ett rektangulärt rör med sidorna 41 mm och 8 mm. Den ekvivalenta diametern blir 18.8 mm. Flödena skiljer en faktor 8 för samma tryckskillnad. Tryckfallen skiljer sig en faktor 50 för samma flöde.

Ett annat exempel är att flera flödesmotstånd kan anges med argumentparet tryckfall,flöde efter typbokstaven eller med enbart argumentet tryckfall och underförstått att flödet är en flödesenhet. Det blir därför stor skillnad på **t,1.50** och **t,1,50**. Det senare beräkningselementet kan skrivas om till jämförbara **t,0.0004,1** eller **t,0.0004** att jämföra med **t,1.50**. Det skiljer en faktor 3750 i tryckfall för samma flöde för det två beräkningselementen.

Element med olika antal argument

Antalet argument är ofta variabelt för flera element. Ett exempel är **d**-elementet med två till fyra argument. En rektangulär luftkanal anges med tre argument bredd, höjd och längd. Om längden 20 m för **d,1000,800,20** faller bort blir resultatet **d,1000,800** lika med en cirkulär kanal med diameter 1000 mm och längden 800 m. Ett skrivfel med ett extra komma för tänkta **d,630,12** kanske blir **d,6,30,12**, vilket är en rektangulär kanal med bredd 6 mm, höjd 30 mm och längden 12 m, vilket ger ett minst 10^8 högre tryckfall vid samma flöde.

Teckenkonvention

Teckenkonventionen för vad som är positivt och negativt missas ibland. Flera flödesmotstånd kan anges med argumentparet tryckfall,flöde efter typbokstaven, där både tryckfall och flöde anges utan något tecken. Sökta flödesmotstånd kan anges som typbokstav följt av ? vid normal beräkning **trix=0**, men vid tvåstegsberäkning **trix**>0 anges även flödet och med tecken. Det är därför stor skillnad på **t?30** och **t?-30**. Förväntade strypningar blir orimliga tryckstegringar i stället.

Notera att när med **set**-deklarationen fördefinierade textelement beskrivs är det viktigt att inte glömma bort teckenkonventionen. De två tidigare strypningarna kan lämpligen namnges som **tp=t?30** respektive **tn=t?-30** och användas för två olika inkopplingsfall.

Ett annat vanligt och grovt fel, som orsakar något svårtolkade resultat, är när fläktar eller pumpar ansluts felaktigt. Flödesriktningen inte blir den önskade. Ett vanligt följdfel är att alla förväntade strypningar bli omöjliga tryckstegringar. Alla strypningar måste övervinna den felaktiga fläkt- eller pumpinkopplingens tryckstegring och det normala tryckfallet som finns utöver själva strypningarna.

Startflöden

Den numeriska lösningen underlättas alltid av att det finns startflöden och utan startflöden startar iterationerna med en del av flödena plus eller minus en flödesenhet, vilket kan vara långt från lösningens flöden.

Alla kedjor i ett grenat flödesystem behöver inte tilldelas ett startflöde utan det räcker med alla fria ändar i ett öppet flödessystem. Startflöden för alla gemensamma inre delar kan beräknas med hjälp av de fria ändarnas startflöden.

Det finns också en automatisk programfunktion som kan fördela ett givet totalflöde till ett grenat systems alla delar. Totalflödet fördelas via den gemensamma knutpunkten med alla fria ändar och efter deras tvärsnittsareor. Ett T-system eller ett F-system kan alltså tilldelas rimliga startvärden via ett enda totalflöde. Om tvärsnittsareor saknas, delas startflödet upp lika mellan alla anslutna fria ändar. Detta utnyttjas för sprinklersystem, där sprinklergrenar eller dito kedjor saknar dimensioner beräkningsmässigt sett utom den yttersta sprinklern på varje gren.

Rent grenade flödessystem är lätta att tilldela startvärden, medan flödessystem med ringmatning, matning från två håll, maskor, looprör eller gridrör kan kräva extra insättning av startflöden. Ett enkelt fall är en ringmatning, vars startflöden kan fastläggas genom att i en punkt ansätta ett startflöde i själva ringen. En lämplig punkt kan vara där ringflödet är nära noll.

Icke monotona fläkt- eller pumpkurvor

En fläkt med både stigande och fallande fläktkurva utan något startflöde ger ofta ingen lösning som visats tidigare i Figur 3.1. Ett startflöde på den fallande delen av fläktkurvan är vad som krävs eller en monotont fallande fläktkurva som visats i Figur 3.2. Denna fallande delen är det normala arbetsområdet. En fläktkurva definieras normalt med tre datapar med tryck-stegring och flöde för att resultera i en andragradsfunktion i flödet. Om de tre punkterna väljs något för snävt och något osäkert kan en fallande fläktkurva bli både stigande och fallande, vilket kan medföra problem. En fläktkurva bör definieras för att stämma väl med det aktuella arbetsområdet. Två av definitionspunkterna för fläktkurvan kan därför avgränsa det aktuella arbetsområdet. Den tredje punkten (egentligen den första) väljs med en tillräckligt hög tryckstegring för nollflöde för att fläktkurvan skall bli fallande.

Beräkning av gränsfall för brandgasspridning

Beräkning av gränsfallet för brandgasspridningen är numeriskt svårt, eftersom ett visst flöde skall vara noll i en del av flödessystemet samtidigt som en del andra flöden och tryck kan vara flera gånger de normala värdena.

Det kan vara bättre att beräkna ett fall där det önskade nollflödet sätts till en mindre del av det normala flödet och därefter prova sig fram mot allt lägre värden. Notera att båda strömningsriktningarna kan provas. Om gränsfallet leder till för byggnaden ur hållfasthetssynpunkt orimliga brandtryck, kan det vara omöjligt att få en lösning.

En andra lösningsmetod är att ansätta ett högsta tänkbart brandtryck eller prova en följd av stigande brandtryck och undersöka om brandgasspridning inträffar eller inte och om brandflödet är rimligt.

En tredje något osäker lösningsmetod kan vara att bara testa det brandflöde som branden förväntas prestera. Om ingen lösning erhålls, kan man prova betydligt lägre brandflöden. Det är inte heller fel att allra först prova utan något brandflöde. Detta driftsfall motsvarar i stort sett normal drift bortsett från eventuella funktioner med brandgasfläktar, brandgasspjäll och konvertering.

Temperaturberäkning

Öppna system med temperaturberäkning kräver att temperaturen är definierad allra ytterst för alla fria ändars eventuella inflöde. Temperaturen för den gemensamma yttre knutpunkten bestäms helt av utflödenas temperatur. Denna yttre temperatur blir annars de icke definierade inflödenas temperatur. Saknade temperaturdefinitioner kan också innebära att det inte går att beräkna en lösning, eftersom temperaturer inte kan beräknas. Temperaturen följer endast med strömningen och beräknas normalt inte som en okänd variabel i varje knutpunkt. Det gäller därför att definiera temperaturen uppströms alla beräkningselement och med rätt riktning. Det finns dock en möjlighet att ange äkta fria temperaturer med **T?** och deras antal med styrvariabeln **atel**.

Notera att inflödestemperaturer måste definieras med hänsyn till strömningsriktningen. Fria ändar som avslutas uppåt eller åt vänster innebär positiva inflöden och tvärtom för fria ändar med avslut neråt eller åt höger. Två lämpliga fördefinierade temperaturelement kan vara **Tp=T,20** egentligen **Tp=T,20:>** för positiv strömningsriktning och **Tn=T,20:<** för negativ strömningsriktning för att anslutas ytterst i fria ändar hos ett flödessystem.

Variablerna temperatur och en godtycklig egenskap är inga äkta oberoende variabler utan följer bara med rådande flöden. Problem med dubbelströmning eller återcirkulation kan därför inte lösas direkt med PFS. Ett enkelt exempel är en shuntgrupp. Den sekundära framtemperaturen i sekundärkretsen (cirkulationskretsen) bestäms av en blandning av den primära framtempera-turen och den sekundära returtemperaturen. Den sekundära returtemperaturen bestäms i sin tur av den sekundära framtemperaturen.

Omöjliga problem

Det skall också påpekas att ett problem inte behöver ha en lösning, eftersom det är oftast är frågan om lösningar till olinjära ekvationssystem. Ett enkelt exempel är koppla samman en pump med en största tryckstegring som är mindre än en fast tryckskillnad som pumpen skall övervinna. Pumpen kan aldrig nå upp till den önskade tryckskillnaden om varvtalet är givet och därför erhålls heller ingen numerisk lösning.

Ejektorverkan hos ett T-grenstycke kan förhindra brandgasspridning. Det går alltid att med en förenklad beräkningsmodell för ett F-system visa att brandgasspridning kan inträffa. Resultatet kan däremot bli ingen brandgasspridning om en fullständigare beräkningsmodell används, som även behandlar tryckfall i T-grenstycken.

Förklaringen är att ett stort genomloppsflöde skapar en ejektorverkan i det anslutande påsticket som förhindrar brandgasspridning till påsticket. Denna ejektorverkan kan ge en tryckstegring för påsticket lika med huvudflödets dynamiska tryck. En förutsättning är att det gemensamma systemet efter T-grenstycket har en tillräcklig kapacitet.

Ett annat olösligt problem är ett brandutsatt F-system med samlingslåda för ett antal vertikala kanaler. Samlingslådan utluftas vid brand. Om det finns ett mindre övertryck i samlingslåda kan brandgaserna tryckas ner till ett jämviktsläge på en viss nivå under samlingslådan. Om nerträngningsdjupet är mindre än nivåskillnaden fås nollflöde eller jämvikt. Ett sådant fall kan inte beräknas med ett normalt nivåskillnadselement med PFS.

Det finns dock en praktisk lösning som tillåter nästan jämviktslösning med små flöden. De nerträngande brandgaserna kyls ner till omgivningens temperatur vid små flöden. Detta utnyttjas beräkningsmässigt genom att för hastigheter under en viss gräns skala ner brandgastemperaturen mot den inre omgivande temperaturen. Detta minskar den bromsande termiska gradienten och ökar nerträngningsdjupet till nära nivåskillnadens värde.

En numeriskt besvärlig komponent är backventilen som anges med typbokstaven < och > och med inget flödesmotstånd i den ena riktningen och i princip oändligt flödesmotstånd i den andra riktningen. Det går inte att beräkna någon derivata med avseende på flödet i backriktningen, vilket PFS kräver. Lösningen är att beskriva backriktningen med ett linjärt tryckfall som ökar med antalet iterationer. Det finns styrvariabler för att ange minsta antal iterationer och startvärde och ökningsfaktor för det linjära tryckfallets derivata eller lutning. Ett asymmetriskt motstånd kan vara en bättre och säkrare lösning med ett litet läckage i backriktningen

Ett exempel på ett praktiskt omöjligt problem är ett fjärrvärmenät med två pumpar som styrs med två differenstryckstyrningar. Om olämpliga värden väljs för de två differenstrycken kan det innebära att en pump tar över helt och lite till medan den andra pumpen skall gå mer eller mindre baklänges. PFS ger en beräkningsmässig lösning för vilka pumptryck och flöden som krävs. En liknande situation kan uppstå när två pumpar med olämpliga fasta varvtal och anslutna i olika punkter körs mot ett fjärrvärmenät.

Beräkning med grenstycken

Tryckfallsfunktioner för grenstycken är inte oftast samstämmiga när det gäller övergångar från ett genomströmningsfall till ett annat genomströmningsfall. Det finns tre övergångar och de är växling mellan avstick och påstick, mellan avstick och samling och mellan påstick och fördelning. Övergången mellan påstick och avstick har anpassats till att vara samstämmig i PFS. En mindre arbetsrapport TVIT—07/7019 beskriver de övriga avvikelserna.

Problemet med beräkningar av brandgasspridning via ventilationssystem är att utgående från det normala driftsfallet kommer en del flöden att ändra riktning och därmed ändra strömnings-sätt i olika grenstycken. Om tryckfallsfunktionerna inte är samstämmiga kan den iterativa beräkningen för att finna lösningen att fallera när olika övergångar skall passeras.

Ett enkelt test för att undersöka om problemet ligger hos tryckfallsfunktionerna för grenstycken är att genomföra beräkningen med tryckfallsfria grenstycken, vilket fås med styrvariabeln **con**=0. Om beräkningen är en tvåstegsberäkning med injustering i steg ett kommer många strypningars tryckfall att öka genomgående.

Konvergensproblem

Kravet på att en lösning har konvergerat är att ett av fyra möjliga tester är uppfyllt för ekvationsfelen för de oftast olinjära ekvationerna för ett antal tryckslingor. De fyra testerna är relativt ekvationsfel, rotmedelkvadratfel, medelabsolutfel och största absolutfel och motsvarande testgränser ges av styrvariablerna **rsaee**, **msee**, **aaee** och **xaee** med utgångsvärdena 10^{-6}, 0, 0 respektive 0.

Siffervärdena visar att endast det första testet används för det relativa felet. De tre övriga testgränserna 0 är i princip omöjliga att uppfylla om inte det första testet också är uppfyllt. Om det bara finns en obekant och därmed också en tryckekvation att lösa blir medelabsolutfel, största absolutfel, och rotmedelkvadratfel alla lika stora.

Kravet på konvergens är att det relativa felet är mindre än 10^{-6}. Det relativa felet är lika med summan av alla tryckekvationers absolutfel dividerat med summan av alla elements absoluta tryckändring dock minst ett. Division med görs med ett, eftersom det kan finnas urartade beräkningsproblem utan några drivande tryckskillnader oftast med lösningen att alla flöden är noll. Det relativa felet är dimensionslöst och trycksortval har ingen betydelse.

Vad det relativa felet innebär kan beskrivas med ett exempel, ett öppet eller slutet grenat flödessystem med n grenar, en drivande tryckskillnad Δp_t och ett absolut medelekvationsfel Δp_e. Antag vidare att tryckfallsandelen för alla grenar är a och att den gemensamma tryckfallsandelen är $(1-a)$. Summan av alla absoluta tryckändringar kan nu skrivas som $(1+(1-a)+an)\Delta p_t$ eller förenklat till $(2+a(n-1))\Delta p_t$. Summan av alla absoluta ekvationsfel kan skrivas som $n\Delta p_e$. Testvärdet för det relativa felet kan nu skrivas som $(n/(2+a(n-1)))\Delta p_e/\Delta p_t$ och för ytterlighetsfallen för $a=0$ (obetydliga grentryckfall) fås $(n/2)\ \Delta p_e/\Delta p_t$ och $a=1$ (obetydligt gemensamt tryckfall) fås $(n/(n+1))\Delta p_e/\Delta p_t$.

Fallet utan ett gemensamt tryckfall $a=1$ ger det största testvärdet och för ett ventilationssystem med en tryckstegring på 1000 Pa med n grenar innebär konvergenskravet med **rasaee**=10^{-6} att det absoluta medelekvationsfelet måsta uppfylla $\Delta p_e < 0.001\ (1+1/n)$ Pa, vilket kan rundas av något i överkant till $\Delta p_e < 0.001$ Pa för att gälla för alla n.

Fallet med stora gemensamma tryckfall $a=0$ ger det minsta testvärdet och för samma fall som ovan måste det absoluta medelekvationsfelet måsta uppfylla $\Delta p_e < 0.002/n$ Pa, vilket visar att ekvationsfelet måste vara betydligt mindre för ett stort antal grenar n och med stort grentryckfall. Det relativa felet borde kanske beräknas med alla ekvationers ingående tryckändring och inte med alla elements tryckändring.

Testgränsen för det relativa felet anges med styrvariablen **rsaee** och andra högre värden än utgångsvärdet 10^{-6} kan provas när konvergens inte uppnås. Kontroll bör dock ske av övriga ekvationsfel **aaee** (medelabsolutfel), **xaee** (största absolutfel) och **msee** (rotmedelkvadratfel) med normalt nollställda testgränser och därmed bortkopplade. Konvergensförloppet kan undersökas i tabellfönstret genom att sätta styrvariabeln **table**=12 normalt med utgångsvärdet 4, vilket ger normala felutskrifter och konvergensförlopp. De fyra testvärdena mot testgränserna **rsaee**, **msee**, **aaee** och **xaee** redovisas.

Hur stora fel som kan godtas för rotmedelkvadratfel, medelabsolutfel eller största absolutfel går inte att avgöra, eftersom tryckekvationerna inte är kända och en liten tryckändring kan motsvaras av en stor flödesändring.

Det finns fyra fel som kan inträffa när ekvationssystemet skall lösas och de är *Iteration error* (antalet iterationer är större än 100), *Direction error* (det går inte att finna en ny sökriktning), *Search error* (det går inte att finna en bättre lösning i sökriktningen) och *Temperature error* (det går inte att beräkna alla temperaturer).

Något som kan orsaka konvergensproblem är lokala minima med funktionsvärde större än noll för den funktion som skall minimeras ner till noll. Den iterativa sökmetoden fastnar i ett lokalt minima och ingen lösning fås. En åtgärd för att hitta en lösning är att prova andra startvärden.

Konvergensproblem kan också bero på att det egentligen inte finns en lösning, eftersom problemet är orimligt på ett eller annat sätt (se tidigare underavsnitt Omöjliga problem).

Det finns också ett femte mindre allvarligt fel som kan inträffa efter att ekvationssystemets lösning är bestämd. Detta fel uppkommer vid omräkning av tryckändring och flöde för en given komponent till en egenskap som är orimlig eller utanför komponentens definitionsområde.

7 Sammanställning av felutskrifter

Detta avsnitt redovisar en sammanställning av alla felutskrifter som förekommer i PFS. Detta gäller både fel och observationer. Det finns mer än 250 felutskrifter. Fellistan gäller för programversion 2008-06-30 eller senare.

Alla felutskrifter redovisas, men inte alla kommenteras i denna sammanställning.

Felutskrifter är i några fall inte fullständiga utan . . . att de kortats av.

Felutskrifter kan innehålla godtyckliga tal beroende på det exempel som skall beräknas och dessa tal ersätts med *int* för heltal, med *real* för flyttal och för godtyckliga tal med *num*. Godtyckliga texter anges på liknade sätt med *string*. Det finns utskrift av sorter i några felutskrifter, vilka här anges med *unit*.

Gränsen mellan felutskrifters fasta del och godtyckliga del anges genomgående med ett kolon **:** för att underlätta tolkandet av felutskriften.

Sortering av felutskrifter har skett efter alfabetiskt och även efter *int*, *num*, *real*, *string* eller *unit*.

Alla felutskrifter skrivs ut lokalt där de upptäcks. Det finns därför ett antal snarlika felutskrifter för samma typ av fel.

En felutskrift kan ibland vara något kryptisk, men det lönar sig alltid att försöka förstå felutskriften än att testa sig fram utan att förstå varför det blev fel.

En bra och effektiv översikt över alla fel, både fel och observationer, för en beräkning fås alltid i tabellfönstret.

PFS-programmet försöker alltid att tolka PFS-koden så långt som det är möjligt, vilket medför att ett antal följdfel anges utöver övriga fel. Det är därför alltid lämpligt att rätta felen i den ordning som de kommer. Om det finns grundläggande fel blir det sista felet alltid **Basic translation error**. Något ekvationssystem varken formuleras, testas eller löses. Om det finns fel i ekvationssystemet blir den sista felutskriften **Error in equation system**.

Kontrollera alltid antalet fel och observationer på slutraden **end** efter en beräkning i resultatfönstret. Det går också att få alla observationer behandlade som fel genom att ändra styrvariabeln **obserr** till ett, vars utgångsvärde är noll och på detta sätt kan observationer inte ignoreras.

? not allowed in element	Element med given egenskap som inte kan beräknas eller anpassas.
All flows are not fixed	Beräkning med **flowsum**>0 kräver att alla flöden är givna.
Arguments do not fullfill 0<p1<p2 and 0<q1<q2	Både tryckfall och flöde skall anges i rätt ordning och vara positiva.
Axial fan error vm < 0 : *num*	Kontroll av skovelvinkel för axialfläkt.
Axial fan error vm > 90 : *num*	Kontroll av skovelvinkel för axialfläkt.
Axial fan error dvdp < 0 : *num*	Kontroll av axialfläkts egenskap. Skovelvinkels derivata med av seende på tryckstegring är negativ.
Axial fan error dvdq < 0 : *num*	Kontroll av axialfläkts egenskap. Skovelvinkels derivata med av seende på flöde är negativ.
Bad angle <0 or >90	Vinkel för en dimensionsövergång skall vara 0-90 º.
Bad bend value	Styrvariabeln **bend** är begränsad till 0-5.
Bad connection	-
Bad control statement	-
Bad control value : *num*	-
Bad data regression failed	Regressionsmodell går inte att beräkna.
Bad data *string* > *string* *num* > *num*	-
Bad decimal value : *real*	-
Bad declaration line or any line with = + * /	Om en deklaration fallerar, övergår översättaren till att tolka fortsättningen som grafik, vilket ger följdfel för nästa deklaration även om den är rätt.

Bad design statement	-
Bad diameter	-
Bad duct value	Styrvariabeln **duct** är begränsad till 0-25.
Bad element name : *string*	-
Bad export name	-
Bad expression between . . .	-
Bad flow order	-
Bad iterate number : *int*	Skall vara minst ett.
Bad model parameter flag	Flaggor för val av sex termer i beräkningsuttrycket för en axialfläkt.
Bad nexport value : *int*	Högst 100.
Bad number	-
Bad number < 1	-
Bad number > 100	-
Bad number of data	-
Bad number of decimals	Begränsat format.
Bad number of decimals : *num*	Begränsat format.
Bad number of diagram data	-
Bad number of dimensions	Högst tio i en **design**-sats.
Bad or missing control value	-
Bad parameter : *num*	-
Bad parameter statement	-
Bad parameter value : *num*	-
Bad pexport value : *num*	Högst 20.
Bad position of =	-

Bad result negative parameter	Parametern är negativ, vilket är orimligt.
Bad result number : *string*	-
Bad result value : *string*	-
Bad rexport value : *num*	Högst 100.
Bad step number : *num*	-
Bad syntax new level *int* < last level *int*	Det finns en viss ordningsföljd mellan olika PFS-funktioner.
Bad value : *num*	-
Bad value in element : *num*	-
Bad valve type	-
Basic translation error	Fel har hittats vid översättning av problemet. Inget ekvationssystem formuleras och ingen beräkning sker.
Begin after begin	Det saknas ett **end** före nästa **begin**.
Bigger valve needed	Ventilen är för liten.
Blocked declaration	Styrvariabel som inte får ändras.
Comment without end	En kommentar skall stå mellan **“** och **“**.
Conflict double below connection	-
Contradictionary subarguments	Motsägande underargument som < och > eller **i** och **o**.
Control variable blocked : *string*	Styrvariabeln kan inte ändras.
Control variable equal default : *string*	Styrvariabeln är lika med utgångsvärdet.
Control variable multiple defined : *string*	Styrvariabeln är redan ändrad.
Control variable too large : *string*	Styrvariabeln är begränsad uppåt.
Control variable too small : *string*	Styrvariabeln är begränsad neråt.
Control variable unknown : *string*	Styrvariablen är okänd.

Data 2 < 0	Kontroll av data till **function trix**.
Data 2 > data 3	Kontroll av data till **function trix**.
Data 3 > 100	Kontroll av data till **function trix**.
Data 4 < 1	Kontroll av data till **function trix**.
Data 4 > 4	Kontroll av data till **function trix**.
Data not even triplets	Krav på data i hela grupper om tre tal.
Decreased flow with factor : *real*	Felutskrift för ändrat flöde vid tvåstegs-beräkning.
Design statement missing	Det finns krav på en **design**-deklaration för **d**-element på formen **d?**längd, alla **loss**-deklarationer och **diameter**-deklarationen.
Diagram with bad position change	Lägena är inte en monoton följd och kan vara ökande eller minskande.
Diagram with flow <= 0	**diagram**-flöden skall vara positiva.
Diagram with increasing resistance	**diagram** skall anges med avtagande flödesmotstånd från stängt mot öppet.
Diagram with pressure drop <= 0	**diagram** -tryckfall skall vara positiva.
Diameter conflict at element	Till elementet anslutande ledningar har olika dimensioner, men den minsta väljs elementet i fråga, som oftast är en böj. Åtgärd sätt in ett **a**-element som övergång.
Diameter needs min, max, mean or equal	**design**-deklarationen måste innehålla **min**, **max**, **mean** eller **equal**.
Direction error ix= *int* rsaee= *real* system *int*	Det går inte att bestämma en ny sök-riktning.
Division with zero	Division och operand hoppas över och tidigare resultat kvarstår. (5/0+3 blir 8).

Drawing close above	-
Drawing close right	-
Duct diameter less than 1 mm	-
duct<>16-20	Avser rektangulär ledning med angiven ytråhet som kräver att styrvariablen duct är 16-20, vilket ger tryckfallsformler där Reynolds tal ingår.
Element with connection loop disconnected	Ett element som är kortslutet med en loop och som tas bort.
Equal default	Lika med utgångsvärdet.
Equal result lines	Samma resultat skrivs ut på flera ställen.
Error in equation system	Allvarligt fel i ekvationssystem.
Expression beyond position 120	-
Fan or pump with negative flow	Fläkt eller pump med negativt flöde.
Fixed density conflict	Densiteten är låst med styrvariabel **dencase**=0 och kan inte ändras.
Fixed pressure loop	Alla tryckändringar i en loop är givna. Det skall alltid finnas en tryckändring som är fri.
Free pressure chain loop	-
Function : *string* : needs trix > 1	Full tvåstegsberäkning krävs för denna **find**-funktion.
Function trix number of data <> 4	Antal data skall vara fyra.
Good fan flow > : *real unit*	Fläktkurva med maxima är entydig för flöden över angiven gräns.
Good fan pressure < : *real unit*	Fläktkurva med maxima är entydig för tryckstegring under angiven gräns.
Illegal above connection	Otillåten övre anslutning.
Illegal character : *string*	-

Illegal connection number	Felaktigt knutpunktsnummer. Standardnummer är **1-999.**
Illegal left connection	Otillåten anslutning åt vänster.
Impossible effect : *real*	Omöjlig effekt för en värmare.
Impossible fan or pump operation	-
Impossible operation for : *string*	**diagram**-funktion med tryckökning i strömningsriktningen.
Impossible valve operation	**valve**-funktion med tryckökning i strömningsriktningen.
Increased flow with factor > : *real*	-
Increasing fan curve from …	Stigande fläkt- eller pumpkurva för flöde från 0 till angivet värde och för tryckstegring mellan angivna värden.
Increasing pressure raise for large flows	Orimlig fläktkurva med ökande tryck-stegring för ökande flöde.
Inlet temperature undefined	Utloppstemperatur är definierad med ett felvänt **T**-element, men alla fria öppningar skall ha definierade inlopps-temperaturer.
Iteration error ix= *int* rsaee= *real* system *int*	Antalet tillåtna iterationer har överskridits. Högsta antal iterationer ges med styr-variabeln **itmax** (högst 100).
Inlet temperature undefined	Utloppstemperatur definieras, men alla fria öppningar skall ha definierade inloppstemperaturer.
int parameters > *int* equations	Antalet fria parametrar är större än antalet ekvationer.
int fixed flows > *int* equations	Antalet givna flöden är större än antalet ekvationer.

int flows *int* parameters < *int* equations	Antalet fria flöden och parametrar är mindre än antalet ekvationer.
int flows *int* parameters > *int* equations	Antalet fria flöden och parametrar är större än antalet ekvationer.
int junctions with start flow sum <> 0	Antal knutpunkter med startflöden som inte stämmer överens.
Junction with indirect fixed flow sum ???	Knutpunkt med alla flöden givna helt eller delvis indirekt.
Junction with start flow sum <> 0	Knutpunkt med startflöden som inte stämmer överens.
Junction without any free flow	Knutpunkt med alla flöden givna. Det måste alltid finnas ett fritt flöde per knutpunkt.
Less than 3 parameters	Funktionen **asymmetric** kräver tre till sex parametrar.
Limited exponent -3 > nn > 3	Exponent för postiva flöden för funktionen **asymmetric** är begränsad.
Limited exponent -3 > np > 3	Exponent för negativa flödenför funktionen **asymmetric** är begränsad.
Max nine program ... lines	Högst nio **program**-rader för samma variabel.
Max nine rank ... lines	Högst nio **rank**-rader för samma test.
Max nine result ... lines	Högst nio **result**-rader för samma variabel.
Max nine status ... lines	Högst nio **status**-rader.
Missing above connection	Anslutning uppåt saknas.
Missing diameter to element	Diameter saknas till element.
Missing diameter . . . : *character*	Det saknas en diameter till en gren till ett grenstycke (T eller X).
Missing equal sign =	-

Missing left (	Vänster parantes **(** saknas.
Missing left connection	Anslutning till åt vänster saknas.
Missing operand replaced by zero	-
Missing parameter	Funktionen **find** saknar ett värde.
Missing right)	Höger parantes **)** saknas.
Missing right connection	Anslutning till åt höger saknas.
Missing T-element	Alla fria öppningar skall ha definierade inloppstemperaturer.
More program steps than declared	Antalet deklarerade programsteg enligt deklarationen **table** är för litet.
More than 6 parameters	Funktionen **asymmetric** kräver tre till sex parametrar.
More than one diameter parameter found	**diameter**-parameter finns redan.
More than one fixed flow in chain	En godtycklig kedja av element sammankopplade två och två kan bara ha ett givet flöde.
More than one free parameter in chain	En godtycklig kedja av element sammankopplade två och två kan bara ha en fri tryckändring.
More than one pressure reference	Det kan bara finnas en tryckreferenspunkt för ett flödesystem.
Multiple ?	Mer än ett frågetecken.
Multiple defined identifier : *string*	-
Multiple defined parameter	-
Multiple design statement	Högst en **design**-sats per block.
Multiple direct or indirect subarguments	-
Multiple parameter definition : *string*	-

Negative data	-
Negative flow	-
Negative pressure raise	-
Negative valve position	-
No diameter given	-
No diameter parameter not found	-
No element found	-
No element text found *string* of …	Elementtext saknas i angiven riktning till angivet grafiktecken.
No expression	-
No fixed flow no design possible	En ledningsdimension kan bara beräknas om flödet är givet och att det finns en **design**-deklaration.
No min max design	-
No begin-end block found	Styrorden **begin** och **end** eller **end** saknas.
No program steps	-
No resistance h*q>0 h= *real unit* q= *real unit*	Ett motståndselement har en tryckökning i flödesriktningen, vilket är orimligt. Tillgängligt tryck i systemet kan vara för lågt eller någon felaktig komponent tar allt tillgängligt tryck.
No systems found	Det finns inga system att beräkna trots att det finns grafik.
No valid rank operation : *string*	-
Non standard element connection	Ingen standardanslutning för textelement. Rätt anslutning på en horisontell ledning är vid textelementets första tecken till vänster.
Nonmonotone pressure raise	-
Nonpositive argument	-

Nonpositive base	-
Nonpositive exponent	-
Nonpositive parameter	-
Nonpositive pressure raise at zero flow	Tryckstegring för en fläkt eller pump skall vara positiv vid nollflöde.
Nonsense loop connection	-
Not a single character : *string*	-
Not allowed subargument : *string*	-
Not an integer	-
Not equal number of program steps	Alla **gram**-deklarationer skall ha samma antal värden när inga kombinationer skall beräknas. Första argument för **table**-deklarationen är noll.
Not referenced : *string*	-
Not yet defined parameter	-
Notice fixed density	-
Number of data <> 3	Deklaration av **valve**.
Number of data <> 4	Deklaration av **heater** eller **cooler**.
Number of data <> 5	Deklaration av **heatgain** eller **heatloss**.
Number of data <> 6	Gäller alla **gram**-deklarationer utom **decgram**, **program** och **pergram**.
Number of data even	Deklaration av **polynom**.
Number of data not 4, 6, 8 or 10	Deklaration av **segment**.
Number of free temperatures T? <> atel	Äkta fria temperaturer kan läggas i ett problem som **T?**, men antalet måste anges med styrvariabeln **atel**.

Number of systems <> system	Antalet system som ingår i ett block kan anges med styrvariabeln **system**. Detta för att kontrollera att inte ett större system har delats upp på något sätt. Utgångsvärdet noll ger ingen kontroll.
Numbox with frame error	Knutpunkt definerad utan normal element-anslutning och med enkelram och fallerar.
Numbox without frame error	Knutpunkt definerad utan normal element-anslutning och utan enkelram och fallerar.
Numeric subargument not allowed	-
Numeric subargument too large	Endast ental noll till nio.
Only flows are allowed	-
Only min or max and Rv(d) do work	-
Only non and (d) do work	-
Open below connection	-
Parameter < 1	Krav för argument till **find**-funktionen.
Parameter > 0	Krav för argument till **find**-funktionen.
Parameter > 1	Krav för argument till **find**-funktionen.
Parameter string too long	Högst tolv tecken.
PFS program error : *string*	Detta fel skall inte inträffa. Eposta exempel till ansvarig programmerare.
Polynom degree <0 or >9	Gradtal skall vara mellan noll och nio.
Polynom fit failed	Regressionsmodell går inte att beräkna.
Print out on or below last line	Utskrifter på eller förbi **end**-raden.
Print out right of line	Utskrift utanför högerkanten.

Program time limit expired	Bäst före datum utgånget för lösaren **sfs.dll**. Byt **sfs.dll** till den senaste versionen. Använd deklarationen **version** för att kontrollera bäst före datum. Huvud-programmet **pfs.exe** skall inte bytas.
Reserved parameter : *string*	Parametern finns redan och kan inte ändras.
Rest of line not empty	-
Result element change	Förskjutning i resultatutskrift.
Reversed flow with factor < : *real*	-
Search error ix= *int* rsaee= *real* system *int*	Linjär sökning fallerar. Ingen förbättring i den valda sökriktningen.
Set defined element text outside right border	**set**-deklarerat element ligger utanför högermarginal med position 160.
Single connection	Unik knutpunkt bara tillåten med dubbel-anslutning och inte ytterst.
Single decimal argument	-
Single used connection end	-
Smaller valve needed	Ventilen är för stor.
Sort too long	Högst sju tecken.
State multiple information point	**State**-funktionen kan redovisa både data från **trix**=1 och för **trix**>1, men med data för **trix**=1 nära intill själva elementanslutningstecknet.
Text with more than one connection	Elementtext med fler än en anslutning.
Text without connection	Elementtext utan en anslutning.
Three triplets of data needed	Nio data krävs.
Too big : *string*	**diagram**-funktion för stor och kan inte strypas tillräckligt.

Too few arguments in element	-
Too few data	-
Too few diagram lines	Minst två tryckfall/flödeslinjer krävs.
Too large dimension	Mindre dimension krävs.
Too large position for : *string*	Inställning utanför angiven diagram-funktions definitionsområde.
Too large valve position	Ventilen är för liten.
Too long defintion	Högst trettio tecken.
Too long identifier : *string*	Högst tolv tecken.
Too many arguments	-
Too many arguments in element	-
Too many calculation statements	Högst 100 **calculate**, **compute**, **define** och **iterate** rader sammanlagt.
Too many coupled definitions	Högst tre.
Too many decimals > width-3	Tabellerade utskrifter har formatet sex tecken.
Too many definitions	Högst 200.
Too many design dimensions	Högst 10.
Too many diagram data defined	Högst 1000 för en gemensam stack.
Too many diagrams defined	Högst 100.
Too many elements	Antalet element är begränsat till 1000.
Too many free dimensions	Högst 1000.
Too many function trix	Högst 10.
Too many identifiers	Högst 400.

Too many operations and operands	Högst 50.
Too many parameters	Högst 100.
Too many program lines	Högst 20.
Too many program steps	Högst 100.
Too many rank lines	Högst 10.
Too many result lines	Högst 100.
Too many systems	Antalet system är begränsat till 100.
Too many unknowns	Antalet obekanta är begränsat till 100.
Too short identifier : *string*	Minst två tecken krävs. Ett tecken är reserverat för standardelement.
Too small : *string*	**diagram**-funktion för liten och kan inte öppnas tillräckligt.
Too small dimension	Större dimension krävs.
Too small position for : *string*	Inställning utanför angiven diagram-funktions definitionsområde.
Unknown diagram type	-
Unknown element : *string*	-
Unknown subargument : *string*	-
Unknown temperature	Temperatur är en slaskvariabel som följer med strömningen. Alla fria öppningar bör ha temperaturdefinitioner ytterst för att definiera eventuella in-flödens temperatur. Inre recirkulationer stoppar temperaturberäkning.
Unknown temperatures *int* out of *int*	Antalet temperaturer som inte kunnat beräknas. Se även ovan.
Variable density conflict	Ej tillåtet att definiera ett massflöde om temperaturberoende densitet.

X with double flow in solution	Dubbelströmning i X-stycke med två inflöden och med två utflöden. Det finns inga datablad som beskriver tryckfall för dubbelströmning utan endast för fall med ett inflöde eller ett utflöde.