



# LUND UNIVERSITY

## Renblåsning och rotorkanalform

Jensen, Lars

2011

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Jensen, L. (2011). *Renblåsning och rotorkanalform*. (TVIT; Vol. TVIT-7070). 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



# Renblåsning och rotorkanalform

*Lars Jensen*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2011  
Rapport TVIT--11/7070



## 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 direktelvärmade 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.

# Renblåsning och rotorkanalform

*Lars Jensen*

© Lars Jensen, 2011  
ISRN LUTVDG/TVIT--11/7070--SE(30)

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

## Innehållsförteckning

|   |                           |    |
|---|---------------------------|----|
| 1 | Inledning och syfte       | 5  |
| 2 | Cirkulär rotorkanal       | 7  |
| 3 | Hexagonal rotorkanal      | 11 |
| 4 | Kvadratisk rotorkanal     | 15 |
| 5 | Rombisk rotorkanal        | 19 |
| 6 | Triangulär rotorkanal     | 23 |
| 7 | Avslutning och slutsatser | 29 |



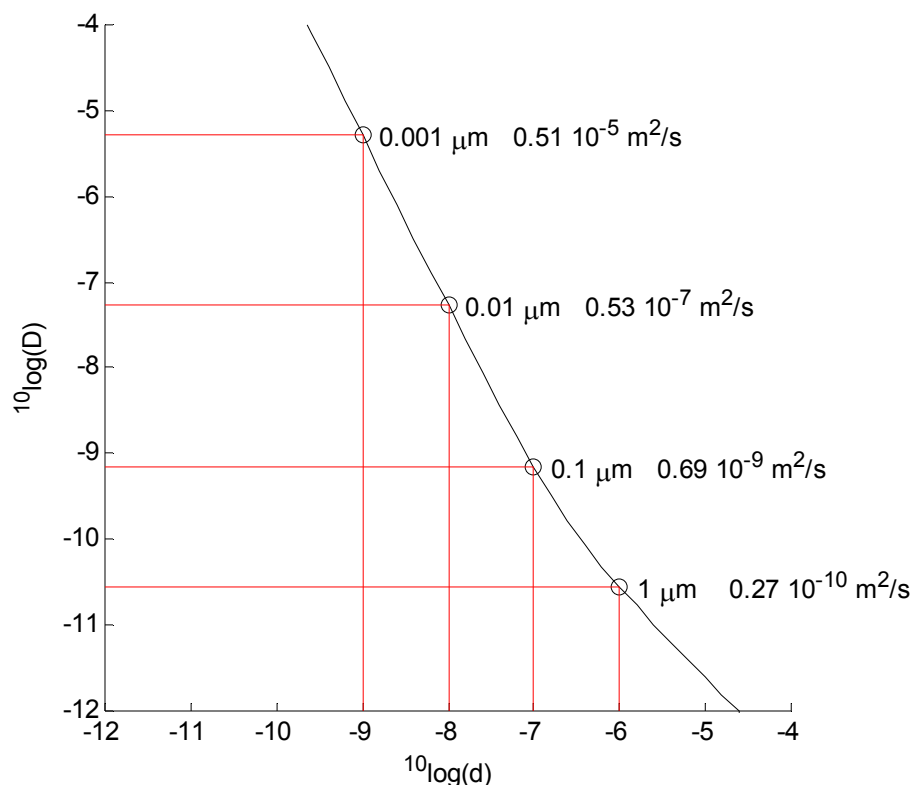
# 1 Inledning och syfte

Regenerativ värmewäxling med rotor har ett varvtalsberoende överföringsflöde med frånluft till tilluft, vilket elimineras med ett renblåsningsflöde. Det är inte självklart att en rotor blir renblåst även om renblåsningens volymen för en rotorkanal är större än rotorkanalens volym.

Syftet med denna arbetsrapport är att komplettera en tidigare arbetsrapport med titeln Renblåsning med diffusion TVIT—11/7069 genom att undersöka hur renblåsningens funktion påverkas av rotorkanalens form eller tvärsnitt. Fem olika tvärsnitt skall undersökas. Rotor-kanalgeometrin är inte cylindriskt utan har snarare ett triangelformat tvärsnitt med ett rundat hörn och två mycket spetsiga hörn om en vågformad folie sammanfogas med en plan folie.

Tidigare beräkningar för en cylindrisk rotorkanal visade att diffusionen har liten inverkan på renblåsningen för partiklar  $> 0.01 \mu\text{m}$  och nästan ingen inverkan för partiklar  $> 0.1 \mu\text{m}$ , vilket visas med Tabell 1.1 för cylindriska rotorkanaler med diametrarna 1, 2 och 3 mm. Den ideala laminära strömningen utan diffusion bestämmer renblåsningens effekt.

Diffusionskonstanten för en partikel har beräknats med hjälp av en bok Air Filtration av R. C. Brown (Pergamon Press 1993). Sambandet redovisas i Figur 1.1 nedan med siffrvärden angivna för partikeldiametrarna 0.001, 0.01, 0.1 och  $1 \mu\text{m}$ .



Figur 1.1 Diffusionskonstanten  $D \text{ m}^2/\text{s}$  för partiklar som funktion av partikeldiameter  $d \text{ m}$ .

Tabell 1.1 Föroreningsnivå  $c_m$  - efter renblåsningstid  $t$ , partikelstorlek och diameter  $d$  mm.

| $d$ mm | $t$ s | laminär | 1 $\mu\text{m}$ | 0.1 $\mu\text{m}$ | 0.01 $\mu\text{m}$ | 0.001 $\mu\text{m}$ |
|--------|-------|---------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1      | 0.05  | 0.500   | 0.500           | 0.500             | 0.501              | 0.500               |
| 1      | 0.10  | 0.250   | 0.250           | 0.250             | 0.236              | 0.058               |
| 1      | 0.15  | 0.167   | 0.166           | 0.165             | 0.127              | 0.000               |
| 1      | 0.20  | 0.125   | 0.123           | 0.123             | 0.063              | 0.000               |
| 1      | 0.30  | 0.083   | 0.082           | 0.079             | 0.010              | 0.000               |
| 1      | 0.40  | 0.063   | 0.059           | 0.055             | 0.001              | 0.000               |
| 2      | 0.05  | 0.500   | 0.500           | 0.500             | 0.501              | 0.501               |
| 2      | 0.10  | 0.250   | 0.250           | 0.250             | 0.247              | 0.110               |
| 2      | 0.15  | 0.167   | 0.166           | 0.166             | 0.156              | 0.006               |
| 2      | 0.20  | 0.125   | 0.123           | 0.123             | 0.104              | 0.000               |
| 2      | 0.30  | 0.083   | 0.082           | 0.081             | 0.042              | 0.000               |
| 2      | 0.40  | 0.063   | 0.059           | 0.058             | 0.014              | 0.000               |
| 3      | 0.05  | 0.500   | 0.500           | 0.500             | 0.500              | 0.500               |
| 3      | 0.10  | 0.250   | 0.250           | 0.250             | 0.248              | 0.152               |
| 3      | 0.15  | 0.167   | 0.166           | 0.166             | 0.161              | 0.025               |
| 3      | 0.20  | 0.125   | 0.123           | 0.123             | 0.115              | 0.002               |
| 3      | 0.30  | 0.083   | 0.082           | 0.081             | 0.060              | 0.000               |
| 3      | 0.40  | 0.063   | 0.059           | 0.059             | 0.029              | 0.000               |

Virus har en diameter från 0.001 till 0.1  $\mu\text{m}$  och kan för den under gränsen jämföras med gaser omkring  $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ . Bakterier har en diameter från 0.1 till 10  $\mu\text{m}$  och kan därför inte jämföras med gaser.

Undersökningen begränsas och förenklas till en rotorkanal med en ideal laminär strömningsprofil för hela rotorkanalens längd utan någon övergångszon i början och utan diffusion med hänvisning till Tabell 1.1. Beräkningar avser alltid ett rotordjup 0.2 m, en medelhastighet om 2 m/s och en nominell renblåsningstid om 0.1 s. Reynolds tal är 200 för medellufthastighet 2 m/s, diameter 0.0015 m och kinematiska viskositeten för luft vid 20 °C  $0.000015 \text{ m}^2/\text{s}$ .

Undersökningen delas upp i fem avsnitt 2-6 med ett för varje tvärsnitt. De fem tvärsnitten är följden cirkulär, hexagonal (sex liksidiga trianglar), kvadratisk, rombisk (två liksidiga trianglar) och triangulär (en liksidig triangel). Ordningsföljden har valts efter hur renblåsningen bedöms försämrats av tvärsnittets form. Isodiagram för axiell lufthastighet med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s och genomblåsningstid med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s samt föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid och två lufthastighetsprofiler redovisas för varje tvärsnitt.

Sist i avsnitt 7 sammanfattas resultaten med några slutsatser.

## 2 Cirkulär rotorkanal

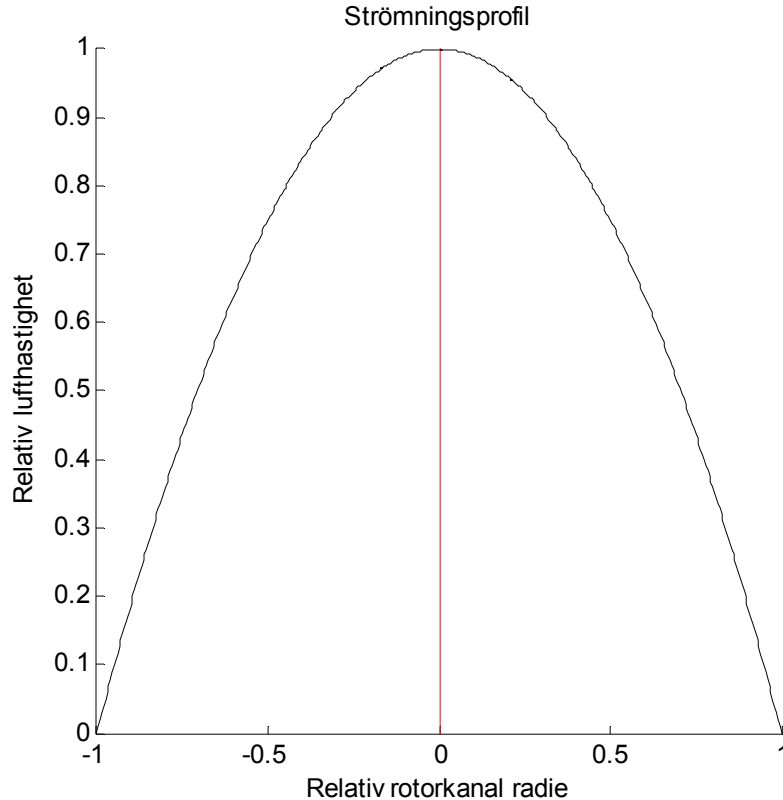
Laminär strömning medför att rotorkanalen genomblåses axiellt med radiellt beroende hastigheter med dubbla medelhastigheten i centrum samt hastigheten noll ytterst. Den laminära hastighetsprofilen  $v(r)$  och genomblåsningstiden  $t(r)$  kan för medelhastigheten  $v_m$  och den relativa radien  $r$  skrivas som:

$$v(r) = 2 v_m (1 - r^2) \quad (\text{m/s}) \quad (2.1)$$

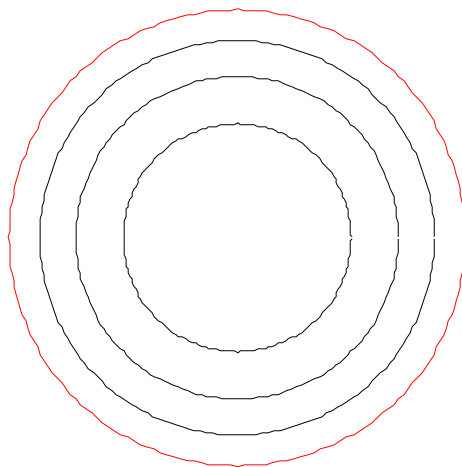
$$t(r) = z / v(r) = z / 2 v_m (1 - r^2) \quad (\text{s}) \quad (2.2)$$

Genomblåsningstiden enligt (2.2) kan bli mycket lång nära rotorkanalväggarna. Luft från tillverkningen kan i princip finnas kvar långt efter det att rotorn tagits i drift, om man bortser från diffusion.

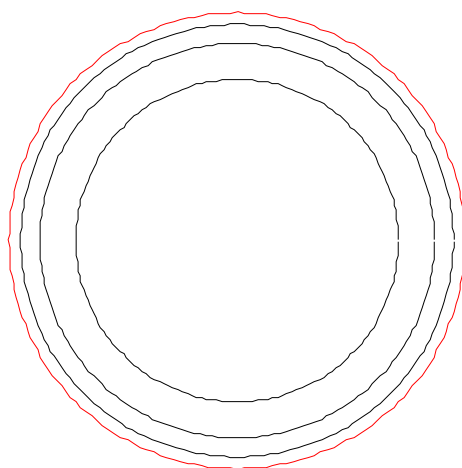
Hastighetsprofilen enligt (2.1) redovisas i Figur 2.1. Hastighetsfältet redovisas i Figur 2.2 för isolinjer 1, 2 och 3 m/s och genomblåsningstiden i Figur 2.3 för isolinjer 0.1, 0.2, 0.5 s, vilket motsvarar 1, 2 respektive 5 nominella genomblåsningar eller luftomsättningar.



Figur 2.1 Hastighetsprofil för laminär strömning i en cylindrisk rotorkanal.



Figur 2.2 Axiell lufthastighet för beräkningsområde med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s.



Figur 2.3 Genomblåsningstid för beräkningsområde med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s.

Renblåsningens funktion som den återstående relativa medelföroreningen efter renblåsningen  $c_m(t)$  kan för ett fall med enbart laminär strömning utan diffusion enkelt beräknas och beskrivas med ett uttryck för en rotorkanallängd  $z$  m och en renblåsningstid  $t$  s på formen:

$$c_m(t) = 1 - v_m t / z \quad t < z / 2 v_m \quad (-) \quad (2.3)$$

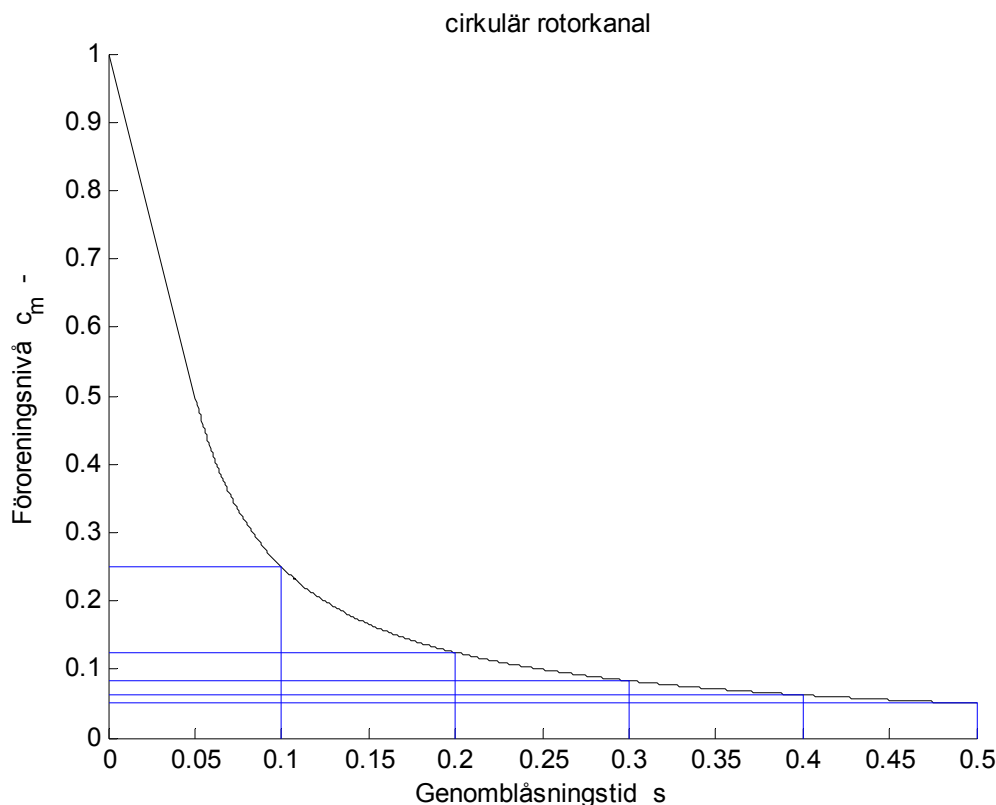
$$c_m(t) = z / 4 v_m t \quad t > z / 2 v_m \quad (-) \quad (2.4)$$

Sambandet (2.3) gäller för alla tvärsnitt med korrektionen att olikheten skall vara  $v_{max} t < z$ , där  $v_{max}$  är den högsta hastigheten för det aktuella tvärsnittet som är  $2 v_m$  för det cirkulära fallet. Rotorkanalen renblåses med en volym lika med  $v_m t$  ända tills att genombrott sker och olikheten  $v_{max} t < z$  inte uppfylls längre.

Sambanden (2.3-4) redovisas i Figur 2.4. Olika avläsningar sammanställs i Tabell 2.1. Den nominella genombåsnings tiden är 0.1 s. Siffrorna i Tabell 2.1 visar att det krävs flera genombåsnings för att föroreningsnivån som överförs skall minskas betydligt.

Tabell 2.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s.

| $t$ s   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_m$ – | 0.250 | 0.125 | 0.083 | 0.063 | 0.050 |



Figur 2.4 Föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid.



### 3 Hexagonal rotorkanal

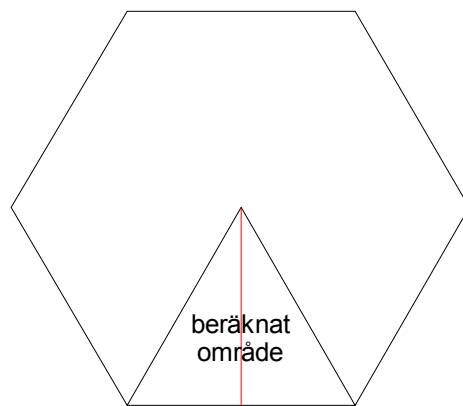
Hela strömningsfältet i det hexagonala tvärsnittet beräknas inte utan symmetri utnyttjas till en del enligt det valda området enligt Figur 3.1. Beräkningen har skett med 80 element per sida, vilket totalt blir 6400 element och obekanta att beräkna. Glesa matriser har använts.

Hastighetsfält med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s och dito för genomblåsningstid med isolinjer 0.1, 0.2, och 0.5 s redovisas i Figur 3.2 respektive 3.3. Olika hastighetsprofiler redovisas i Figur 3.4 och 3.5. Högsta hastigheten är högre än 4 m/s som gäller för det cirkulära fallet lika med dubbla medelhastigheten.

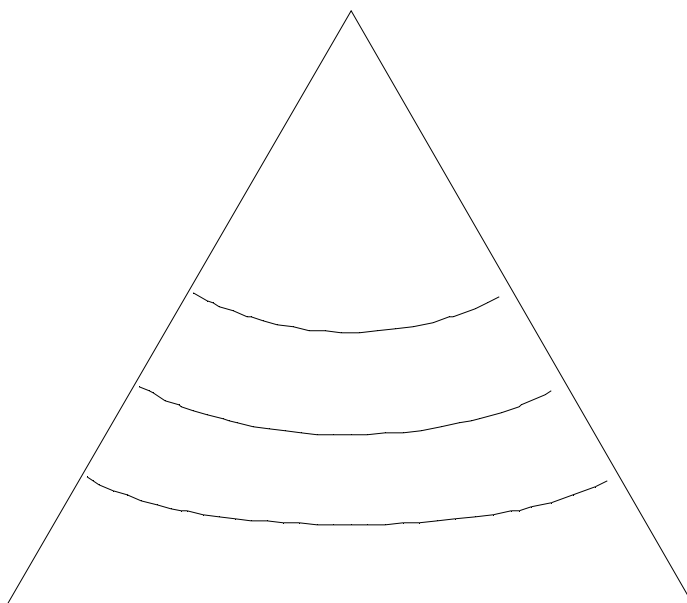
Föroreningsnivån som funktion av renblåsningstid redovisas i Figur 3.6. Några avläsningar redovisas i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s.

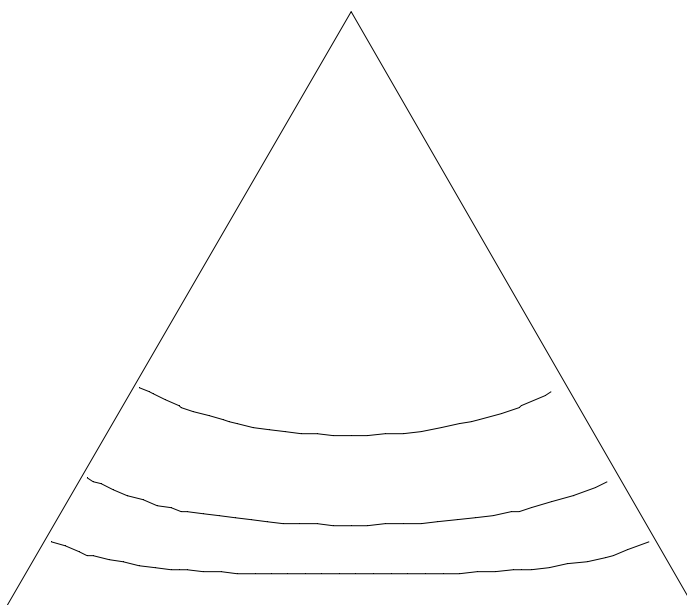
| $t$ s   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_m$ – | 0.286 | 0.155 | 0.106 | 0.080 | 0.064 |



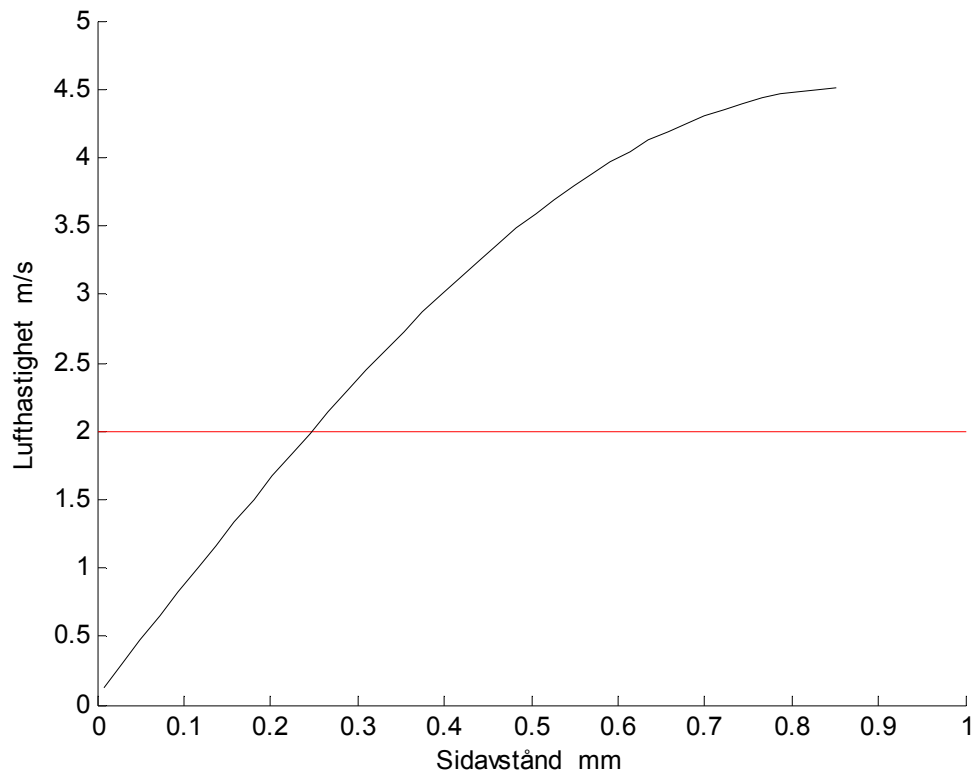
Figur 3.1 Rotorkanalform och beräkningsområde.



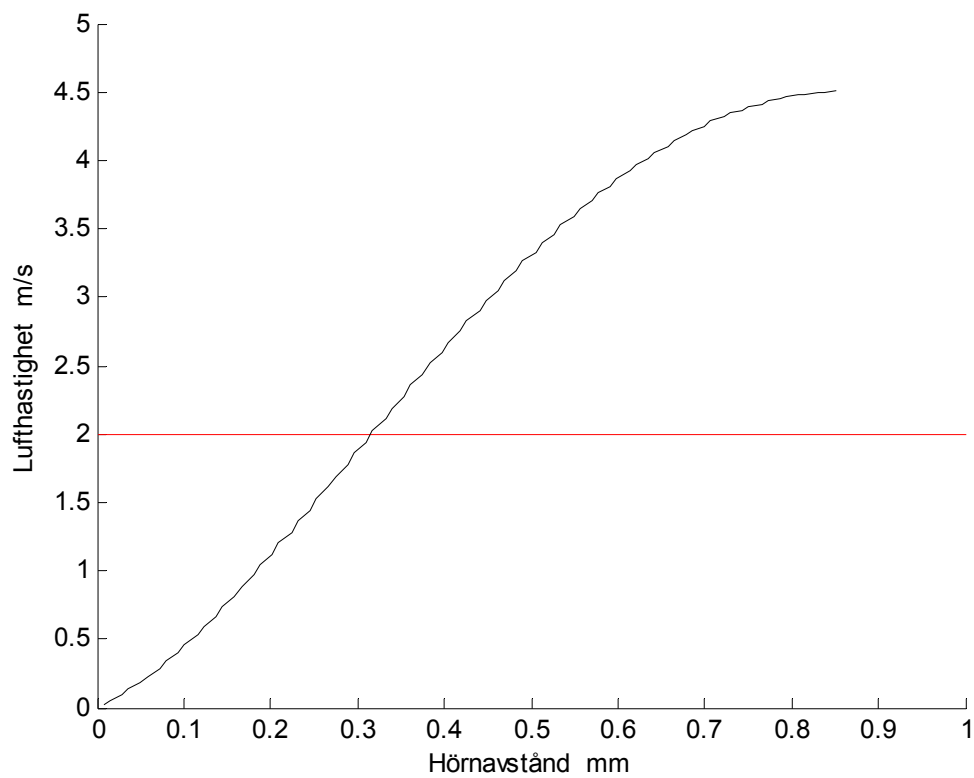
Figur 3.2 Axiell lufthastighet för beräkningsområde med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s.



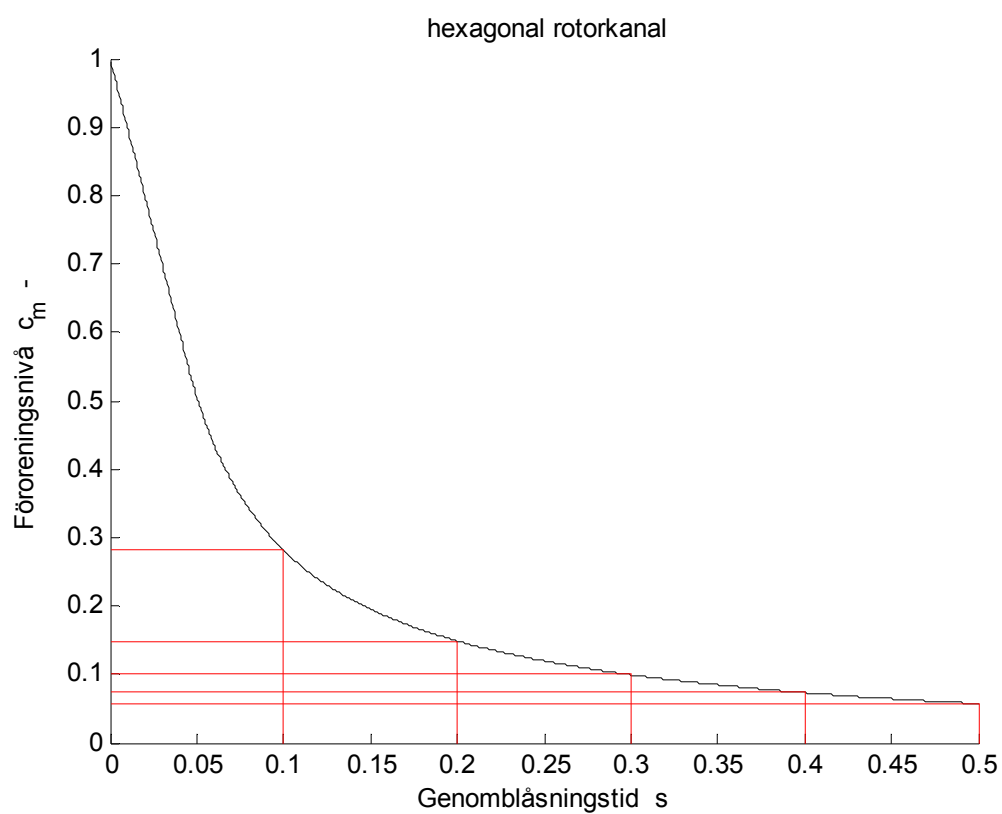
Figur 3.3 Genomblåsningstid för beräkningsområde med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s.



Figur 3.4 Hastighetsprofil från sidmitt till mitt av hexagonal rotorkanal.



Figur 3.5 Hastighetsprofil från hörn till mitt av hexagonal rotorkanal.



Figur 3.6 Föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid.

## 4 Kvadratisk rotorkanal

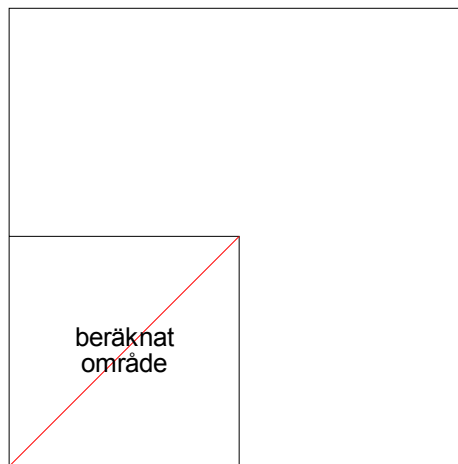
Hela strömningsfältet i det kvadratiska tvärsnittet beräknas inte utan symmetri utnyttjas till en del enligt det valda området enligt Figur 4.1. Beräkningen har skett med 80 element per sida, vilket totalt blir 6400 element och obekanta att beräkna. Glesa matriser har använts.

Hastighetsfält med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s och dito för genomblåsningstid med isolinjer 0.1, 0.2, och 0.5 s redovisas i Figur 4.2 respektive 4.3. Olika hastighetsprofiler redovisas i Figur 4.4 och 4.5. Högsta hastigheten är högre än 4 m/s som gäller för det cirkulära fallet lika med dubbla medelhastigheten och även högre än hastigheten för det hexagonala fallet.

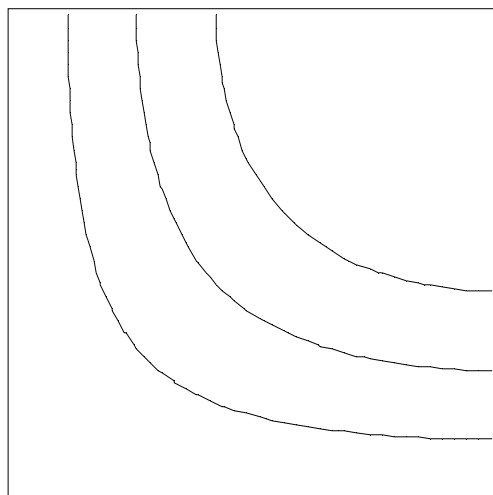
Föroreningsnivån som funktion av renblåsningstid redovisas i Figur 4.6. Några avläsningar redovisas i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s.

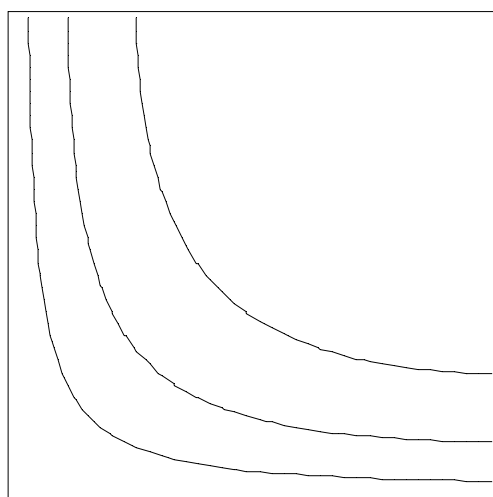
| $t$ s   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_m$ – | 0.299 | 0.169 | 0.119 | 0.091 | 0.074 |



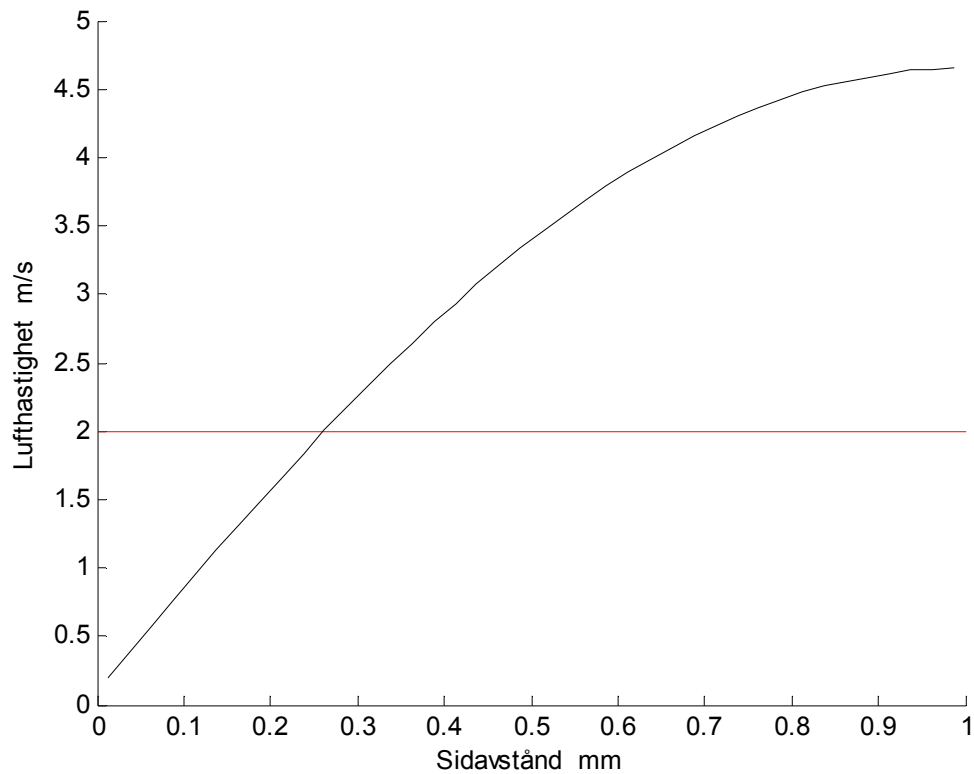
Figur 4.1 Rotorkanalform och beräkningsområde.



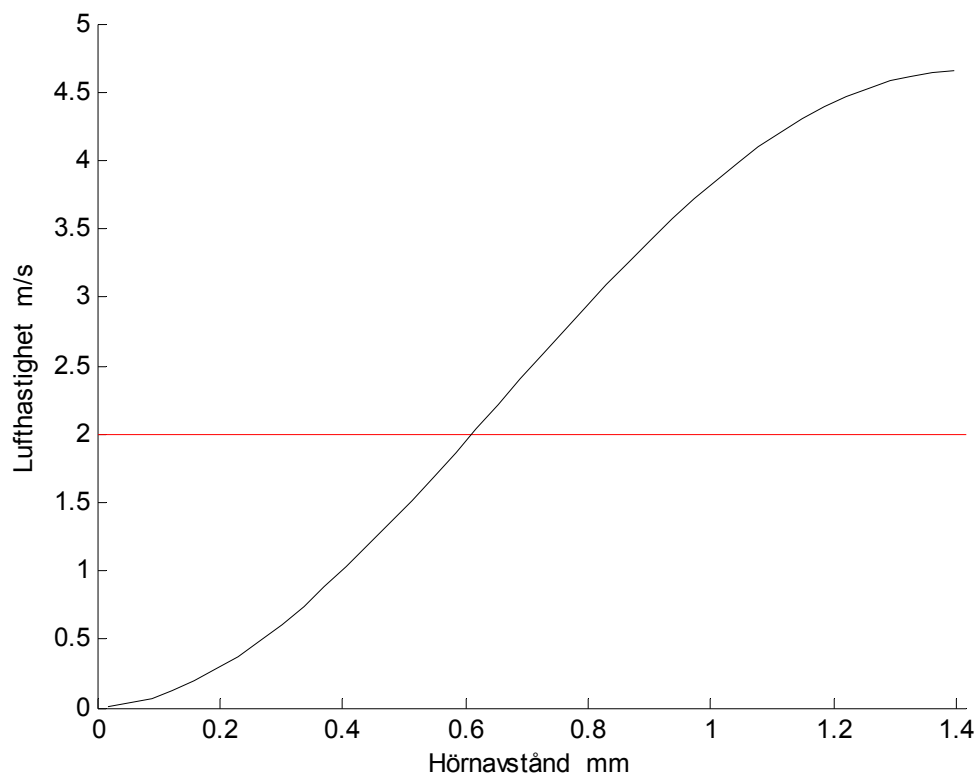
Figur 4.2 Axiell lufthastighet för beräkningsområde med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s.



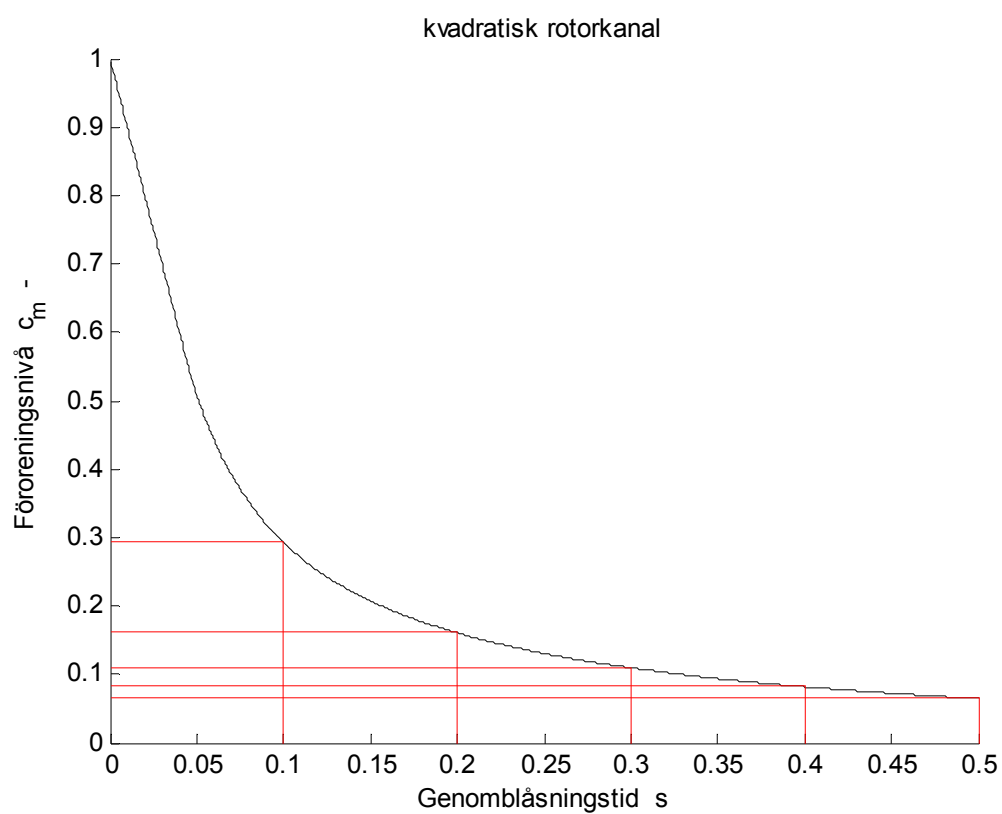
Figur 4.3 Genomblåsningstid för beräkningsområde med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s.



Figur 4.4 Hastighetsprofil från sidmitt av kvadratisk rotorkanal.



Figur 4.5 Hastighetsprofil från hörn diagonalt till mitt av kvadratisk rotorkanal.



Figur 4.6 Föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid.

## 5 Rombisk rotorkanal

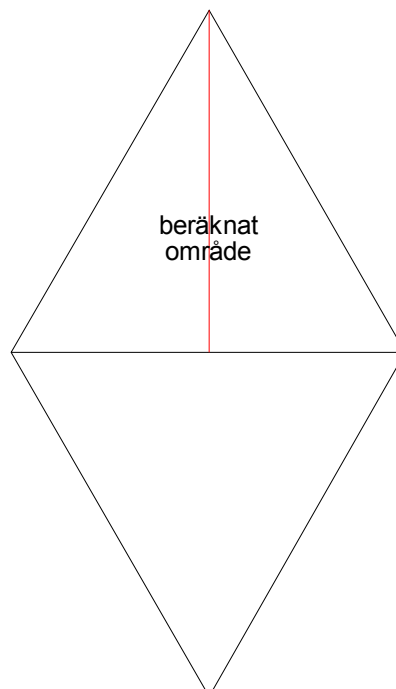
Hela strömningsfältet i det rombiska tvärsnittet beräknas inte utan symmetri utnyttjas till en del enligt det valda området enligt Figur 5.1. Beräkningen har skett med 80 element per sida, vilket totalt blir 6400 element och obekanta att beräkna. Glesa matriser har använts.

Hastighetsfält med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s och dito för genomblåsningstid med isolinjer 0.1, 0.2, och 0.5 s redovisas i Figur 5.2 respektive 5.3. Olika hastighetsprofiler redovisas i Figur 5.4 och 5.5. Högsta hastigheten är högre än 4 m/s som gäller för det cirkulära fallet lika med dubbla medelhastigheten och även högre än hastigheten för det kvadratiske fallet.

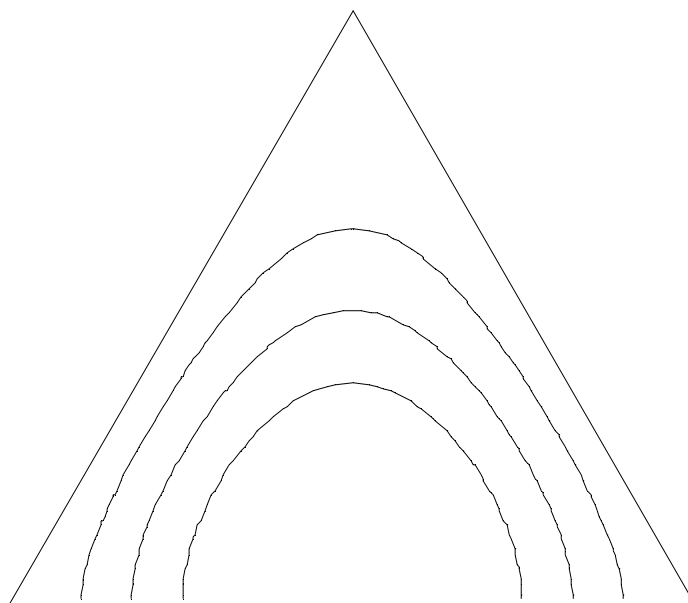
Föroreningsnivån som funktion av renblåsningstid redovisas i Figur 5.6. Några avläsningar redovisas i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s.

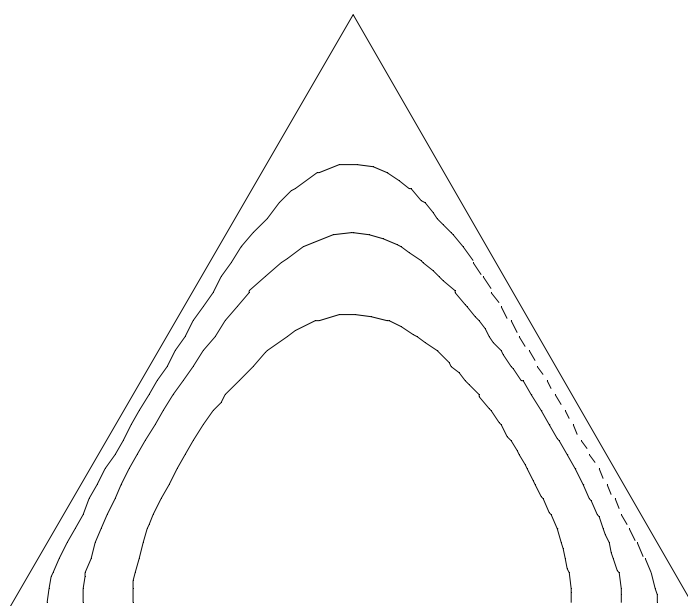
| $t$ s   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_m$ – | 0.312 | 0.184 | 0.133 | 0.105 | 0.087 |



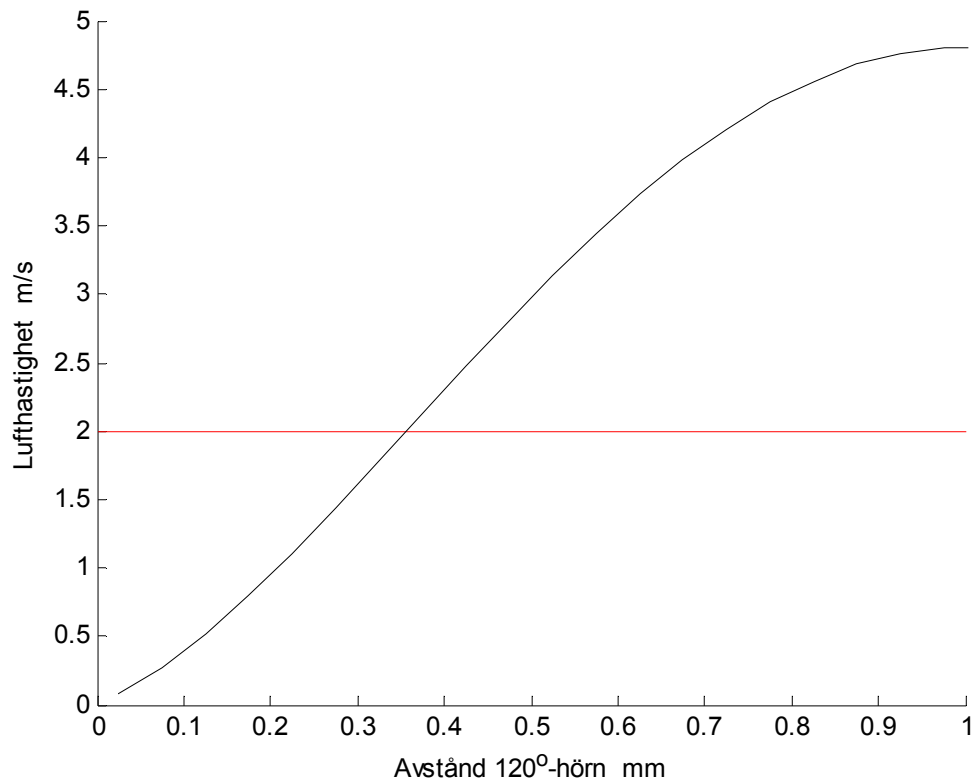
Figur 5.1 Rotorkanalform och beräkningsområde.



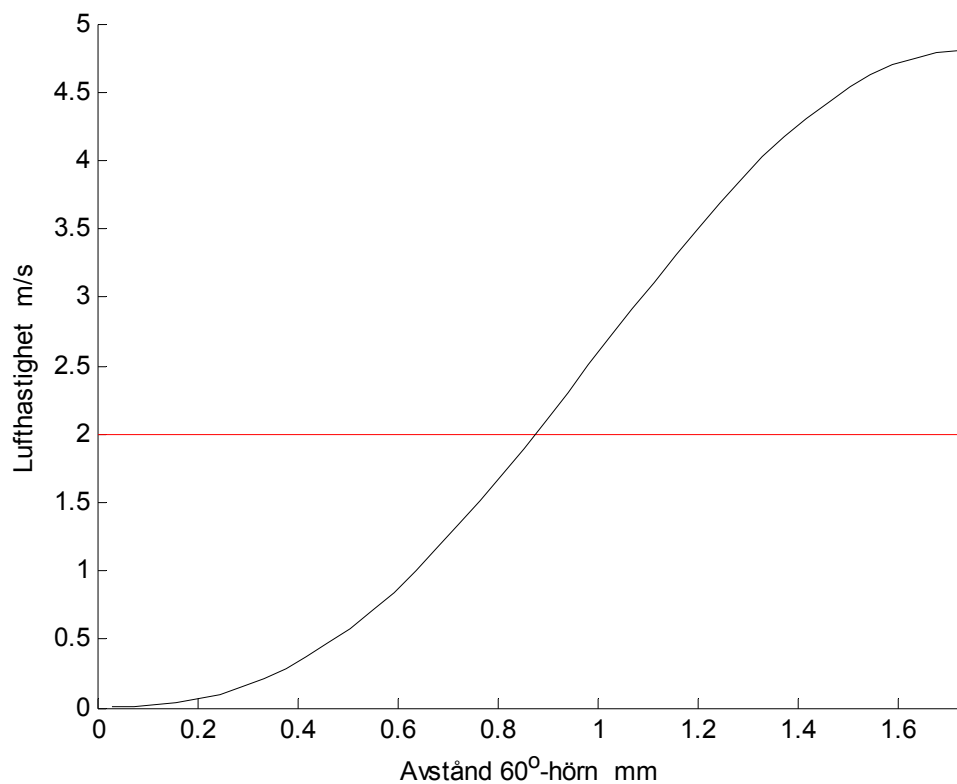
Figur 5.2 Axiell lufthastighet för beräkningsområde med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s.



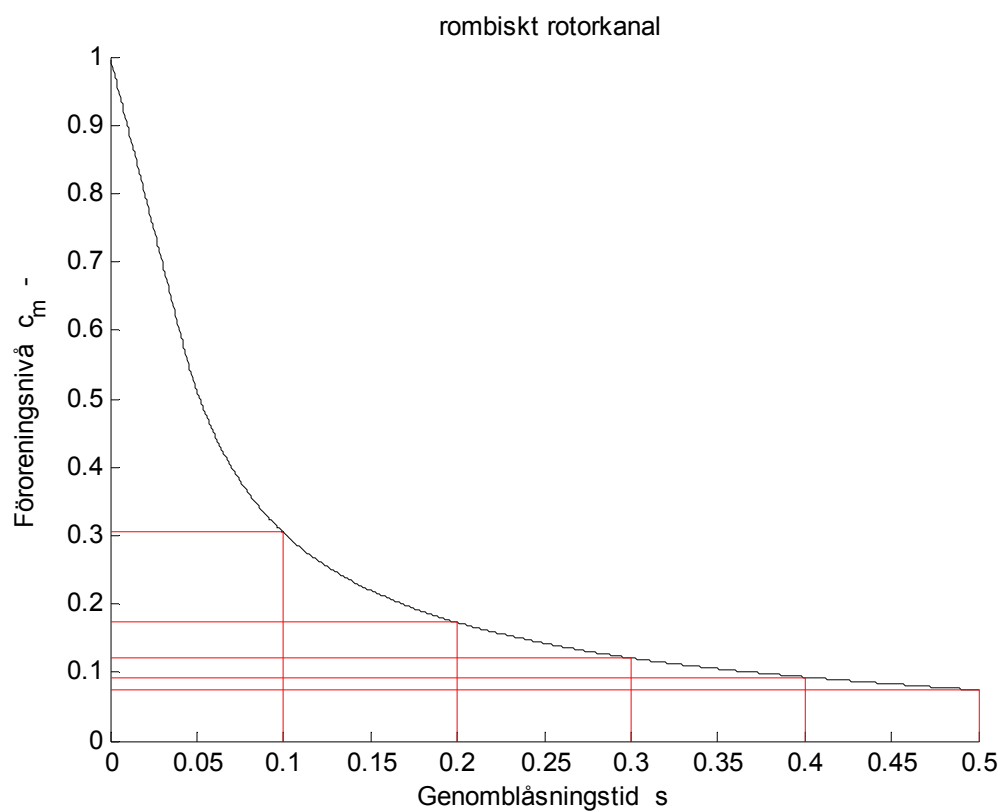
Figur 5.3 Genomblåsningstid för beräkningsområde med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s.



Figur 5.4 Hastighetsprofil från 120°-hörn till mitt av rombisk rotorkanal.



Figur 5.5 Hastighetsprofil från 60°-hörn till mitt av rombisk rotorkanal.



Figur 5.6 Föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid.

## 6 Triangulär rotorkanal

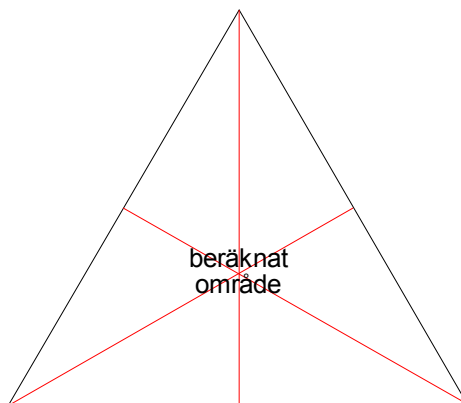
Hela strömningsfältet i det triangulära tvärsnittet beräknas trots att symmetri kan utnyttjas genom bara beräkna 1/6-del av området enligt Figur 6.1. Beräkningen har skett med 80 element per sida, vilket totalt blir 6400 element och obekanta att beräkna. Glesa matriser har använts.

Hastighetsfält med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s och dito för genomblåsningstid med isolinjer 0.1, 0.2, och 0.5 s redovisas i Figur 6.2 respektive 6.3. En hastighetsprofil från sidmitt till hörn redovisas i Figur 6.4. Denna hastighetsprofil innehåller både den bästa och den sämsta delprofilen. Högsta hastigheten är högre än 4 m/s som gäller för det cirkulära fallet lika med dubbla medelhastigheten och även högre än hastigheten för det rombiska fallet.

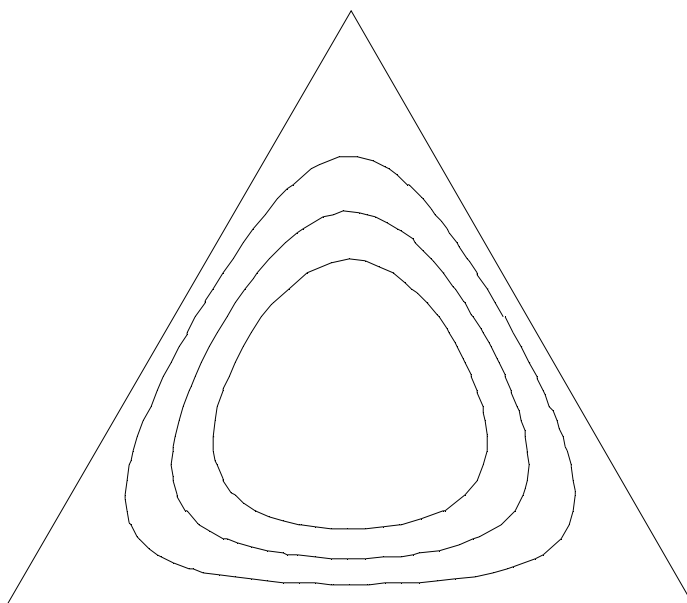
Föroreningsnivån som funktion av renblåsningstid redovisas i Figur 6.5. Några avläsningar redovisas i Tabell 6.1.

Tabell 6.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s.

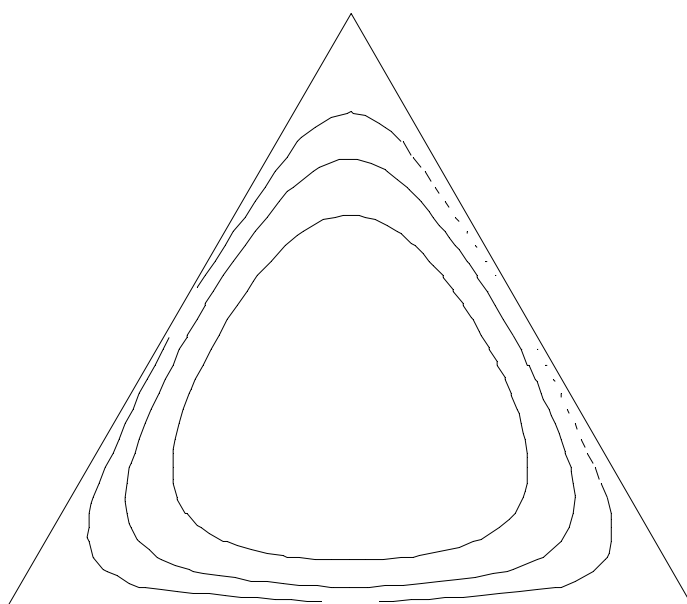
| $t$ s   | 0.1   | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $c_m$ – | 0.322 | 0.194 | 0.141 | 0.112 | 0.093 |



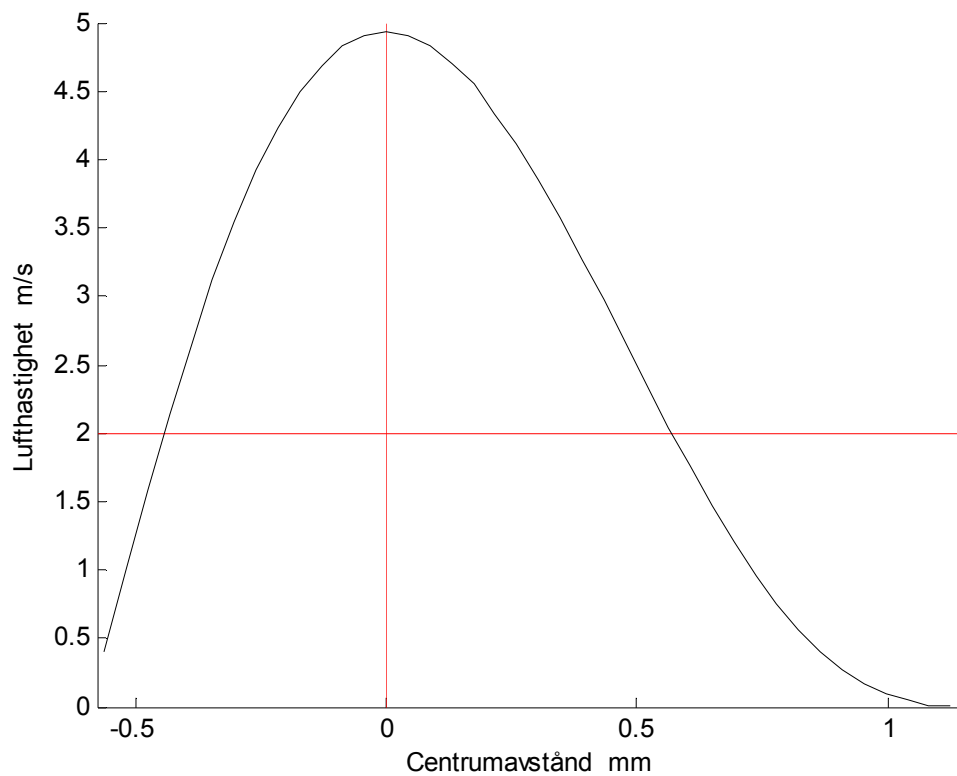
Figur 6.1 Rotorkanalform och beräkningsområde.



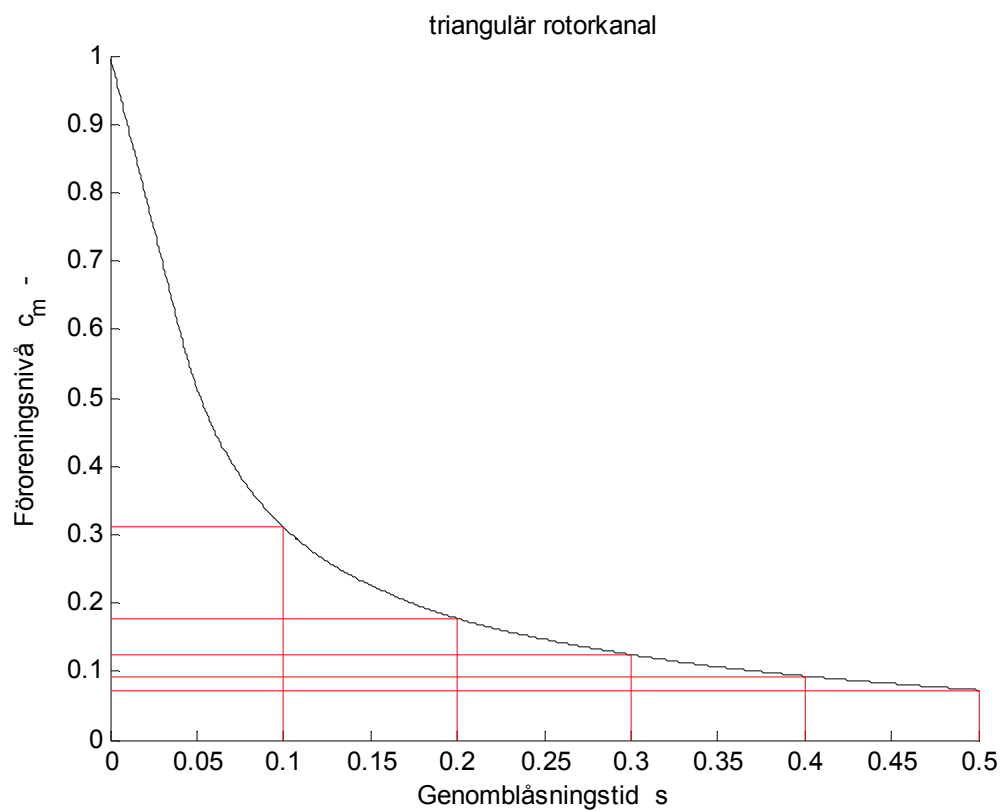
Figur 6.2 Axiell lufthastighet för beräkningsområde med isolinjer för 1, 2 och 3 m/s.



Figur 6.3 Genomblåsningstid för beräkningsområde med isolinjer för 0.1, 0.2 och 0.5 s.



Figur 6.4 Hastighetsprofil från sidmitt till hörn av triangulär rotorkanal.



Figur 6.5 Föroreningsnivå som funktion av renblåsningstid.

Det triangulära strömningstvårsnittet är det som mest liknar en rotorkanal bildad av en vågformad folie och en planfolie och här görs en jämförelse med en cirkulär rotorkanal. Det här genomräknade triangulära tvärsnittet har tre identiska hörn, medan vågformen medför att det finns två mycket spetsiga hörn och en välrundat hörn som en del av en cirkel. En bedömning är att det verkliga tvärsnittet har högre en föroreningsnivå som funktion av renblåsningstiden än det beräknade ideala triangulära fallet. Det ideala triangulära fallet underskattar därför det verkliga fallet när det gäller renblåsningens funktion.

Det cirkulära fallet med en radiellt avtagande lufthastighet medför att hastighetsfördelningen  $v(a)$  för den laminära strömningen blir ytterst enkel som funktion av tvärsnittsandelen  $a$  på formen:

$$v(a) = 2 v_m a \quad (\text{m/s}) \quad (6.1)$$

Uttrycket ovan visar att högsta lufthastighet  $v(1)$  är dubbla medelhastigheten  $2 v_m$ .

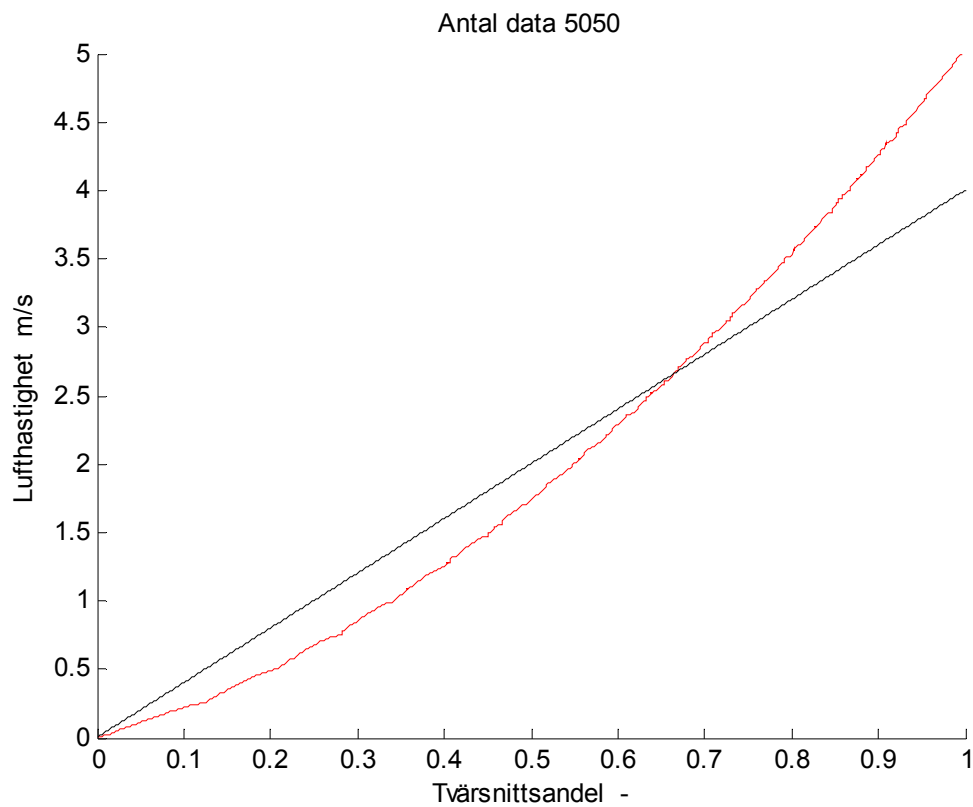
Hastighetsfördelningen redovisas för hela det cirkulära och triangulära tvärsnittet i Figur 6.6 och motsvarande genomblåsningstid i Figur 6.7 samt för 1/10-del av tvärsnittet med de lägsta hastigheterna i Figur 6.8 och de längsta genomblåsningstiderna i Figur 6.9.

Kurvorna för de sorterade renblåsningstiderna kan användas för att uppskatta föroreningsnivå som funktion av renblåsningstiden. Detta är dock en överskattning. En renblåsningstid enligt en kurva motsvaras av en tvärsnittsandel, men detta innebär inte att tvärsnittsandel är samma sak som medelföroreningsnivå. Den resterande tvärsnittsandelen är delvis genomblåst och därmed är den resterande medelföroreningsnivån mindre än tvärsnittsandelen.

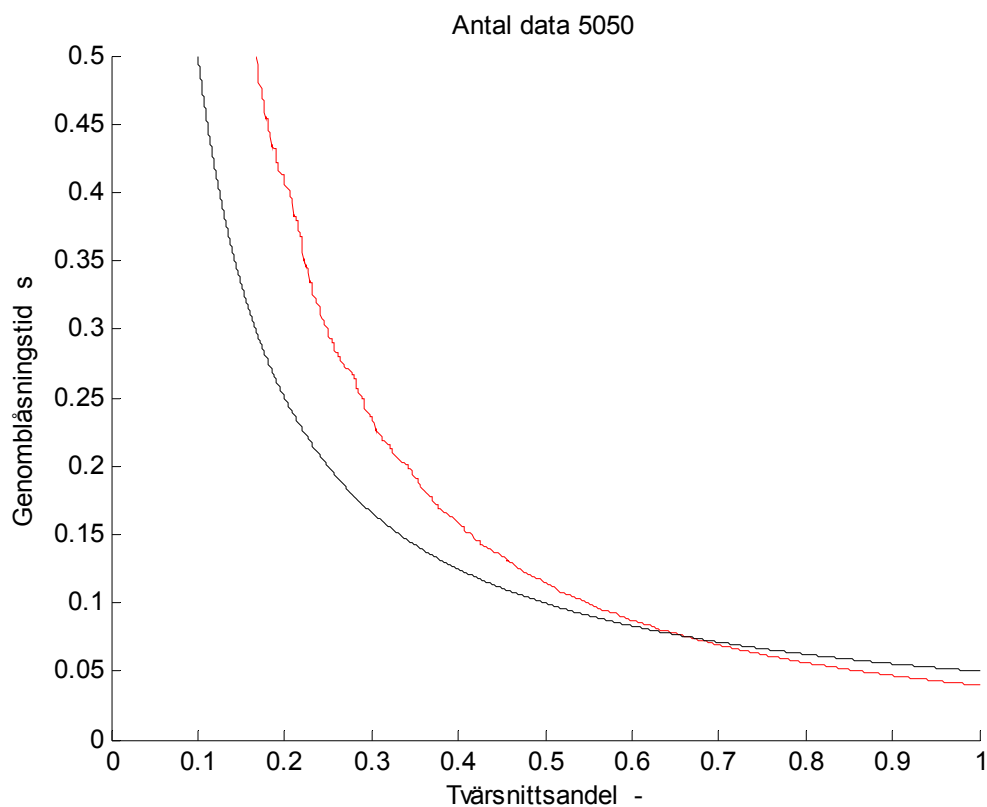
Det triangulära fallet har beräknats med 100 element på en sida, vilket ger total 5050 element.

Lufthastighetskurvan för det triangulära fallet visar i Figur 6.6 och 6.8 att lufthastigheten är högre för omkring en tredjedel av tvärsnittet och lägre för resten. Detta medför omvänt att genomblåsningstiden i figur 6.7 och 6.9 blir kortare för en tredjedel och längre för övrigt.

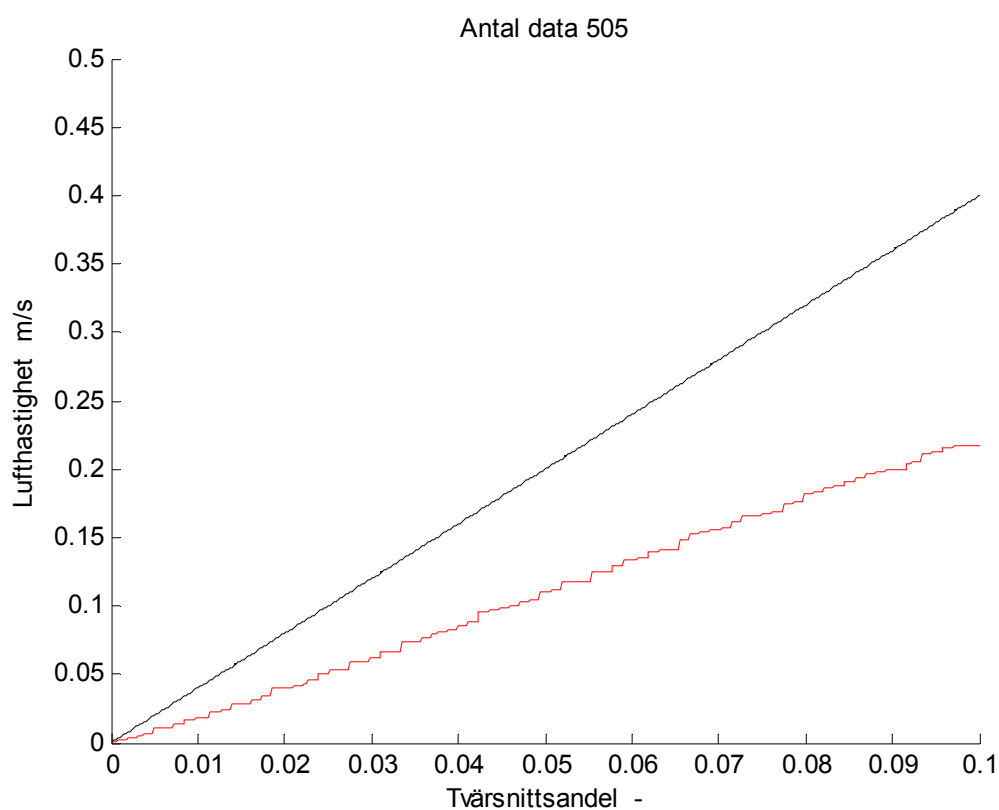
Detaljerna för lufthastigheterna i Figur 6.8 kan tolkas som att det triangulära fallet är identiskt med ett cirkulärt fall med en lägre medellufthastighet. En linjär regression med data i Figur 6.8 skattar medelhastigheten till 1.11 m/s mot det cirkulära fallet 2 m/s. Detta visar att det krävs nästan fördubblad renblåsningstid för att nå samma resterande föroreningsnivå för långa renblåsningstider dock mycket längre än den nominella renblåsningstiden om 0.1 s för rotordjup 0.2 m och medellufthastighet 2 m/s.



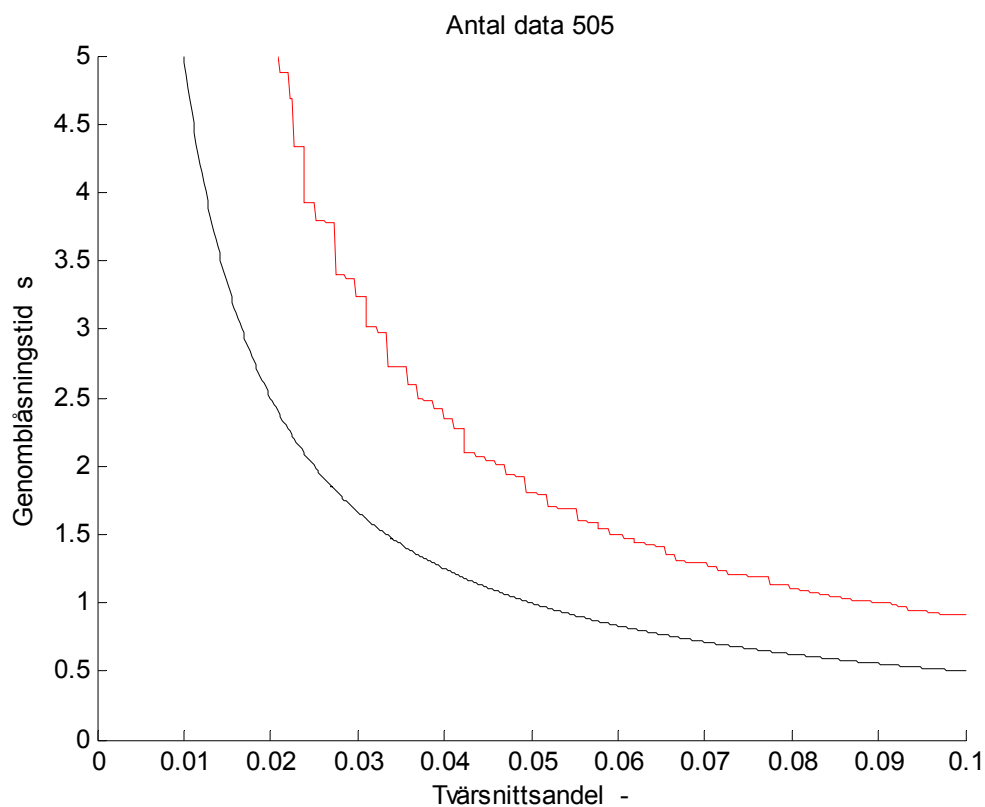
Figur 6.6 Hastighetsfördelning för hela tvärsnittet för en triangulär och en cirkulär rotorkanal.



Figur 6.7 Genomblåsningstid för hela tvärsnittet för en triangulär och en cirkulär rotorkanal.



Figur 6.8 Hastighetsfördelning för tvärsnittet/10 för en triangulär och en cirkulär rotorkanal.



Figur 6.9 Genomblåsningstid för tvärsnittet/10 för en triangulär och en cirkulär rotorkanal.

## 7 Avslutning och slutsatser

Resultatet för de fem tvärsnitten redovisas i Tabell 7.1 med föroreningsnivån för olika renblåsningstid samt som funktion av antal nominella genomblåsningar redovisas i Figur 7.1-2 med olika axlar. Kurvorna för tvärsnittsföljden cirkulär, hexagonal, kvadratisk, rombiskt och triangulär med nummer 1-5 visar att renblåsningen försämrar med ordningsföljden. Sämst resultat fås för ett triangulärt tvärsnitt, men kvoten mellan det triangulära fallet och det cirkulära fallet ökar från 1.29 för 0.1 s till 1.86 för 0.5 s.

Tabell 7.1 Föroreningsnivå  $c_m$  – för olika renblåsningstid  $t$  s och tvärsnitt

| $t$ s | cirkel | hexagon | kvadrat | romb  | triangel |
|-------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 0.1   | 0.250  | 0.286   | 0.299   | 0.312 | 0.322    |
| 0.2   | 0.125  | 0.155   | 0.169   | 0.184 | 0.194    |
| 0.3   | 0.083  | 0.106   | 0.119   | 0.133 | 0.141    |
| 0.4   | 0.063  | 0.080   | 0.091   | 0.105 | 0.112    |
| 0.5   | 0.050  | 0.064   | 0.074   | 0.087 | 0.093    |

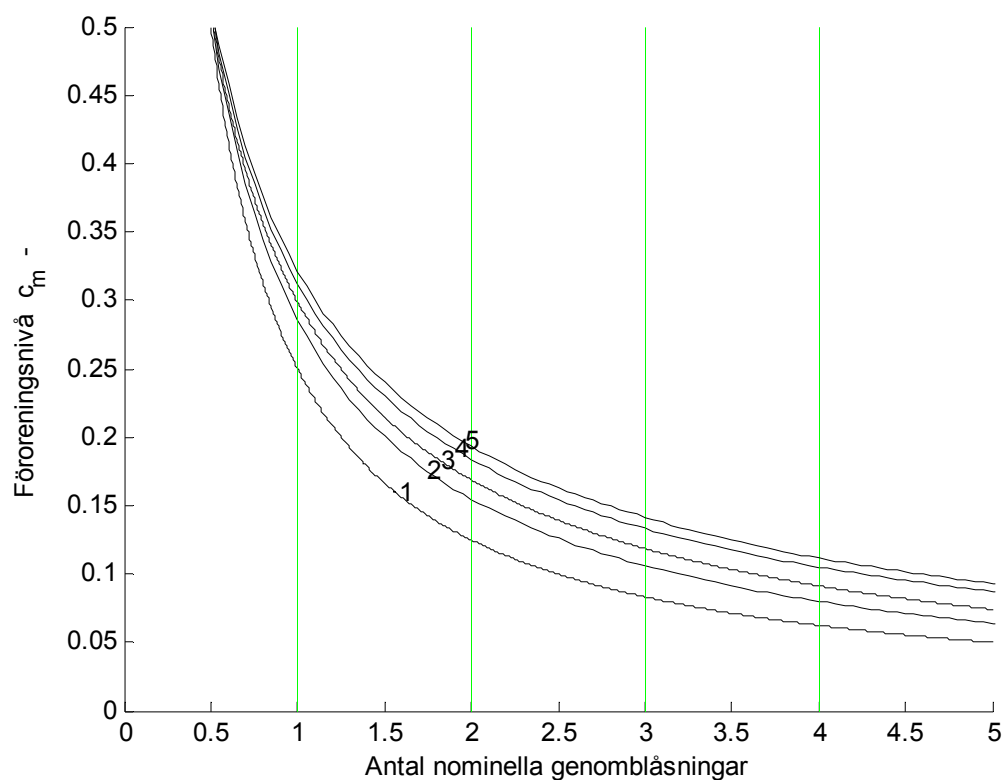
Siffrorna för det cirkulära fallet är en exakt analytisk beräkning utan något fel, medan övriga fyra fall beräknas numeriskt med överskattning av renblåsningens effektivitet. Ett element är numeriskt renblåst när  $v t > z$ , men detta är inte helt korrekt särskilt inte för element intill begränsande fasta ytor. Ett exempel är ett kvadratisk element med en begränsande fast sida/yta. Hastighetsprofilen antas vara  $v(s) = 2 v_e s$  där  $s$  är det relativa avståndet inom det kvadratiske elementet med elementhastigheten  $v_e$  till den fasta sidan. När  $v t = z$  återstår 0.25 av volymen att renblåsa och medelföroreningsnivån är 0.25. Siffrorna för föroreningsnivån  $c_m$  redovisade i tidigare avsnitt i Tabell 3-6.1 och sammanställt här i Tabell 7.1 är därför för låga för tvärsnitten med hexagonal, kvadratisk, rombiskt och triangulär form.

En modellföresättning är strömningen är idealt laminär i en rotorkanal utan något övergångsområde i början av rotorkanalen. All strömning är helt axiell. Partiklars diffusion har försumats med hänvisning till Tabell 1.1 för ett cirkulärt tvärsnitt. Beräkningar avser ett rotordjup 0.2 m, en medelhastighet om 2 m/s och en nominell renblåsningstid om 0.1 s.

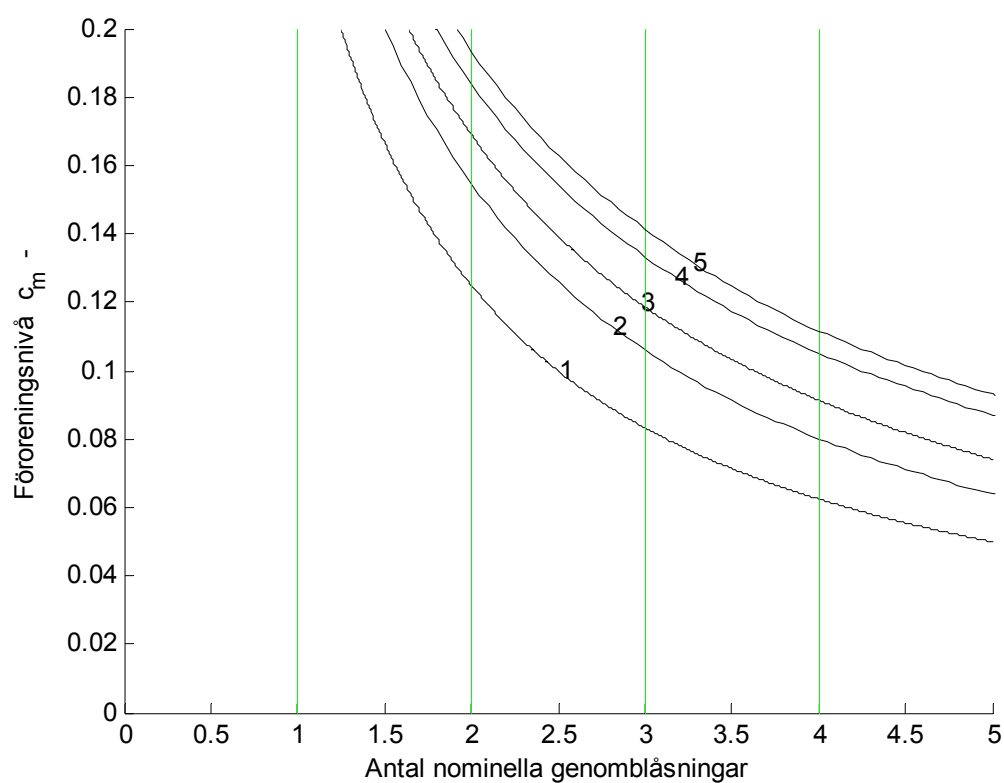
En slutsats är att ett triangulärt tvärsnitt är sämre än ett cirkulärt tvärsnitt med avseende på renblåsningens effekt. Det skiljer omkring en faktor 1.5. En andra slutsats enligt Tabell 1.1 är att diffusionen kan försummas för partiklar  $> 0.1 \mu\text{m}$  och även för korta renblåsningstider för partiklar  $> 0.01 \mu\text{m}$ . En tredje slutsats är att en renblåsningstid 0.3 s eller tre gånger den nominella tiden resulterar i en resterande föroreningsnivå omkring 0.1 enligt Tabell 7.1.

Ett viktigt tillägg är att den beräknade medelföroreningen  $c_m$  i rotorn för en given renblåsningstid blir avsevärt mindre utslaget på den resterande delen av en halvperiod. Medelföroreningsnivån för tilluft  $c_{\bar{o}}$  kan för renblåsningstiden  $t$  och periodtiden  $p$  beräknas enligt som:

$$c_{\bar{o}} = c_m t / (p/2 - t) \quad (-) \quad (7.1)$$



Figur 7.1 Föroreningsnivå som funktion av genomblåsningstid för fem rotorkanalförformer.



Figur 7.2 Föroreningsnivå som funktion av genomblåsningstid för fem rotorkanalförformer.