



LUND UNIVERSITY

Krav på tryckfallsfunktioner för grenstycken

Jensen, Lars

2007

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (2007). *Krav på tryckfallsfunktioner för grenstycken*. (TVIT; Vol. TVIT-7019). 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

Krav på tryckfallsfunktioner för grenstycken

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2007
Rapport TVIT--07/7019



Lunds Universitet

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

Avdelningen för installationsteknik

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

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

Krav på tryckfallsfunktioner för grenstycken

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2007

ISRN LUTVDG/TVIT--07/7019--SE(29)

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

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
	Bakgrund	5
	Problem	6
	Krav	7
	Syfte	7
2	Beräkningsuttryck för grenstycke	9
	Påstick	10
	Genomlopp vid påstick	12
	Fördeling	14
	Avstick	16
	Genomlopp vid avstick	18
	Samling	20
	Övergång mellan avstick och påstick	22
	Övergång mellan samling och avstick	22
	Övergång mellan fördelning och påstick	22
	Sammanfattning av övergångar	22
3	Isodiagram för T-grenstycke med $1.25d_0=d_1=d_2$	23
4	Isodiagram för T-grenstycke med $d_0=d_1=d_2$	25
5	Isodiagram för T-grenstycke med $0.8d_0=d_1=d_2$	27
6	Sammanfattning och slutsatser	29

1 Inledning

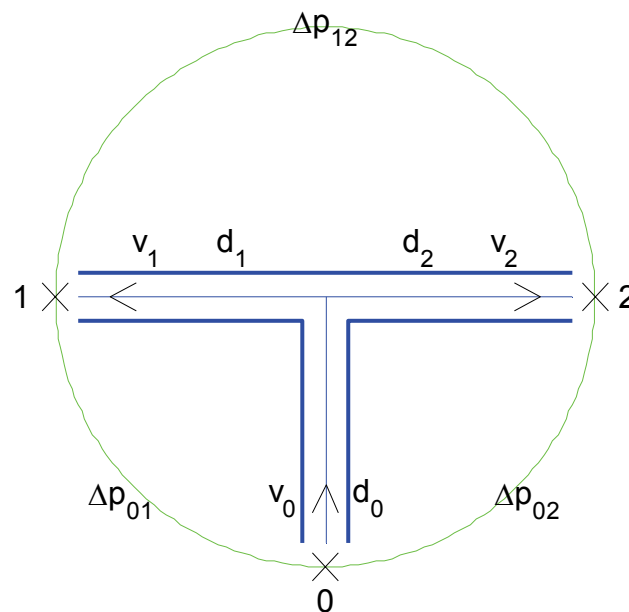
Bakgrund

Grenstycken finns i alla grenade flödesystem av något slag. Grenstyckens tryckfall utgör ofta större delen av tryckfallet i ett ventilationskanalsystem och kan därför inte försummas. Själva tryckfallet för raka kanaler bestäms av förhållandet mellan längd och dimension, vilket för ventilationssystem kan bli måttligt.

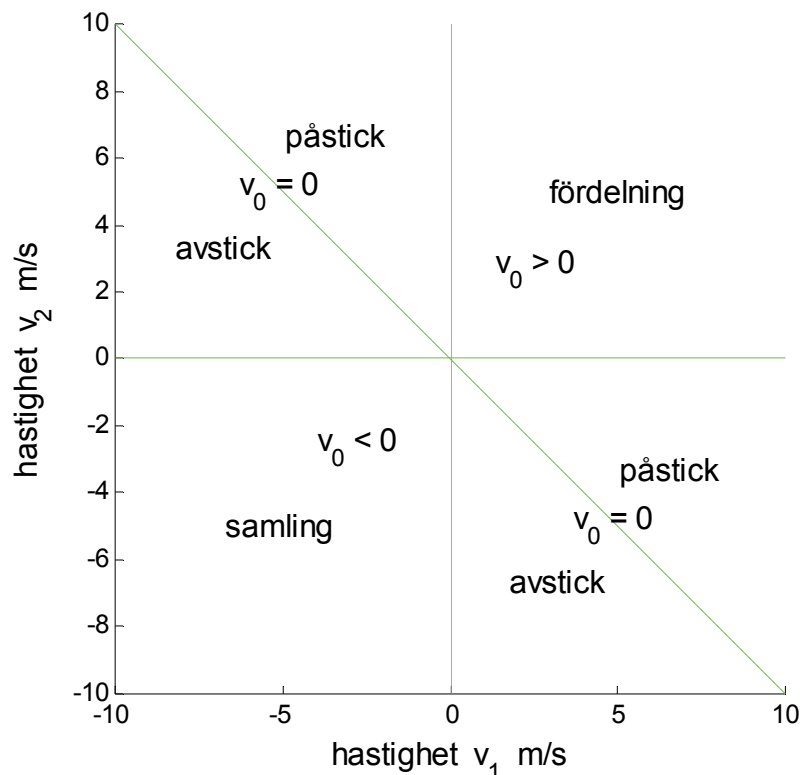
Det finns i princip fyra olika driftsätt för ett grenstycke med tre grenar och de är fördelning, samling, påstick och avstick. Dessa fyra driftsatts tryckfall för de två strömningsvägarna beskrivs med totalt sex olika funktioner med en funktion för fördelning, en för samling, en för påstick, en för genomlopp vid påstick, en för avstick och en för genomlopp vid avstick.

Alla dessa sex funktioner har tagits fram oberoende av varandra och utan att kontrollera samstämmigheten vid övergång från ett driftsätt till ett annat driftsätt. Det finns i princip tre olika övergångar för ett T-grenstycke och de bestäms av att ett grenflöde är noll.

Antag att de tre grenhastigheterna i ett T-stycke v_1 , v_2 och v_0 definieras enligt Figur 1.1. Om T-styckets tre diametrar är lika, innebär det att hastigheten $v_0 = v_1 + v_2$. Detta ger tre övergångsfall som kan anges som $v_0 = v_1 + v_2 = 0$ eller $v_1 = -v_2$, $v_1 = 0$, $v_2 = 0$. Hur T-styckets driftsätt delas upp av dessa tre övergångslinjer visas i Figur 1.2.



Figur 1.1 Definition av ett T-styckes grenar, hastigheter, diametrar och tryckändringar.



Figur 1.2 Områden för olika strömningsfall för ett T-stycke som funktion av de två grenhastigheterna v_1 och v_2 .

Problem

Denna brist på överensstämmelse vid olika övergångar har ingen betydelse för normal dimensionering med kända flöden, men bestämning av flöden för ett fall med godtyckliga förutsättningar blir kanske resultatet inte entydigt. Det finns kanske flera möjliga lösningar. Det kanske inte finns några lösningar, eftersom tryckfallsfunktionerna inte är samstämmiga eller egentligen kontinuerliga vid övergång från en funktion till en annan funktion.

Datorprogram använder iterativa beräkningar för att bestämma flöden för ett flödessystem med givna yttre förutsättningar. Om de funktionerna som beskriver hur trycket ändras för olika vägar förbi ett T-stycke inte är samstämmiga för olika övergångar mellan olika strömningsfall, är det inte säkert att de iterativa beräkningarna kan konvergera mot en lösning.

Ett enkelt exempel är att om ekvationsfelet för en tryckslinga minskar fram mot en övergång och att efter övergången ökar felet betydligt och som ett steg. Det iterativa förfarandet fastnar här intill övergången och någon lösning fås inte.

Krav

Tryckändringarna Δp_{0-1} , Δp_{0-2} och Δp_{1-2} för T-styckets tre möjliga vägar mellan punkterna 0-1, 0-2 och 1-2 enligt Figur 1.1 måste vara kontinuerliga för alla möjliga flödesfall. Det kan inte finnas diskontinuiteter.

De är inte fysikaliskt rimligt att de tre tryckändringarna Δp_{0-1} , Δp_{0-2} och Δp_{1-2} för ett T-stycke kan ha några diskontinuiteter varken för godtyckliga grenhastigheter eller för de tre särfallen med en grenhastighet lika med noll.

Tryckändringarna för T-styckets tre möjliga vägar mellan punkterna 0-1, 0-2 och 1-2 uppfyller alltid:

$$\Delta p_{0-2} = \Delta p_{0-1} + \Delta p_{1-2} \quad (\text{Pa}) \quad (1.1)$$

Notera att två av de tre tryckändringarna i (1.1) beräknas med lämpligt beräkningsuttryck för givet strömningsfall. En av de tre tryckändringarna beräknas med hjälp av de övriga två och (1.1), eftersom detta fall inte motsvarar ett tryckfall för en strömningsväg.

Syfte

Rapportens första syfte är att gå igenom hur de sex tryckfallsfunktionerna för fördelning, samling, påstick, genomlopp vid påstick, avstick och genomlopp vid avstick skall kunna göras samstämmiga vid övergångar. Detta redovisas i avsnitt 2 både med diagram för förlustkoefficienten som funktion av huvudflödets hastighet och för olika hastigheter för den berörda grenen och med isodiagram för både förlustkoefficient och tryckfall med de två hastigheterna som axlar.

Rapportens andra syfte är att redovisa den nuvarande bristen på samstämmighet för de tre tryckändringarna Δp_{0-1} , Δp_{0-2} och Δp_{1-2} i var sitt isodiagram för samtliga hastighetsfall enligt Figur 1.2 med hastighet v_1 x-axel och hastighet v_2 y-axel. Notera att dessa isodiagram inte är de samma som i avsnitt 2, eftersom hastigheterna definieras helt olika.

Notera att de tre övergångslinjerna är markerade i Figur 1.2. Resultatet redovisas i avsnitt 3, 4 och 5 för med samma dimension för gren 1 och 2 (genomlopp) och för gren 0 (avstick/påstick) en dimension mindre, samma dimension och en dimension större i avsnitt 3, 4 respektive 5.

2 Beräkningsuttryck för grenstycke

Beräkningsuttrycken är hämtade från en äldre BFR-rapport med beteckning R1:1973 och de används i datorprogrammet PFS för styrvariabeln $con=1$. Samma beteckningar som i R1:1973 används i detta avsnitt. Summagrenens hastighet och dimension betecknas alltid v_1 och d_1 . Den berörda grenens hastighet och dimension betecknas alltid v_2 och d_2 . Beteckningarna i Figur 1.1 och 1.2 tillämpas i avsnitt 3, 4 och 4.

Beräkningsuttrycken för de sex grundfallen redovisas tillsammans med förlustkoefficienten som funktion av huvudflödets eller summaflödets hastighet, benämnd v_1 för olika hastigheter för berörd gren, vars hastighet benämns v_2 . Redovisning sker även med isodiagram för både förlustkoefficient och tryckfall med huvudflödets hastighet och den berörda grenens hastighet som axlar. Varje fall redovisas med tre olika diagram i samma uppslag.

Tryckfallet beräknas med förlustkoefficienten multiplicerad med huvudflödet dynamiska tryck.

Hastigheten v_1 varierar i intervallet (0,10) m/s och är alltid positiv i beräkningsuttrycken.

Hastigheten v_2 antar heltalvärden från 0 till 10 m/s och är alltid positiv i beräkningsuttrycken.

Alla beräkningsuttryck i detta avsnitt bygger på att huvudhastigheten $v_1 > 0$ annars sker division med noll.

Grenstyckets tre diametrar är alla lika i detta avsnitt. Detta medför att den beräknade förlustkoefficienten finns bara definierad för $v_1 > v_2$

Notera att y-axeln för förlustkoefficienten varierar från fall till fall.

Särfallet med grenhastigheten v_2 lika med 0 m/s resulterar i regel i en rät linje genom hela diagrammet.

Alla beräkningsuttryck redovisas direkt från ett matlab-program, där tecknet ^ anger exponent.

Alla övergångar granskas för de sex tryckfallsfunktionerna. En sammanställning görs sist i avsnittet.

Påstick

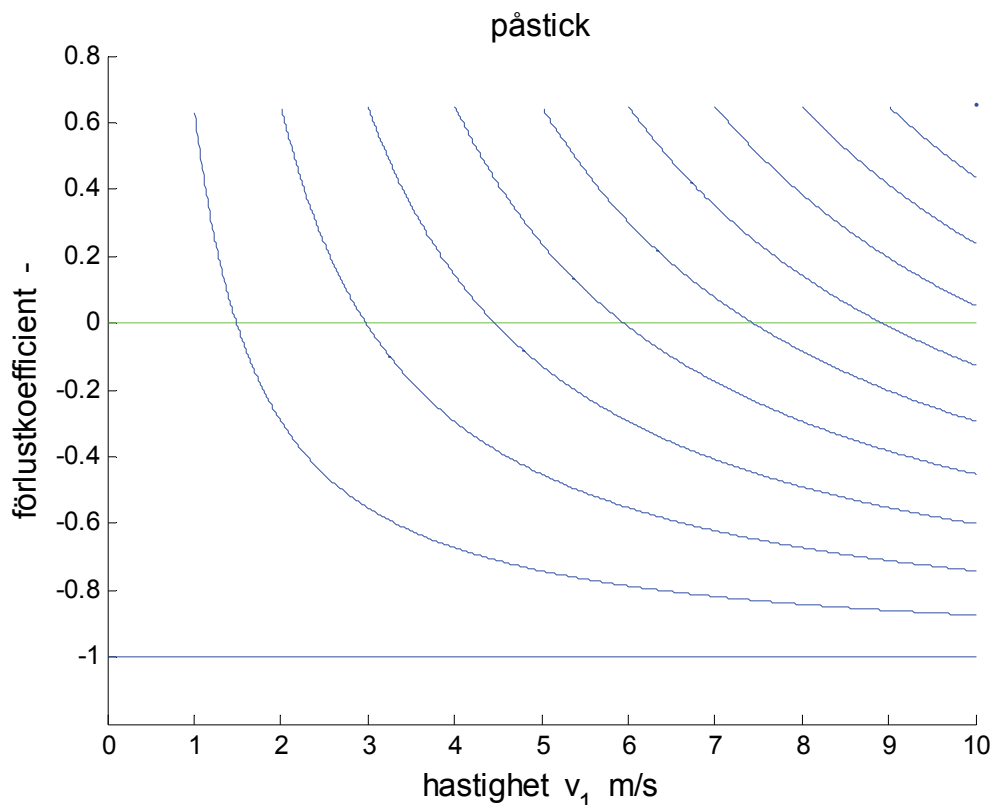
Beräkningsuttrycket (2.1) nedan är hämtat från matlab-program. Övergången för $v_2/v_1=5$ är inte helt jämn 34.13 mot 35.06.

$$\text{if } v_2/v_1 > 5 \text{ f}=34.13; \text{ else } \text{f}=2.1*\exp(0.58*v_2/v_1)-3.10; \text{ end}; \quad (2.1)$$

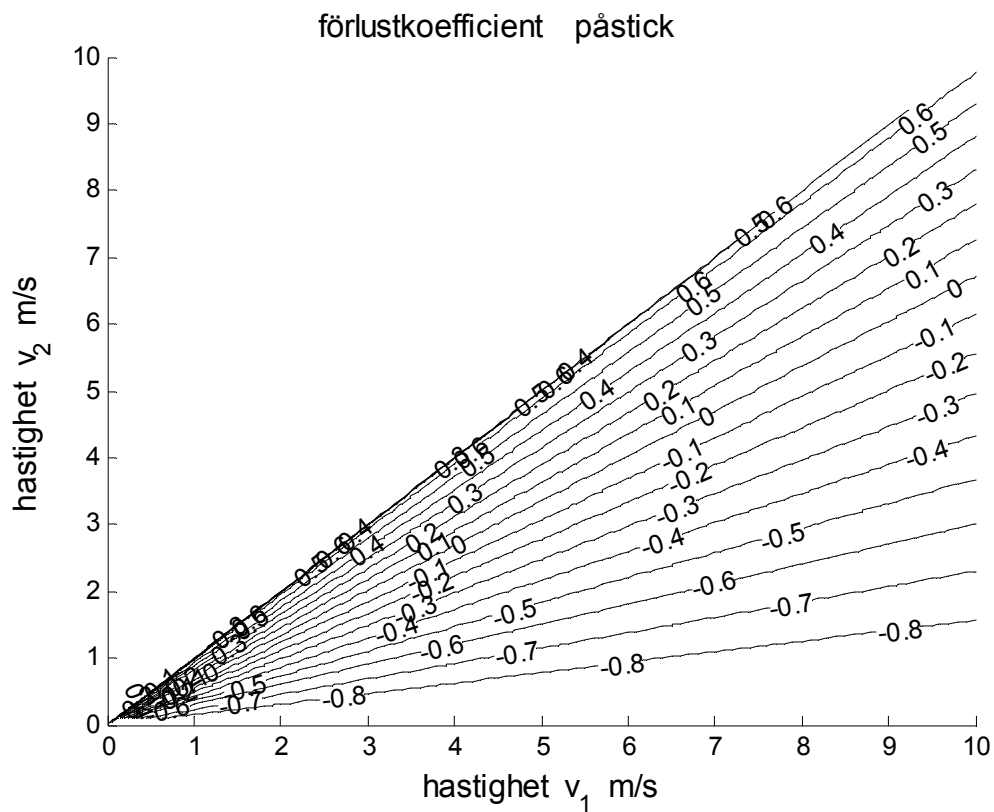
Kurvorna i Figur 2.1 visar ett påstick kan innebära en tryckökning. Detta inträffar om huvudhastigheten v_1 är mycket större än den berörda grenhastigheten v_2 .

Övergång från påstick till avstick med ingen grenhastighet motsvarar mätning av statiskt tryck i en kanal med ett tryckuttag vinkelrätt kanalen. Skillnaden mellan totaltryck och statiskt tryck är det dynamiska trycket. Förlustkoefficienten är för det ideala fallet lika med -1.0.

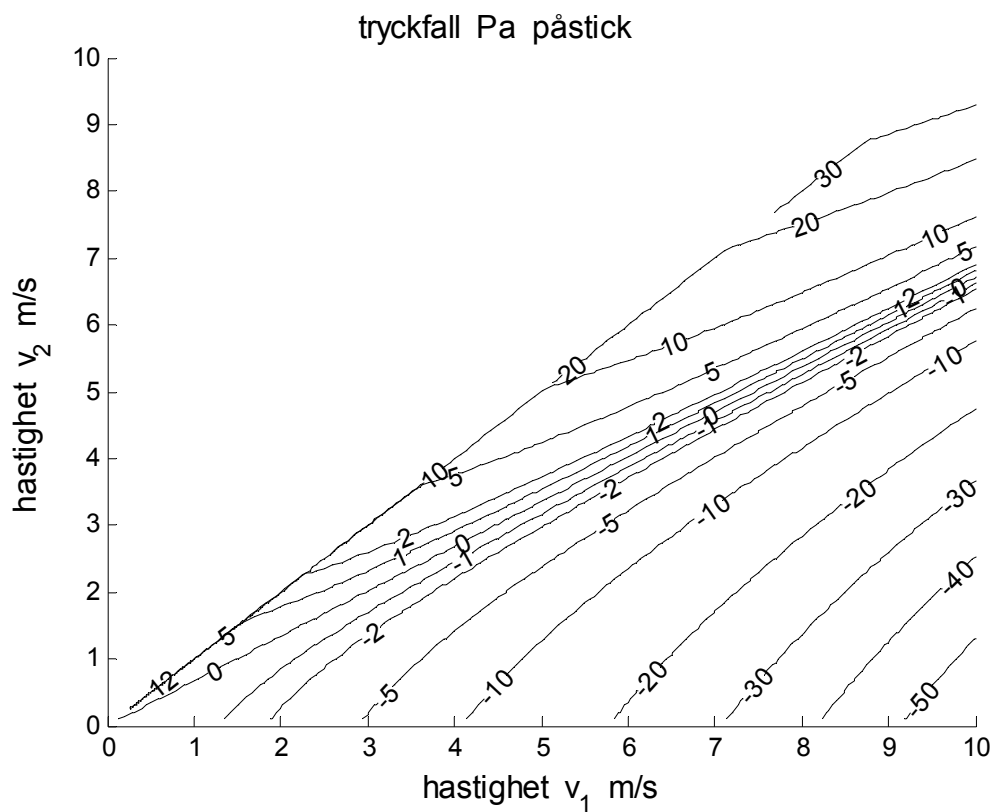
Övergång till fördelning innebär att med lika diametrar skall huvudhastighet och grenhastighet vara lika och motsvarande förlustkoefficient kan beräknas till 0.65, vilket även kan läsas av från kurvorna i Figur 2.1.



Figur 2.1 Förlustkoefficient för påstick som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.2 Förlustkoefficient för påstick som isodiam för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.3 Tryckfall för påstick som isodiam för hastighet v_1 och v_2 .

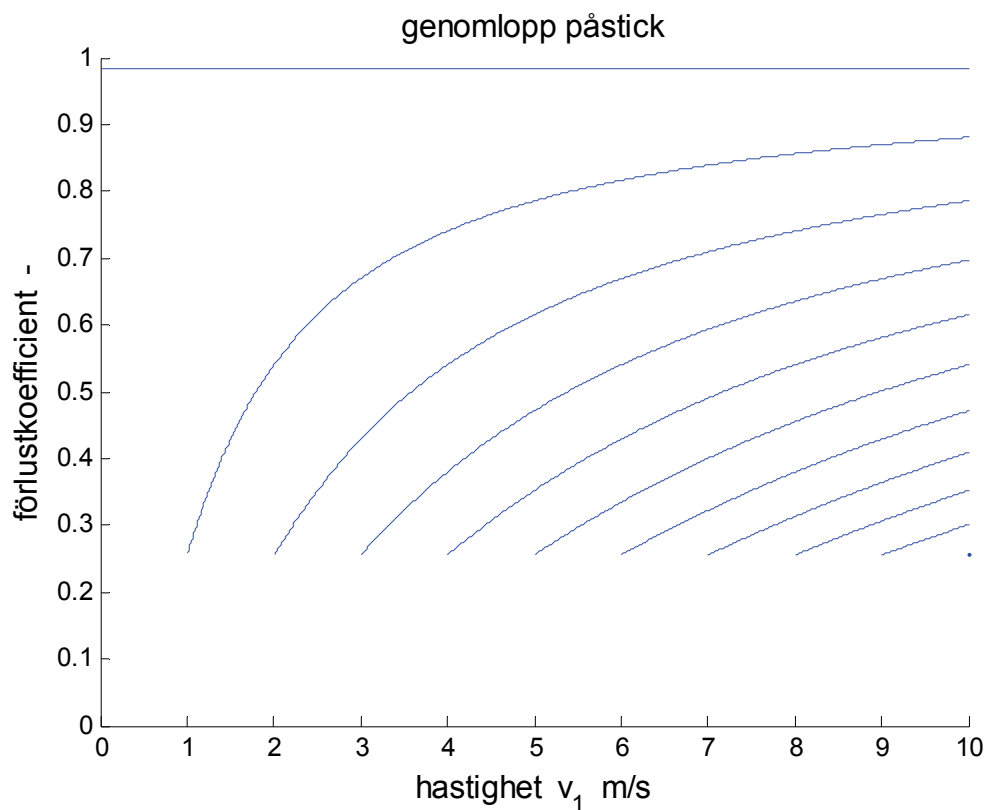
Genomlopp vid påstick

Beräkningsuttrycket (2.2) nedan är hämtat från matlab-program. Övergången för $v_2/v_1=2$ är inte helt jämn 0.053 mot 0.060.

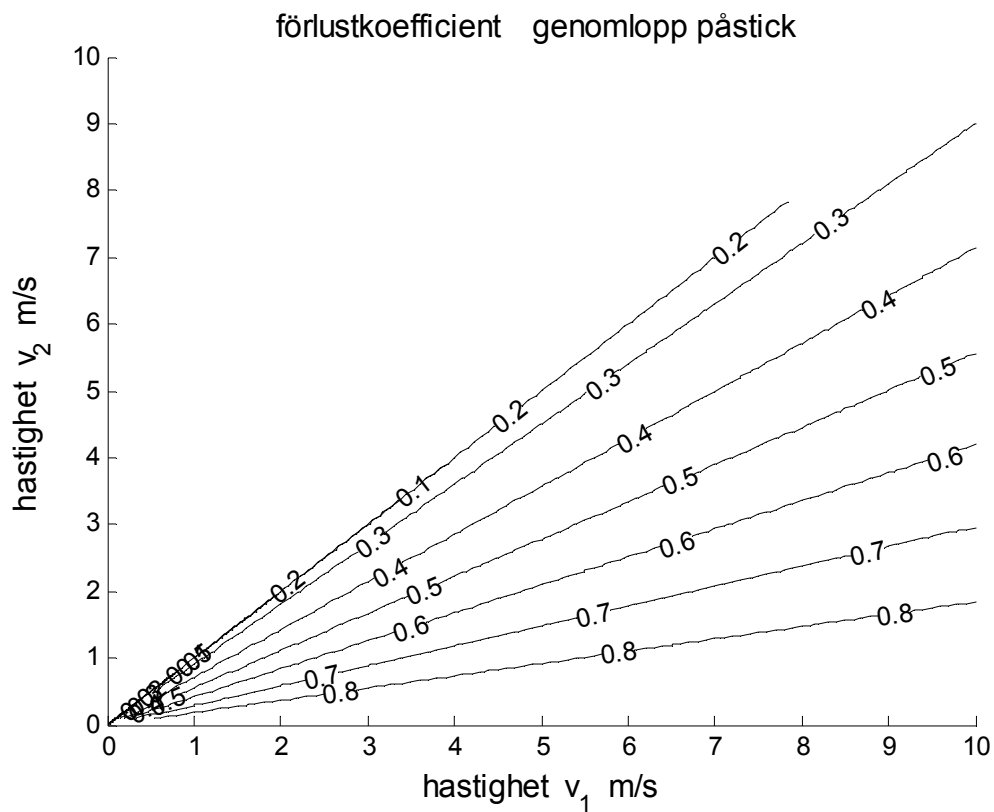
```
if v2/v1 < 2 f=0.13*(abs(2.2-v2/v1))^2.5+0.05; else f=0.06; end; (2.2)
```

Övergång från påstick till avstick. Förlustkoefficienten är 0.26 för lika huvud- och grenhastighet.

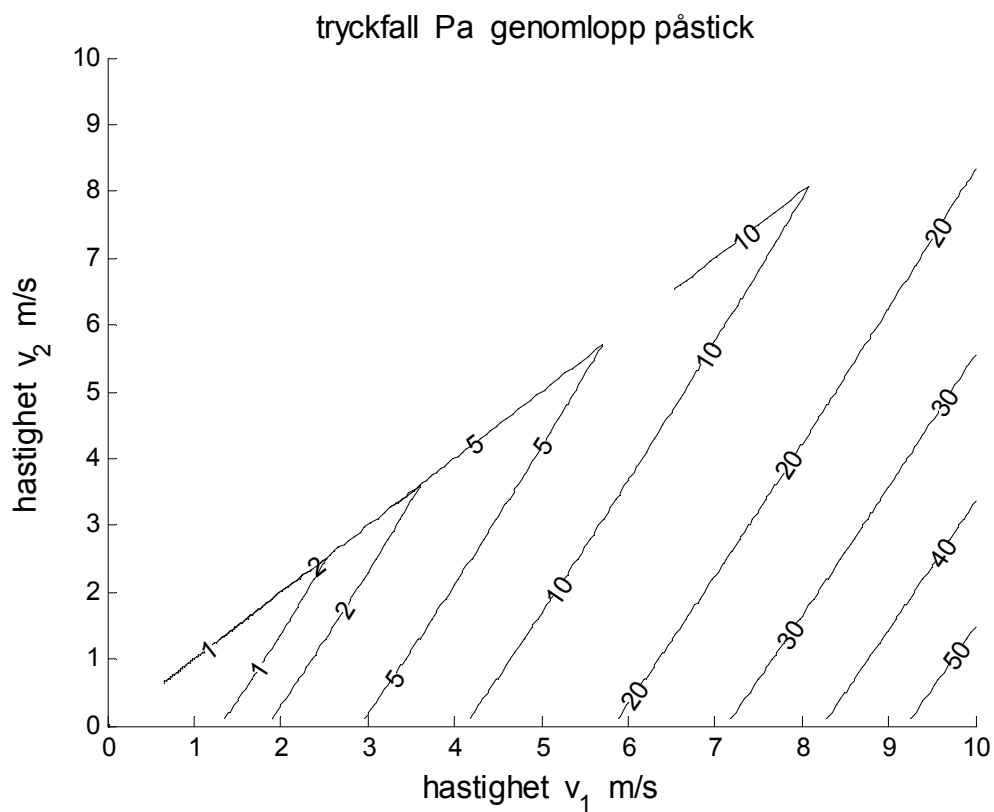
Övergång från påstick till fördelning. Förlustkoefficienten är 0.98 för grenhastigheten v_2 lika med noll. Tryckfallet motsvarar nästan huvudflödets dynamiska tryck.



Figur 2.4 Förlustkoefficient för genomlopp vid påstick som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.5 Förlustkoefficient för genomlopp påstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.6 Tryckfall för genomlopp påstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .

Fördelning

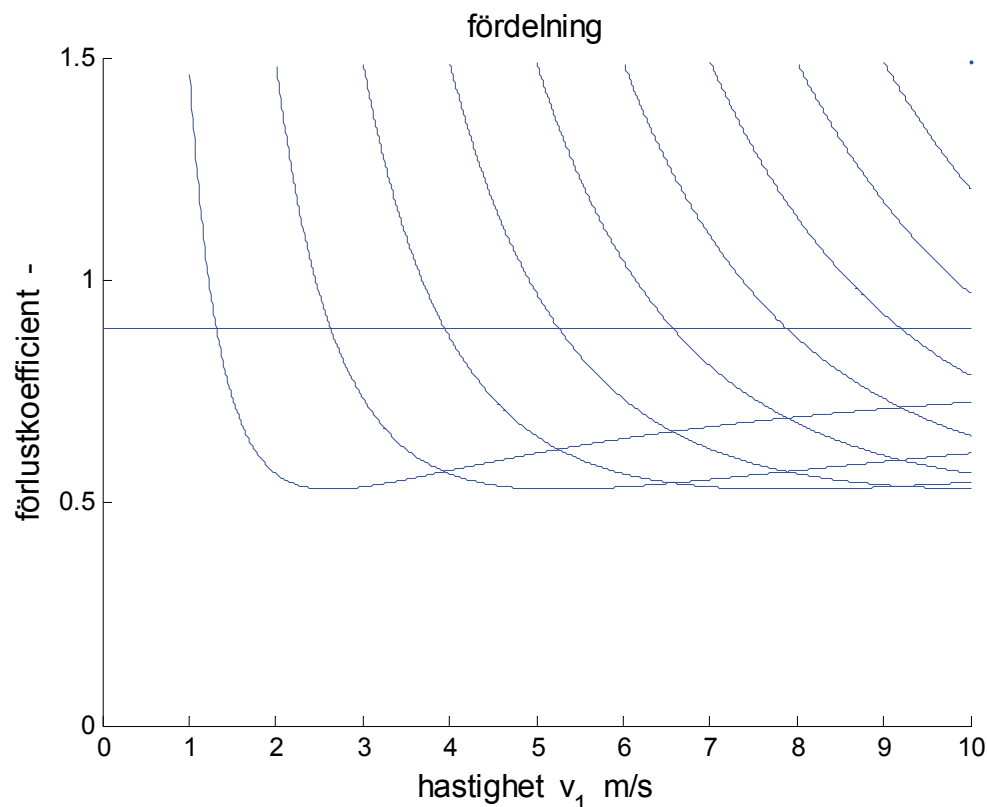
Beräkningsuttrycket (2.3) nedan är hämtat från matlab-program. Övergången eller begränsningen av förlustkoefficienten enligt (2.3) sker utan diskontinuitet.

```
d=(d2/d1)^2;
f=2.5*d*(abs(v2/v1-1.33+0.95*d))^2.0+0.63-0.10*d;
if d > 1 if f > 1 f=1.0; end; end;
```

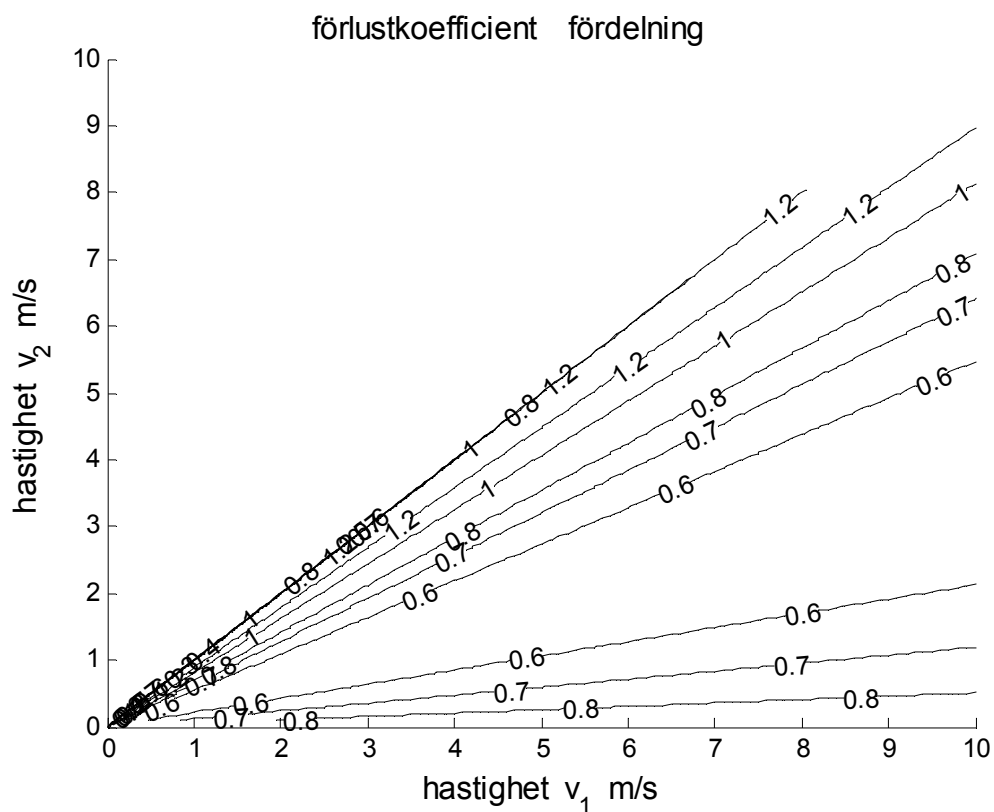
(2.3)

Övergång från fördelning till påstick innebär lika huvud- och grenhastighet eller grenhastighet noll. Förlustkoefficienten är 1.49 respektive 0.89.

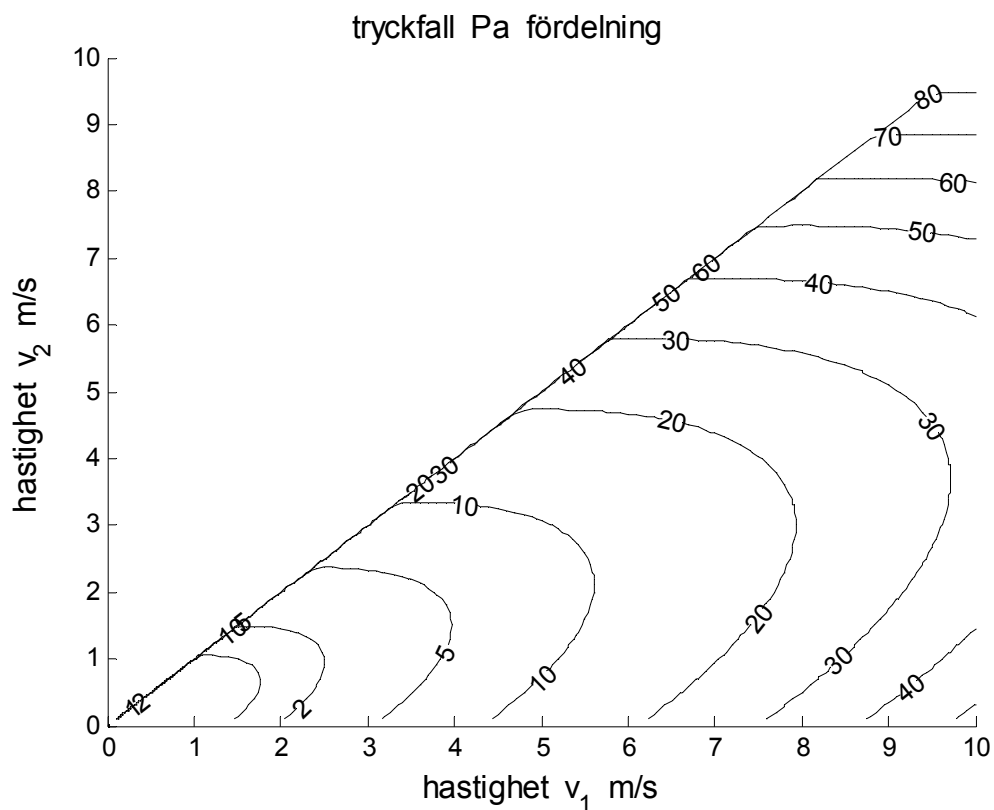
Det finns ett minima som bestäms av beräkningsuttrycket ovan och när hastighetskvoten mellan gren- och huvudhastighet är lika med 0.38 eller när hastigheterna förhåller sig som 1:2.6. Detta ger minima för huvudhastigheterna 2.6, 5.2 och 7.8 m/s för grenhastigheterna 1, 2 respektive 3 m/s.



Figur 2.7 Förlustkoefficient för fördelning som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.8 Förlustkoefficient för fördelning som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.9 Tryckfall för fördelning som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .

Avstick

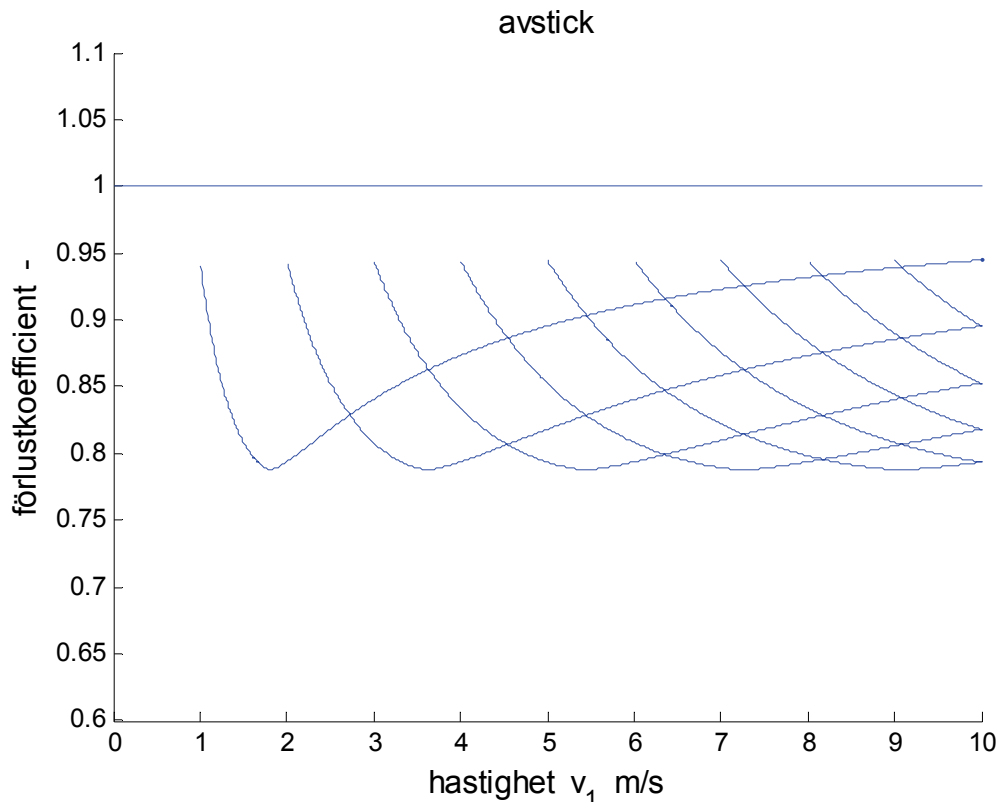
Beräkningsuttrycket (2.4) nedan är hämtat från matlab-program.

$$f=0.52*(\text{abs}(v_2/v_1-0.55))^{1.5}+0.79; \quad (2.4)$$

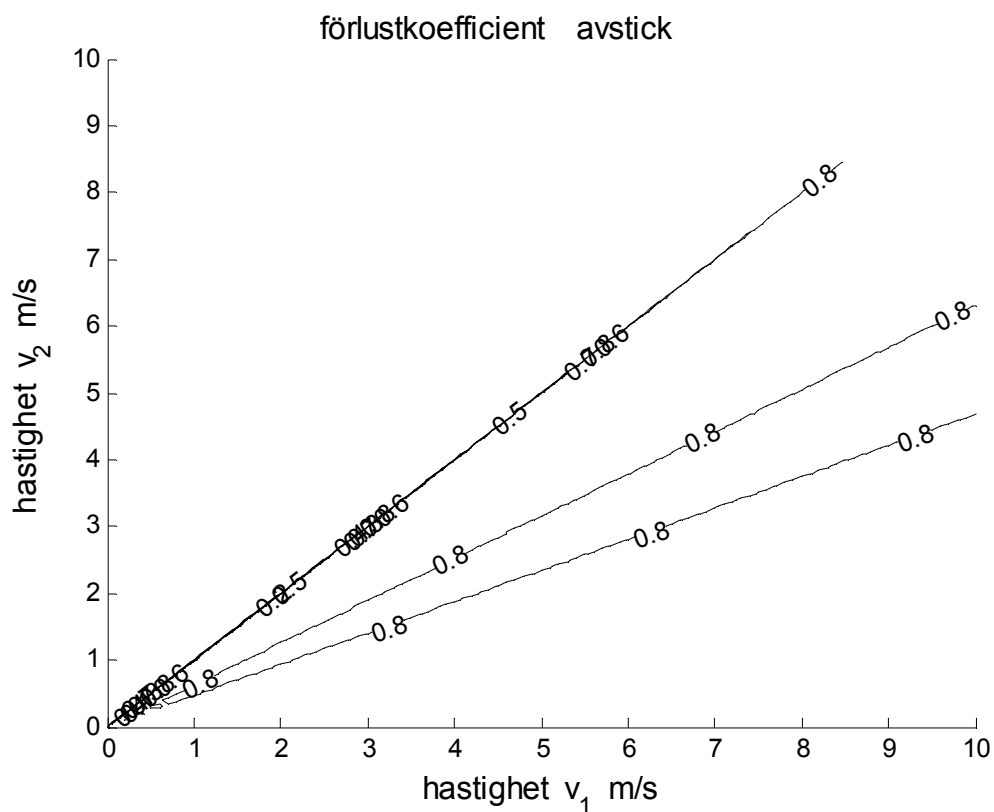
Övergång från avstick till påstick fås när grenhastigheten v_2 är lika med noll. Förlustkoefficienten är lika med 1.0. Tryckfallet blir lika med det dynamiska trycket. Detta motsvarar fallet med mätning av det statiska trycket i en kanal.

Övergång från avstick till samling innebär att huvud- och grenhastighet är lika och förlustkoefficienten blir 0.95.

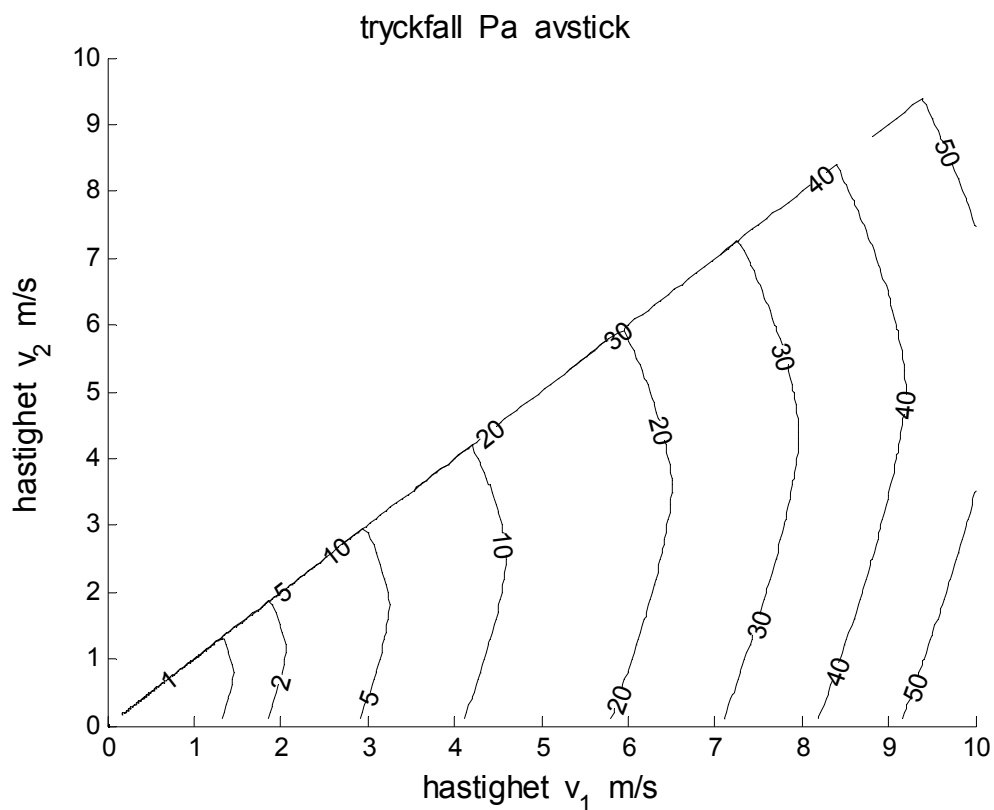
Det finns ett minima som bestäms av beräkningsuttrycket ovan och när hastighetskvoten mellan gren- och huvudhastighet är lika med 0.55 eller när hastigheterna förhåller sig som 1:1.8. Detta ger minima för huvudhastigheterna 1.8, 3.6, 5.4, 7.2 och 9.0 m/s för grenhastigheterna 1, 2, 3, 4 respektive 5 m/s.



Figur 2.10 Förlustkoefficient för avstick som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.11 Förlustkoefficient för avstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.12 Tryckfall för avstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .

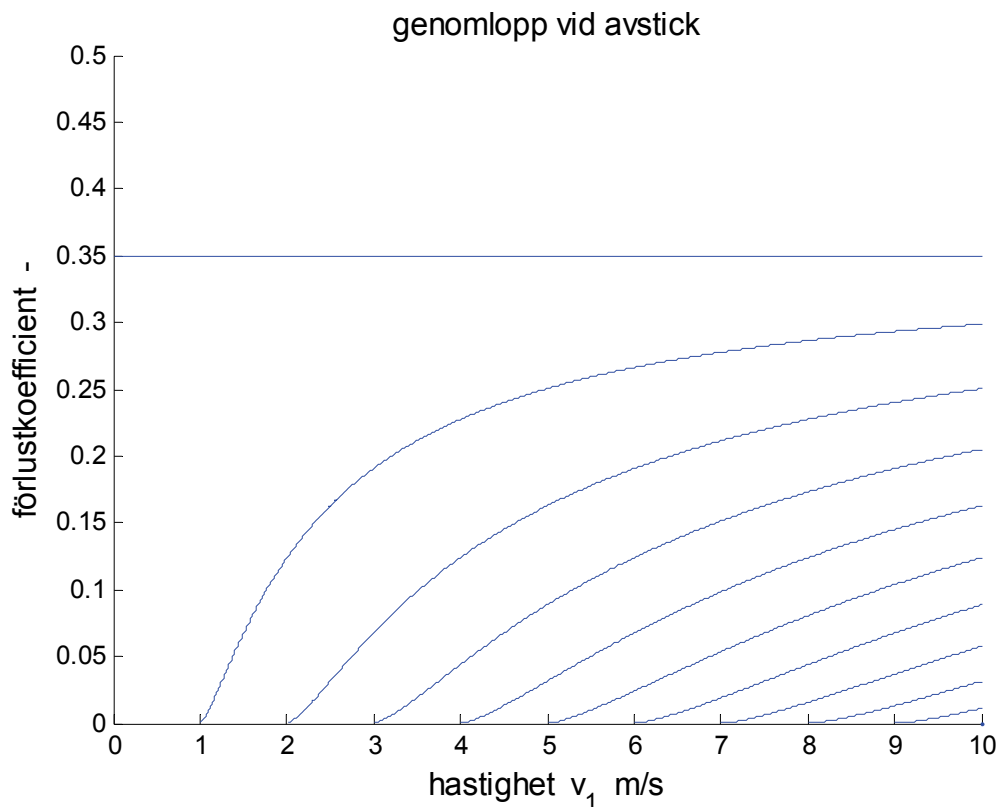
Genomlopp vid avstick

Beräkningsuttrycket (2.5) nedan är hämtat från matlab-program.

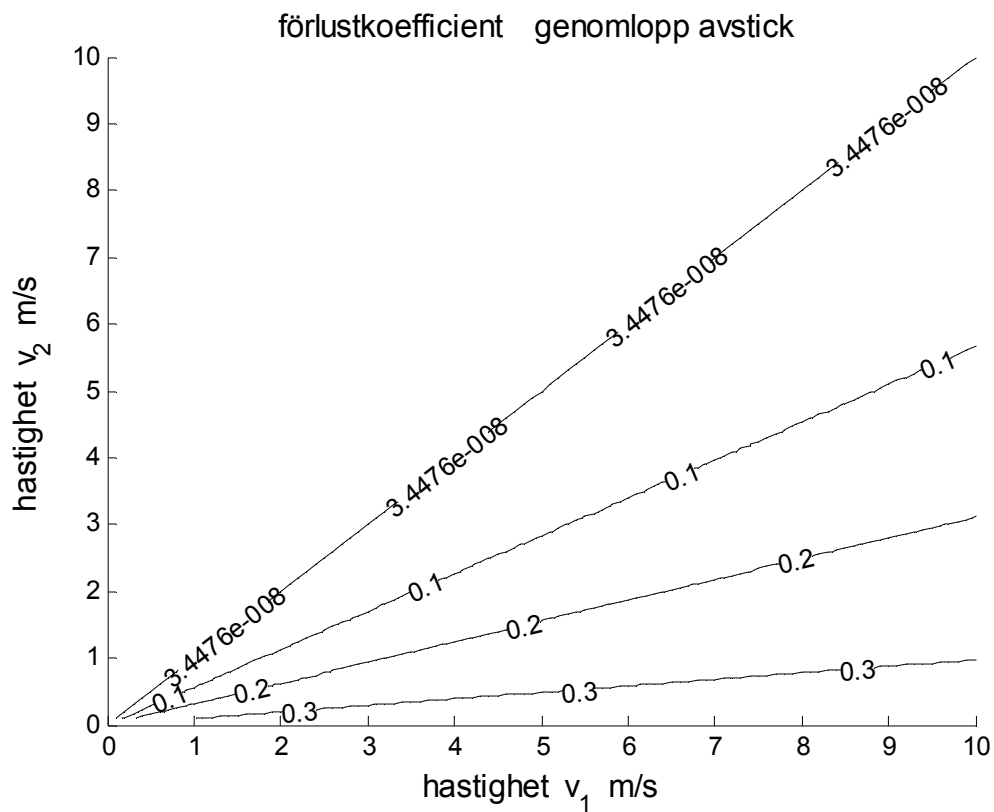
$$f=0.35*(\text{abs}(v_2/v_1-1))^{1.50}; \quad (2.5)$$

Kurvorna visar att tryckförlusten är liten ju mer lika huvud- och grenhastigheten är.

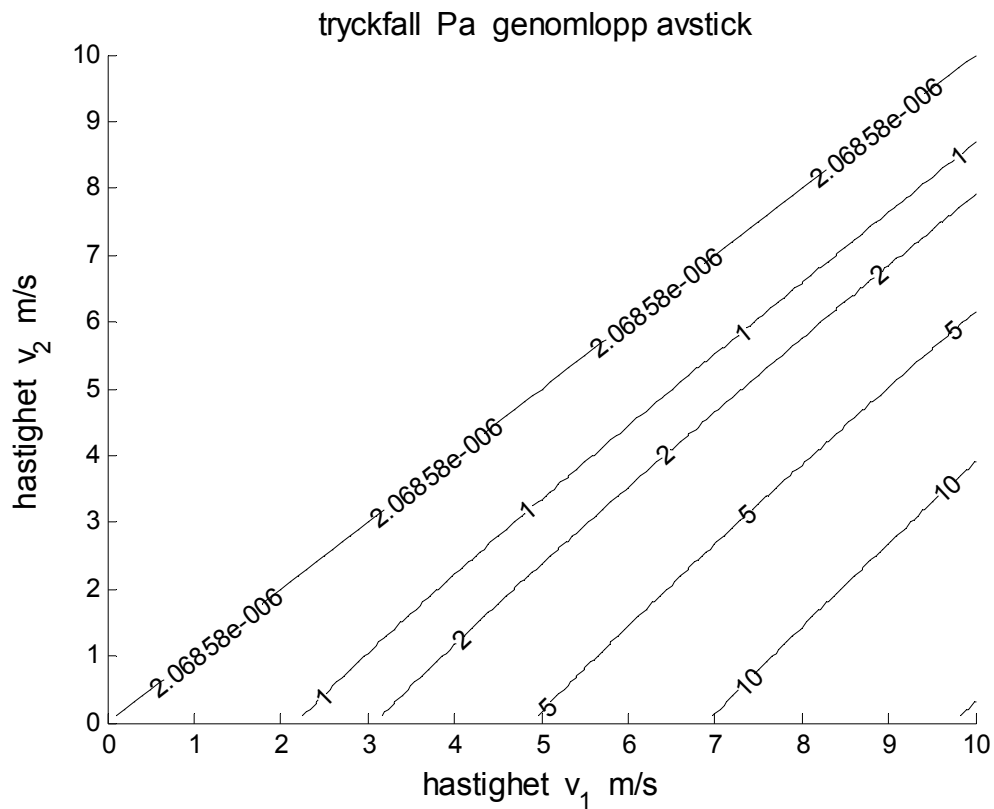
Övergång från avstick till samling innebär att grenhastigheten är lika med noll. Förlustkoefficienten blir lika med 0.35 enligt (2.5) eller Figur 2.5.



Figur 2.13 Förlustkoefficient för genomlopp vid avstick som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.14 Förlustkoefficient för genomlopp avstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.15 Tryckfall för genomlopp avstick som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .

Samling

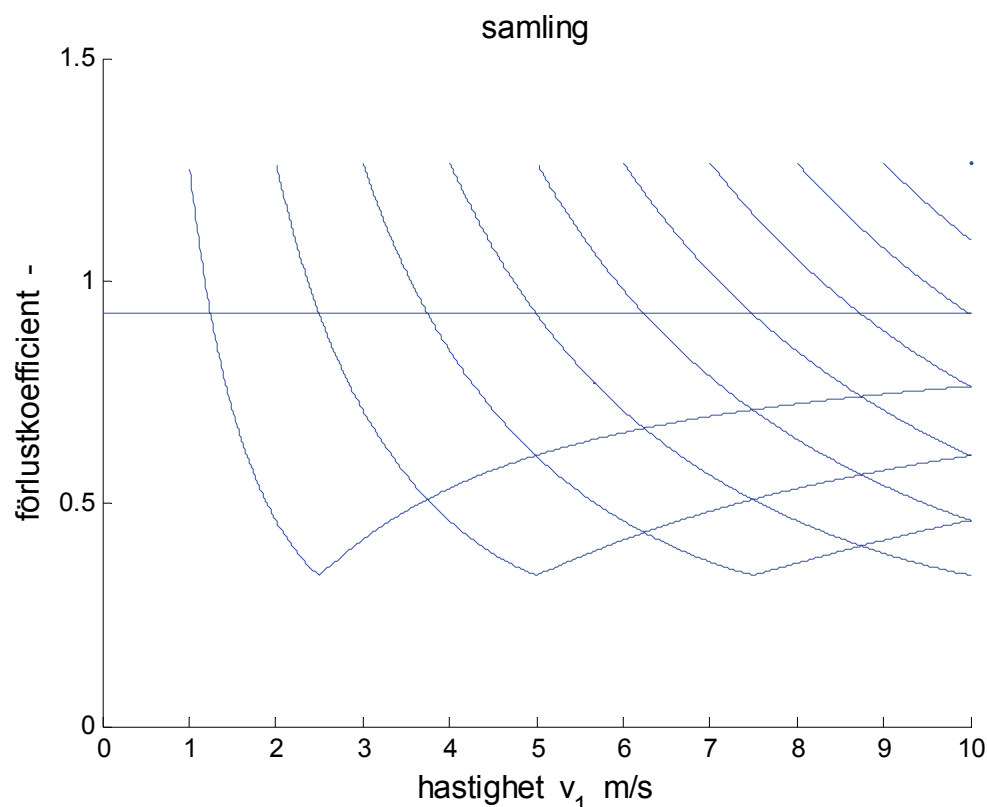
Beräkningsuttrycket (2.6) nedan är hämtat från matlab-program.

$$f=1.65*(\text{abs}(v_2/v_1-0.40))^{1.13+0.34}; \quad (2.6)$$

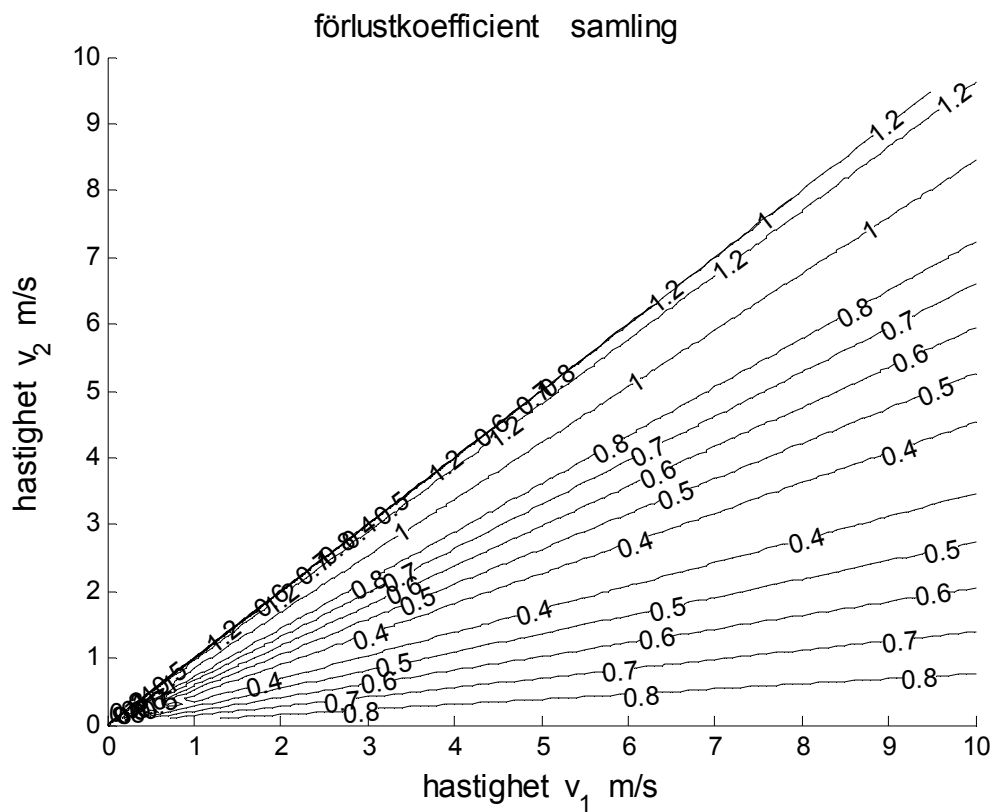
Tryckförluster vid samling är betydande.

Övergång från samling till avstick innebär att huvud- och grenhastighet är lika eller att grenhastigheten är lika med noll. Detta ger två olika förlustkoefficienter 1.27 respektive 0.93.

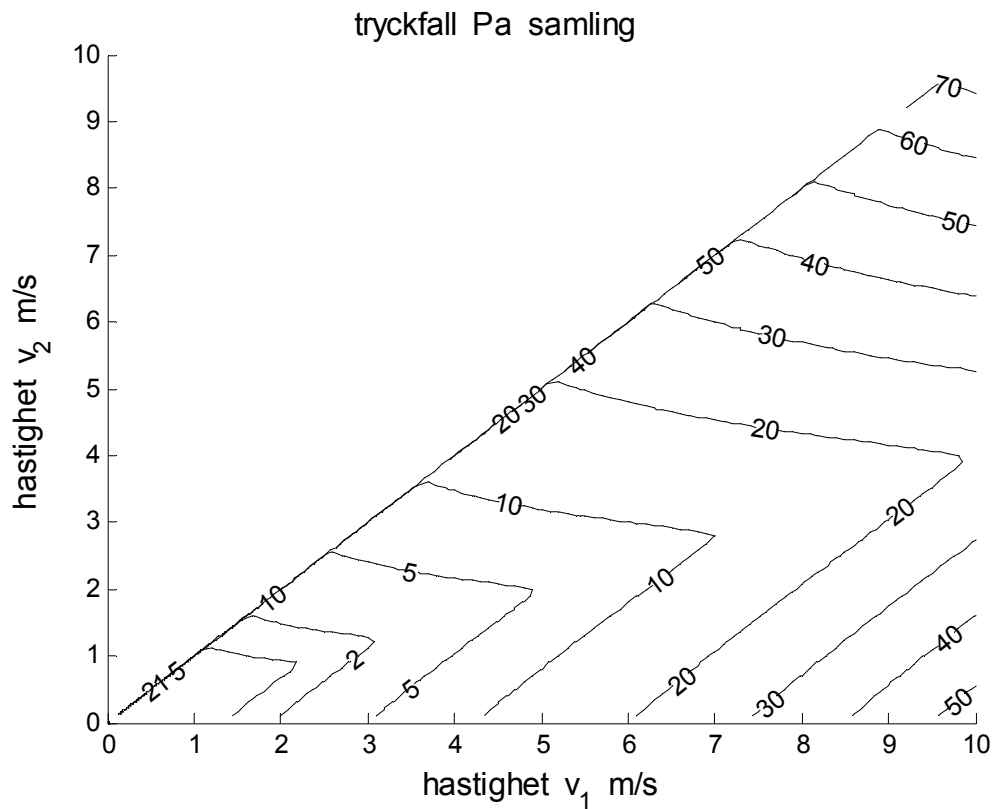
Det finns ett minima som bestäms av beräknings-uttrycket ovan och när hastighetskvoten mellan gren- och huvudhastighet är lika med 0.4 eller när hastigheterna förhåller sig som 1:2.5. Detta ger minima för huvudhastigheterna 2.5, 5, 7.5 och 10 m/s för grenhastigheterna 1, 2, 3 respektive 4 m/s.



Figur 2.16 Förlustkoefficient för samling som funktion av huvudhastighet v_1 och för olika grenhastighet v_2 .



Figur 2.17 Förlustkoefficient för samling som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .



Figur 2.18 Tryckfall för samling som isodiagram för hastighet v_1 och v_2 .

Övergång mellan avstick och påstick

Flödet i avstick/påstick är noll.

Det som inte stämmer är att förlustkoefficienten är $0.26_{(2.2)}$ för genomlopp vid påstick och $0.0_{(2.5)}$ för genomlopp vid avstick. De borde vara lika och rimligen noll båda.

Beräkningsuttrycken för avstick och påstick har justerats för att övergången mellan dessa skall stämma överens med det ideala fallet under förutsättning att tryckförlusten är noll vid genomlopp.

Övergång mellan samling och avstick

Flödet i en huvudgren är noll.

Det som inte stämmer är att förlustkoefficienten är $0.95_{(2.4)}$ för avstick och $1.27_{(2.6)}$ för samling med fullflöde.

Det skall påpekas att om förlustkoefficienterna för genomlopp vid avstick $0.35_{(2.5)}$ och samling för en huvudgren med nollflöde $0.93_{(2.6)}$ adderas fås 1.28 att jämföra med direktvägens $1.27_{(2.6)}$ för samling med fullflöde. Detta är nog inte en slump.

Övergång mellan fördelning och påstick

Flödet i en huvudgren är noll.

Det som inte stämmer är att förlustkoefficienten är $0.65_{(2.1)}$ för påstick och $1.49_{(2.3)}$ för fördelning med fullflöde.

Det skall påpekas att om förlustkoefficienterna för genomlopp vid påstick $0.98_{(2.2)}$ och fördelning för en huvudgren med nollflöde $0.89_{(2.3)}$ adderas fås 1.88 att jämföra med direktvägens $1.49_{(2.3)}$ för fördelning med fullflöde.

Sammanfattning av övergångar

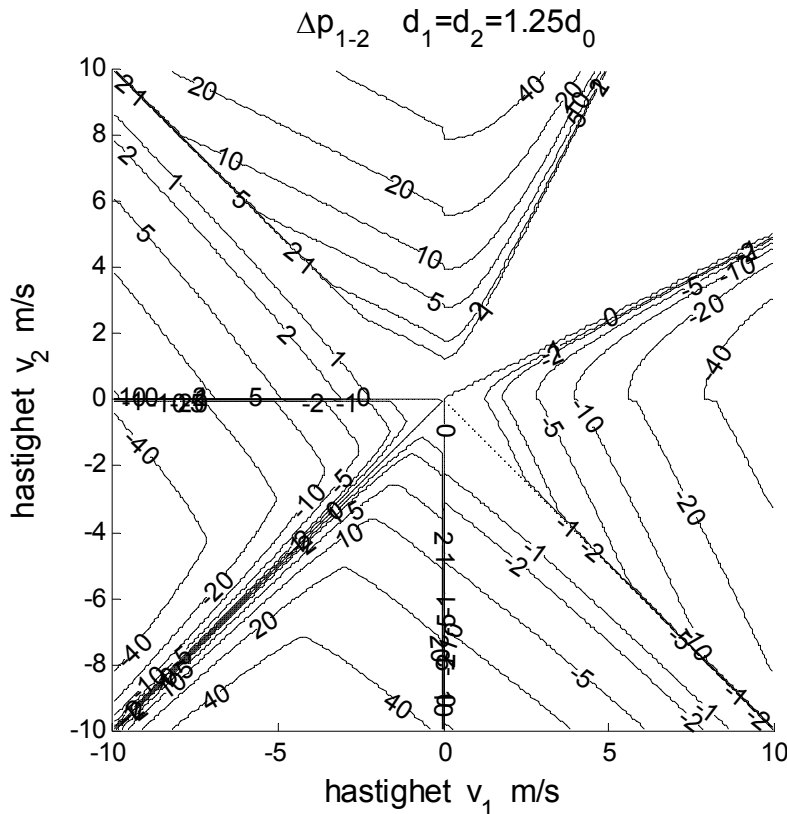
Det finns stora skillnader mellan olika tryckfallsberäkningar för vart och ett av de tre övergångsfallen. Det saknas samstämmighet mellan de olika beräkningsuttrycken (2.1-6). Detta leder till diskontinuiteter för olika tryckskillnader mellan ett T-styckes tre grenar, vilket kommer att visas i avsnitt 3, 4 och 5.

3 Isodiagram för T-grenstycke med $1.25d_0=d_1=d_2$

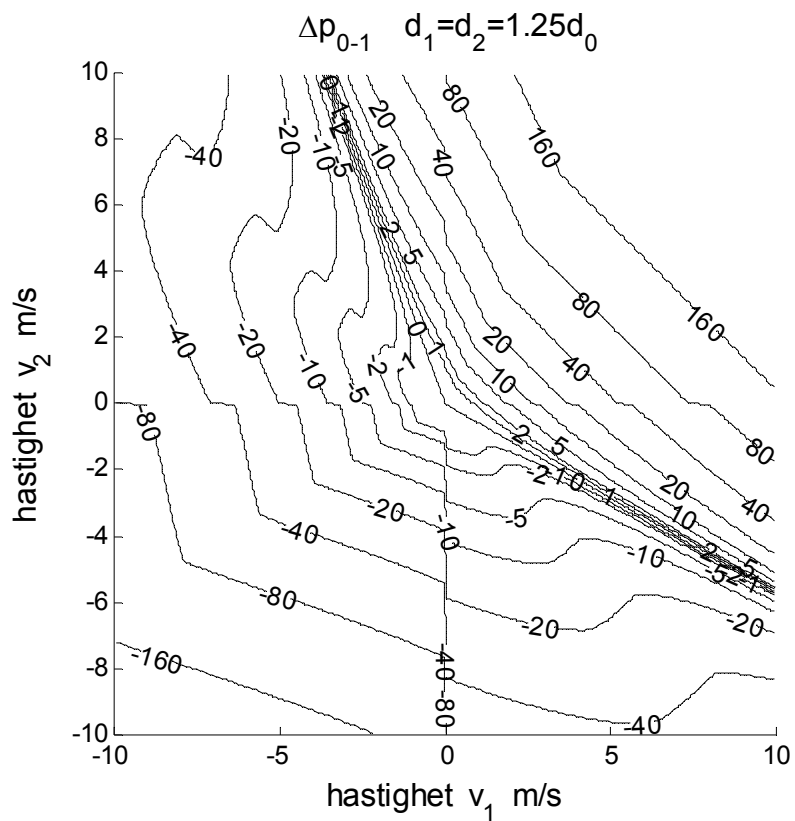
Detta fall motsvarar ett T-stycke med ett påstick/avstick som är en dimension mindre än huvuddimensionen. De tre tryckändringarna Δp_{1-2} , Δp_{0-1} och Δp_{0-2} redovisas i Figur 3.1-3 som isodiagram med hastighetsaxlarna v_1 och v_2 och allt definierat enligt Figur 1.1 och 1.2. Isolinjer ges från -160, -80, -40, -20, -10, -5, -2, -1, 0, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 och 160 Pa.

Tryckändringen Δp_{1-2} längs huvudröret i Figur 3.1 är som väntat symmetrisk. Det är ingen skillnad mellan de två valda hastighetsaxlarna. Det finns både mindre och större diskontinuiteter längs de tre övergångsgränserna.

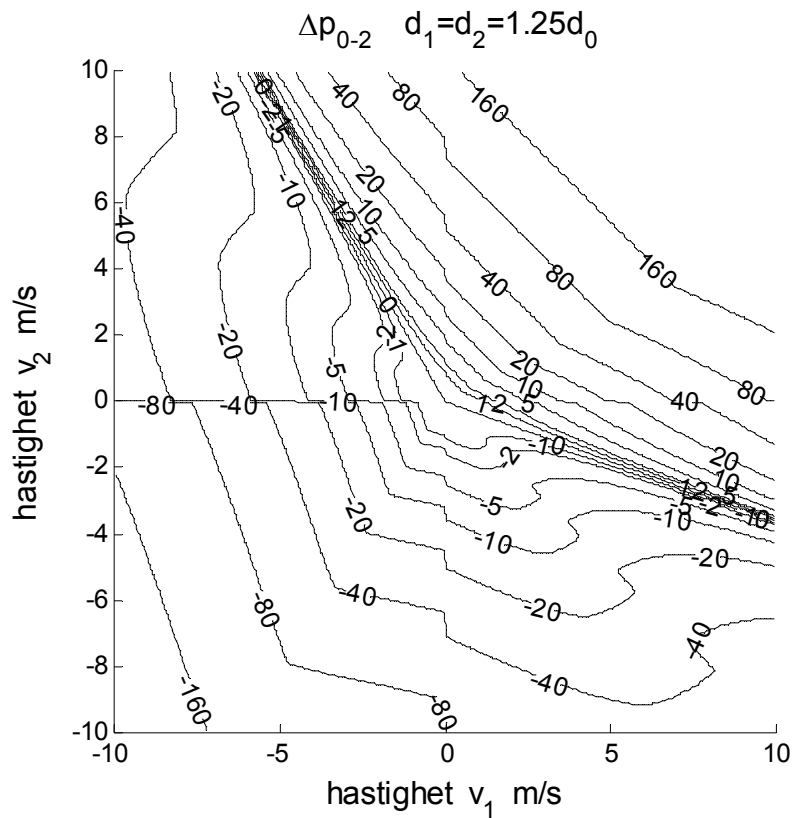
De två tryckändringarna Δp_{0-1} och Δp_{0-2} , som redovisas i Figur 3.2-3, är lika om hastighetsaxlarna kastas om. Det finns mindre diskontinuiteter längs de tre övergångsgränserna utom för fallet med äkta övergång mellan avstick och påstick för Δp_{0-1} i den fjärde kvadranten i Figur 3.2 och Δp_{0-2} i den andra kvadranten i Figur 3.3.



Figur 3.1 Tryckändringen Δp_{1-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



Figur 3.2 Tryckändringen Δp_{0-1} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



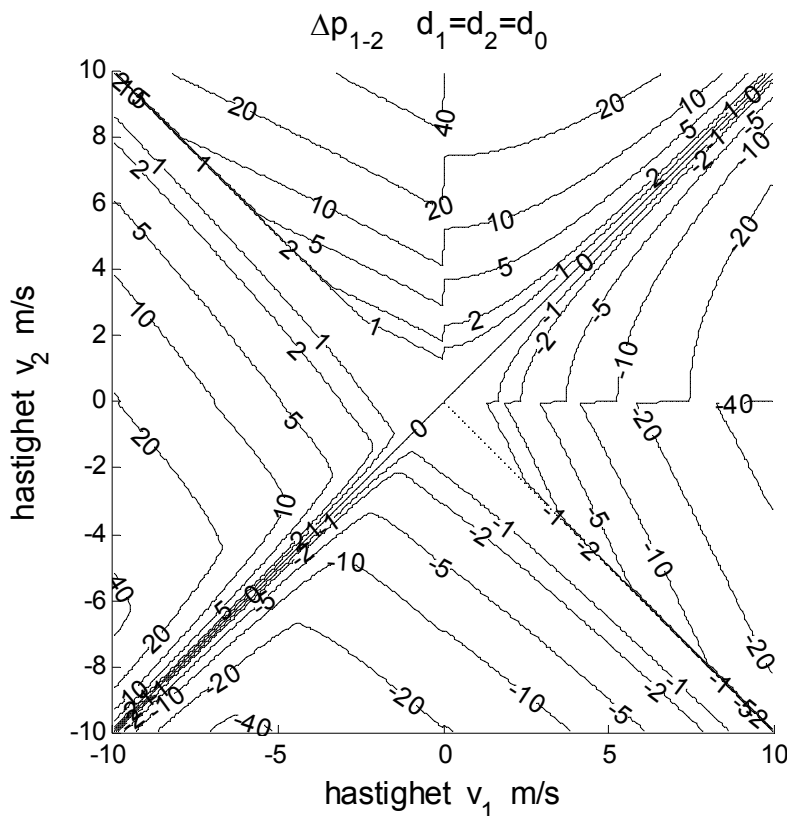
Figur 3.3 Tryckändringen Δp_{0-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .

4 Isodiagram för T-grenstycke med $d_0=d_1=d_2$

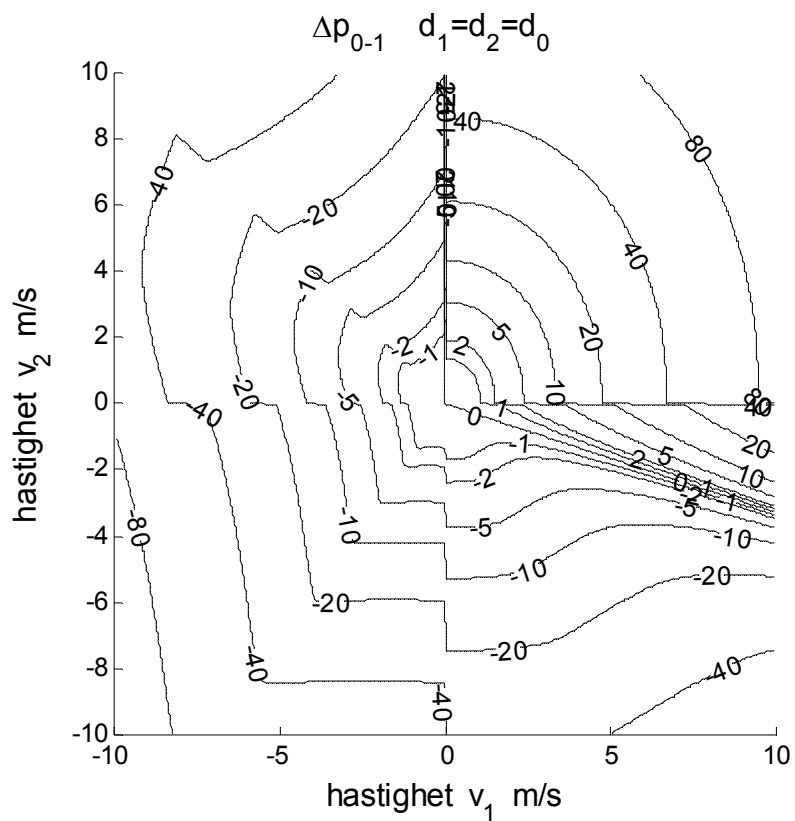
Detta fall motsvarar ett T-stycke med ett påstick/avstick med samma dimension som huvuddimensionen. De tre tryckändringarna Δp_{1-2} , Δp_{0-1} och Δp_{0-2} redovisas i Figur 4.1-3 som isodiagram med hastighetsaxlarna v_1 och v_2 och allt definierat enligt Figur 1.1 och 1.2. Isolinjer ges från -160, -80, -40, -20, -10, -5, -2, -1, 0, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 och 160 Pa.

Tryckändringen Δp_{1-2} längs huvudröret i Figur 4.1 är som väntat symmetrisk. Det är ingen skillnad mellan de två valda hastighetsaxlarna. Det finns större diskontinuiteter längs övergångsgränserna mot enbart fallet med fördelning, men inte mot samling.

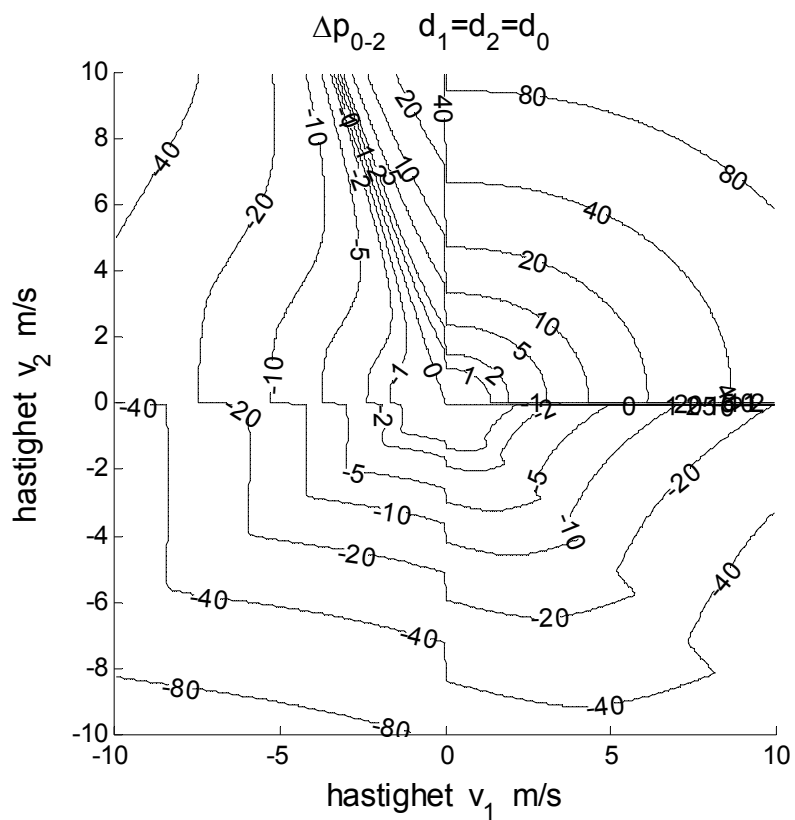
De två tryckändringarna Δp_{0-1} och Δp_{0-2} , som redovisas i Figur 4.2-3, är lika om hastighetsaxlarna kastas om. Det finns större diskontinuiteter längs de tre övergångsgränserna utom för fallet med äkta övergång mellan avstick och påstick för Δp_{0-1} i den fjärde kvadranten i Figur 4.2 och Δp_{0-2} i den andra kvadranten i Figur 4.3.



Figur 4.1 Tryckändringen Δp_{1-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



Figur 4.2 Tryckändringen Δp_{0-1} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



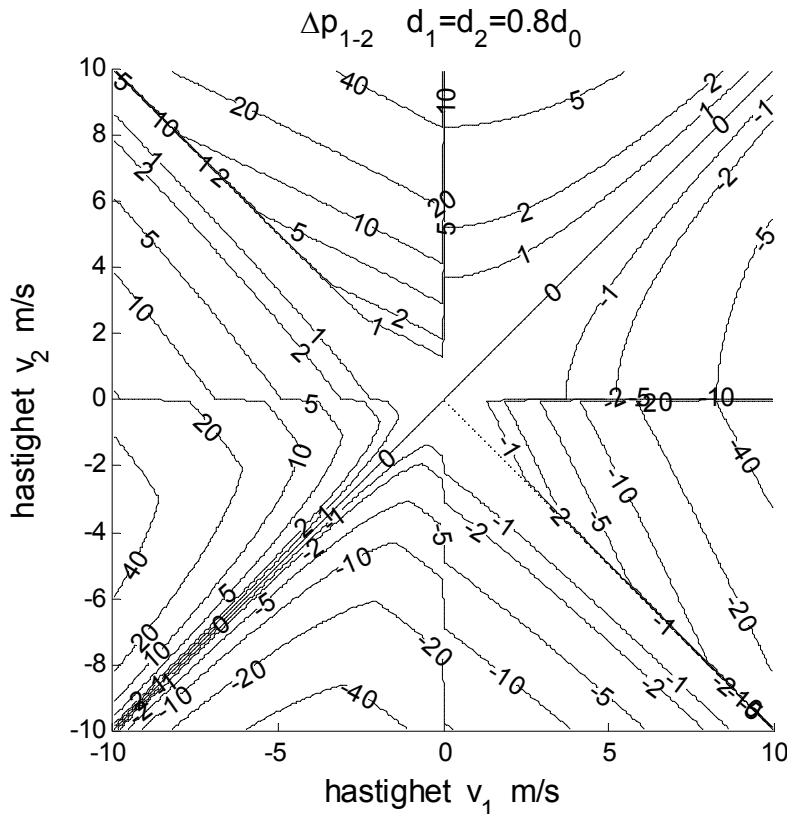
Figur 4.3 Tryckändringen Δp_{0-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .

5 Isodiagram för T-grenstycke med $0.8d_0=d_1=d_2$

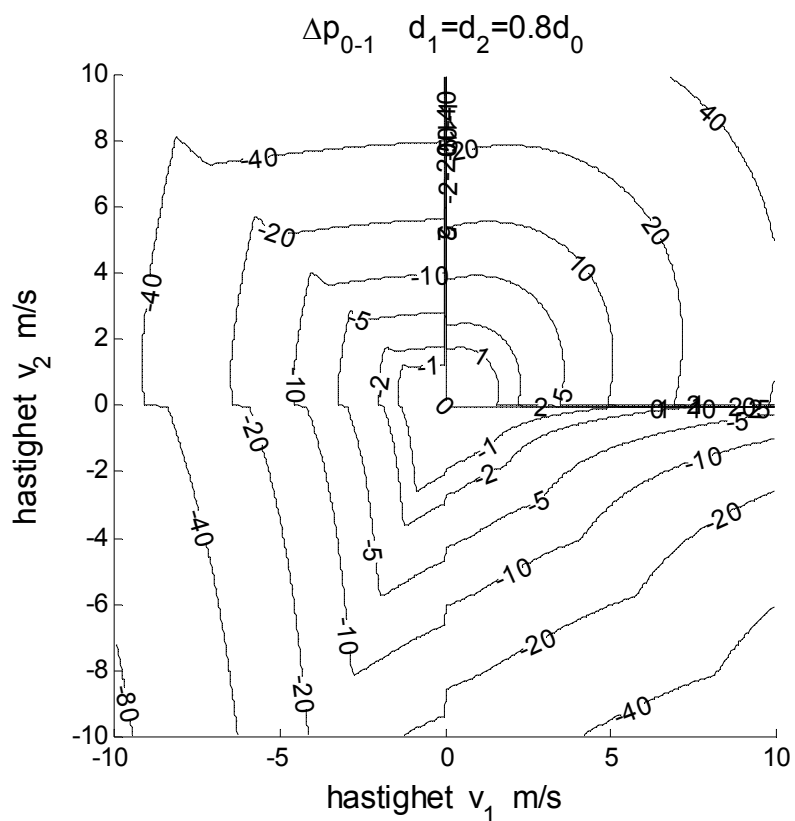
Detta fall motsvarar ett T-stycke med ett påstick/avstick som är en dimension större än huvuddimensionen. De tre tryckändringarna Δp_{1-2} , Δp_{0-1} och Δp_{0-2} redovisas i Figur 5.1-3 som isodiagram med hastighetsaxlarna v_1 och v_2 och allt definierat enligt Figur 1.1 och 1.2. Isolinjer ges från -160, -80, -40, -20, -10, -5, -2, -1, 0, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 och 160 Pa.

Tryckändringen Δp_{1-2} längs huvudröret i Figur 5.1 är som väntat symmetrisk. Det är ingen skillnad mellan de två valda hastighetsaxlarna. Det finns större diskontinuiteter längs övergångsgränserna mot fallen med fördelning och samling.

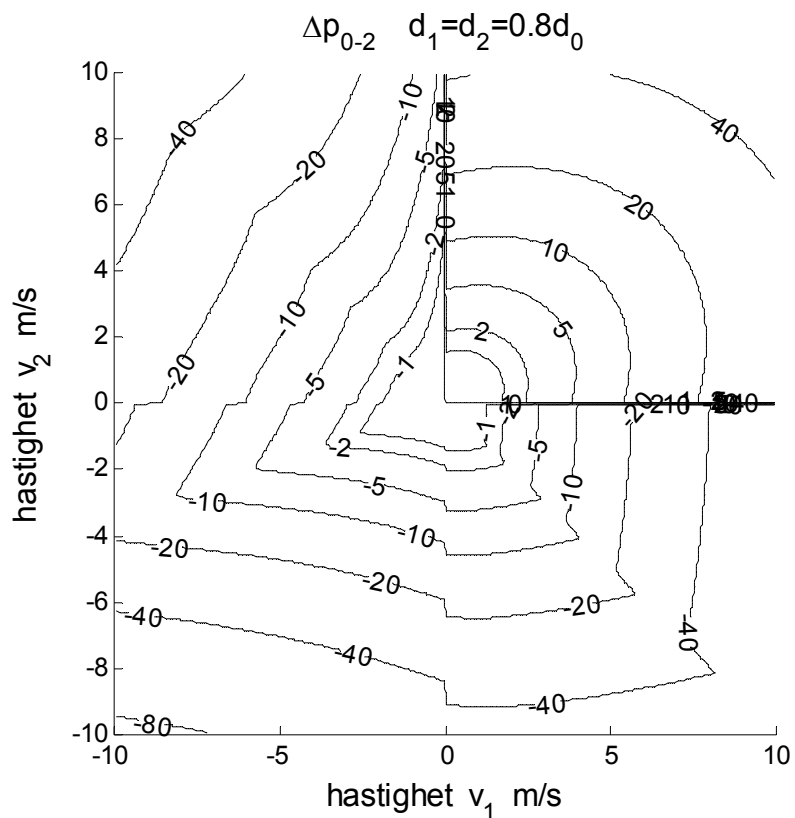
De två tryckändringarna Δp_{0-1} och Δp_{0-2} , som redovisas i Figur 5.2-3, är lika om hastighetsaxlarna kastas om. Det finns större diskontinuiteter längs de tre övergångsgränserna utom för fallet med äkta övergång mellan avstick och påstick för Δp_{0-1} i den fjärde kvadranten i Figur 5.2 och Δp_{0-2} i den andra kvadranten i Figur 5.3.



Figur 5.1 Tryckändringen Δp_{1-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



Figur 5.2 Tryckändringen Δp_{0-1} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .



Figur 5.3 Tryckändringen Δp_{0-2} som funktion av grenhastigheterna v_1 och v_2 .

6 Sammanfattning och slutsatser

De beräkningsuttryck som finns för ett grenstyckes tryckfall för olika funktionssätt såsom fördelning, avstick, påstick och samling (2.1-6) är inte samstämmiga för olika övergångsfall mellan fördelning och påstick, mellan påstick och avstick och mellan avstick och samling. En övergång bestäms av att ett grenflöde är noll. Detta ger tre övergångsfall för ett T-grenstycke.

Ett undantag är att övergången mellan påstick och avstick är samstämmig efter att det ena beräkningsuttrycket anpassats till ett fysikaliskt förväntat resultat. Gränsfallet med nollflöde för sticket motsvarar mätning av statiskt tryck i en kanal. Tryckändringen för totaltrycket från sticket ut i huvudkanalen blir därför lika med det dynamiska trycket, vilket blir lika med en tryckökning för fallet med ett påstick och omvänt lika med en tryckminskning för fallet med ett avstick.

Beräkningsuttrycken för påstick och genomlopp vid påstick har båda en inre övergång mellan en fast och en variabel förlustkoefficient, som inte är helt jämn.

Endast beräkningsuttrycket för fördelning tar direkt hänsyn till diameterförhållandet mellan berörda grenar. Alla beräkningsuttryck är hastighetsberoende, vilket innebär att de indirekt är beroende av grenarnas diametrar.

Alla beräkningsuttryck för konvergerande strömningsfall utgörs av funktioner utan några inre övergångar.

Olika dimensionerna för de olika grenarna påverkar även diskontinuiteter för olika tryckfall betydligt, vilket framgår vid en jämförelse mellan olika diagram för avsnitten 3, 4 och 5 med avstick/påstick en dimension mindre, samma dimension respektive en dimension större än T-styckets huvudkanal.

Utan samstämmiga beräkningsuttryck kan det vara omöjligt att med iterativa metoder beräkna flöden för ett godtyckligt flödessystem som innehåller grenstycken, vars tryckfall inte skall försummas. Tryckfall i grenstycken utgör ofta en större del av ett kanalsystems hela tryckfall och friktionstryckfall för raka kanaler utgör en mindre del. Det kan påpekas att för rörsystem med samma utsträckning som ett kanalsystem dominerar friktionstryckfallet, eftersom rörsystemets dimensioner är mer än tio gånger mindre och att friktionstryckfallet är proportionellt mot längden räknad i antal diametrar.

Huvudslutsatsen är att det gäller att finna beräkningsuttryck för ett grenstycke med godtyckliga dimensioner som för alla godtyckliga driftsfall även övergångar inberäknat ger entydiga resultat på tryckändring/tryckfall.