



LUND UNIVERSITY

Brandgasevakuering av hisschakt CFD-beräkning med FDS

Jensen, Lars

2008

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Jensen, L. (2008). *Brandgasevakuering av hisschakt CFD-beräkning med FDS*. (TVIT; Vol. TVIT-7034). 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

Brandgasevakuering av hisschakt CFD-beräkning med FDS

Lars Jensen

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet, 2008
Rapport TVIT--08/7034



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 golvvärmsystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

Brandgasevakuering av hisschakt CFD-beräkning med FDS

Lars Jensen

© Lars Jensen, 2008

ISRN LUTVDG/TVIT--08/7034--SE(70)

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

Innehållsförteckning

1	Inledning och problemställning	5
2	Beräkningsmodell för FDS och förutsättningar	7
3	Lufttillstånd på 3, 15 och 27 m för två CFD-fall	11
	Lufttemperatur för fall f26 1200 s	12
	Lufttemperatur för fall f26 2400 s	14
	Lufttemperatur för fall f26 3600 s	16
	Lufttemperatur för fall h26 1200 s	18
	Lufttemperatur för fall h26 2400 s	20
	Lufttemperatur för fall h26 3600 s	22
	Lufthastighet för fall f26 1200 s	24
	Lufthastighet för fall f26 2400 s	26
	Lufthastighet för fall f26 3600 s	28
	Lufthastighet för fall h26 1200 s	30
	Lufthastighet för fall h26 2400 s	32
	Lufthastighet för fall h26 3600 s	34
	Sammanfattning	36
4	Förenklad beräkning för 1-3 m ³ /s och 300-900 °C	37
	Fall 0 W/Km ²	38
	Fall 1 W/Km ²	40
	Fall 2 W/Km ²	42
	Fall 5 W/Km ²	44
	Fall 10 W/Km ²	46
	Sammanfattning	48
5	Lufttemperaturprofiler för 3 ³ CFD-fall	49
	Fall 13 1 m ³ /s 300 °C	50
	Fall 16 1 m ³ /s 600 °C	52
	Fall 19 1 m ³ /s 900 °C	54
	Fall 23 2 m ³ /s 300 °C	56
	Fall 26 2 m ³ /s 600 °C	58
	Fall 29 2 m ³ /s 900 °C	60
	Fall 33 3 m ³ /s 300 °C	62
	Fall 36 3 m ³ /s 600 °C	64
	Fall 39 3 m ³ /s 900 °C	66
	Sammanfattning	68
6	Sammanfattning och slutsatser	69

1 Inledning och problemställning

Syftet med denna arbetsrapport är att med datorprogrammet FDS undersöka temperaturförhållande i ett brandventilerat hisschakt utsatt för en brand på nedersta hissplan och att jämföra resultatet med ett antagande om fullständig omblandning. Detta antagande är en grundförutsättning för en dimensioneringsmetod för brandgasfläktar för brandgasevakuering av hisschakt, vilken tidigare redovisats i en arbetsrapport TVIT-07/7017.

Hisschaktsmodellen avser en byggnad med tio hissplan och med en våningshöjd om 3 m. Hisschaktets invändiga höjd, bredd och längd (djup) är 29.6, 2.6 respektive 2.6 m. Hisschaktets väggar, golv och tak är alla i betong. Läckage för hissdörrar anges som en kvadratisk öppning med sidan 0.2 m. Beräkningar har även skett med en kvadratisk vertikal spridarplatta placerad 0.2 m ifrån läckageöppningen och med en sida om 0.6 m. Beräkning har skett både med och utan värmeförluster till omgivningen. Branden har placerats på nederst våningsplan 1.

Ett antal CFD-beräkningar har gjorts med datorprogrammet FDS version 4.06 med samma geometriska modell som beskrivs i avsnitt 2.

Några detaljstudier för hur lufttemperatur och lufthastighet varierar på olika nivåer i hisschaktet redovisas i avsnitt 3 för fall utan och med spridarplattor. Syftet med detta avsnitt är att undersöka hur lufttemperatur och lufthastighet i ett hisschakt varierar och omblandas som funktion av nivån och tiden. Detta görs genom att redovisa två CFD-beräkningar båda med evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ och brandtemperatur $600 \text{ }^\circ\text{C}$ samt utan och med spridarplattor.

En förenklad beräkning av brandgasutluftning med antagande om fullständig omblandning för samma hisschakt redovisas i avsnitt 4 för alla kombinationer mellan utluftningsflöde från 1 till $3 \text{ m}^3/\text{s}$ och alla brandgastemperaturer från 300 till $900 \text{ }^\circ\text{C}$. Beräkningarna har skett för olika värmeövergångstal för hisschaktets inre ytor, vilket påverkar värmeförlusten från hisschaktet.

CFD-beräkningarna har utförts med alla nio kombinationer mellan tre olika ventilationsflöden 1, 2 och $3 \text{ m}^3/\text{s}$ och med tre olika brandtemperaturer 300 , 600 och $900 \text{ }^\circ\text{C}$. Resultatet redovisas i avsnitt 5 för hisschaktsluftens minsta värde, medelvärde och största värde som funktion av nivån i hisschaktet. Jämförelser görs med tidigare i avsnitt 4 framräknade temperaturer för fullständigt omblandad hisschaktsluft.

En studie av endast genomströmning nerifrån och uppåt av ett vertikalt schakt med höjden 30 m utan läckage med en kvadratisk bottenyta med sidan 1, 2, 3, 4 och 5 m och utan något ventilationsflöde, tre brandtemperaturer 300 , 600 och $900 \text{ }^\circ\text{C}$ och modulstorlek 0.1 och 0.2 m har genomförts och kommer att avrapporteras som TVIT—09/7037. Detta görs för att särskilt undersöka den vertikala omblandningen utan störande inflöden från varje hissplan.

2 Beräkningsmodell för FDS och förutsättningar

Hisschaktsmodellen avser en byggnad med tio hissplan och med en våningshöjd om 3 m. Hisschaktets invändiga höjd, bredd och längd (djup) är 29.6, 2.6 respektive 2.6 m. Två sektioner för hisschaktsmodellen utan spridarplattor redovisas i Figur 2.1 och med spridarplattor i Figur 2.2. Sektionerna till vänster avser x-led och till höger yled. Dubbla linjer anger väggar, golv och tak i betong. Enkla linjer anger passiva begränsningsytor för hjälpvolymen.

Hisschaktets väggar, golv och tak är alla i betong. Beräkning har skett både med och utan värmeförluster till omgivningen.

Modellens yttre mått är längd (djup) 3.6 m, bredd 3 m och höjd 30 m. Antalet beräkningsceller i motsvarande riktningar blir 18, 15 respektive 150 för en kubisk beräkningscell med sidan 0.2 m. Det totala antalet beräkningsceller blir därför 50500 st.

Beräkningstiden för en simuleringstid om 3600 s är omkring 8 h för en dator med en 2 GHz-processor.

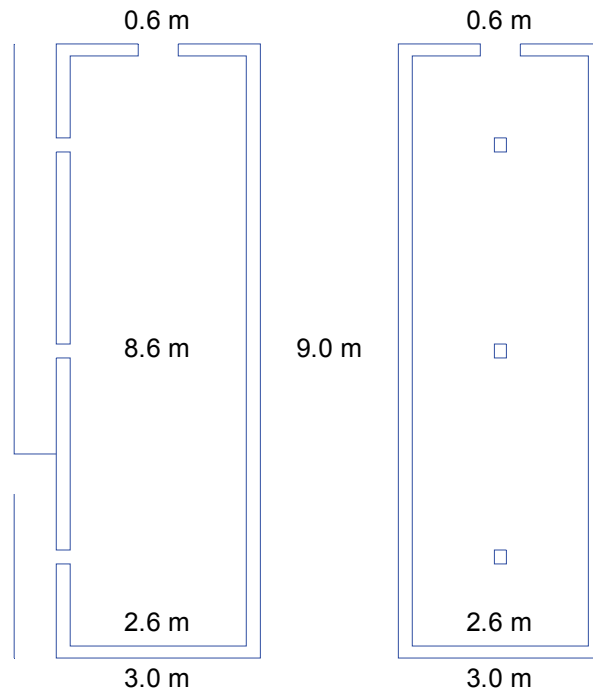
Luftläckaget genom en stängd hissdörr har varit fixerat till en kubisk beräkningsmodul med sidan 0.2 m. Denna utformning för luftläckaget resulterar i en enda inkommande luftstråle på varje våningsplan, vilket är något förenklat eftersom luftläckage för en hissdörr består av ett antal olika springor med olika längd, bredd och orientering.

Denna en beräkningsmodul stora läckageöppning med arean 0.04 m^2 kan jämföras med läckagearean för dubbla teleskophissdörrar med en höjd och bredd om 2 respektive 1 m och en läckvidd om 5 mm, vilket ger en läcklängd om 8 m för tre dörrhöjder och två dörrbredder och en läckarea om 0.04 m^2 .

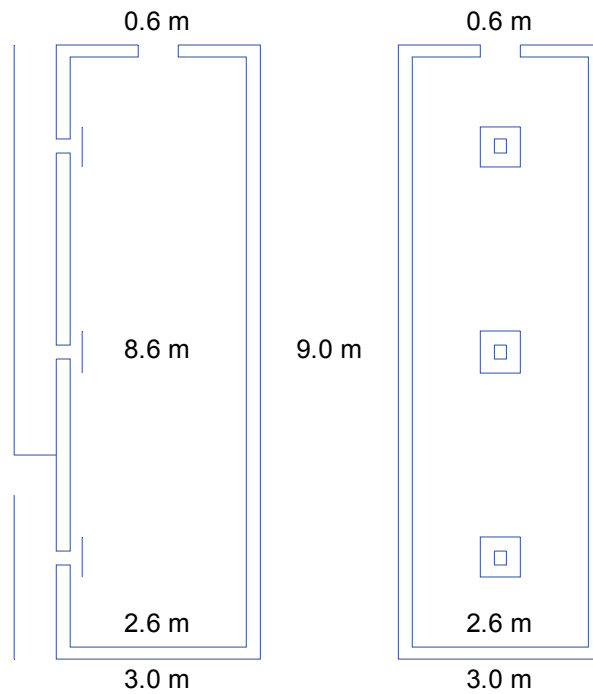
Beräkningar har även skett med en kvadratisk spridarplatta placerad 0.2 m ifrån läckageöppningen och med en sida om 0.6 m.

Modellen har utökats med en hjälpvolym för att tillföra luft till plan 2 till 10 via en enda öppning mot den yttre omgivningen. Det finns ingen möjlighet att ange olika nivåberoende tryck, vilket hade krävts för att simulera med en annan utetemperatur än $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Det yttre absoluta trycket är konstant och oberoende av nivå, men borde avta med höjden. Simulering har endast skett för utetemperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$ och starttemperaturen alltid har varit $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Branden har placerats på nederst på våningsplan 1, vilket är det dimensionerande fallet. En mindre hjälpvolym används för att beskriva brandplanet med önskad temperatur, men med ett okänt inflöde. Denna hjälpvolym har två öppningar på olika nivå. Ett stort brandflöde med önskad temperatur tillförs via den övre öppningen med arean 1.8 m^2 och hastigheten 1 m/s. Den del av det tillförda flödet som blir över lämnar hjälpvolymen via dess nedre öppning. På detta sätt kan brandgaser tillföras hiss-schaktet endast beroende på det rådande undertrycket i hisschaktet.



Figur 2.1 Sektioner för FDS-modell för hisschakt med tre våningsplan utan spridarplattor.



Figur 2.2 Sektioner för FDS-modell för hisschakt med tre våningsplan med spridarplattor.

Beräkningssättet och beräkningsmodellen beskrivs med en textfil till FDS. Ett exempel på en textfil för beräkningsmodell h26 med evakueringsflödet 2 m³/s, brandtemperaturen 600 °C, värmeförluster och spridarplattor återges nedan med insprängd kommenterande text som följer.

Beräkningsvolymens geometri beskrivs med cellindelning och olika koordinater enligt nedan.

```
&HEAD CHID='h26', TITLE=' Hisschakt hbdm 30 m 3 m 3.6 m 0.2 m ' /
&GRID IBAR=18, JBAR=15, KBAR=150 /
&PDIM XBAR=3.0, YBAR=3.0, ZBAR=30.0, XBAR0=-0.6 /
```

Utskrifter från en beräkning till datafiler anges med två rader enligt nedan, som anger alla koordinater skall skrivas ut och att alla data skall skrivas ut efter 600(600)3600 s.

```
&PL3D WRITE_XYZ=.TRUE., DTSAM=600 /
&TIME TWFIN=3600 /
```

Val av databas för beräkningar, beräkning utan strålningsmodell och definition av egenskap för ytor ges med följande:

```
&MISC DATABASE='c:\nist\fds\database4\database4.data',
RADIATION=.FALSE., SURF_DEFAULT='CONCRETE' /
```

Själva hisschaktet beskrivs med sex rader för fyra väggar, ett golv och ett tak enligt nedan.

```
&OBST XB=0.0,3.0, 0.0,0.2, 0.0,30.0, SURF_ID='CONCRETE' / sidovägg
&OBST XB=0.0,3.0, 2.8,3.0, 0.0,30.0, SURF_ID='CONCRETE' / sidovägg
&OBST XB=2.8,3.0, 0.2,2.8, 0.0,30.0, SURF_ID='CONCRETE' / bakvägg
&OBST XB=0.0,0.2, 0.2,2.8, 0.0,30.0, SURF_ID6=
'INERT', 'CONCRETE', 'INERT', 'INERT', 'INERT', 'INERT' / framvägg
&OBST XB=0.2,2.8, 0.2,2.8, 0.0, 0.2, SURF_ID='CONCRETE' / golv
&OBST XB=0.2,2.8, 0.2,2.8, 29.8,30.0, SURF_ID='CONCRETE' / tak
```

De nio övre läckagen tillförs luft med ett vertikalt hjälpschakt med en öppning högst upp. Brandplanet läckage matas med ett mindre hjälpschakt med ett stort inflöde överst och öppet nederst för utflöde minskat med inflödet till hisschaktet. De två hjälpschaktens begränsningsytor och öppningar beskrivs med följande sju rader.

```
&VENT XB=-0.6, 0.0, 0.0,3.0, 30.0,30.0, SURF_ID='OPEN' / luft
&OBST XB=-0.6, 0.0, 0.0,3.0, 3.0, 3.0, SURF_ID='INERT' / skilje
&VENT XB=-0.6, 0.0, 0.0,3.0, 0.0, 0.0, SURF_ID='OPEN' / luft
&OBST XB=-0.6,-0.6, 0.0,3.0, 3.0,30.0, SURF_ID='INERT' / baksida
&OBST XB=-0.6,-0.6, 0.0,3.0, 0.0, 2.4, SURF_ID='INERT' / baksida
&OBST XB=-0.6, 0.0, 0.0,0.0, 0.0,30.0, SURF_ID='INERT' / sida
&OBST XB=-0.6, 0.0, 3.0,3.0, 0.0,30.0, SURF_ID='INERT' / sida
```

Varje våningsplans läckage beskrivs med ett hål om en beräkningscell med placering mitt i schaktväggen och på halva våningshöjden. Funktionen HOLE anger en volym som är större än den beräkningscell som skall tas bort för att vara på säkra sidan.

```
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 28.4,28.6 / plan 10
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 25.4,25.6 / plan 9
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 22.4,22.6 / plan 8
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 19.4,19.6 / plan 7
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 16.4,16.6 / plan 6
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 13.4,13.6 / plan 5
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 10.4,10.6 / plan 4
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 7.4, 7.6 / plan 3
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 4.4, 4.6 / plan 2
&HOLE XB=-0.01,0.21, 1.4,1.6, 1.4, 1.6 / plan 1
```

De tio kvadratiska spridarplattorna utan någon tjocklek med sidan 0.6 m och placerade en modul in från schaktväggen beskrivs med var sin rad enligt nedan, vilket endast gäller för modell h.

```
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 1.2, 1.8, SURF_ID='INERT' / plan 1
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 4.2, 4.8, SURF_ID='INERT' / plan 2
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 7.2, 7.8, SURF_ID='INERT' / plan 3
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 10.2,10.8, SURF_ID='INERT' / plan 4
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 13.2,13.8, SURF_ID='INERT' / plan 5
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 16.2,16.8, SURF_ID='INERT' / plan 6
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 19.2,19.8, SURF_ID='INERT' / plan 7
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 22.2,22.8, SURF_ID='INERT' / plan 8
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 25.2,25.8, SURF_ID='INERT' / plan 9
&OBST XB=0.4,0.4, 1.2,1.8, 28.2,28.8, SURF_ID='INERT' / plan 10
```

Brandgasfläkten överst i hisschaktet beskrivs med tre rader för ett kvadratisk med hål med sidan 0.6 m och omfattar nio beräkningsceller. Flödet anges till 2 m³/s.

```
&HOLE XB=1.2,1.8, 1.2,1.8, 29.79,30.01 / fläkt
&VENT XB=1.2,1.8, 1.2,1.8, 30.00,30.00, SURF_ID='FAN' / fläkt
&SURF ID='FAN', VOLUME_FLUX=2.0 / fläkt
```

Branden på plan 1 påverkar den nedre hjälpvolymens övre öppning med ytan 1.8 m², inströmningshastigheten 1 m/s och temperaturen 600 °C enligt nedan.

```
&VENT XB=-0.6,-0.6, 0.0,3.0, 2.4,3.0, SURF_ID='FIRE' / brand
&SURF ID='FIRE', VEL=-1, TMPWAL=600. / brand
```

Indatatextfilen avslutas med raden nedan.

```
&TAIL /
```

3 Lufttillstånd på 3, 15 och 27 m för två FDS-fall

Syftet med detta avsnitt är att undersöka hur lufttemperatur och lufthastighet i ett hisschakt varierar och omblandas som funktion av nivån och tiden. Detta görs genom att redovisa två FDS-beräkningar utan och med spridarplattor och båda med evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ och brandtemperatur $600 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tre olika nivåer undersöks, nämligen 3, 15 och 27 m. De tio öppningarna för möjliga inträngande luftstrålar finns på nivåerna 1.5(3)28.5 m. Omblandande strömning framgår ganska väl av de vertikala lufthastigheterna. Tre olika tider undersöks 1200, 2400 och 3600 s för att se om det finns något stabilt strömningsmönster.

Evakueringsflödet är $2 \text{ m}^3/\text{s}$ och de tio våningsplanens sammanlagda läckarea är 0.4 m^2 . Detta medför att inströmningshastigheten till hisschaktet är 2.5 m/s i medeltal om lufttemperaturen antas vara $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Inströmningshastigheten för brandgaser med temperaturen $600 \text{ }^\circ\text{C}$ är betydligt högre och kan skattas med en faktor lika med $(\rho_{20} / \rho_{600})^{0.5}$ och uträknat fås 1.73.

En luftstråles räckvidd är betydande och centrumhastigheten förhåller sig till inloppshastigheten som kd/x där k är en konstant 5-9, d inloppets tvärmått och x avståndet från inloppet. Lufthastigheten halveras mellan inlopp och motstående vägg på avståndet 2.6 m för $k=6.5$. Det kan också påpekas luftflödet i luftstrålen ökar med avståndet från inloppet.

Spridarplattor täcker nio moduler och finns en modul ut från väggen och minskar inströmningshastigheten betydligt. Om en öppning med en spridarplatta jämförs med ett radiellt tilluftsdon med radien 0.6 m blir donets öppningsarea något avrundad 0.4 m^2 , vilket ger en hastighetsreduktion med en faktor 10 jämfört med fallet utan någon spridarplatta.

Överst i samtliga diagram redovisas alltid försöksbeteckning, tidpunkt, variabel, använda isolinjer, minsta värde, medelvärde, största värde och nivån för sektionen.

Lufttemperatur redovisas i Figur 3.1-9 för försök f26 utan spridarplatta för tidpunkterna 1200, 2400 och 3600 s och för nivåerna 3, 15 och 27 m. Samma tidpunkt och olika nivåer finns samma uppslag.

Lufttemperatur redovisas i Figur 3.10-18 för försök h26 med spridarplatta för tidpunkterna 1200, 2400 och 3600 s och för nivåerna 3, 15 och 27 m. Samma tidpunkt och olika nivåer finns samma uppslag.

Lufthastigheter redovisas i Figur 3.19-27 för försök f26 utan spridarplatta för tidpunkterna 1200, 2400 och 3600 s och för nivåerna 3, 15 och 27 m. Samma tidpunkt och olika nivåer finns samma uppslag.

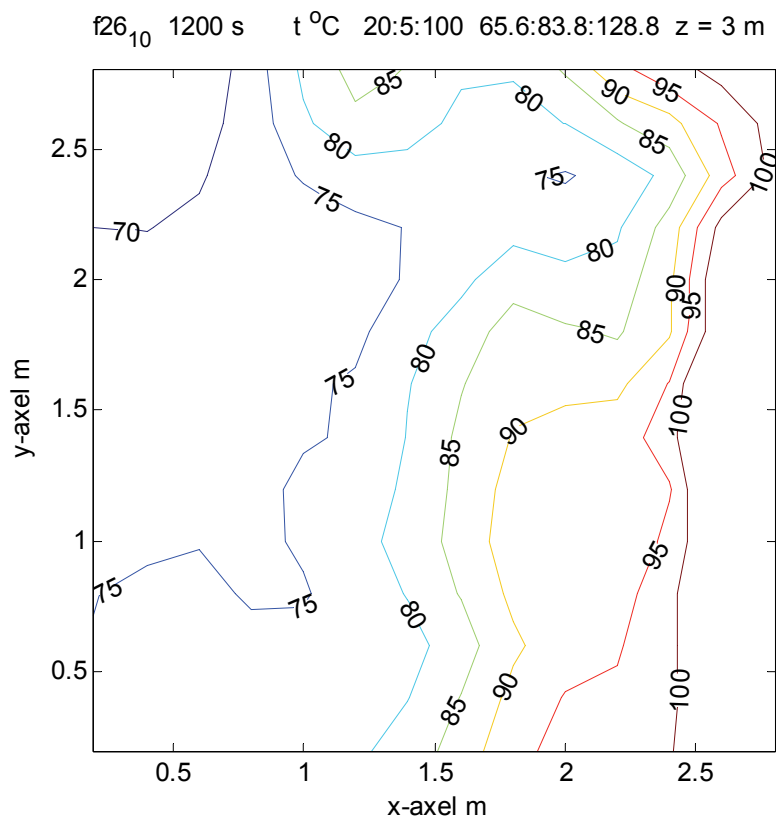
Lufthastigheter redovisas i Figur 3.28-36 för försök h26 med spridarplatta för tidpunkterna 1200, 2400 och 3600 s och för nivåerna 3, 15 och 27 m. Samma tidpunkt och olika nivåer finns samma uppslag.

Temperatur för fall f26 och 1200 s

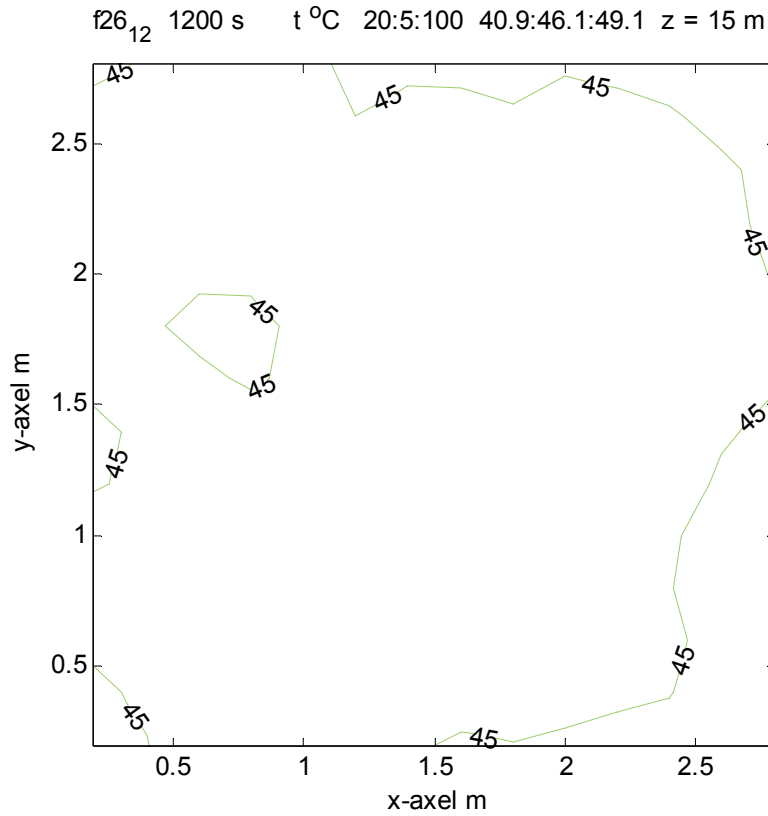
Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.1-3 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar betydligt med ökande nivå. Medelvärdet är 83.8, 46.1 och 35.0 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m.

Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna intill schaktväggen i Figur 3.1. Inflödet på plan 2 på nivån 4.5 m sprids också i alla riktningar, men termiken skapar en uppåtgående luftström intill schaktväggen på $x=2.8$ m.

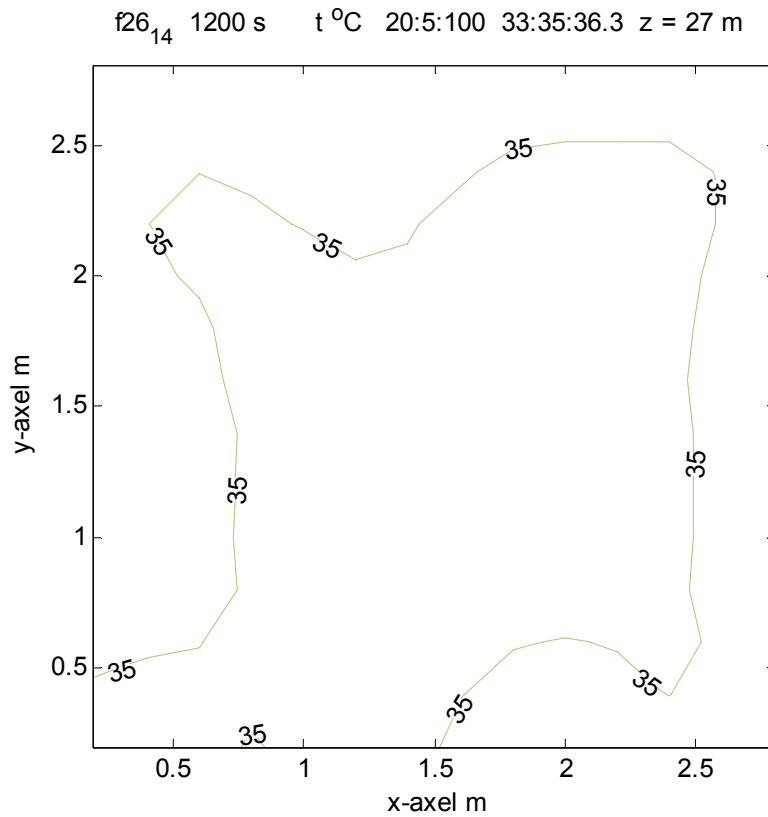
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.19-21.



Figur 3.1 Temperatur för fall f26 för nivån 3 m och efter 1200 s.



Figur 3.2 Temperatur för fall f26 för nivån 15 m och efter 1200 s.



Figur 3.3 Temperatur för fall f26 för nivån 27 m och efter 1200 s.

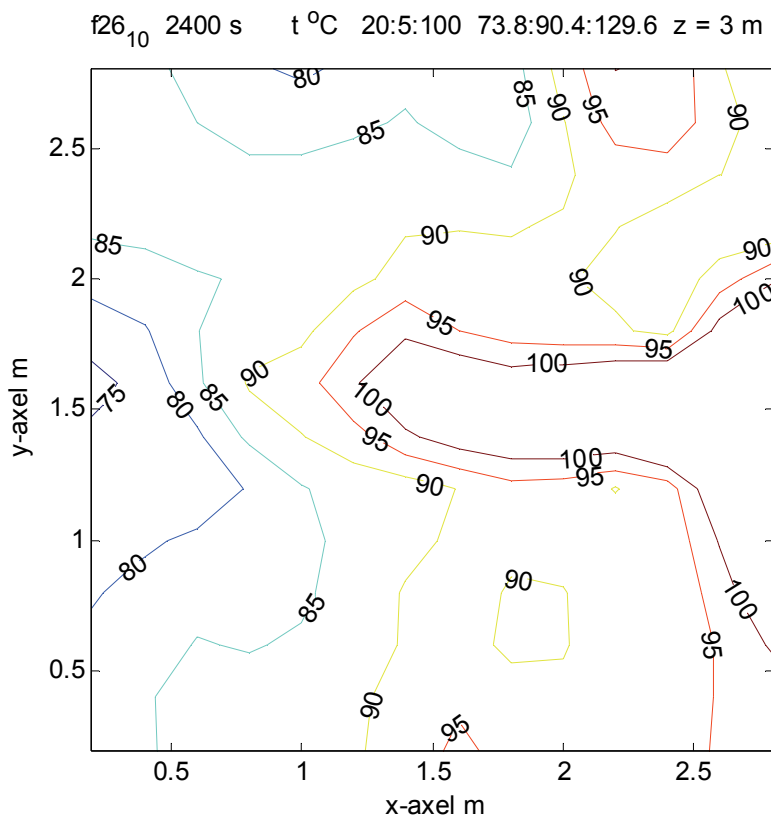
Temperatur för fall f26 och 2400 s

Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.4-6 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar betydligt med ökande nivå. Medelvärdet är 90.4, 47.4 och 37.2 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m.

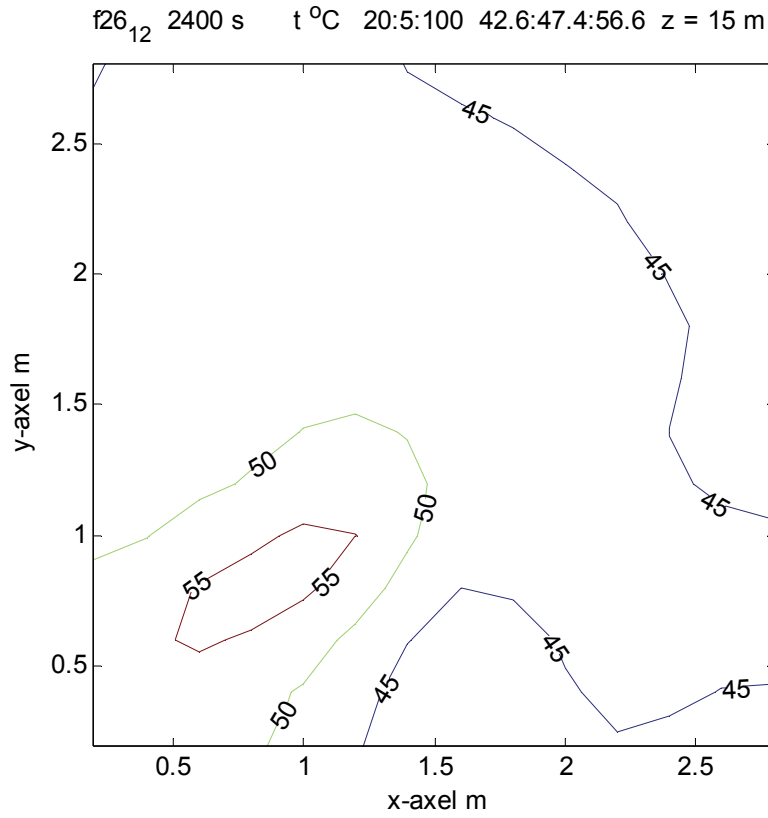
Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna intill schaktväggen i Figur 3.4.

Likheterna mellan de tidigare redovisade temperaturerna efter 1200 s är inte särskilt stora, vilket tyder på en ganska slumpmässig omblandning. Medelvärdena för de tre nivåerna har ökat något, vilket är rimligt eftersom själva schaktväggen värms upp efterhand.

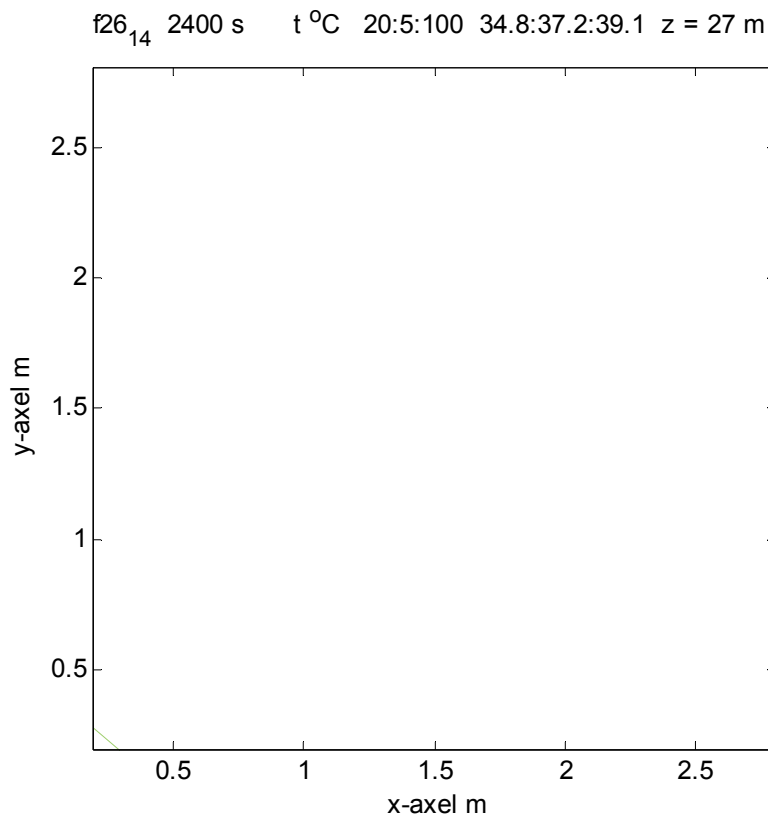
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.22-24.



Figur 3.4 Temperatur för fall f26 för nivån 3 m och efter 2400 s.



Figur 3.5 Temperatur för fall f26 för nivån 15 m och efter 2400 s.



Figur 3.6 Temperatur för fall f26 för nivån 27 m och efter 2400 s.

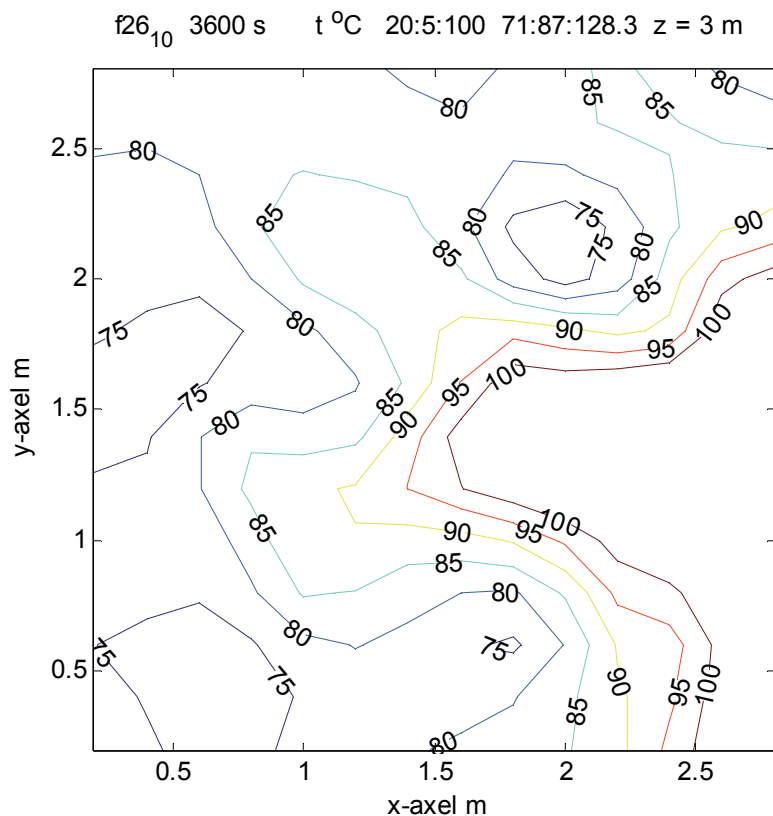
Temperatur för fall f26 och 3600 s

Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.7-9 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar betydligt med ökande nivå. Medelvärdet är 87.0, 45.4 och 36.3 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m.

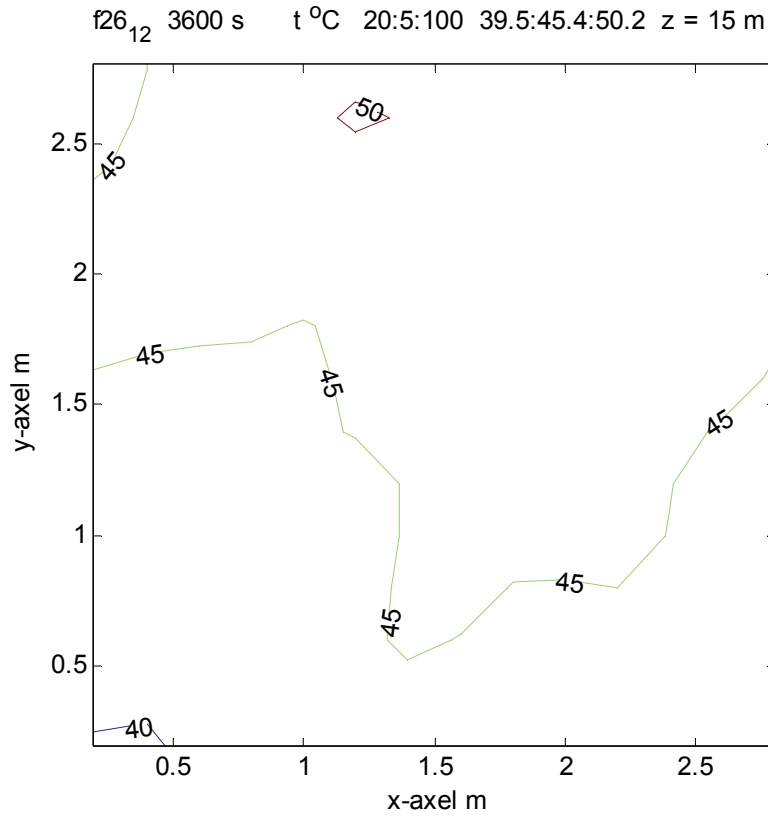
Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna intill schaktväggen i Figur 3.7.

Likheterma mellan de tidigare redovisade temperaturerna efter 1200 och 2400 s är inte särskilt stora, vilket tyder på en ganska slumpmässig omblandning. Medelvärdena för de tre nivåerna har minskat något, vilket inte är rimligt eftersom själva schaktväggen värms upp efterhand.

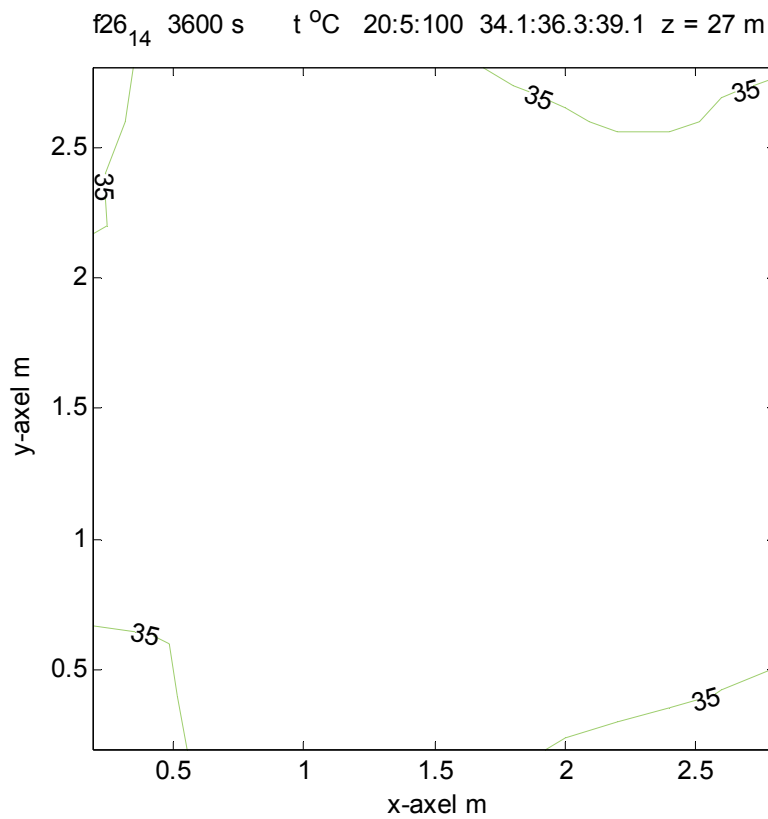
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.25-27.



Figur 3.7 Temperatur för fall f26 för nivån 3 m och efter 3600 s.



Figur 3.8 Temperatur för fall f26 för nivån 15 m och efter 3600 s.



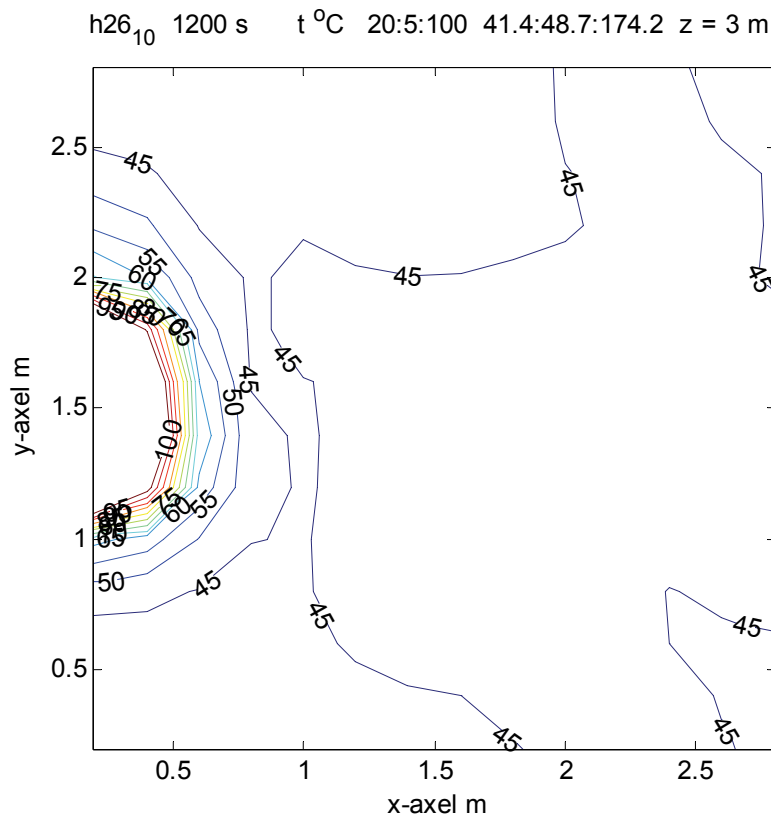
Figur 3.9 Temperatur för fall f26 för nivån 27 m och efter 3600 s.

Temperatur för fall h26 och 1200 s

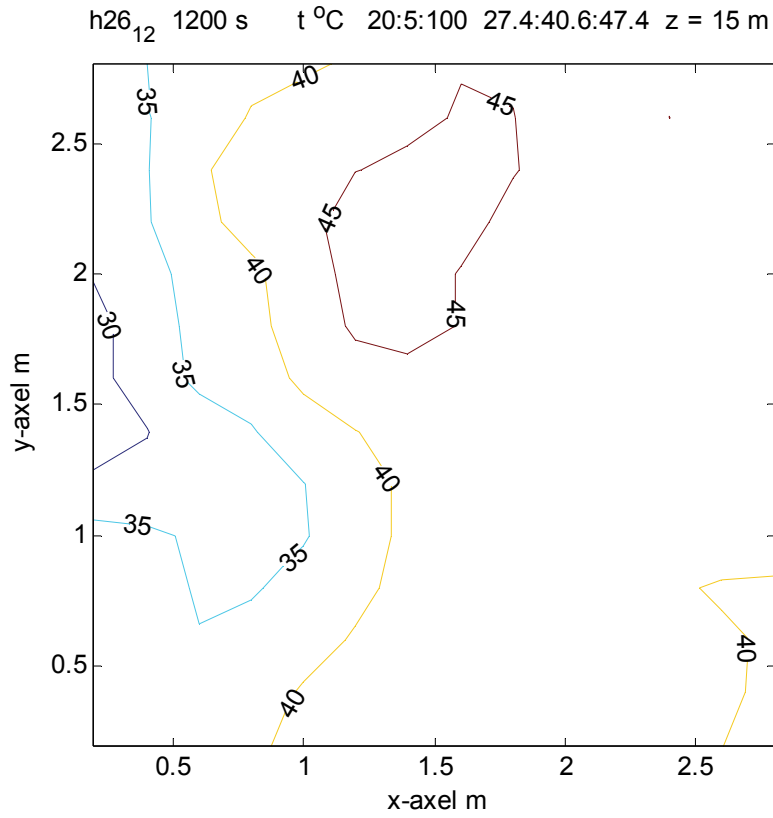
Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.10-12 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar något med ökande nivå. Medelvärdet är 48.7, 40.6 och 36.8 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m. Temperaturerna är lägre än utan spridarplatta.

Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C.

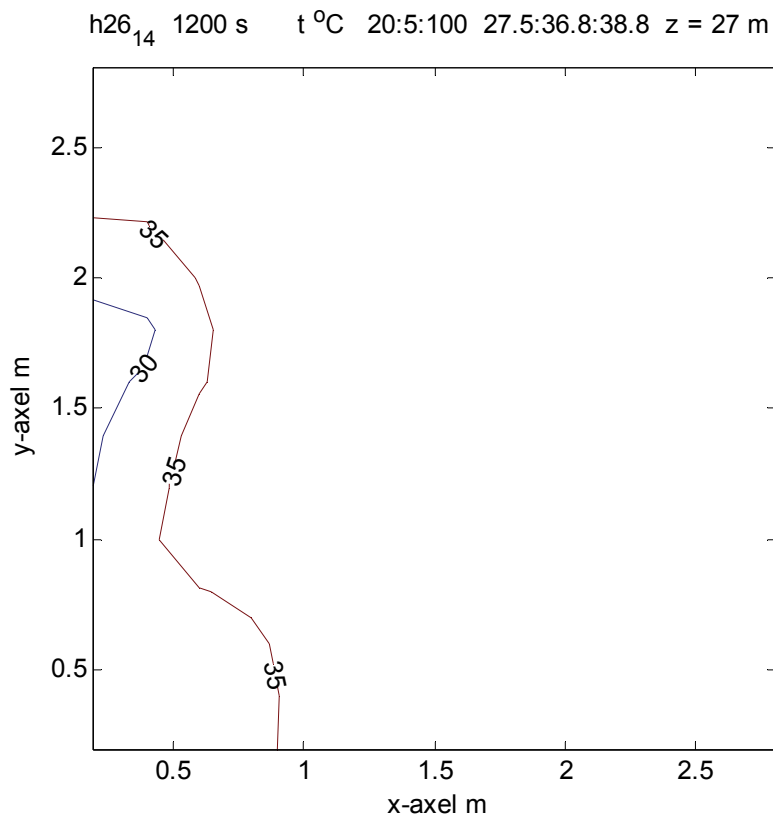
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.28-30.



Figur 3.10 Temperatur för fall h26 för nivån 3 m och efter 1200 s.



Figur 3.11 Temperatur för fall h26 för nivån 15 m och efter 1200 s.



Figur 3.12 Temperatur för fall h26 för nivån 27 m och efter 1200 s.

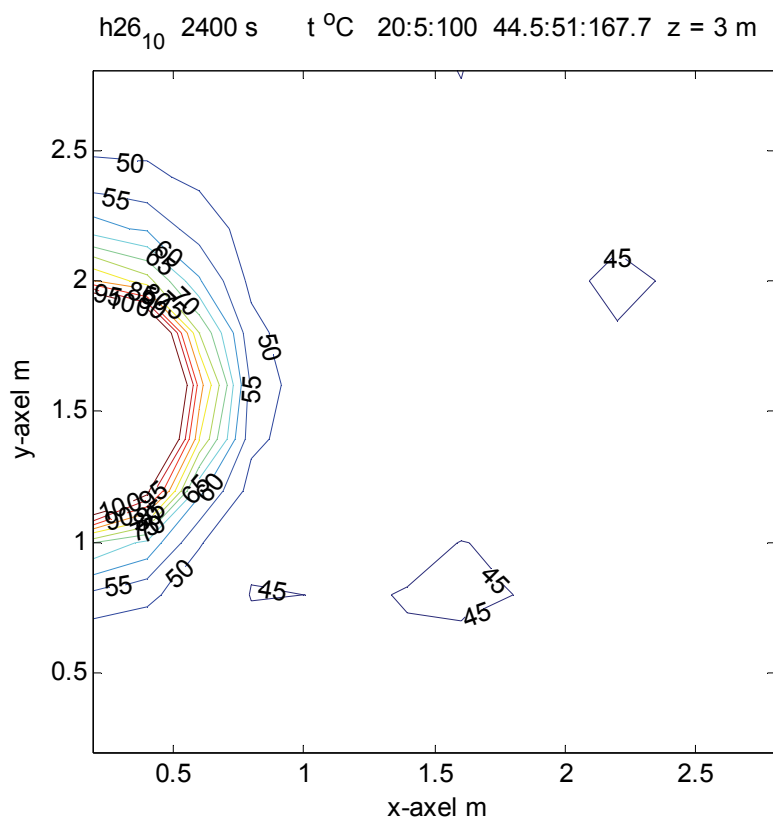
Temperatur för fall h26 och 2400 s

Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.13-15 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar något med ökande nivå. Medelvärdet är 51.0, 40.2 och 38.3 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m. Temperaturerna är lägre än utan spridarplatta.

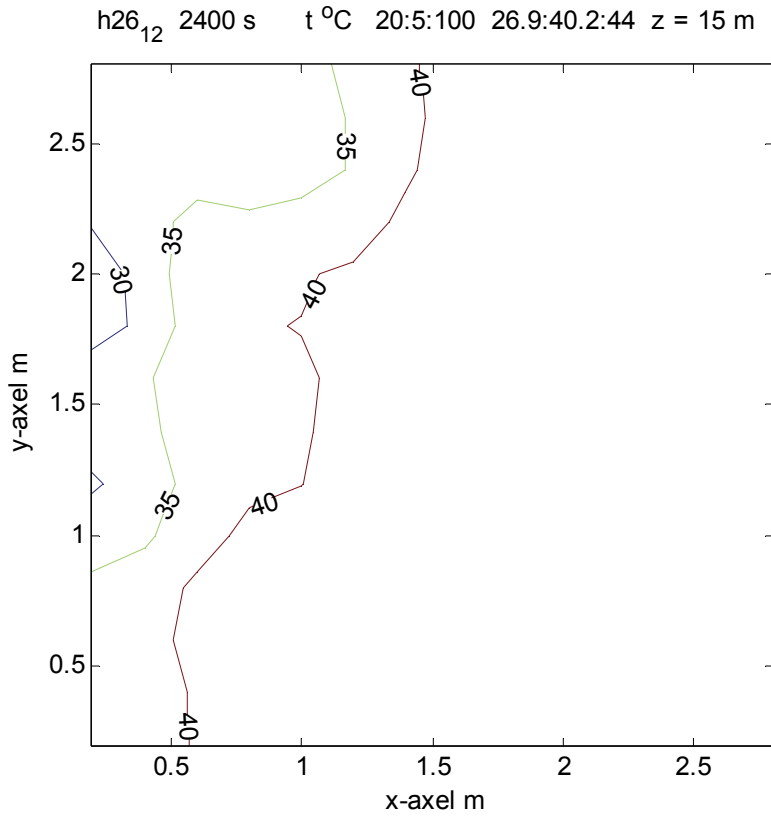
Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C.

Likheterna mellan de tidigare redovisade temperaturerna efter 1200 s är inte särskilt stora, vilket tyder på en ganska slumpmässig omblandning. Medelvärdena för de tre nivåerna har ökat något, vilket är rimligt eftersom själva schaktväggen värms upp efterhand.

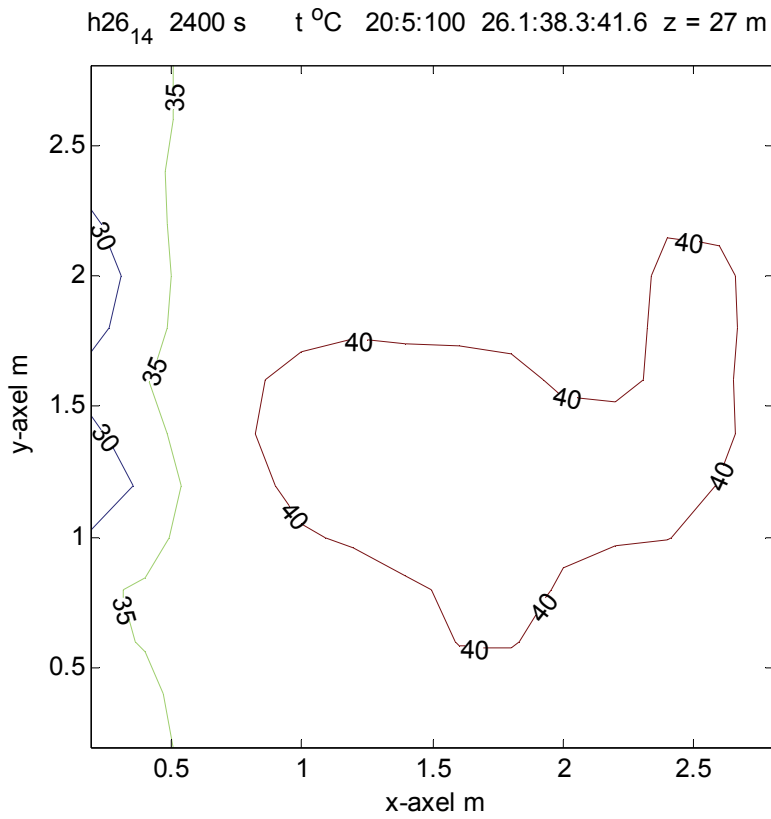
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.31-33.



Figur 3.13 Temperatur för fall h26 för nivån 3 m och efter 2400 s.



Figur 3.14 Temperatur för fall h26 för nivån 15 m och efter 2400 s.



Figur 3.15 Temperatur för fall h26 för nivån 27 m och efter 2400 s.

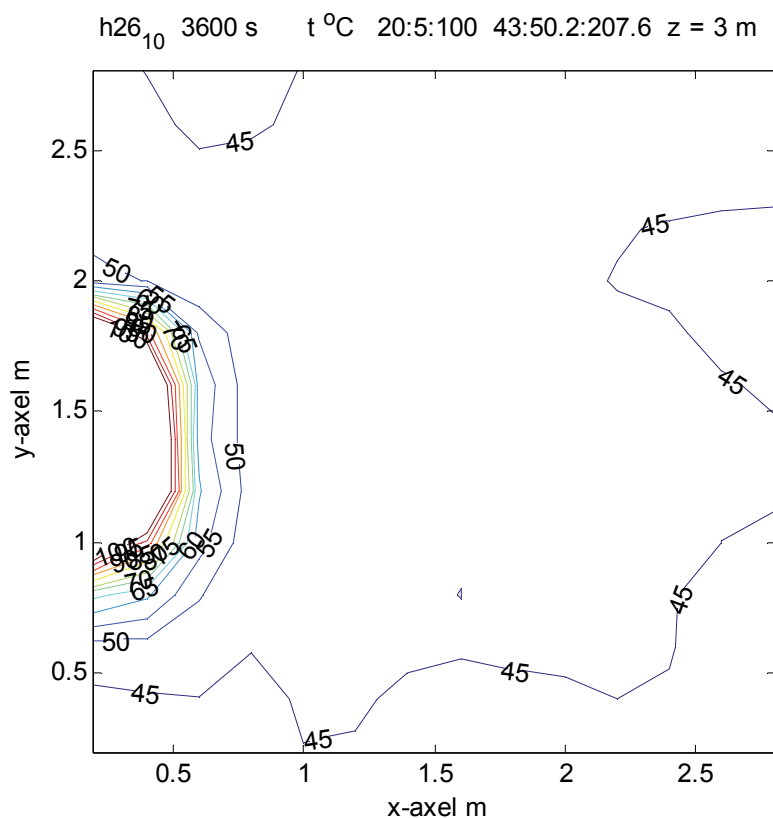
Temperatur för fall h26 och 3600 s

Isolinjerna för lufttemperatur i Figur 3.16-18 visar att det finns temperaturskillnader inom samma nivå, vilket inte alltid framgår av isolinjerna, men väl av angivna minsta och största värde. Lufttemperaturen avtar något med ökande nivå. Medelvärdet är 50.2, 43.8 och 38.9 °C för de tre nivåerna 3, 15 respektive 27 m. Temperaturerna är lägre än utan spridarplatta.

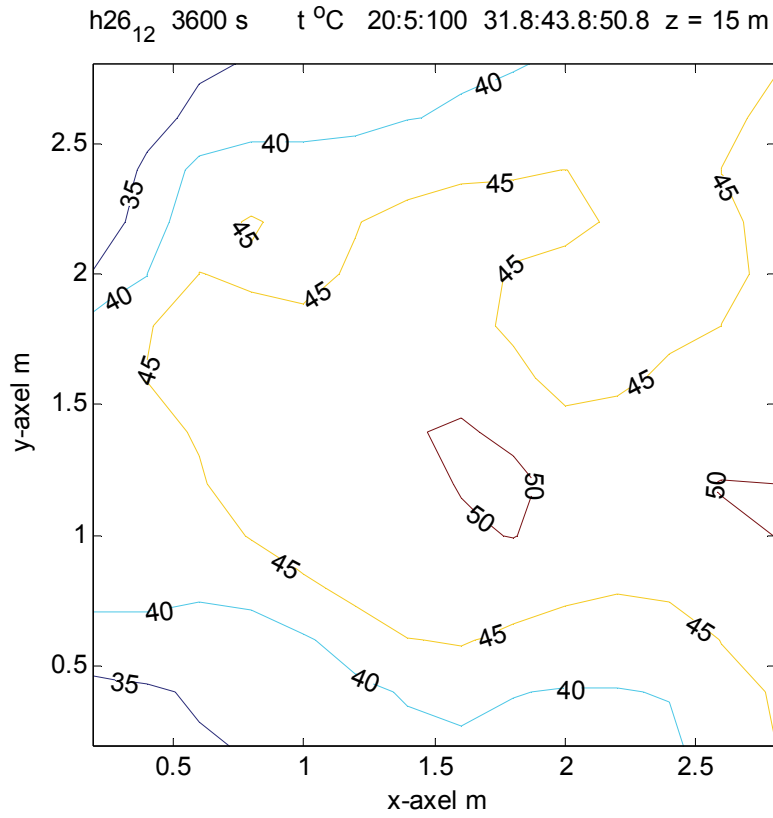
Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga temperaturerna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C.

Likheterna mellan de tidigare redovisade temperaturerna efter 1200 och 2400 s är inte särskilt stora, vilket tyder på en ganska slumpmässig omblandning. Medelvärdena för de tre nivåerna har ökat något, vilket är rimligt eftersom själva schaktväggen värms upp efterhand.

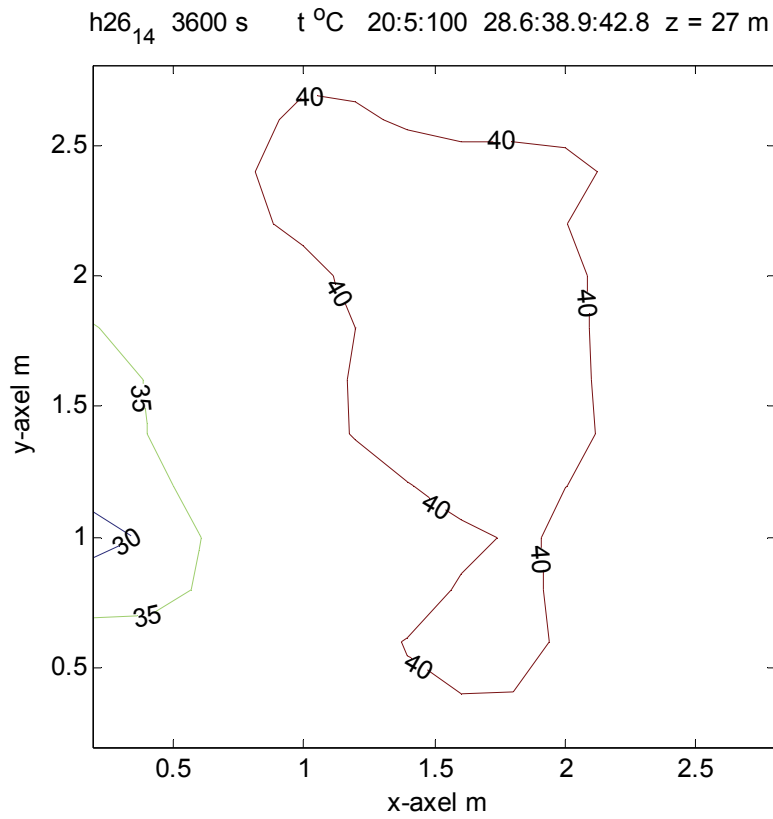
Lufthastigheterna för detta fall redovisas i Figur 3.34-36.



Figur 3.16 Temperatur för fall h26 för nivån 3 m och efter 3600 s.



Figur 3.17 Temperatur för fall h26 för nivån 15 m och efter 3600 s.



Figur 3.18 Temperatur för fall h26 för nivån 27 m och efter 3600 s.

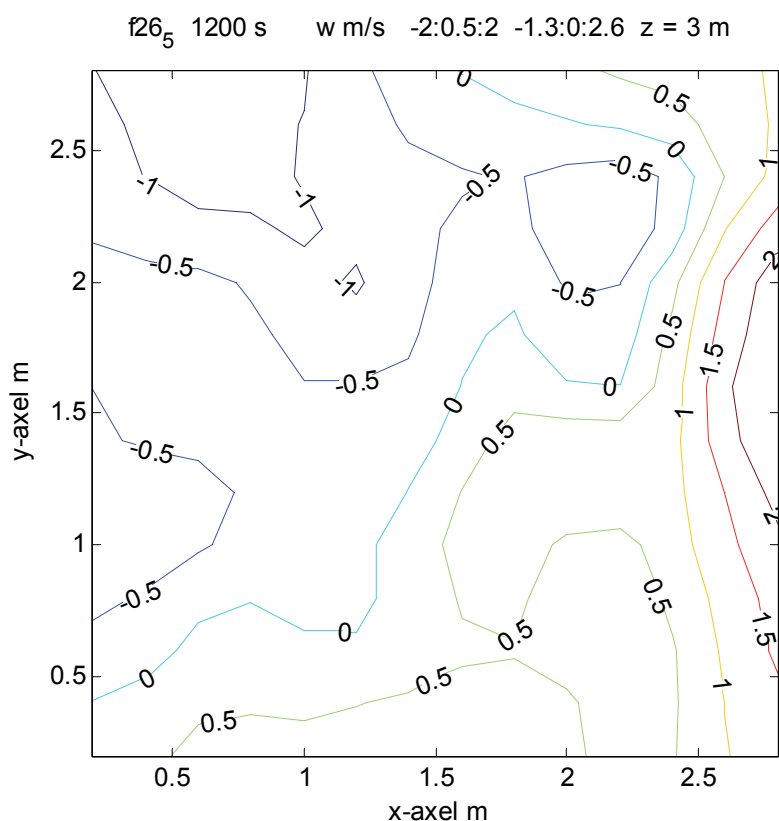
Vertikal lufthastighet för fall f26 och 1200 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.19-21 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och ombländande luftrörelser både uppåt och neråt.

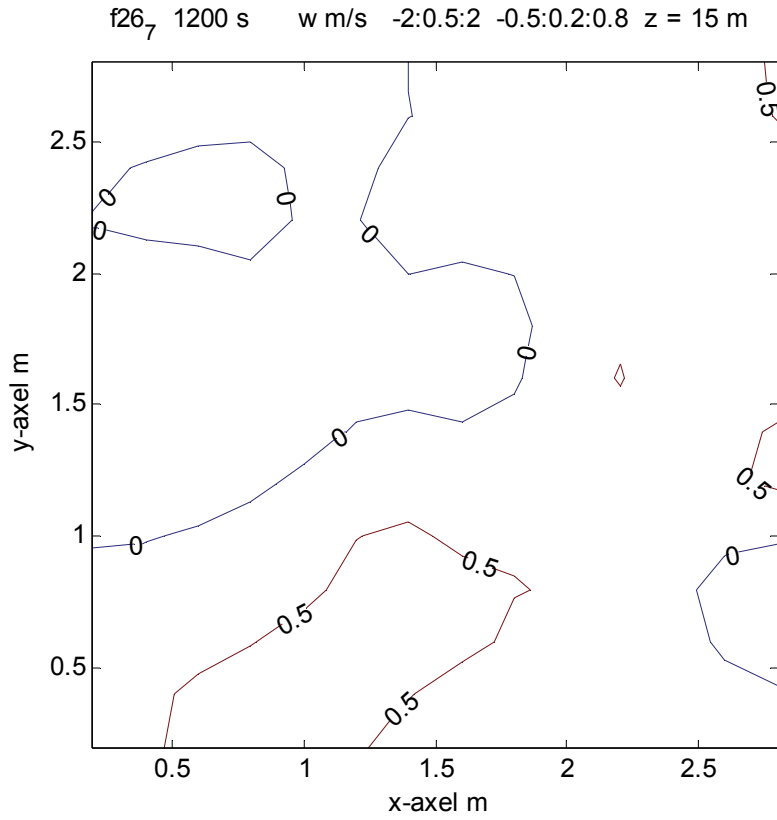
Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de hastigheterna intill schaktväggen i Figur 3.19. Inflödet på plan 2 märks inte, eftersom termiken nerifrån tar över.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s .

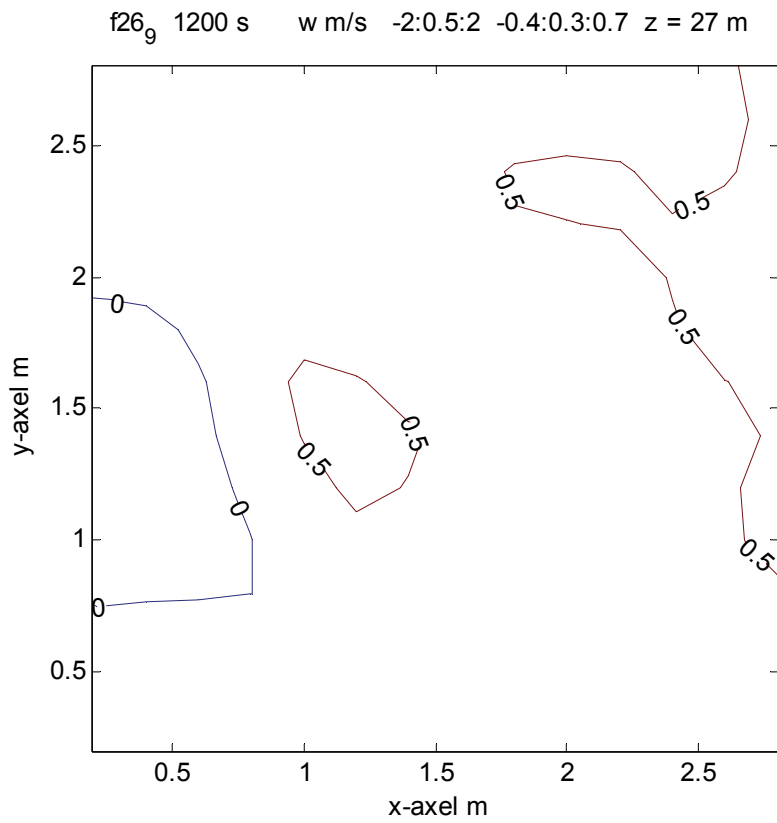
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.1 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.19.



Figur 3.19 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 3 m och efter 1200 s.



Figur 3.20 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 15 m och efter 1200 s.



Figur 3.21 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 27 m och efter 1200 s.

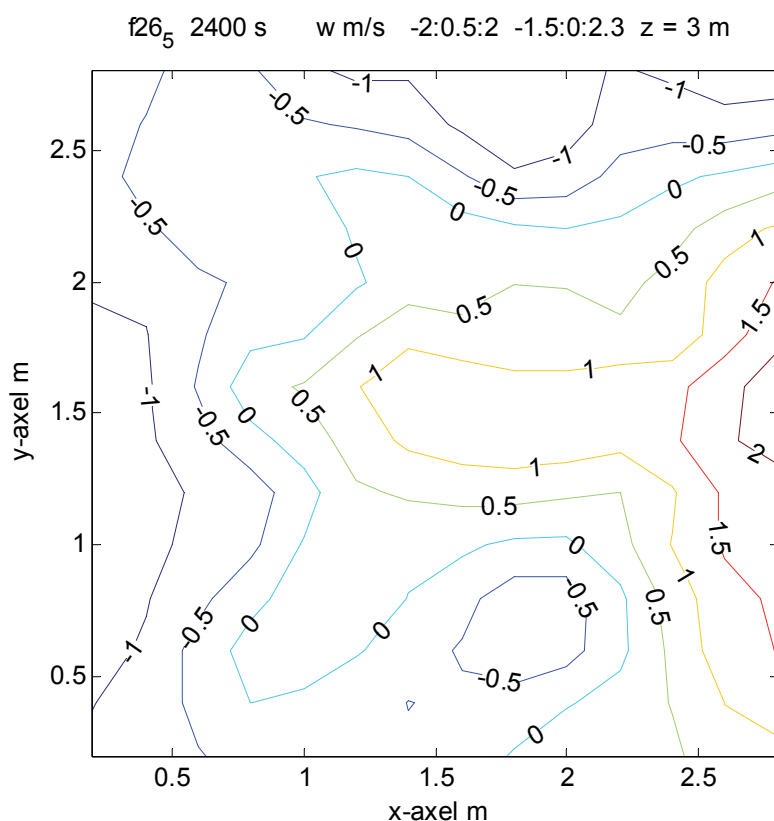
Vertikal lufthastighet för fall f26 och 2400 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.22-24 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och ombländande luftrörelser både uppåt och neråt.

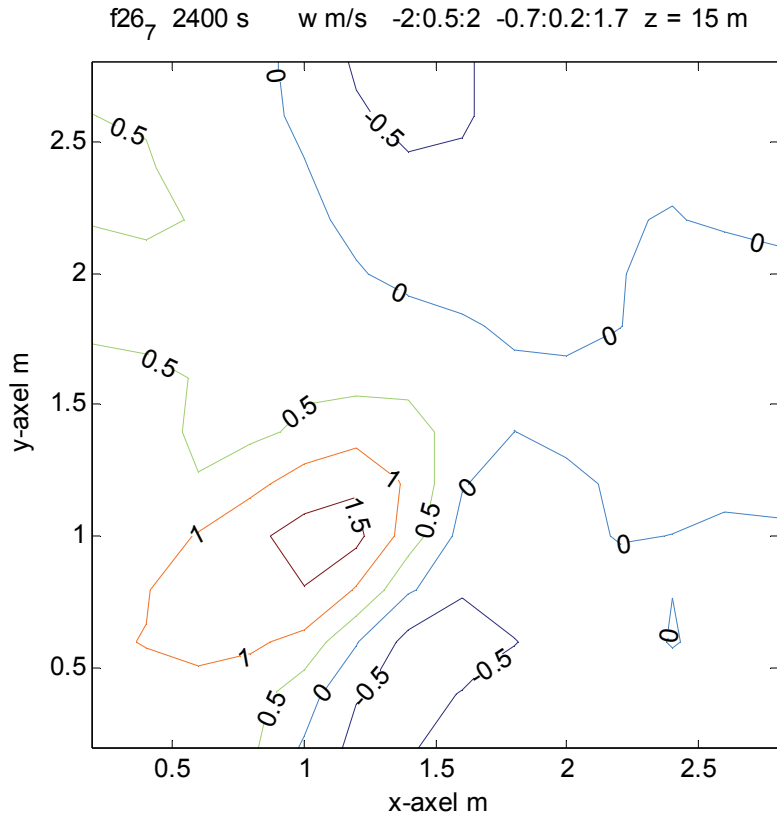
Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de hastigheterna intill schaktväggen i Figur 3.22.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s .

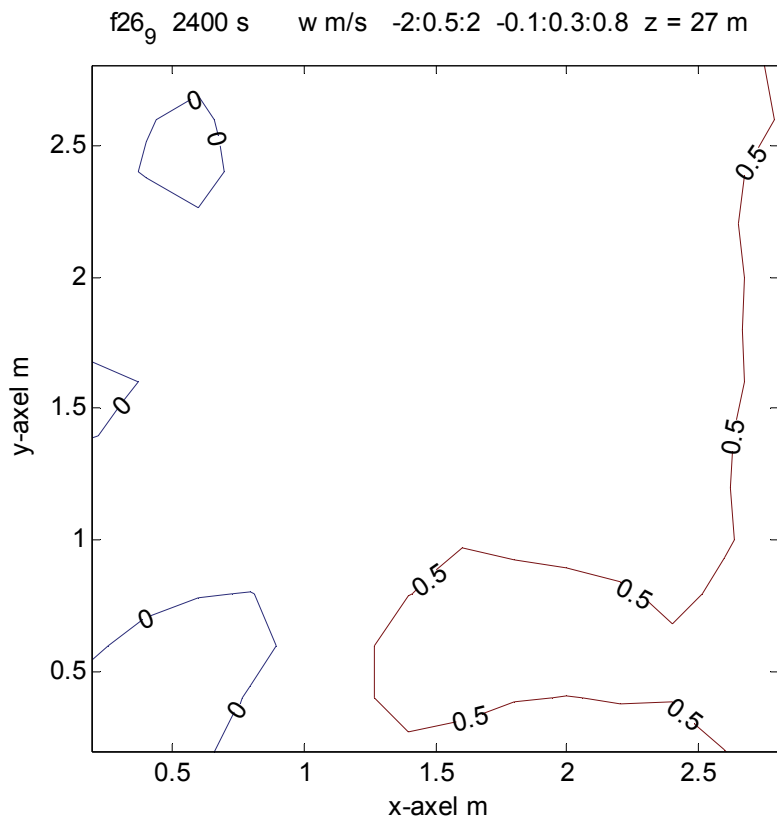
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.4 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.22.



Figur 3.22 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 3 m och efter 2400 s.



Figur 3.23 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 15 m och efter 2400 s.



Figur 3.24 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 27 m och efter 2400 s.

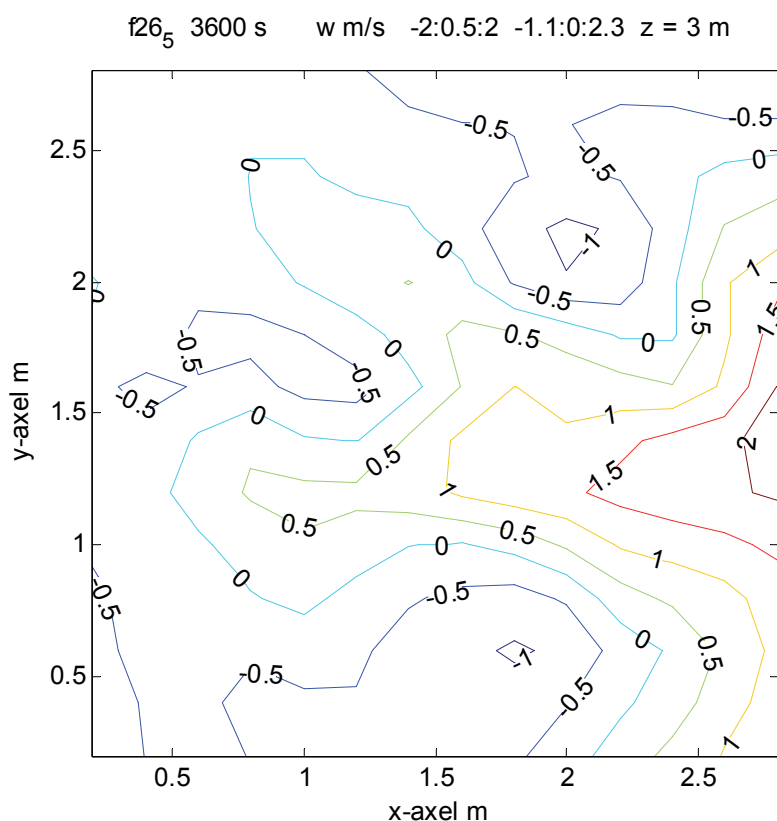
Vertikal lufthastighet för fall f26 och 3600 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.25-27 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och ombländande luftrörelser både uppåt och neråt.

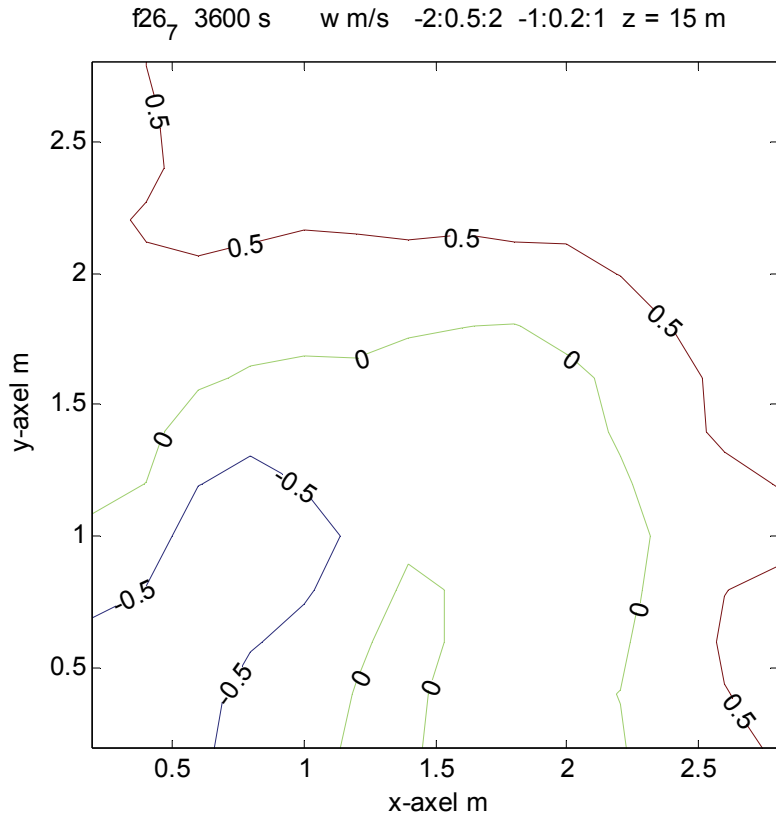
Inflödet på plan 1 på nivån 1.5 m utan någon spridarplatta når den motsatta schaktväggen $x=2.8$ m. Luftstrålen sprids i alla riktningar, vilket framgår av de hastigheterna intill schaktväggen i Figur 3.25.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s .

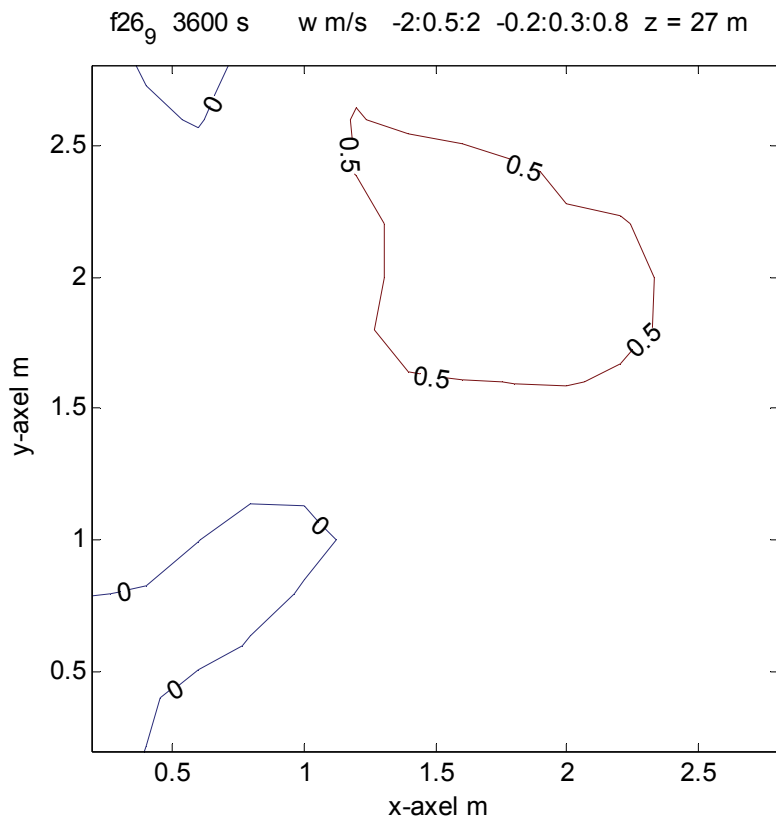
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.7 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.25.



Figur 3.25 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 3 m och efter 3600 s.



Figur 3.26 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 15 m och efter 3600 s.



Figur 3.27 Vertikal lufthastighet för fall f26 för nivån 27 m och efter 3600 s.

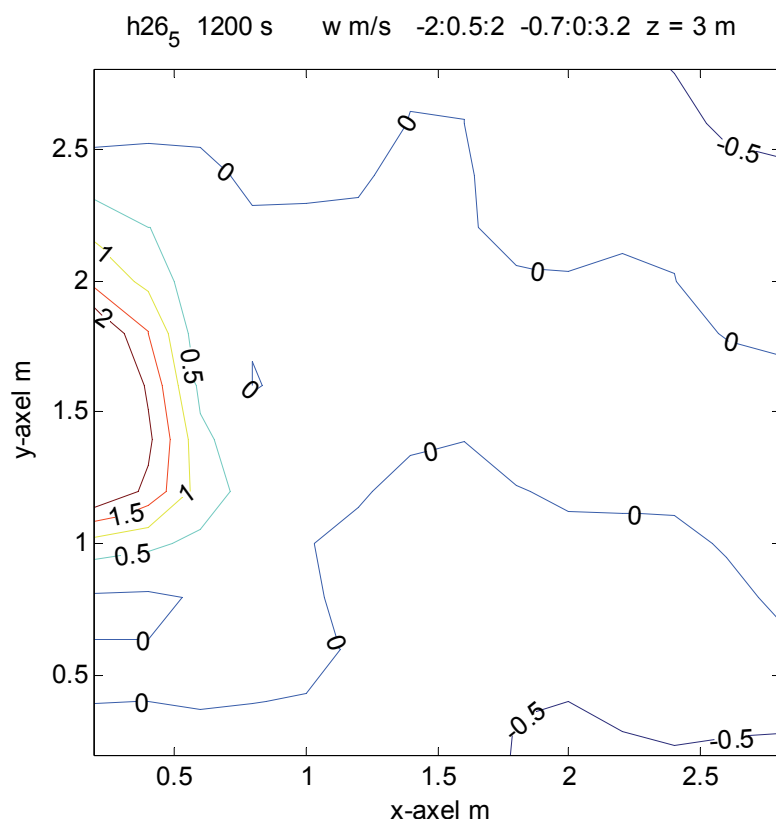
Vertikal lufthastighet för fall h26 och 1200 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.28-30 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och ombländande luftrörelser både uppåt och neråt.

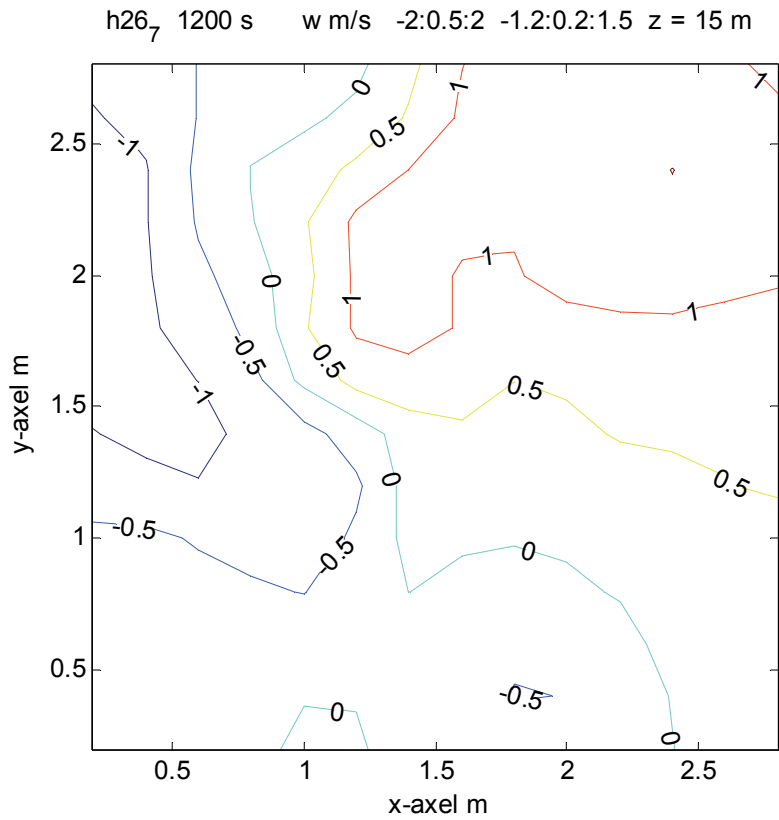
Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga hastigheterna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C, vilket skapar ett nedåtgående flöde längs hisschaktets dörrsida på $x=0.2$ m.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s.

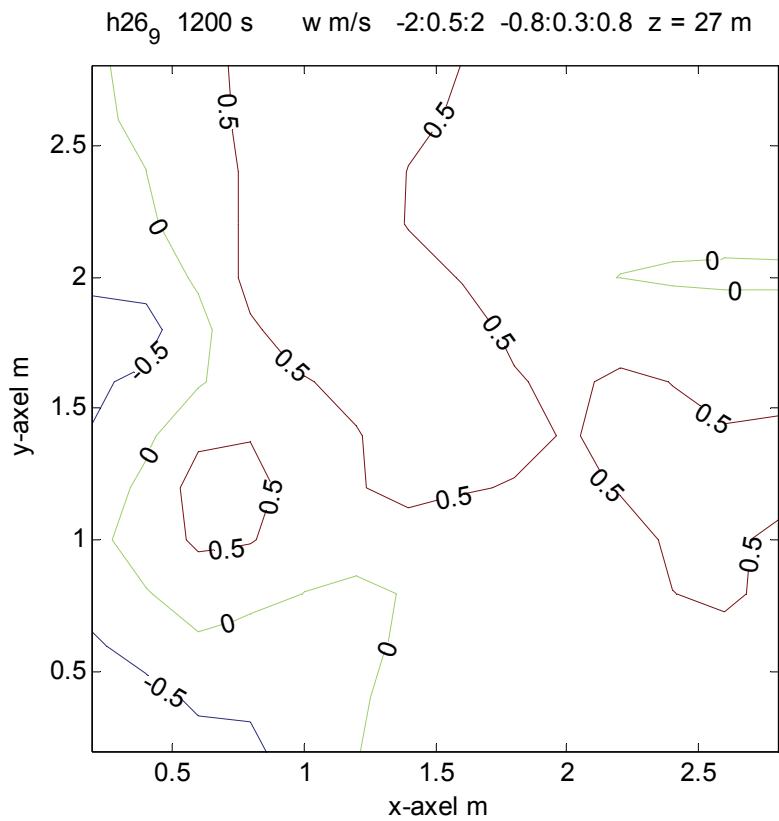
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.10 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.28.



Figur 3.28 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 3 m och efter 1200 s.



Figur 3.29 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 15 m och efter 1200 s.



Figur 3.30 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 27 m och efter 1200 s.

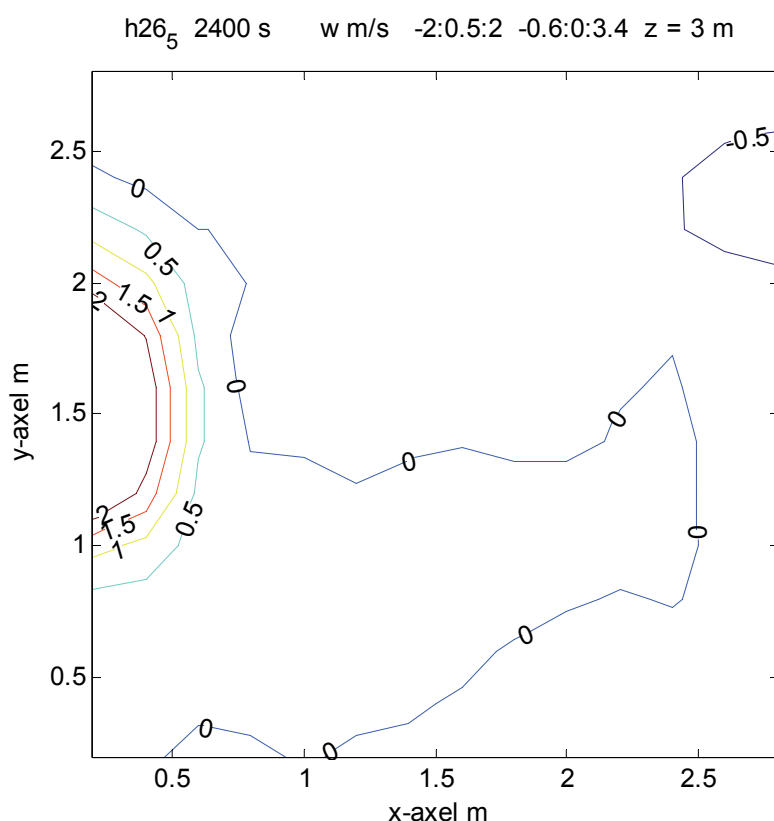
Vertikal lufthastighet för fall h26 och 2400 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.31-33 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och omblandande luftrörelser både uppåt och neråt.

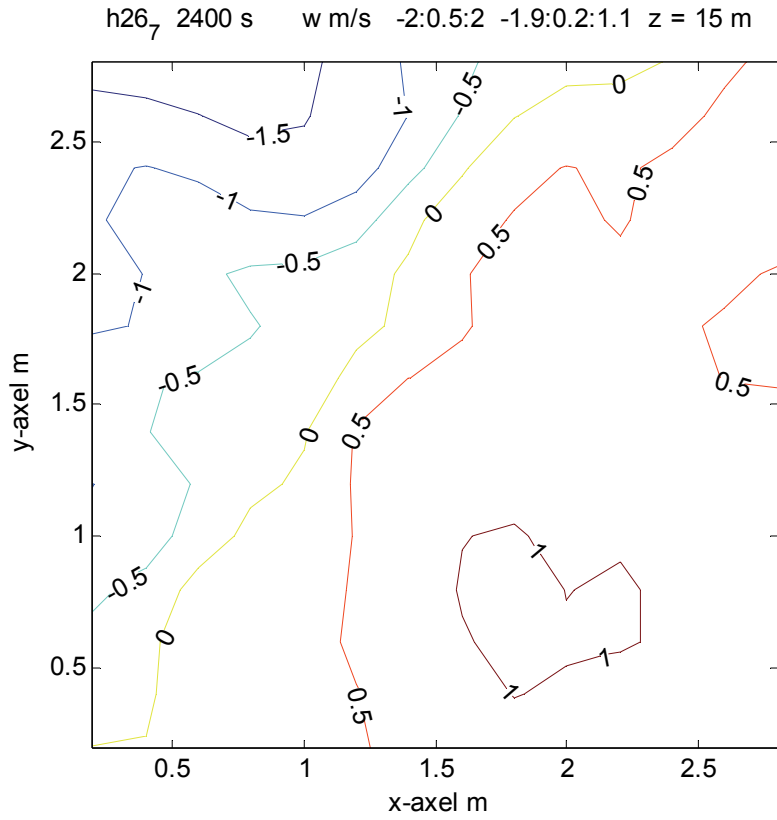
Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga hastigheterna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C, vilket skapar ett nedåtgående flöde längs hisschaktets dörrsida på $x=0.2\text{m}$.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2\text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s .

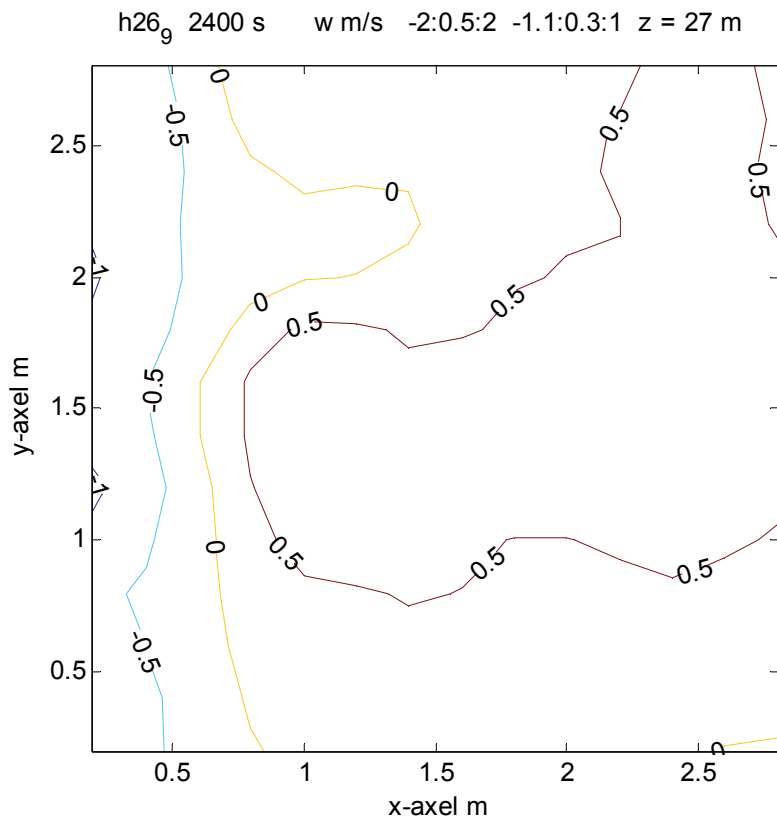
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.13 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.31.



Figur 3.31 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 3 m och efter 2400 s.



Figur 3.32 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 15 m och efter 2400 s.



Figur 3.33 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 27 m och efter 2400 s.

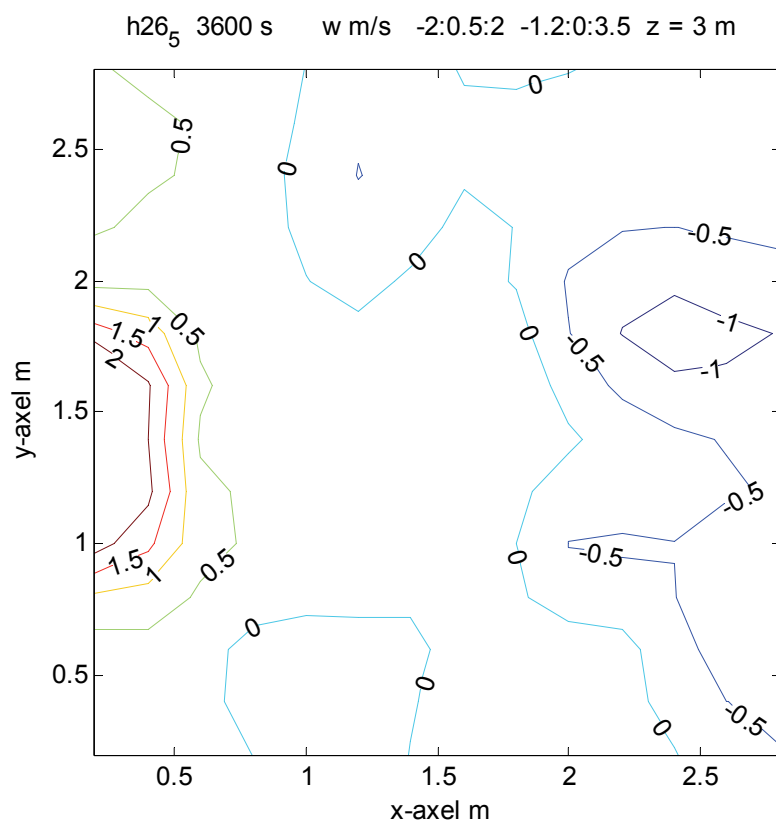
Vertikal lufthastighet för fall h26 och 3600 s

Isolinjerna för lufthastighet i Figur 3.34-36 visar att det finns stora skillnader inom samma nivå särskilt på nivån 3 m. De glesa isolinjerna kan inte redovisas allt, men angivna extremvärden över varje diagram anger att det finns betydande skillnader i hastighet och omblandande luftrörelser både uppåt och neråt.

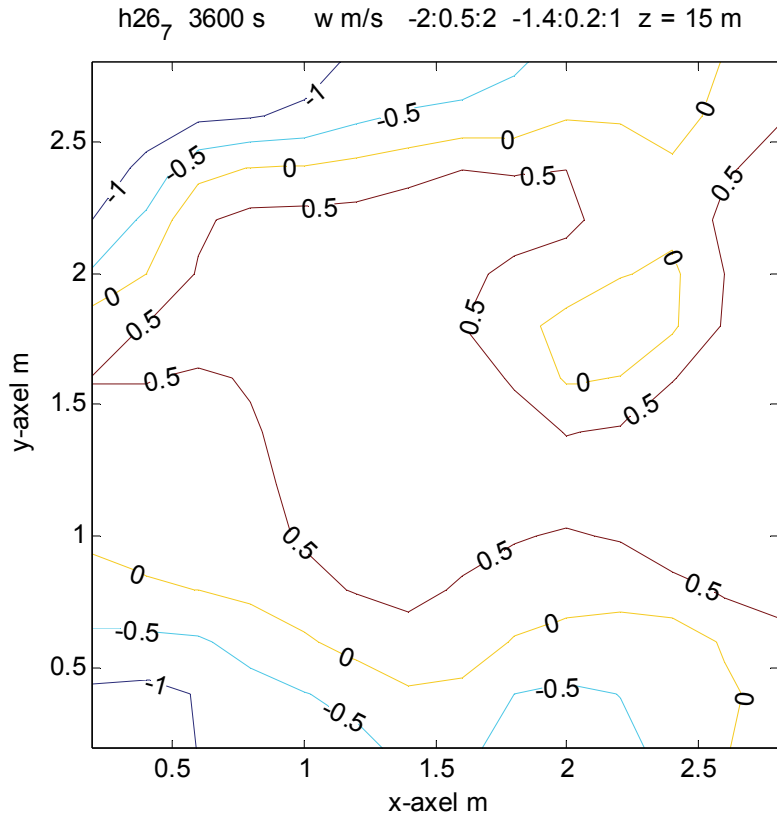
Alla inflöden påverkas av spridarplattorna. Luftstrålarna sprids i alla riktningar, vilket framgår av de höga hastigheterna ovanför brandplanet på nivån 3 m, men även på nivåerna 15 och 27 m som påverkas av inflödenas låga temperatur 20 °C, vilket skapar ett nedåtgående flöde längs hisschaktets dörrsida på $x=0.2$ m.

Medelhastigheten är positiv och kan för nivån 27 m skattas som evakueringsflödet $2 \text{ m}^3/\text{s}$ fördelat över schaktbottenytan 2.6^2 m^2 bortsett från den översta öppningens inverkan, vilket ger medelhastigheten 0.3 m/s.

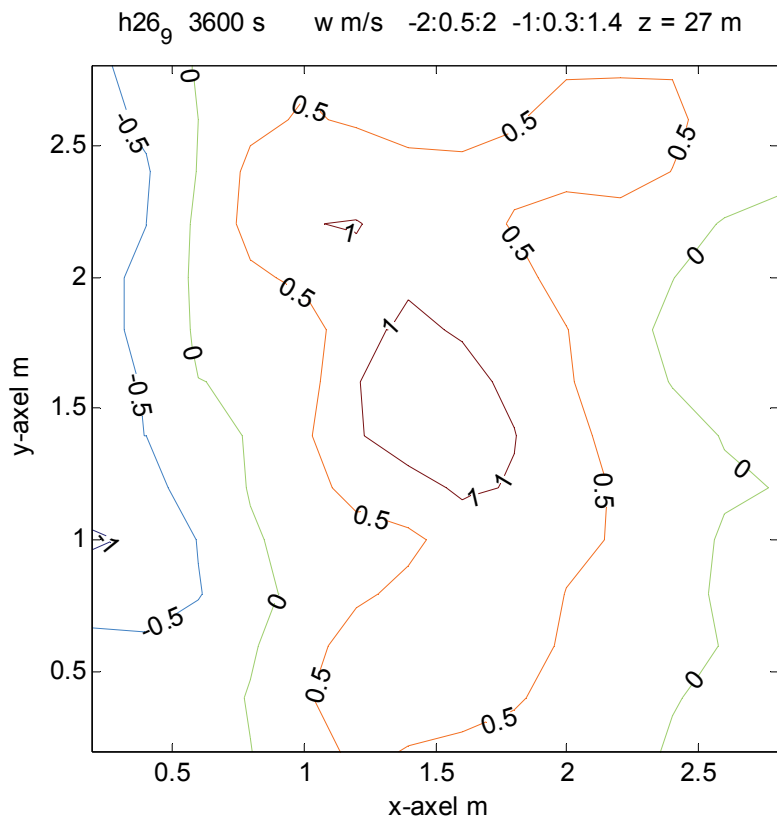
Det finns vissa likheter mellan temperaturmönster i Figur 3.16 jämfört med lufthastighetsmönster i Figur 3.34.



Figur 3.34 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 3 m och efter 3600 s.



Figur 3.35 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 15 m och efter 3600 s.



Figur 3.36 Vertikal lufthastighet för fall h26 för nivån 27 m och efter 3600 s.

Sammanfattning

Resultatet kan sammanfattas som följer.

Modellering utan eller med spridarplattor påverkar resultatet något. Utan spridarplattor fås en kraftig omblandning med de inträngande flödena på olika våningsplan innan de når den motsatta schaktväggen. Med spridarplattor minskar inflödenas hastighet och därmed sker omblandning genom främst termiska skillnader längs dörrsidan av hisschaktet.

Det finns vissa likheter mellan de tre redovisade tidpunkterna 1200, 2400 och 3600 s för temperatur och hastighet, men det finns inga stabila mönster, vilket tyder på en ständigt pågående omblandning i hisschaktet.

Både skillnader i temperatur och medeltemperaturen avtar genomgående med ökande nivå. Det sker inte någon ansamling av heta brandgaser överst i hisschaktet.

Spridningen i hastighet avtar något med ökande nivå för fallet utan spridarplattor, medan fallet med spridarplattor uppvisar nästa samma skillnader i hastighet, vilket beror på att inflödena inte blandas ut utan sprids ut intill dörrsidan. Detta resulterar i en betydande nedåtgående luftström i hisschaktet längs dörrsidan. En liknade nedåtgående luftström längs den borte schaktväggen finns inte för fallet utan spridarplattor, eftersom de inträngande luftstrålarna är varmare och mindre när de når den motsatta schaktväggen.

Ett viktigt påpekande är att fallet med spridarplattor är det mest verklighetstroga. Fallet utan spridarplattor kan ses som ett extremfall och ett fall att jämföra med.

4 Förenklad beräkning för 1-3 m³/s och 300-900 °C

I detta avsnitt görs en förenklad beräkning av brandgasutluftning för ett och samma hisschakt, tidigare redovisat i avsnitt 2, av alla kombinationer mellan utluftningsflöde från 1 till 3 m³/s och alla brandgastemperaturer från 300 till 900 °C.

Förenklingen är att luft och brandgaser i hisschaktet är fullständigt omblandade. Beräkningen sker genom passningräkning tills utluftningflödet blir lika med det önskade.

Beräkningarna har skett för olika värmeövergångstal för hisschaktets inre ytor och följande fem värden har använts 0, 1, 2, 5 och 10 W/Km². Hisschaktets kontaktyta var 312 m² (4·30·2.6). De tio läckageöppningarnas effektiva area var 0.04 m². Avkylningen genom schaktväggarna räknades om till ett negativt flöde med en konstant 0.0000029 (m³/s)/W. Temperatur för hisschaktets ytor och inflöden från plan 2 till 10 var konstant 20 °C.

För varje värmeövergångstal för hisschaktets inre ytor redovisas tre isodiagram för schakttemperatur, schaktundertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan. Utluftningsflödet är x-axel och brandgastemperaturen är y-axel. De tre samhörande diagrammen redovisas i fem uppslag som följer i Figur 4.1-15.

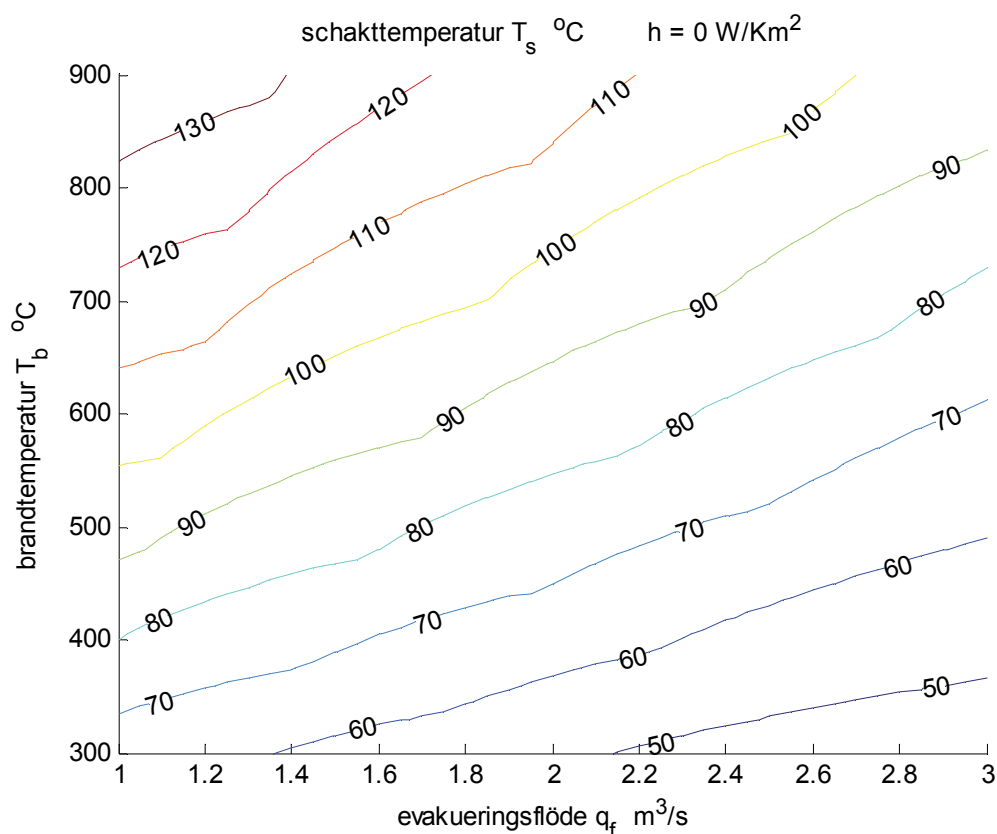
Resultatet för hisschakttemperatur och antal våningsplan med brandgasspridning bestäms sist i detta avsnitt för samma fall som skall CFD-beräknas med alla kombinationer mellan tre olika ventilationsflöden 1, 2 och 3 m³/s och med tre olika brandtemperaturer 300, 600 och 900 °C.

Fall 0 W/Km²

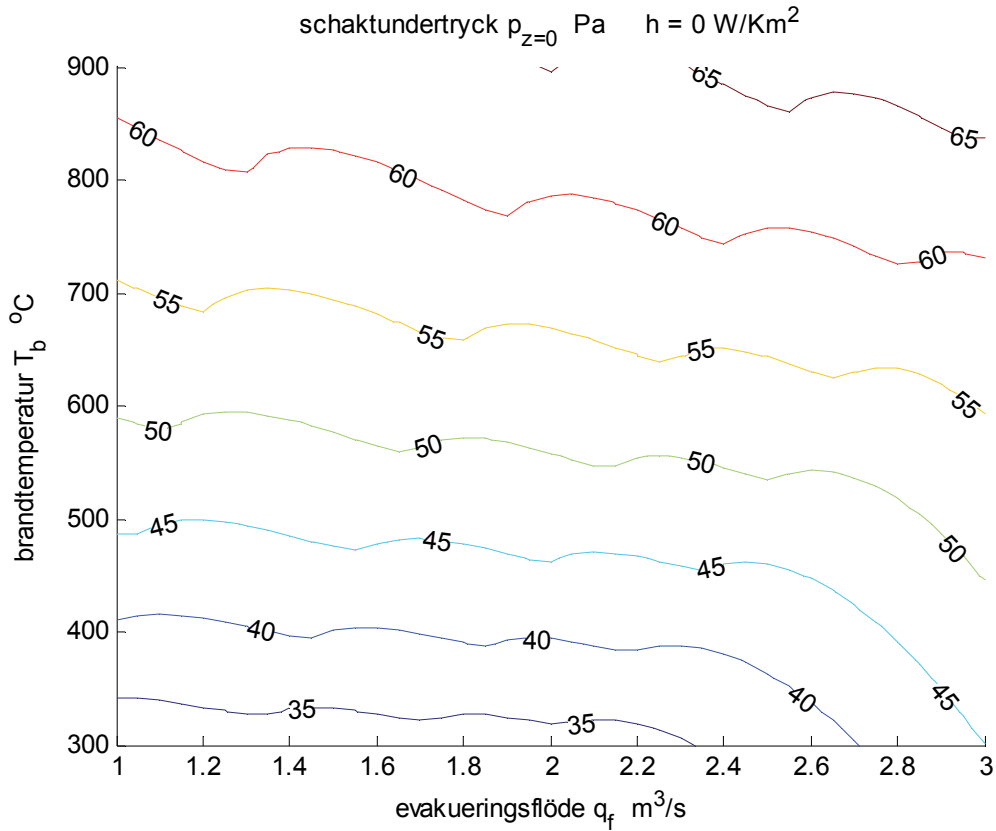
Hisschakttemperatur, undertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan redovisas i Figur 4.1-3 för värmeövergångstalet 0 W/Km². Kurvorna för schakttemperatur och undertryck varierar något, vilket sammanfaller med när antalet brandgasspridningsplan ändras. Det krävs en ytterst liten tryckskillnad för att skapa förhållandevis stora flöde. Strömningstryckförlusterna genom en läckageöppning är kvadratiska i flödet eller strömningshastigheten. En tryckskillnad på 0.6 Pa och en lufttemperatur på 20 °C ger en strömningshastighet på 1 m/s, vilket för en öppningsarea på 0.04 m² ger ett inflöde på 0.04 m³/s. En tryckskillnad på 0.15 eller 2.4 Pa ger ett flöde på 0.02 respektive 0.08 m³/s.

Schakttemperaturerna är ganska måttliga trots att hisschaktet inte har några värmeförluster. Brandtemperaturen 900 °C och utluftningsflöde 3 m³/s ger en schakttemperatur lägre än 100 °C.

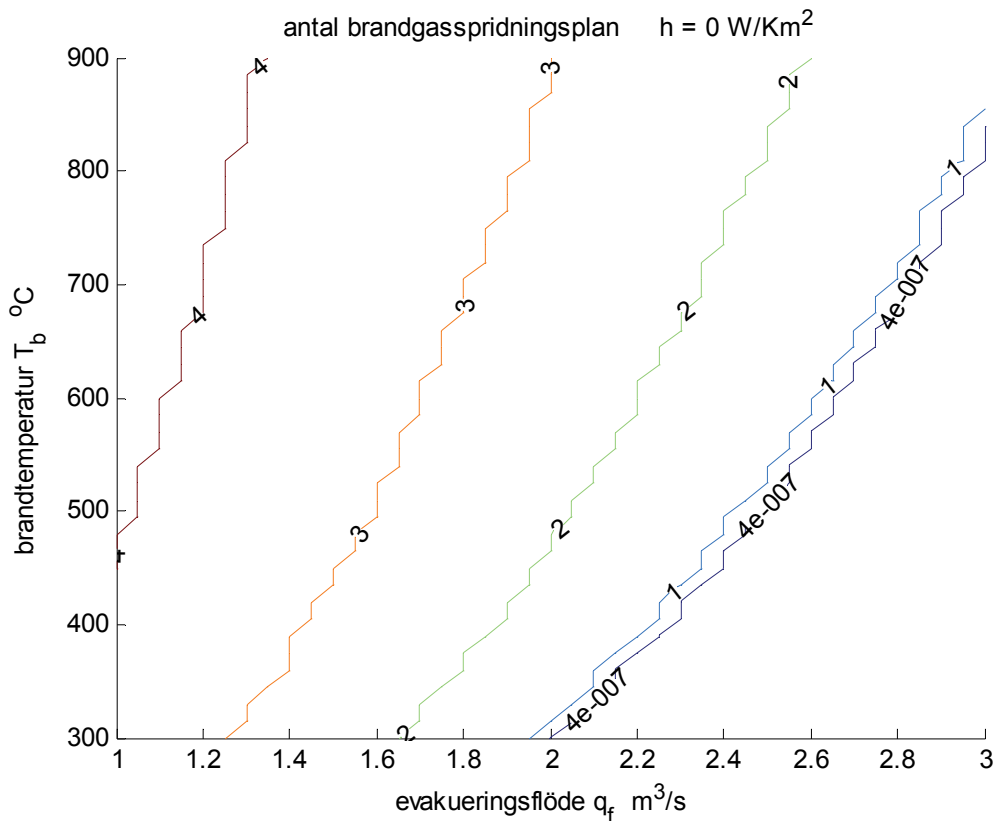
Brandgasspridningen är omfattande, vilket framgår av Figur 4.3. Endast fallen (3 m³/s, 300 °C) och (3 m³/s, 600 °C) undgår brandgasspridning.



Figur 4.1 Schakttemperatur som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.2 Schaktundertryck 0 m som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



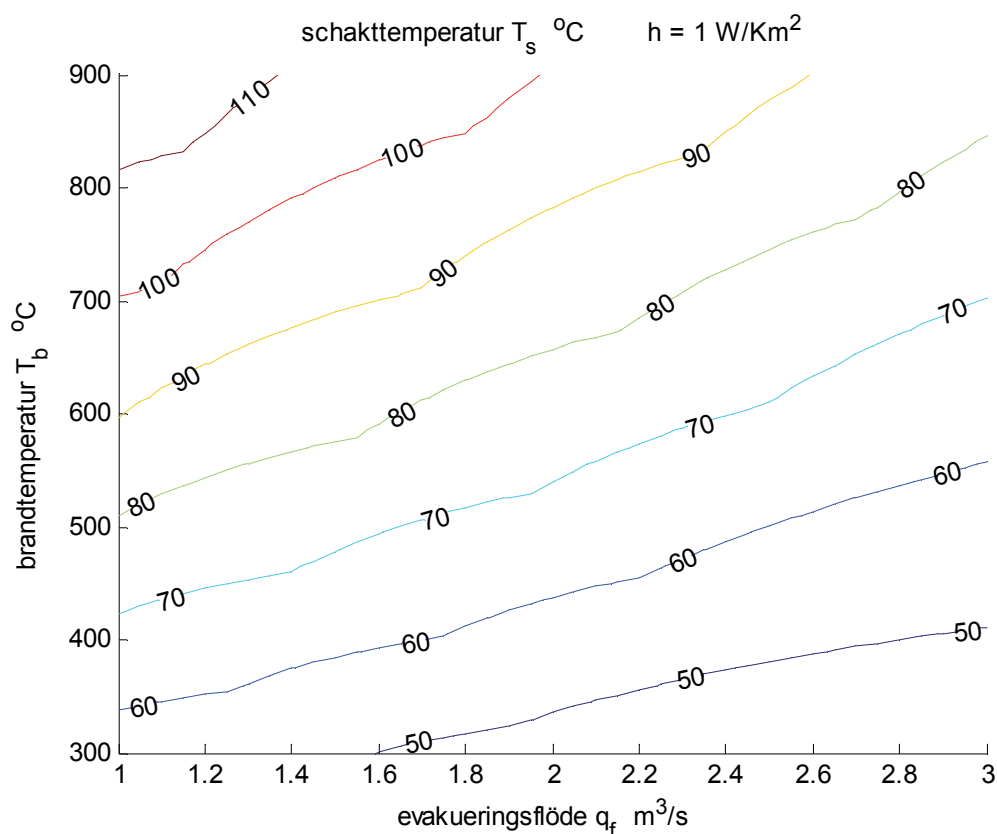
Figur 4.3 Antal spridningsplan som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.

Fall 1 W/Km²

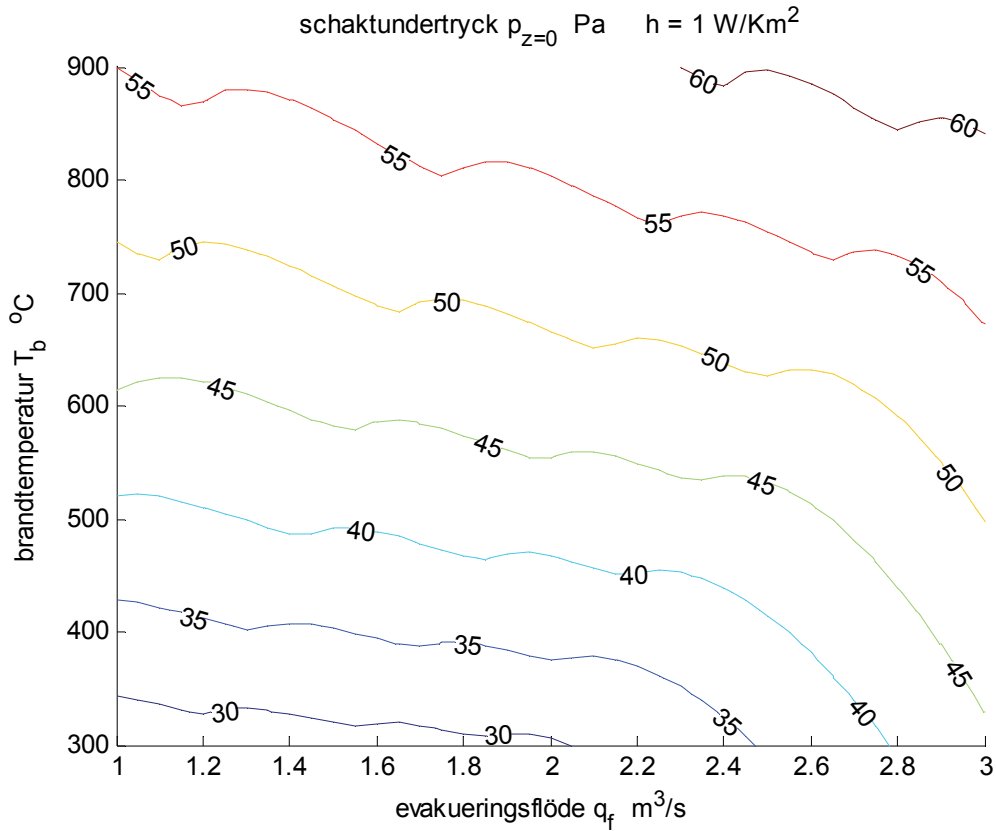
Hisschakttemperatur, undertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan redovisas i Figur 4.4-6 för värmeövergångstalet 1 W/Km². Kurvorna för schakttemperatur och undertryck varierar något, vilket sammanfaller med när antalet brandgasspridningsplan ändras. Det krävs en ytterst liten tryckskillnad för att skapa förhållandevis stora flöde. Strömningstryckförlusterna genom en läckageöppning är kvadratiska i flödet eller strömningshastigheten. En tryckskillnad på 0.6 Pa och en lufttemperatur på 20 °C ger en strömningshastighet på 1 m/s, vilket för en öppningsarea på 0.04 m² ger ett inflöde på 0.04 m³/s. En tryckskillnad på 0.15 eller 2.4 Pa ger ett flöde på 0.02 respektive 0.08 m³/s.

Schakttemperaturerna är ganska måttliga och lägre än för fallet tidigare i Figur 4.1 utan värmeförluster. Brandtemperaturen 900 °C och utluftningsflöde 3 m³/s ger en schakttemperatur lägre än 90 °C.

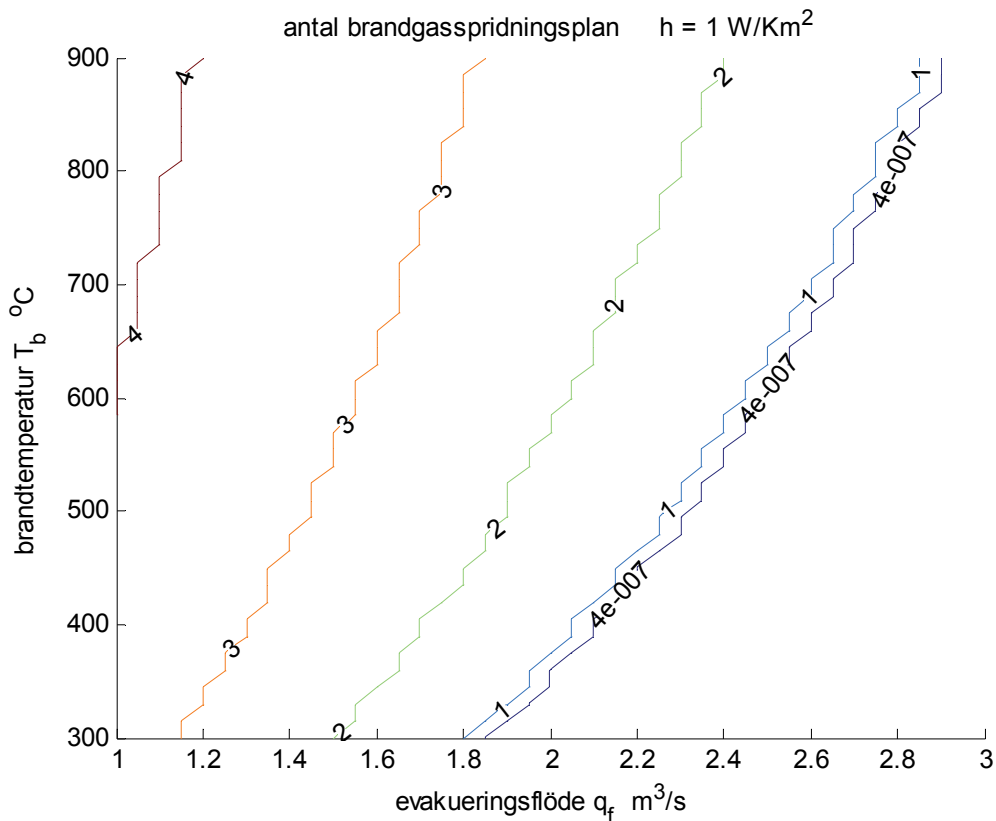
Brandgasspridningen är mindre än föregående fall men omfattande, vilket framgår av Figur 4.6. Endast fallen (2 m³/s, 300 °C) och alla med 3 m³/s undgår brandgasspridning.



Figur 4.4 Schakttemperatur som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.5 Schaktundertryck 0 m som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



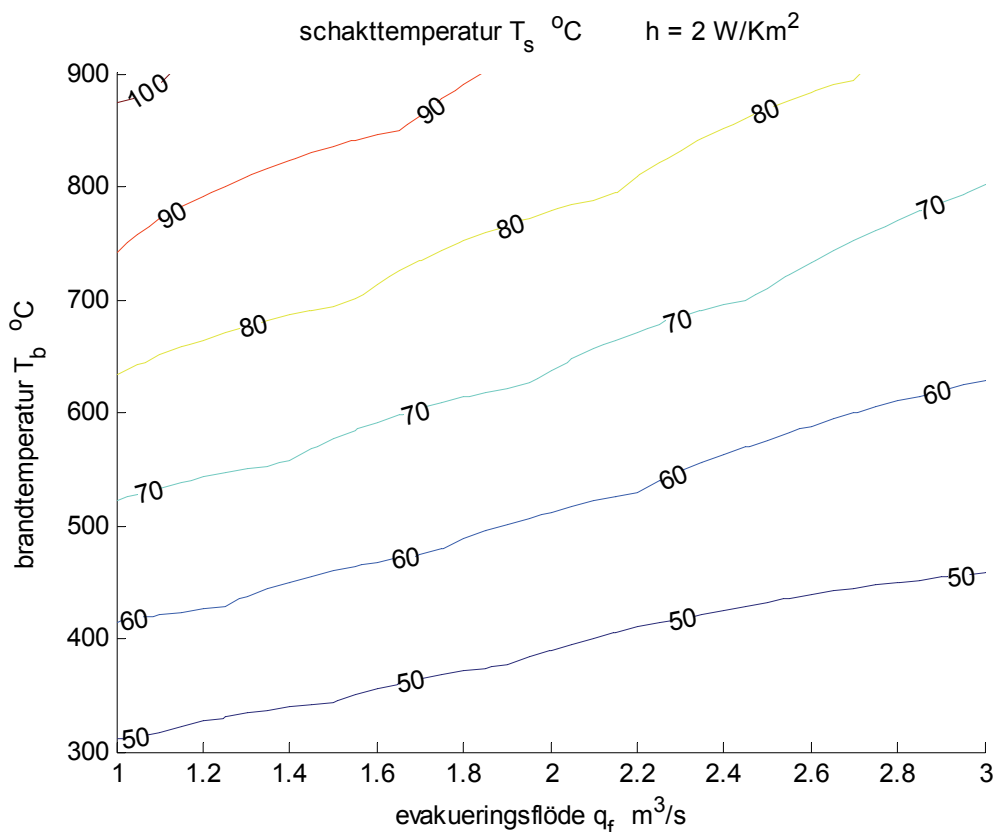
Figur 4.6 Antal spridningsplan som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.

Fall 2 W/Km²

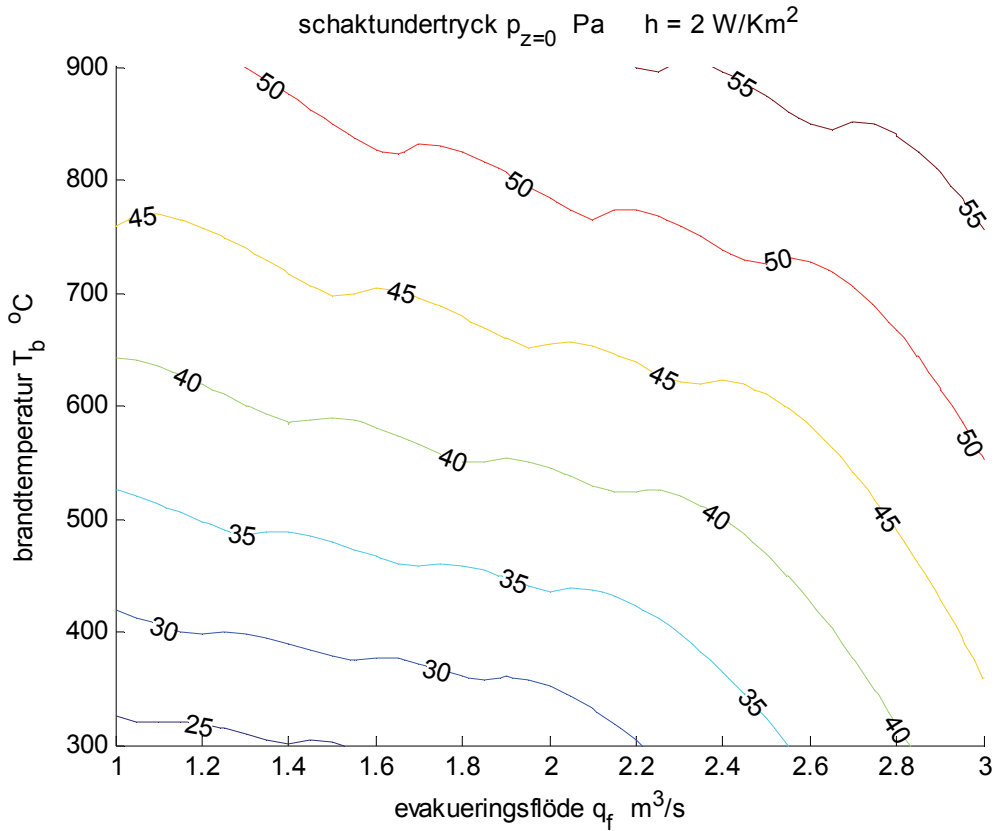
Hisschakttemperatur, undertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan redovisas i Figur 4.7-9 för värmeövergångstalet 2 W/Km². Kurvorna för schakttemperatur och undertryck varierar något, vilket sammanfaller med när antalet brandgasspridningsplan ändras. Det krävs en ytterst liten tryckskillnad för att skapa förhållandevis stora flöde. Strömningstryckförlusterna genom en läckageöppning är kvadratiska i flödet eller strömningshastigheten. En tryckskillnad på 0.6 Pa och en lufttemperatur på 20 °C ger en strömningshastighet på 1 m/s, vilket för en öppningsarea på 0.04 m² ger ett inflöde på 0.04 m³/s. En tryckskillnad på 0.15 eller 2.4 Pa ger ett flöde på 0.02 respektive 0.08 m³/s.

Schakttemperaturerna är ganska måttliga och lägre än tidigare fall i Figur 4.1 och 4.4. Brandtemperaturen 900 °C och utluftningsflöde 3 m³/s ger en schakttemperatur lägre än 80 °C.

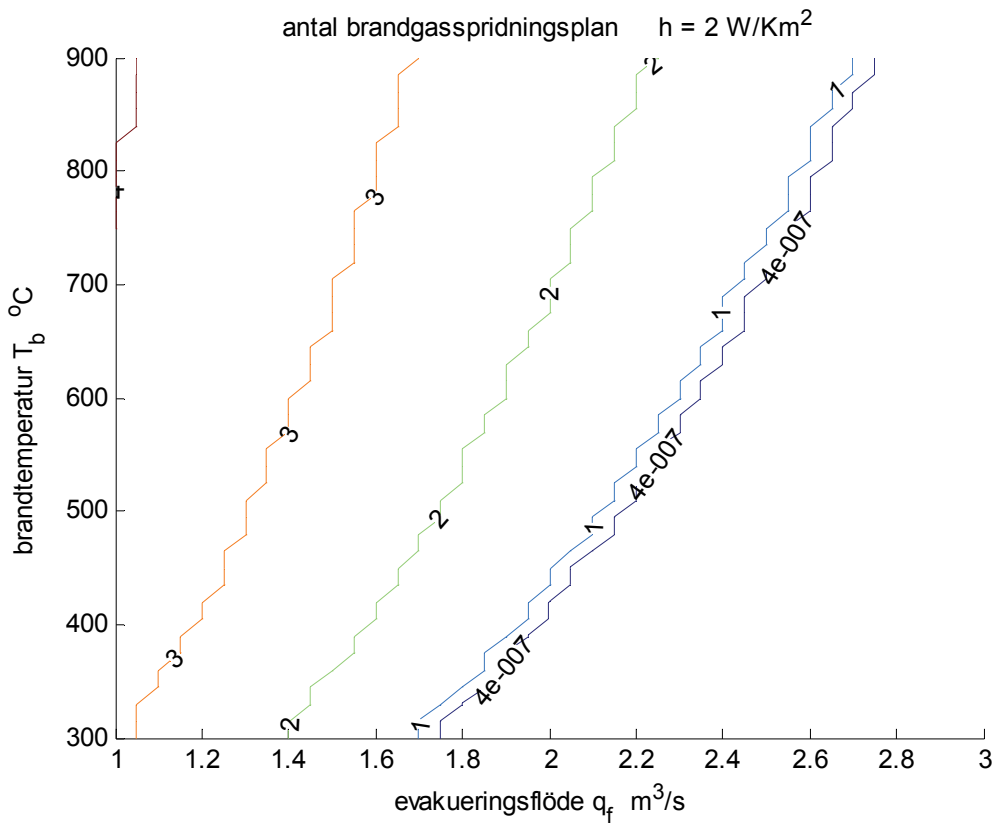
Brandgasspridningen är den samma som för föregående fall men omfattande, vilket framgår av Figur 4.9. Endast fallen (2 m³/s, 300 °C) och alla med 3 m³/s undgår brandgasspridning.



Figur 4.7 Schakttemperatur som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.8 Schaktundertryck 0 m som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



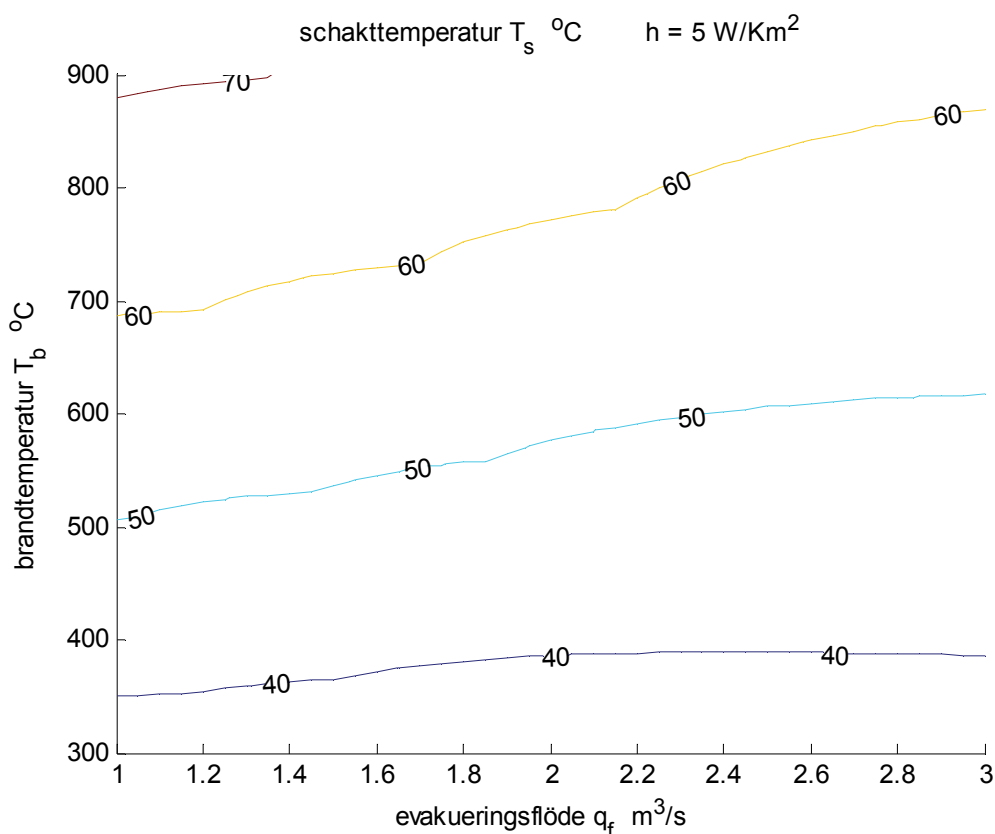
Figur 4.9 Antal spridningsplan som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.

Fall 5 W/Km²

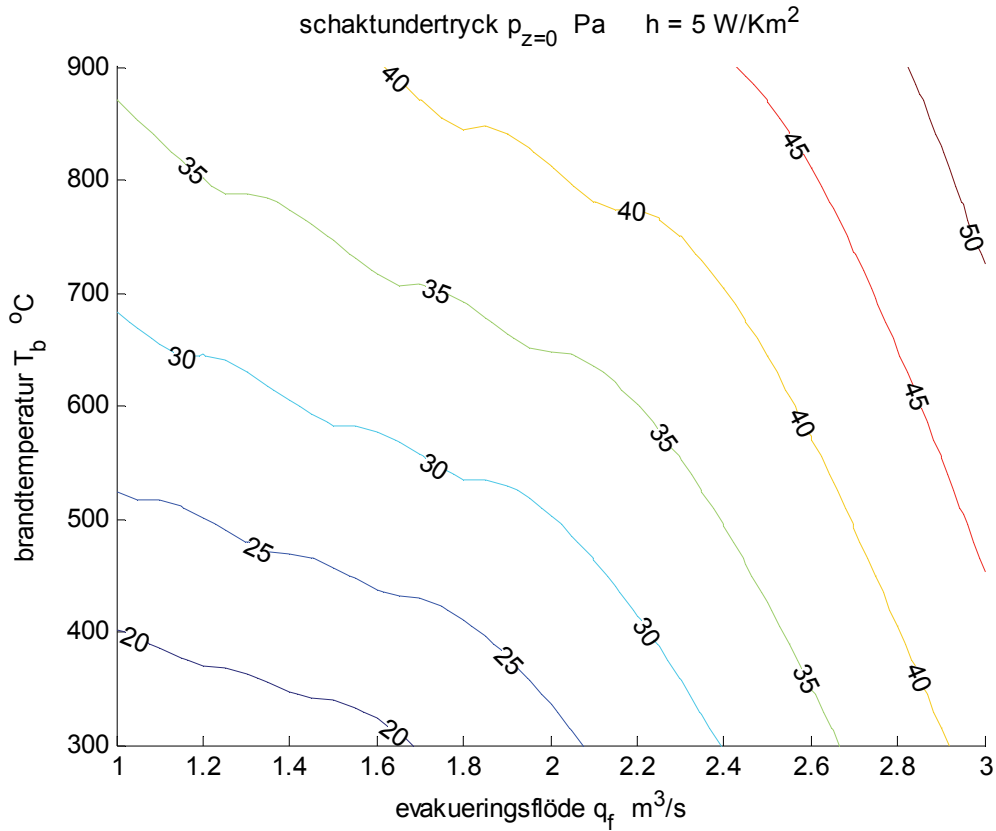
Hisschakttemperatur, undertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan redovisas i Figur 4.10-12 för värmeövergångstalet 5 W/Km². Kurvorna för schakttemperatur och undertryck varierar något, vilket sammanfaller med när antalet brandgasspridningsplan ändras. Det krävs en ytterst liten tryckskillnad för att skapa förhållandevis stora flöde. Strömningstryckför-lusterna genom en läckageöppning är kvadratiska i flödet eller strömningshastigheten. En tryckskillnad på 0.6 Pa och en lufttemperatur på 20 °C ger en strömningshastighet på 1 m/s, vilket för en öppningsarea på 0.04 m² ger ett inflöde på 0.04 m³/s. En tryckskillnad på 0.15 eller 2.4 Pa ger ett flöde på 0.02 respektive 0.08 m³/s.

Schakttemperaturerna är ganska måttliga och lägre än tidigare fall. Brandtemperaturen 900 °C och utluftningsflöde 3 m³/s ger en schakttemperatur lägre än 70 °C.

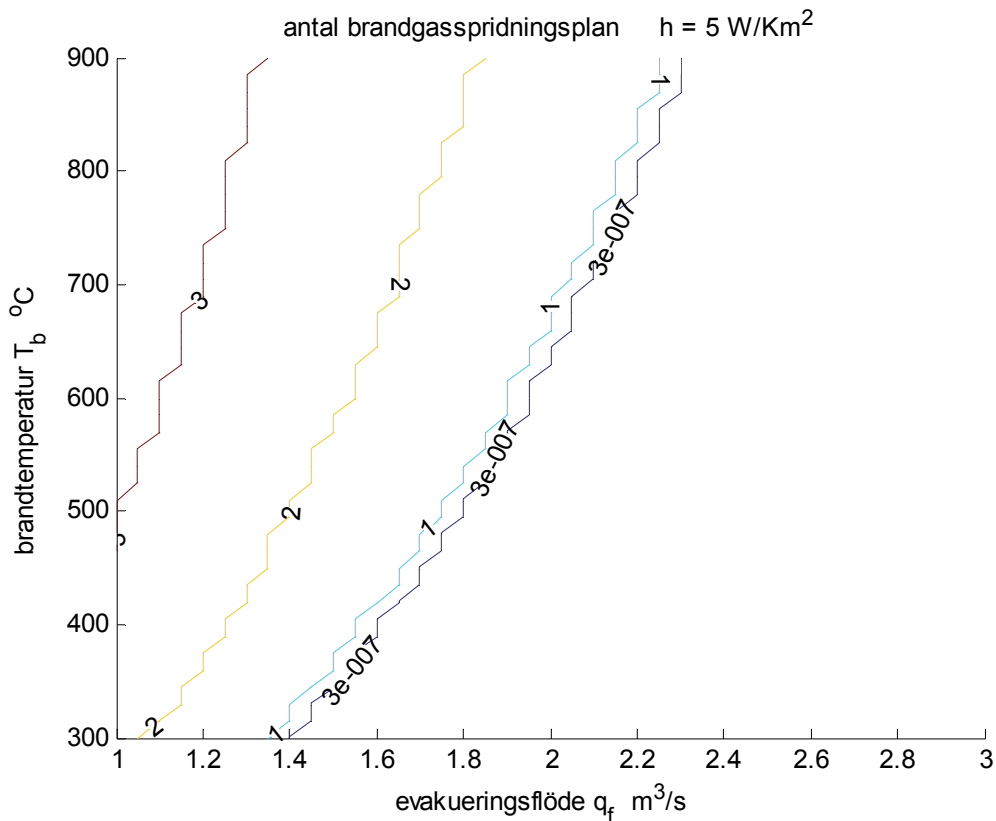
Brandgasspridningen är mindre än föregående fall men omfattande, vilket framgår av Figur 4.12. Brandgasspridning sker för alla med 1 m³/s och (2 m³/s, 900 °C).



Figur 4.10 Schakttemperatur som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.11 Schaktundertryck 0 m som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



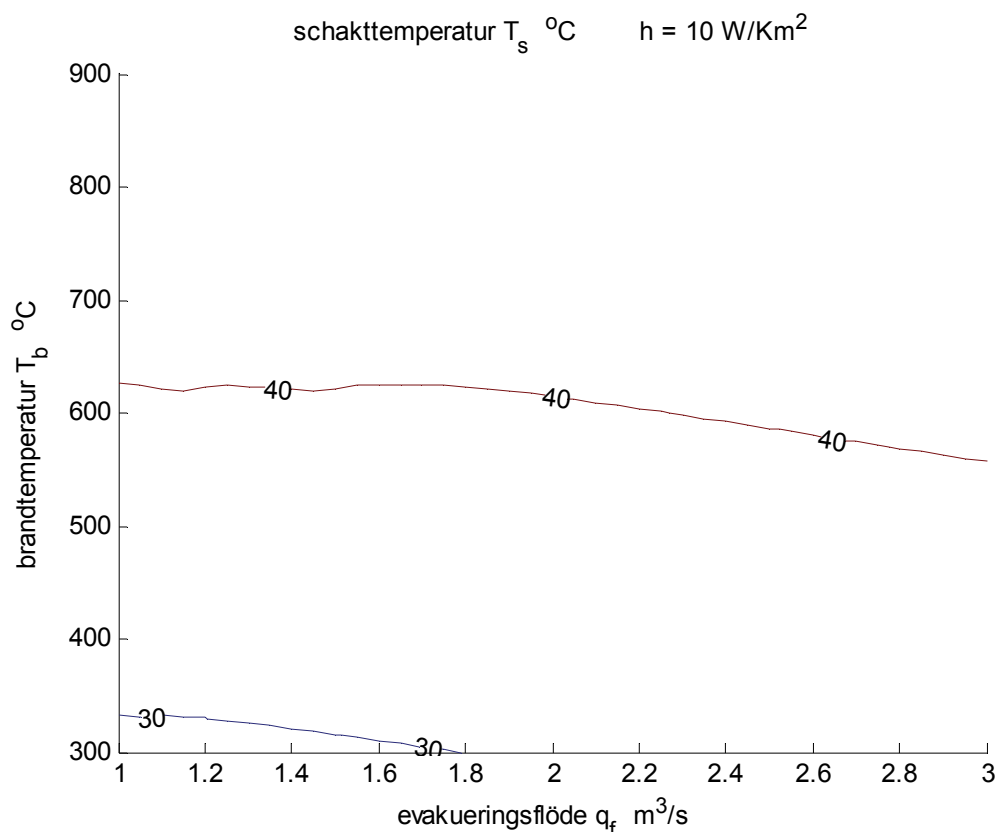
Figur 4.12 Antal spridningsplan som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.

Fall 10 W/Km²

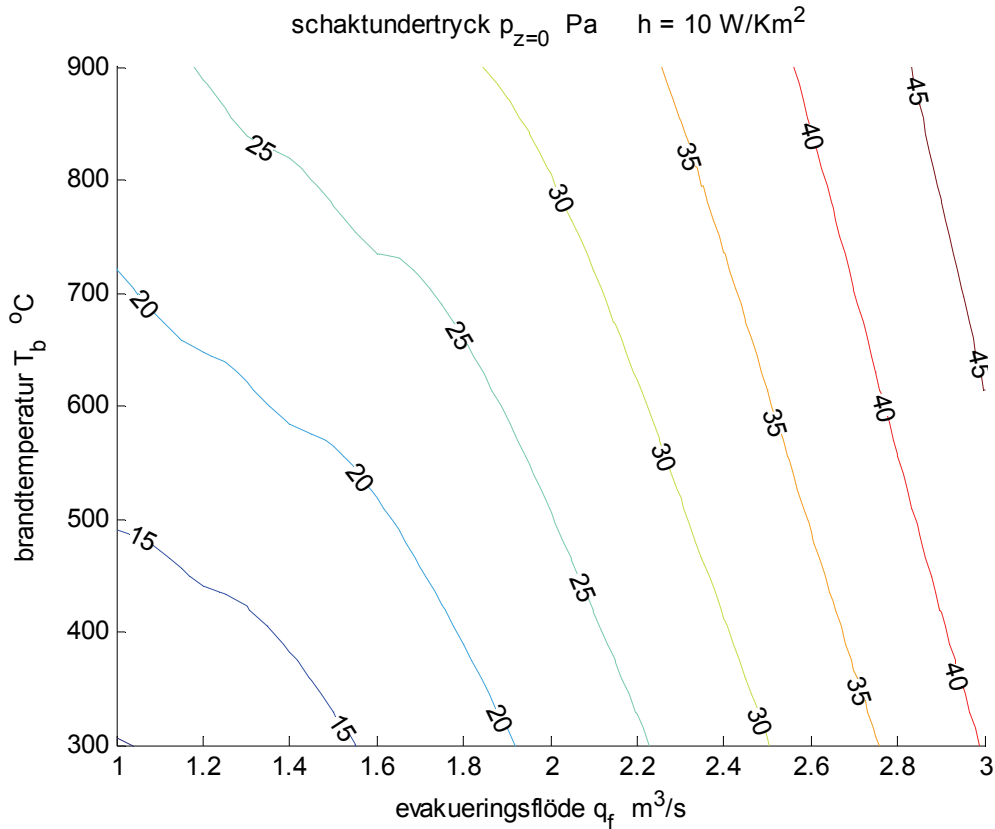
Hisschakttemperatur, undertryck på nivån 0 m och antal brandgasspridningsplan redovisas i Figur 4.13-15 för värmeövergångstalet 10 W/Km². Kurvorna för schakttemperatur och undertryck varierar något, vilket sammanfaller med när antalet brandgasspridningsplan ändras. Det krävs en ytterst liten tryckskillnad för att skapa förhållandevis stora flöde. Strömningstryckförlusterna genom en läckageöppning är kvadratiska i flödet eller strömningshastigheten. En tryckskillnad på 0.6 Pa och en lufttemperatur på 20 °C ger en strömningshastighet på 1 m/s, vilket för en öppningsarea på 0.04 m² ger ett inflöde på 0.04 m³/s. En tryckskillnad på 0.15 eller 2.4 Pa ger ett flöde på 0.02 respektive 0.08 m³/s.

Schakttemperaturerna är ytterst måttliga och lägre än tidigare fall. Brandtemperaturen 600 °C och utluftningsflöde 2 m³/s ger en schakttemperatur på omkring 60 °C.

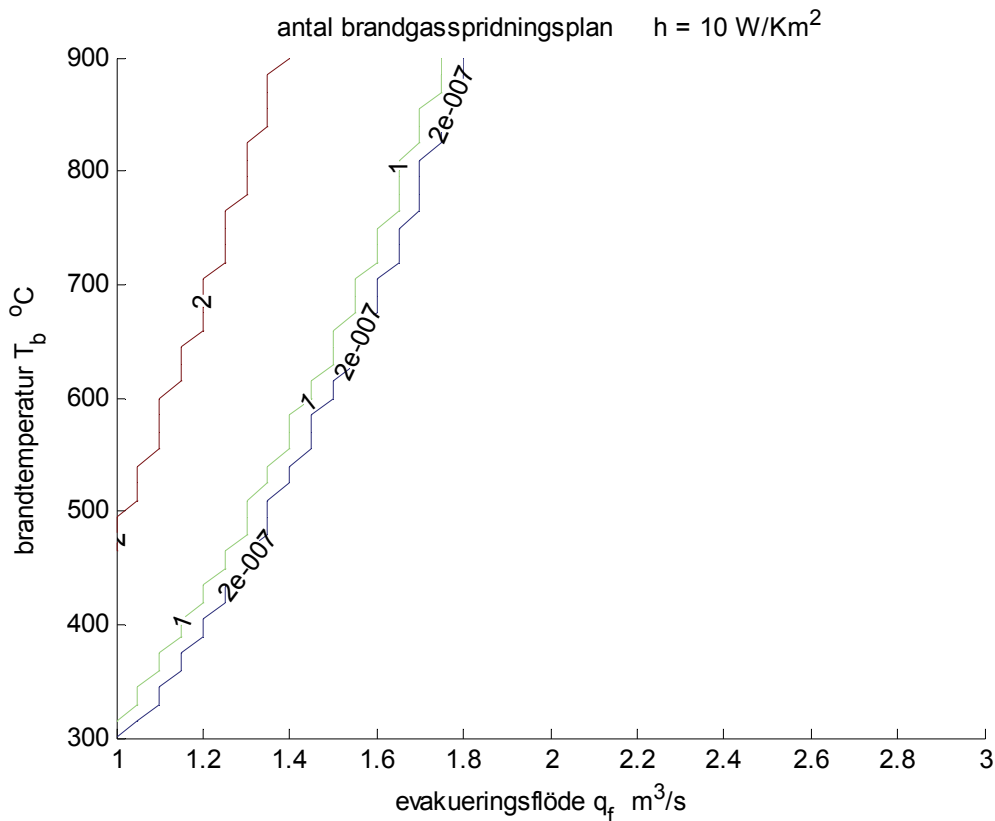
Brandgasspridningen är mindre än föregående fall, vilket framgår av Figur 4.15. Brandgasspridning sker för (1 m³/s, 600 °C) och (1 m³/s, 900 °C).



Figur 4.13 Schakttemperatur som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.14 Schaktundertryck 0 m som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.



Figur 4.15 Antal spridningsplan som funktion av utluftningsflöde och brandgastemperatur.

Sammanfattning

Hisschaktstemperatur och antal våningsplan med brandgasspridning sammanställs här i Tabell 4.1 och 4.2 nedan för samma fall som CFD-beräknas och redovisas i avsnitt 5 som följer för alla kombinationer mellan tre olika ventilationsflöden 1, 2 och 3 m³/s och med tre olika brandtemperaturer 300, 600 och 900 °C.

Schakttemperaturen enligt de nio fallen i Tabell 4.1 avtar som förväntat med ökande värmeövergångstal, avtar som förväntat med ökande evakueringsflöde och ökar som förväntat med ökande brandtemperatur. Schakttemperaturen är lägre än 80 °C för värmeövergångstal 5 W/Km² och lägre än 50 °C för värmeövergångstal 10 W/Km². Schakttemperaturen är lägre än 150 °C för fallet utan några värmeförluster med värmeövergångstal 0 W/Km².

Brandgasspridning för de nio fallen i Tabell 4.2 avtar med ökande värmeövergångstal, avtar med ökande evakueringsflöde och ökar med ökande brandtemperatur. Brandgasspridning sker för värmeövergångstal 0, 1, 2, 5 och 10 W/Km² i 6, 5, 5, 4 respektive 3 av 9 fall.

Tabell 4.1 Beräknad schaktmedeltemperatur

m ³ /s	°C	0 W/Km ²	1 W/Km ²	2 W/Km ²	5 W/Km ²	10 W/Km ²
1	300	65	55	49	37	29
1	600	105	90	77	55	39
1	900	138	117	102	71	49
2	300	52	46	42	36	30
2	600	85	75	67	51	40
2	900	116	99	88	66	48
3	300	45	42	40	36	32
3	600	69	63	58	49	41
3	900	95	84	76	61	49

Tabell 4.2 Beräknat antal våningsplan med brandgasspridning

m ³ /s	°C	0 W/Km ²	1 W/Km ²	2 W/Km ²	5 W/Km ²	10 W/Km ²
1	300	3	3	3	2	1
1	600	4	4	3	3	2
1	900	4	4	4	3	2
2	300	0	0	0	0	0
2	600	2	2	1	0	0
2	900	3	2	2	1	0
3	300	0	0	0	0	0
3	600	0	0	0	0	0
3	900	1	0	0	0	0

5 Lufttemperaturprofiler för 3³ FDS-fall

I detta avsnitt redovisas beräkning för alla kombinationer mellan tre brandtemperaturer, 300, 600 och 900 °C, tre brandgasevakueringensflöden 1, 2 och 3 m³/s och tre beräkningsmodeller, basfall med värmeförlust och utan spridarplattor **f**, utan värmeförlust **g** och med spridarplattor **h**. Beräkningsmodell för hisschaktet utan och med spridarplattor redovisas i Figur 2.1 respektive Figur 2.2.

De tre beräkningsmodellerna betecknas med bokstäverna f, g och h. Ett beräkningsfall anges med modellbokstav följt av evakueringsflöde och hundratalsiffra för brandtemperatur.

I detta avsnitt redovisas endast minsta, medelvärde och högsta lufttemperaturer i hisschaktet som funktion av nivån. Standardavvikelsen för lufttemperaturen i hisschaktet som funktion av nivån redovisas också intill den vertikala nivåaxeln (0,30) m genom addera den horisontella temperaturaxelns lägsta värde (20) till standardavvikelsen.

Beräknade lufttemperaturer i hisschaktet för den förenklade beräkningsmodellen med fullständig omblandning har lagts in för samtliga fall som vertikala jämförelselinjer för de fem värmeövergångstalen 0, 1, 2, 5 och 10 W/Km².

Hisschaktets medeltemperatur har också beräknats och lagts in som en vertikal linje för att underlätta jämförelse med resultat från den förenklade beräkningen.

Redovisning av de tjugosju beräkningsfallen görs för samma evakueringsflöde och brandtemperatur i samma uppslag för de beräkningsmodellerna.

Redovisade värden är medelvärden för 1200, 1800, 2400, 3000 och 3600 s.

Fall 13 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ $300 \text{ }^\circ\text{C}$

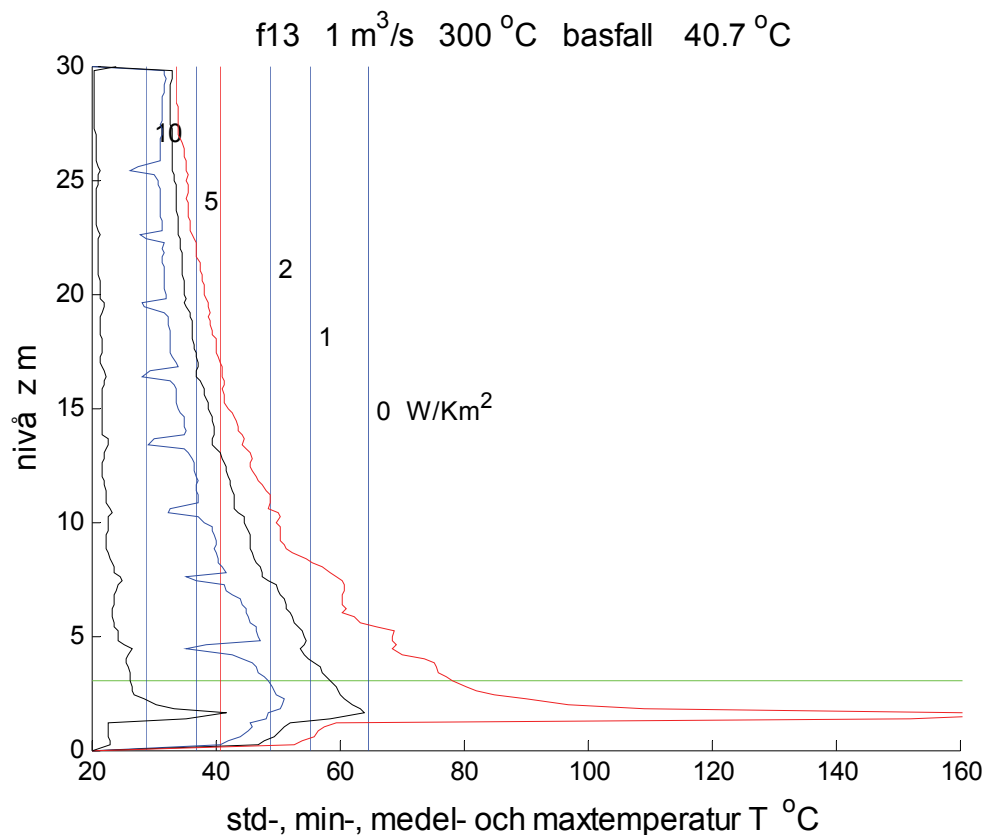
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.1-3. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår också ganska väl på vilka våningsplan som det inte sker brandgasspridning till genom att kurvan för lägsta lufttemperatur påverkas inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Det saknas för alla tre beräkningsmodeller en inblåsning för plan 10, vilket innebär brandgasspridning till plan 10. Brandgasspridning sker även till plan 9 för modellen med spridarplattor.

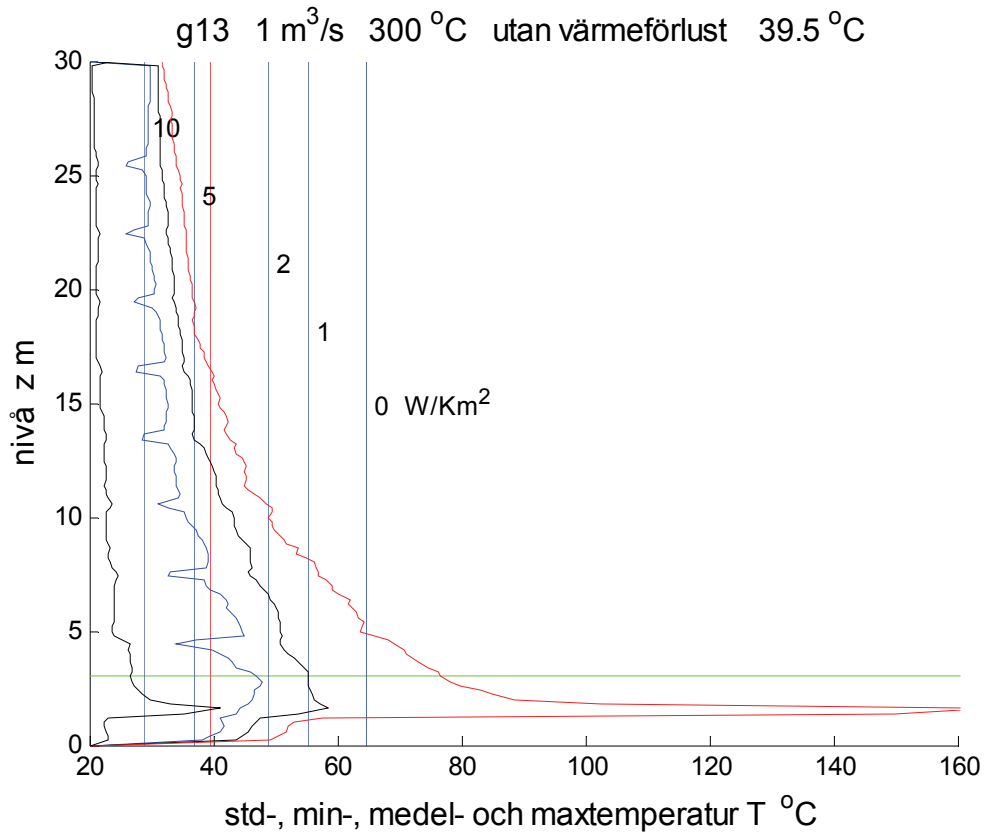
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

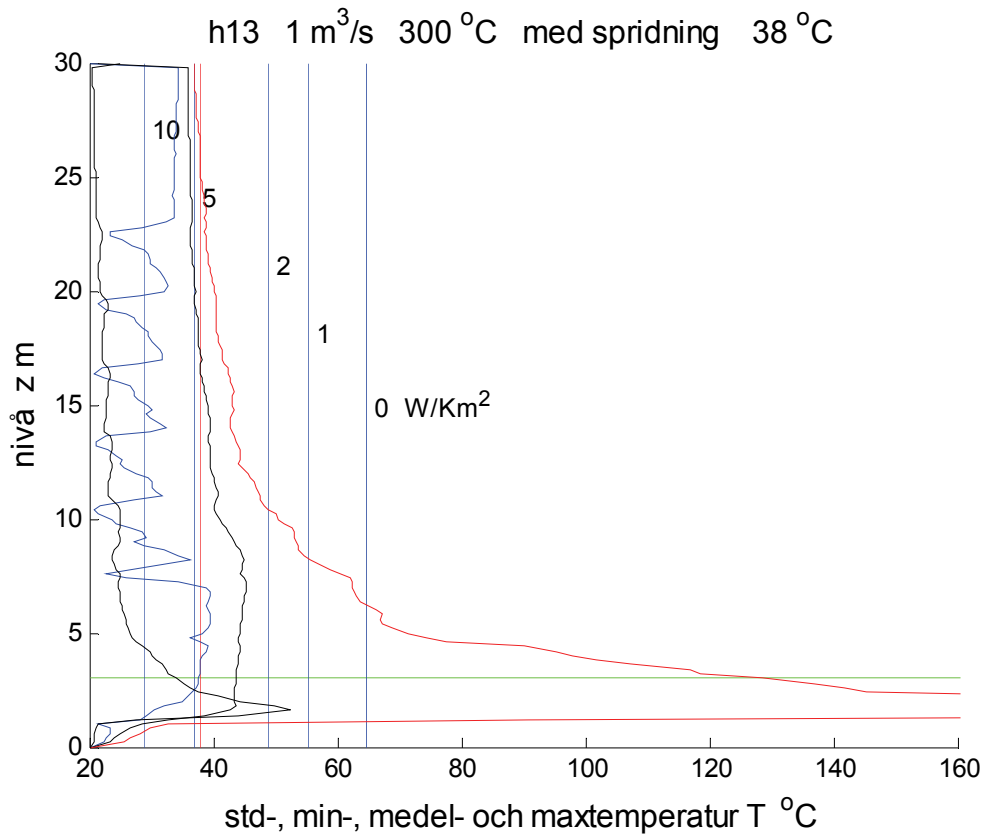
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 2 och 5 W/Km^2 .



Figur 5.1 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f13 basfall.



Figur 5.2 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g13 utan värmeförlust.



Figur 5.3 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h13 med spridarplattor.

Fall 16 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ $600 \text{ }^\circ\text{C}$

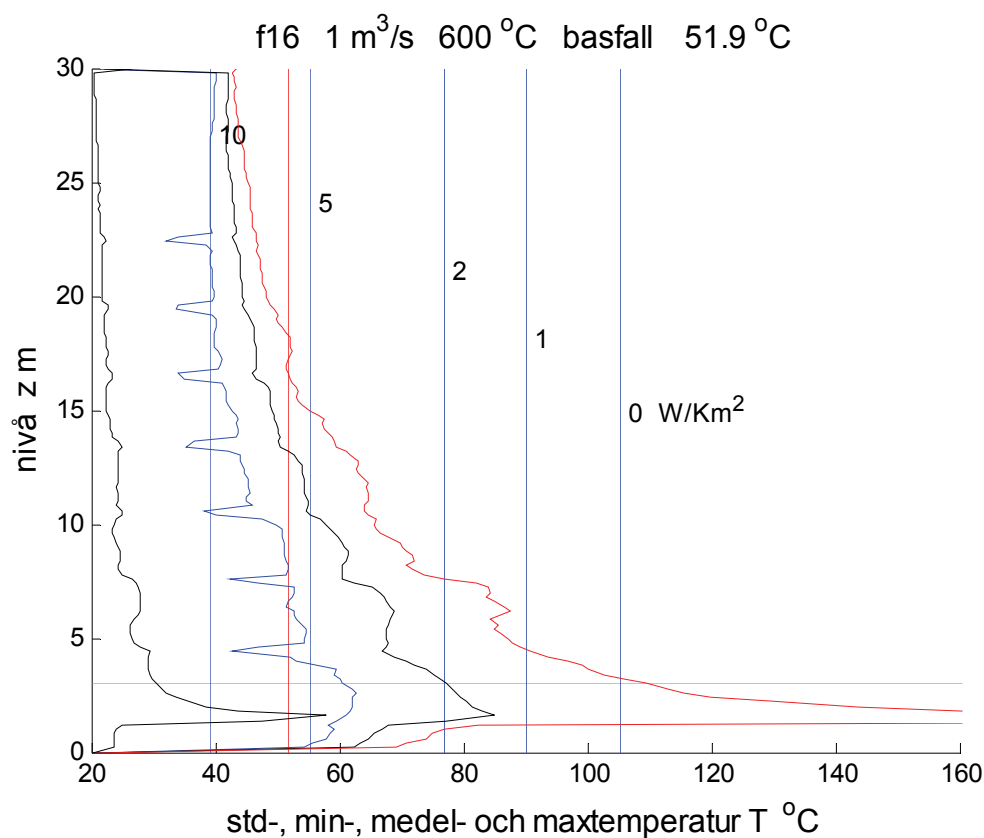
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.4-6. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår också ganska väl på vilka våningsplan som det inte sker brandgasspridning till genom att kurvan för lägsta lufttemperatur påverkas inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Det saknas för alla tre beräkningsmodeller inblåsning på plan 9 och 10, vilket innebär brandgasspridning till plan 9 och 10.

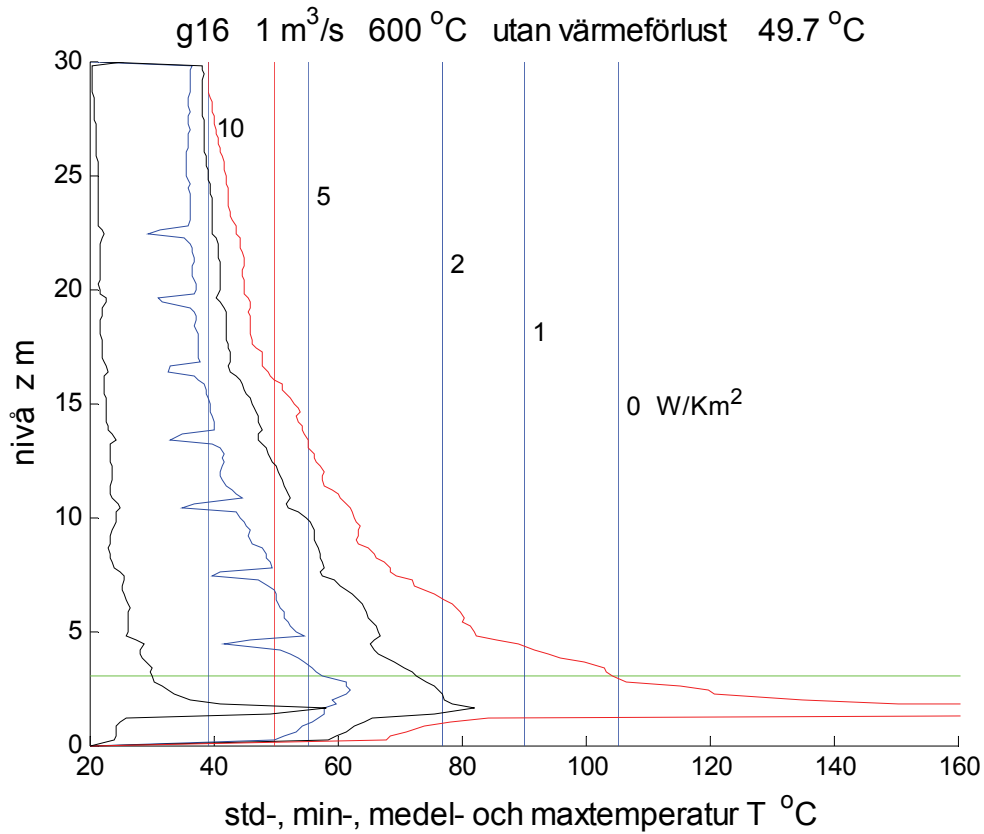
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

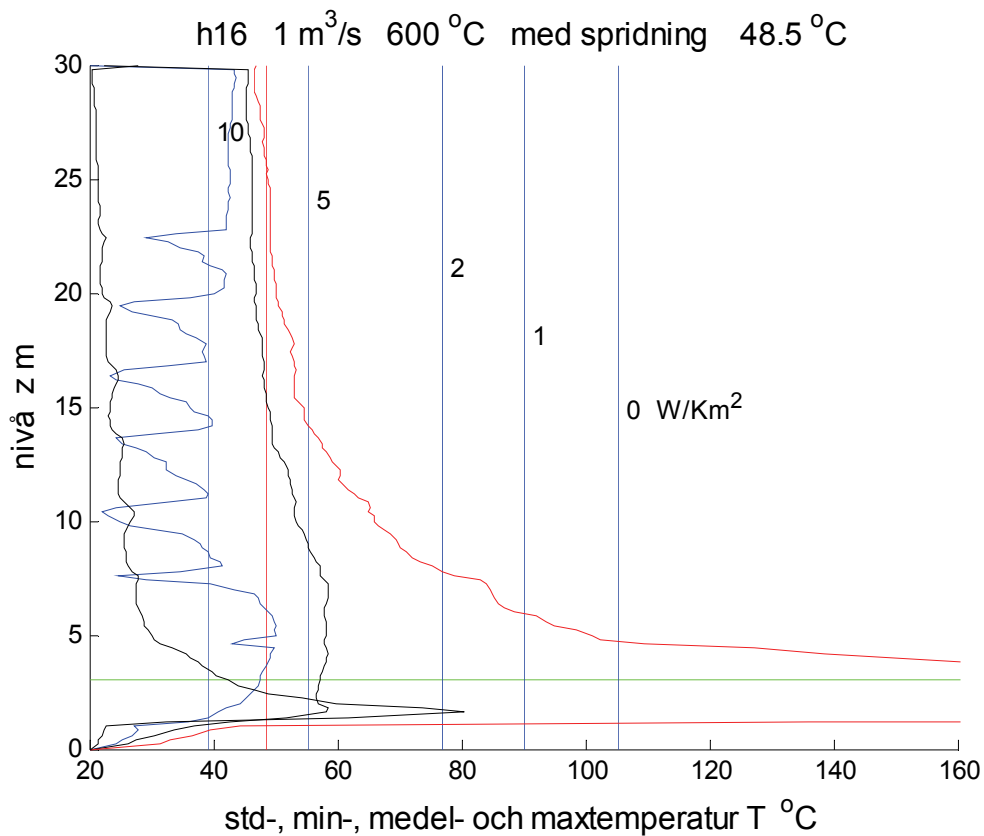
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 5 och 10 W/Km^2 .



Figur 5.4 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f16 basfall.



Figur 5.5 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g16 utan värmeförlust.



Figur 5.6 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h16 med spridarplattor.

Fall 19 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ $900 \text{ }^\circ\text{C}$

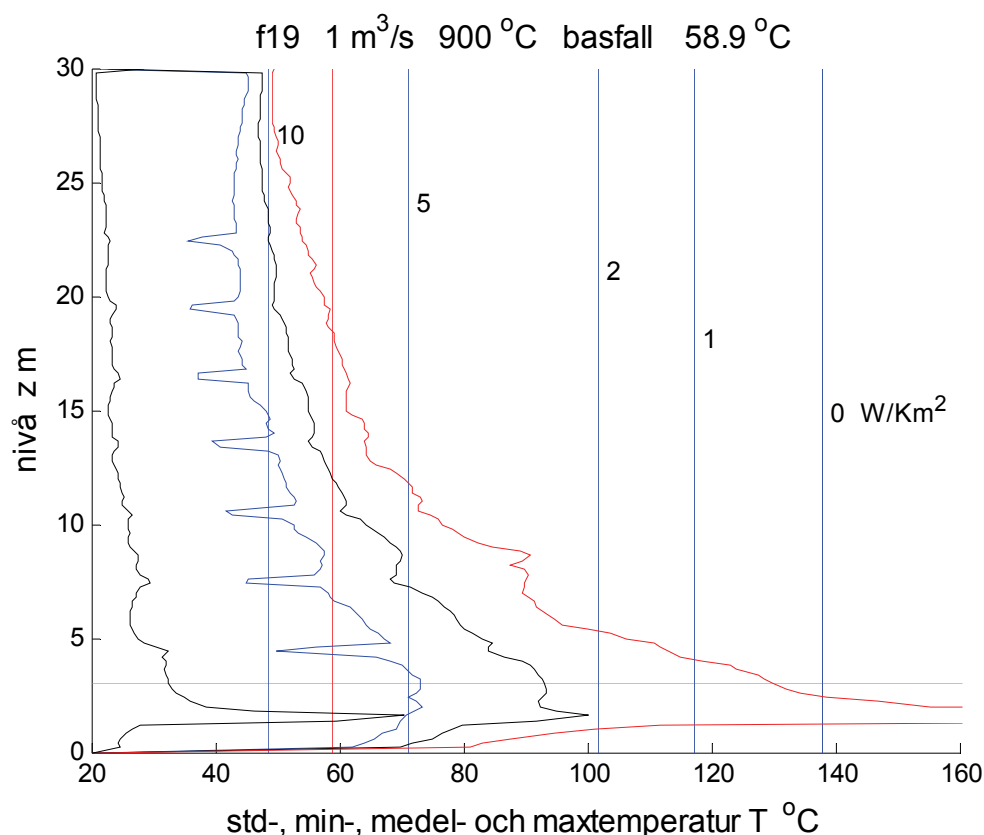
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.7-9. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår också ganska väl på vilka våningsplan som det inte sker brandgasspridning till genom att kurvan för lägsta lufttemperatur påverkas inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Det saknas för alla tre beräkningsmodeller inblåsning på plan 9 och 10, vilket innebär brandgasspridning till plan 9 och 10.

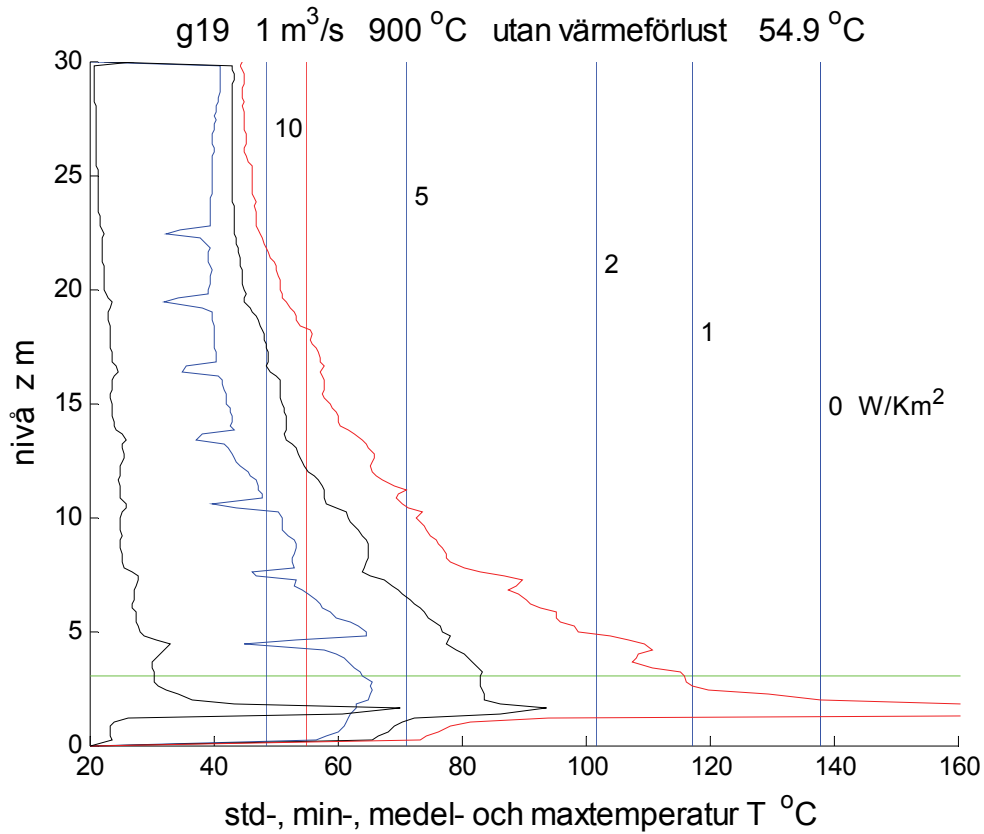
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

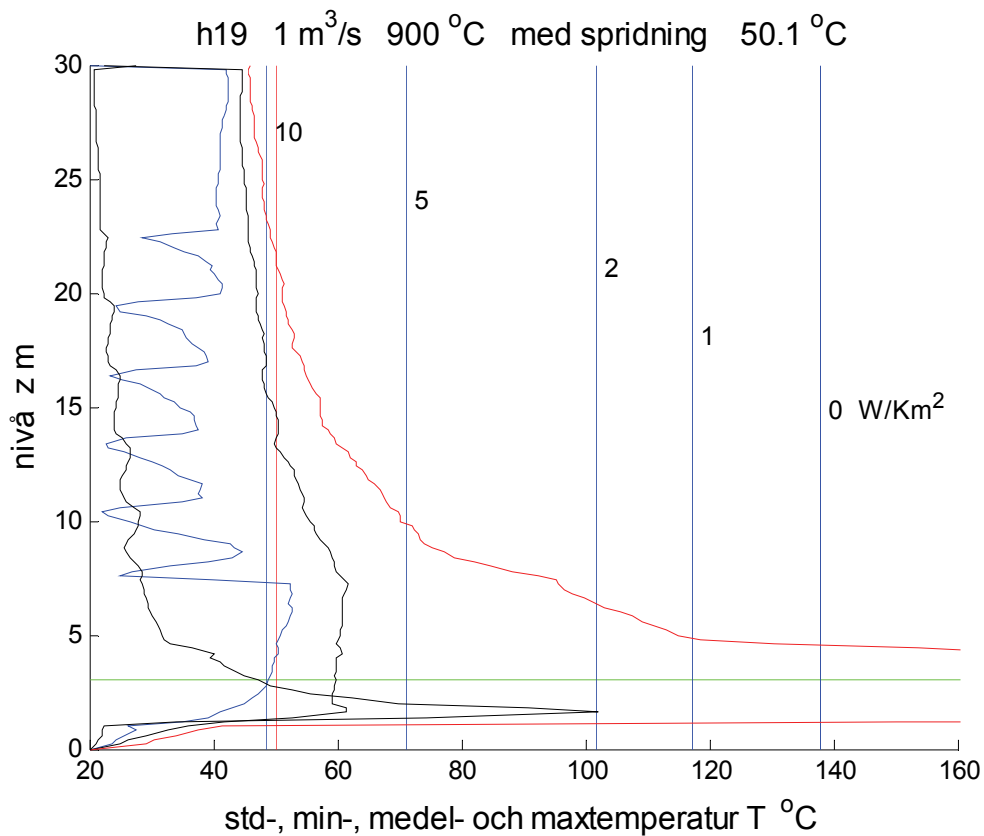
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 5 och 10 W/Km^2 .



Figur 5.7 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f19 basfall.



Figur 5.8 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g19 utan värmeförlust.



Figur 5.9 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h19 med spridarplattor.

Fall 23 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ $300 \text{ }^\circ\text{C}$

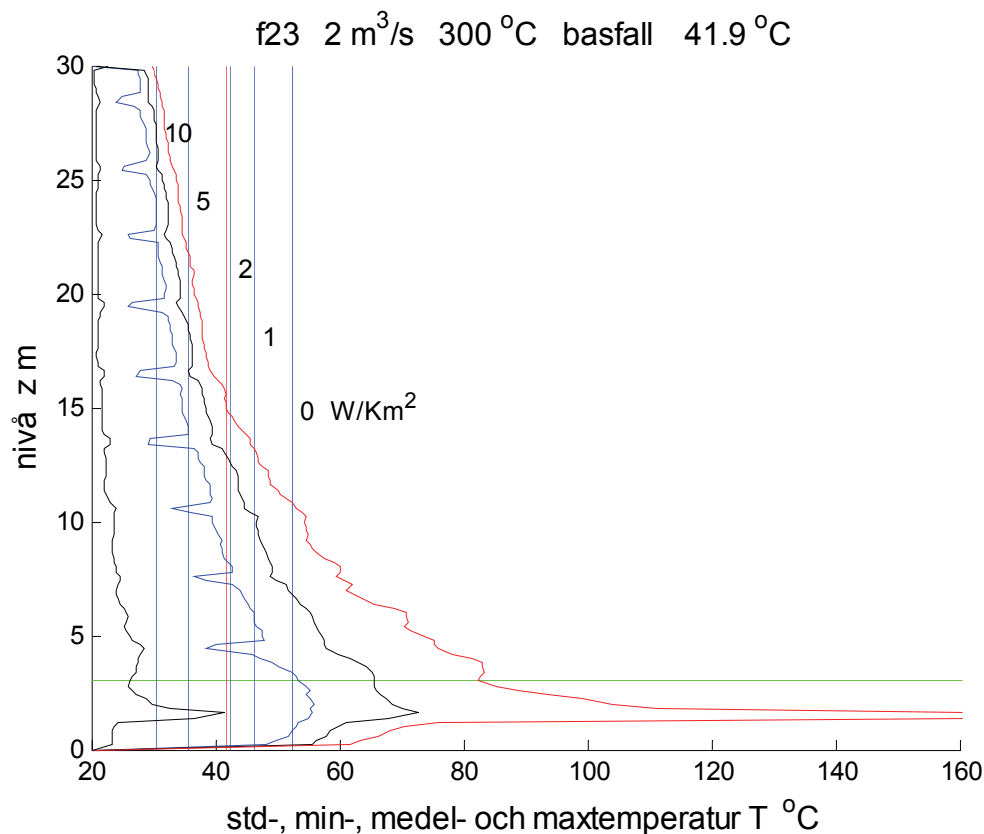
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.10-12. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

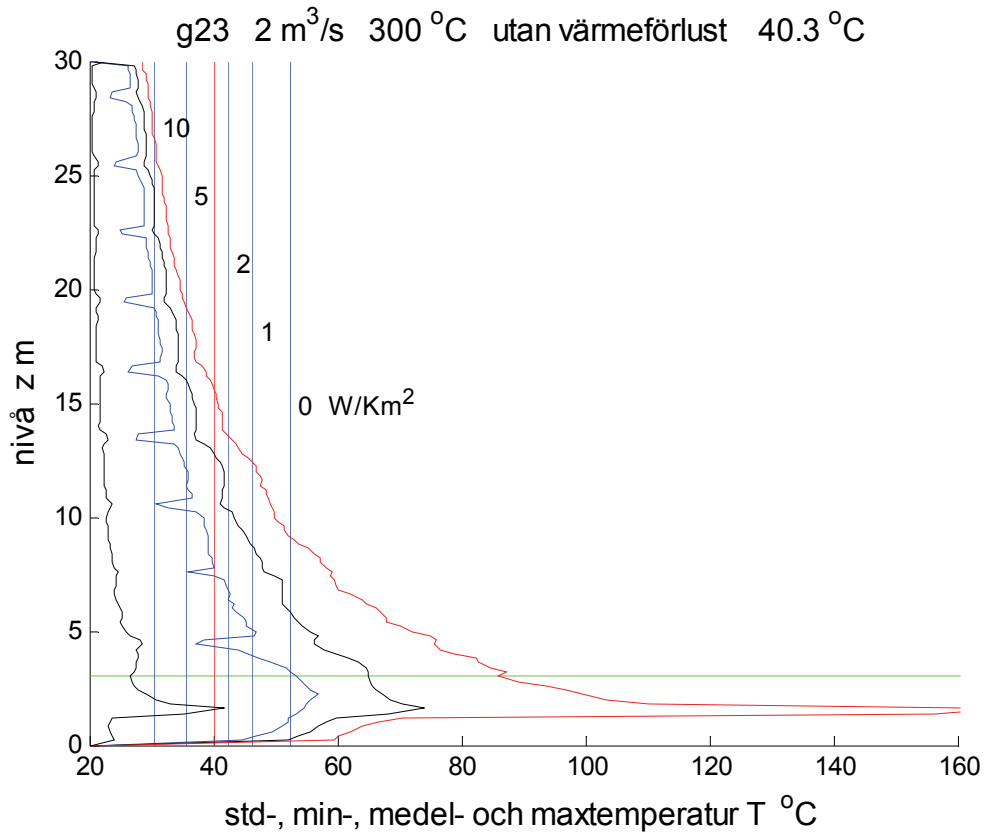
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

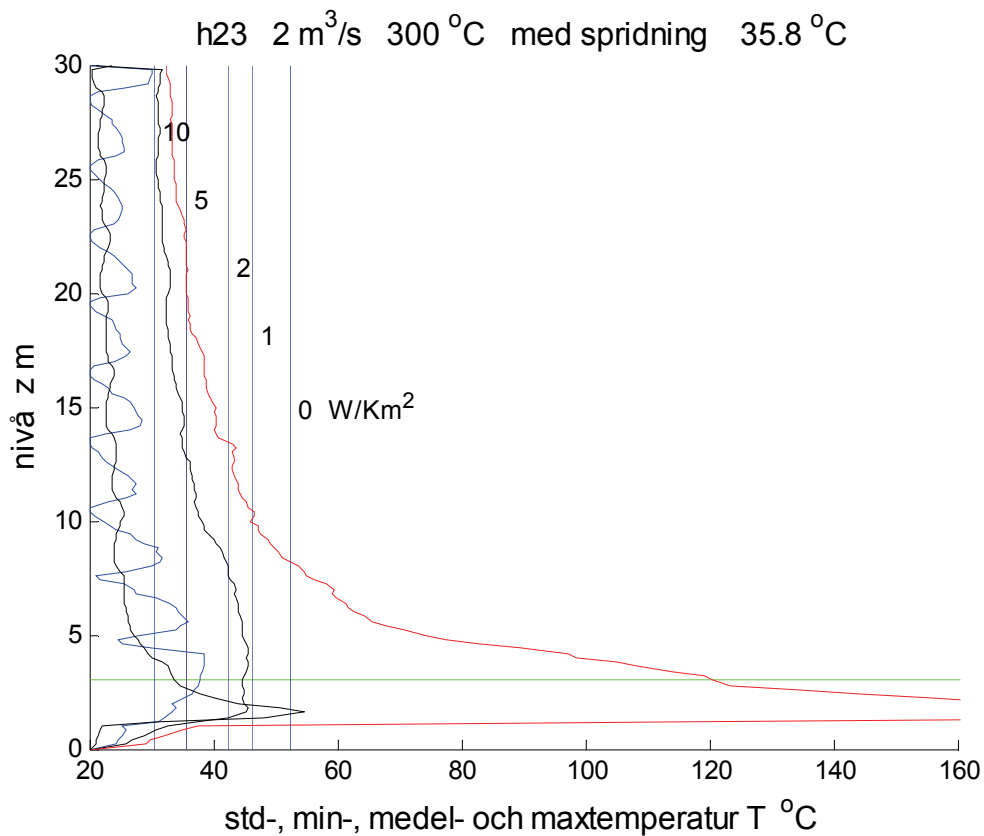
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 2 och 5 W/Km^2 .



Figur 5.10 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f23 basfall.



Figur 5.11 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g23 utan värmeförlust.



Figur 5.12 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h23 med spridarplattor.

Fall 26 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ $600 \text{ }^\circ\text{C}$

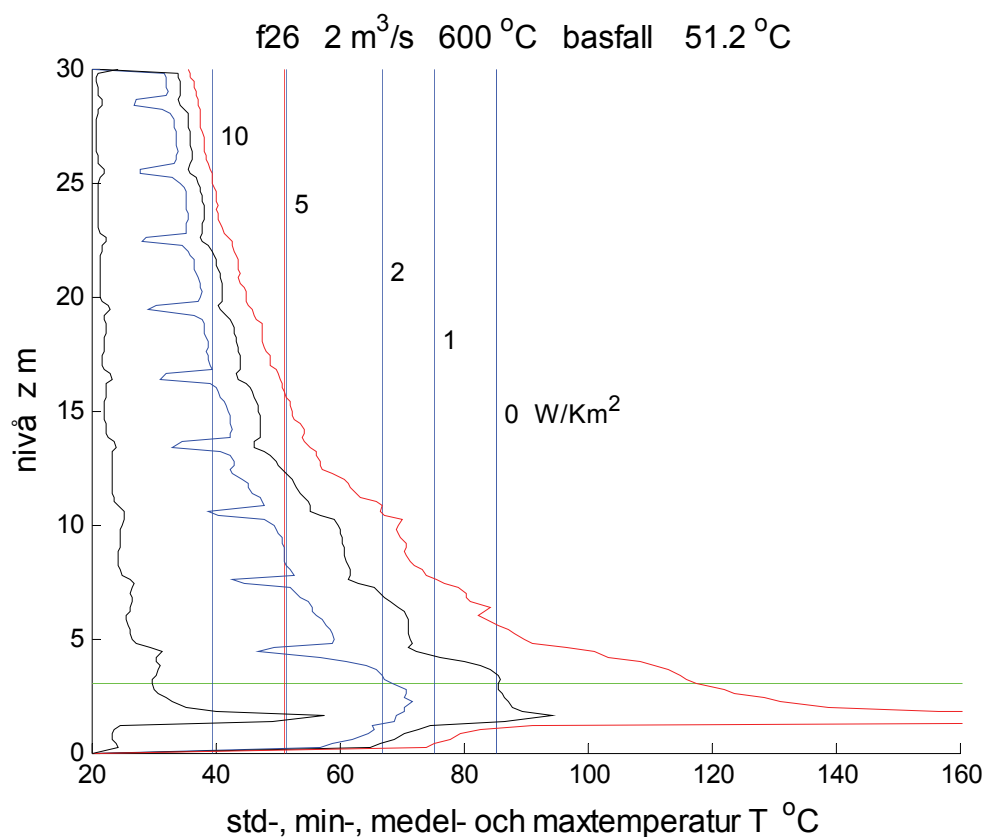
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.13-15. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

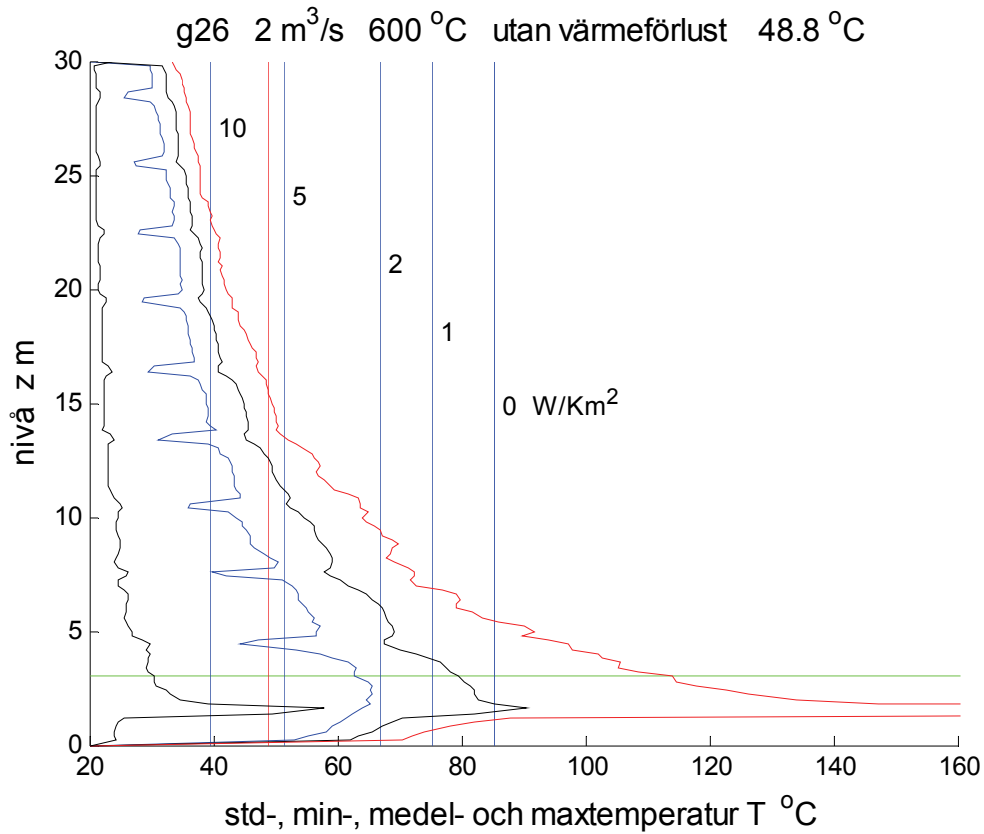
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

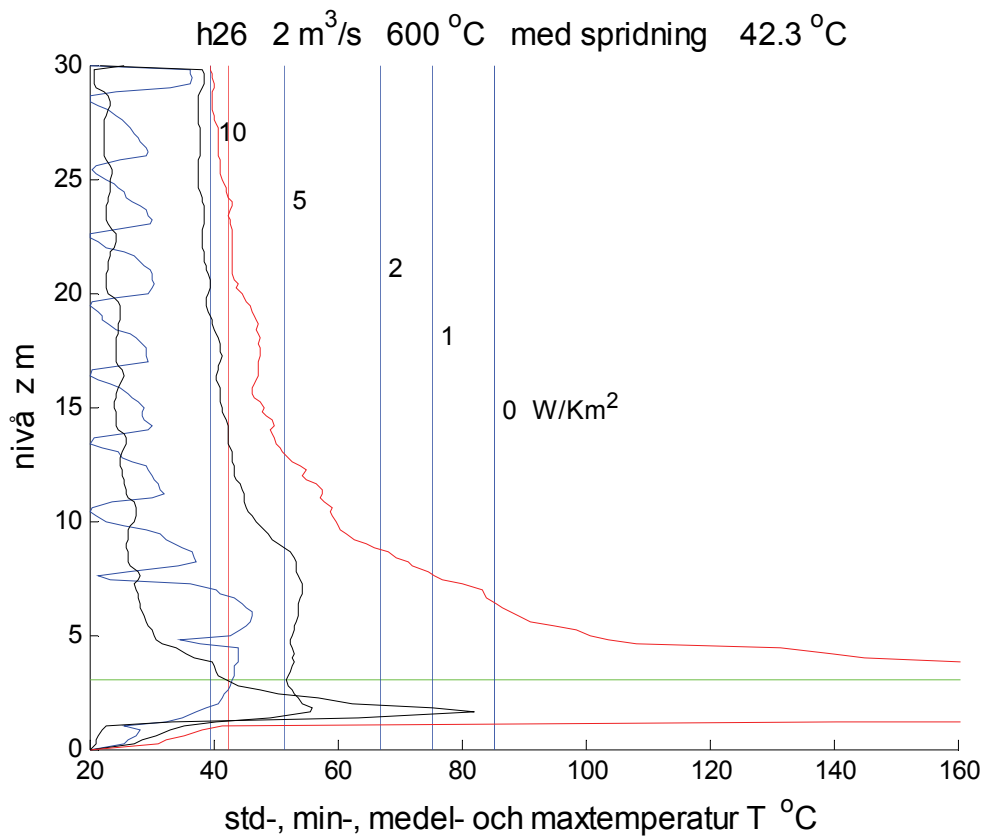
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 5 och 10 W/Km^2 .



Figur 5.13 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f26 basfall.



Figur 5.14 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g26 utan värmeförlust.



Figur 5.15 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h26 med spridarplattor.

Fall 29 $2 \text{ m}^3/\text{s}$ $900 \text{ }^\circ\text{C}$

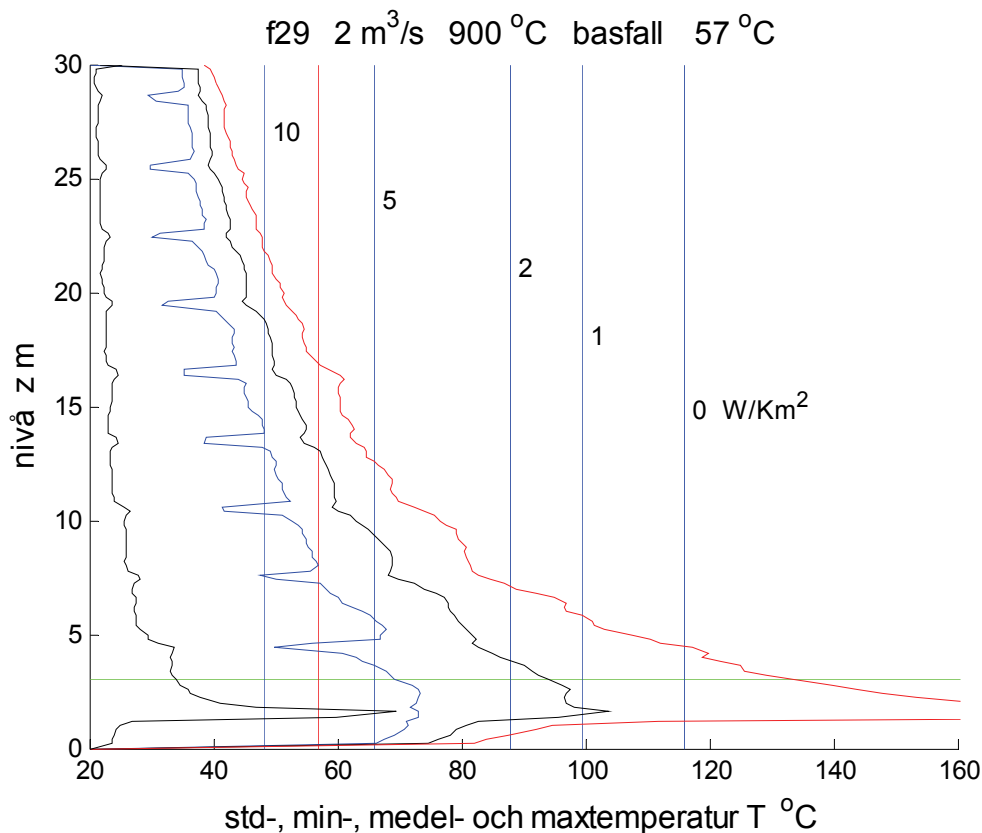
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.16-18. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

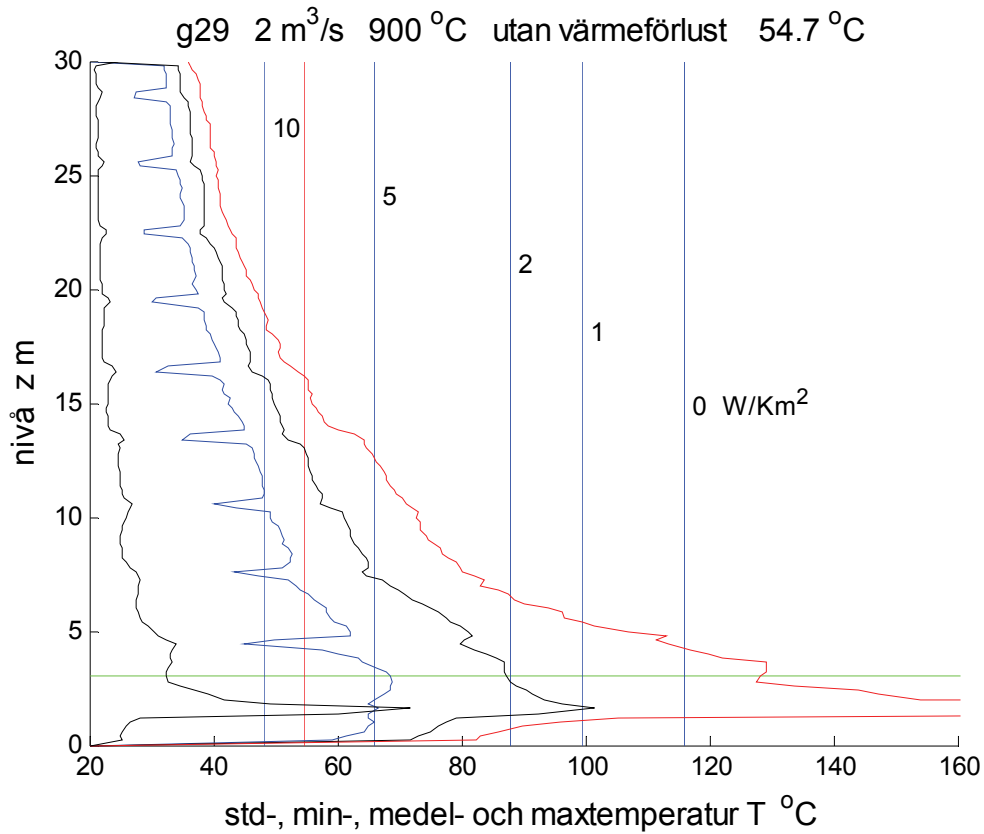
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

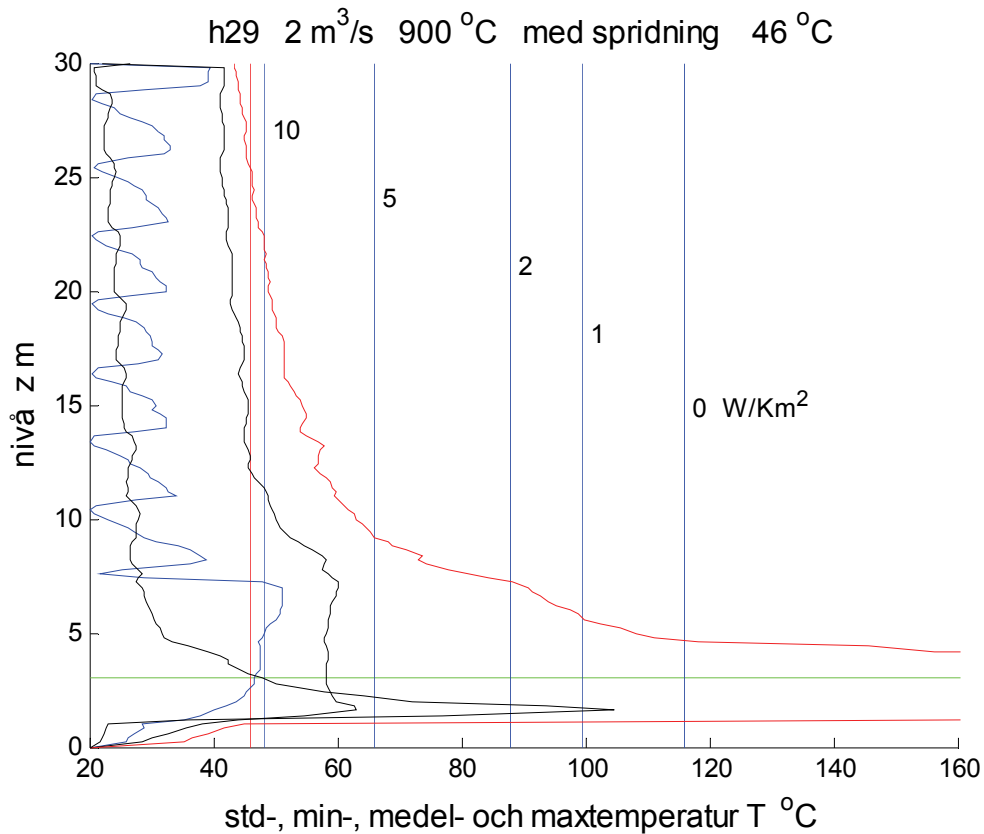
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger över den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 5 W/Km^2 för två fall och över 10 W/Km^2 för ett fall.



Figur 5.16 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f29 basfall.



Figur 5.17 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g29 utan värmeförlust.



Figur 5.18 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h29 med spridarplattor.

Fall 33 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ $300 \text{ }^\circ\text{C}$

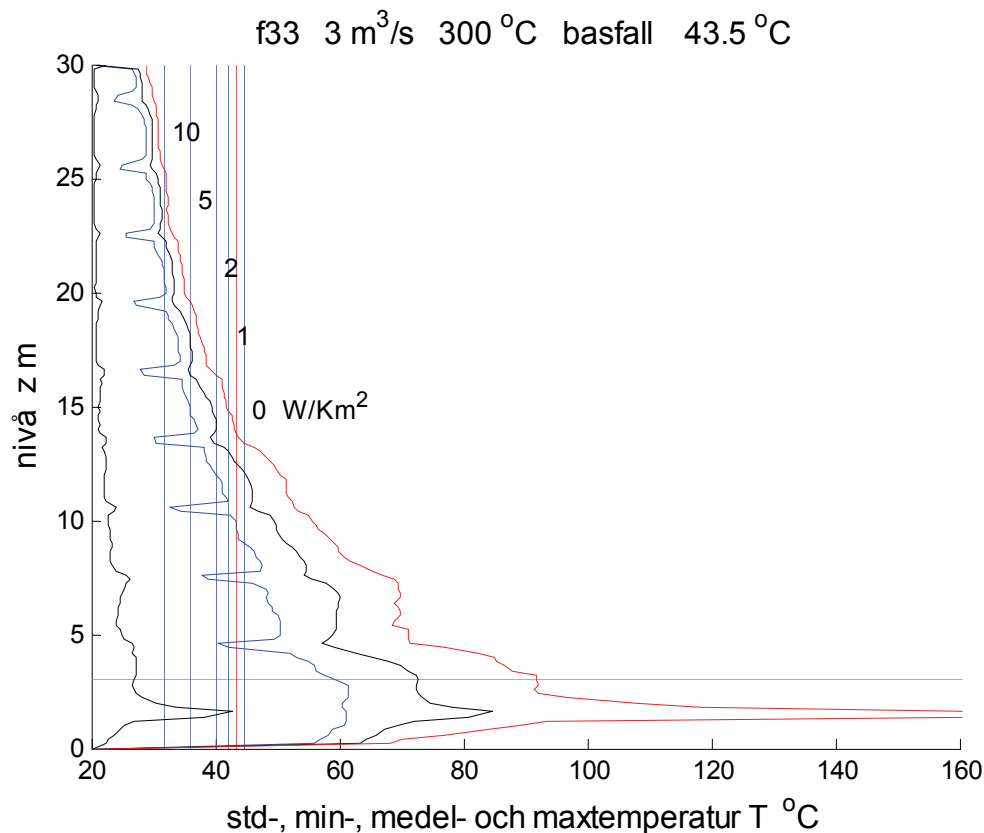
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.19-21. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

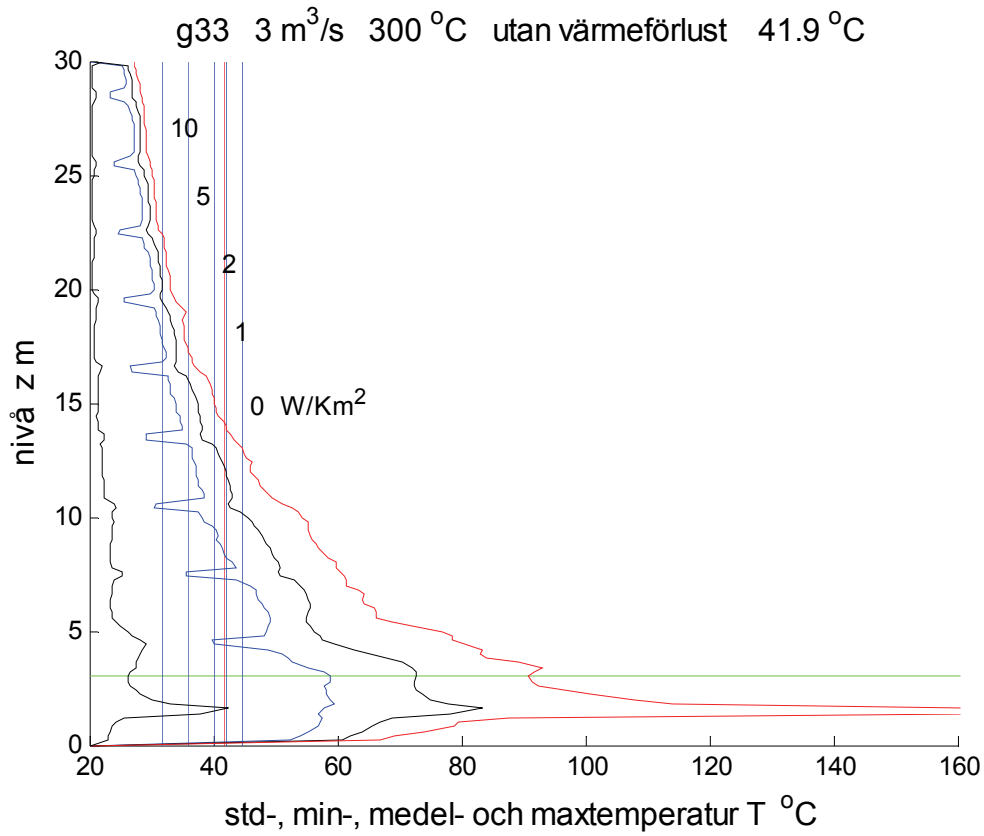
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

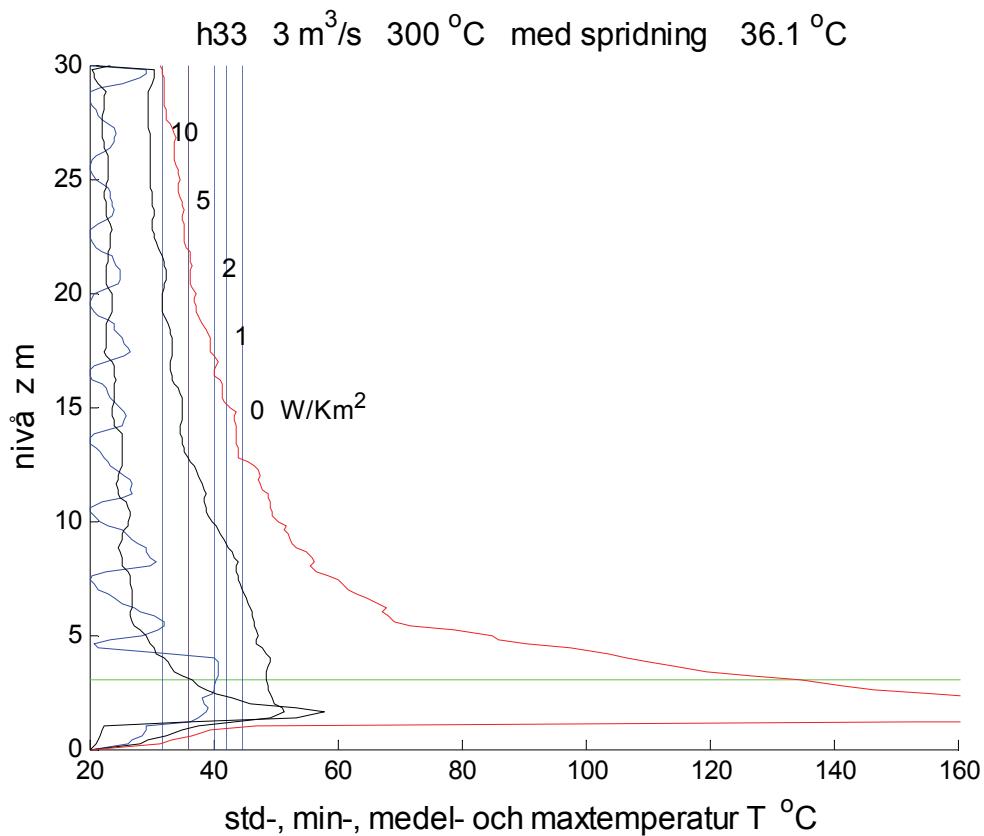
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen 0 och 1 W/Km^2 för fall f33, 1 och 2 W/Km^2 och sammanfaller med 5 W/Km^2 för fall h33.



Figur 5.19 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f33 basfall.



Figur 5.20 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g33 utan värmeförlust.



Figur 5.21 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h33 med spridarplattor.

Fall 36 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ $600 \text{ }^\circ\text{C}$

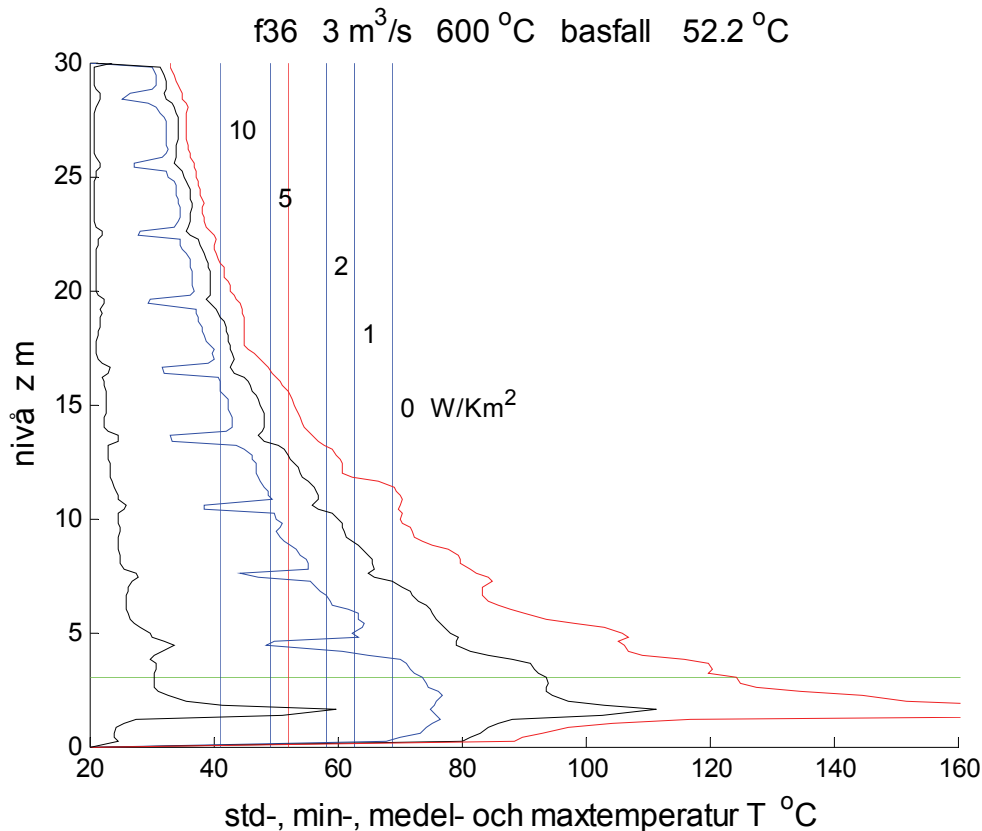
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.22-24. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

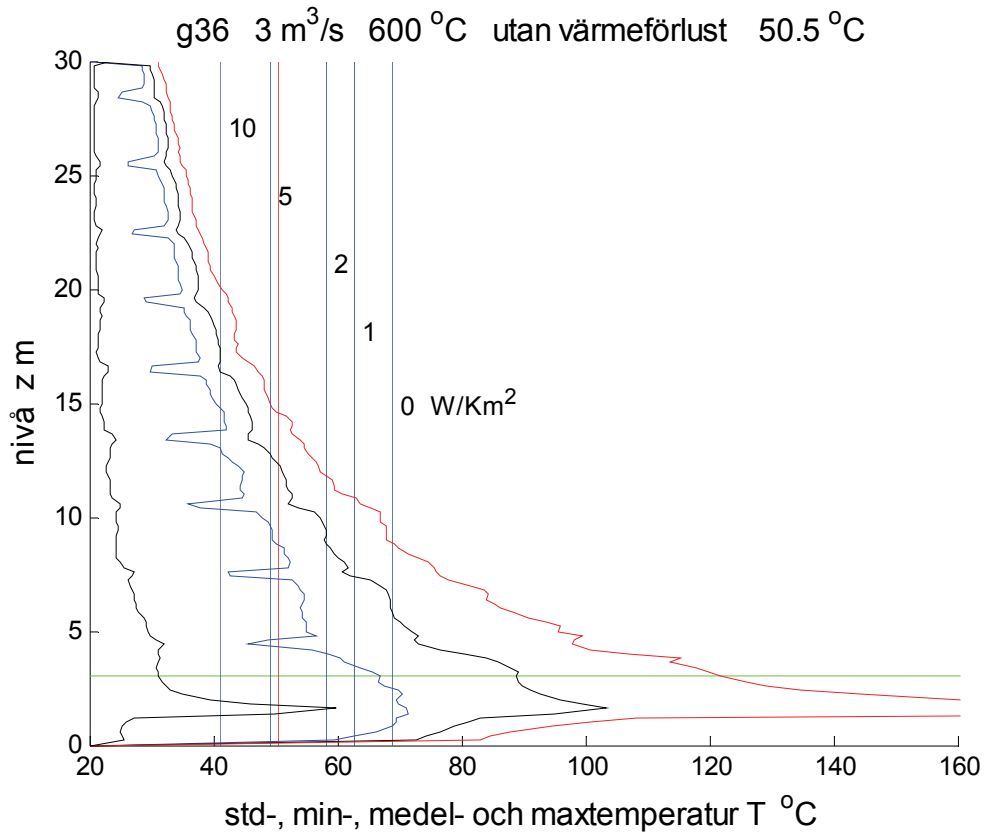
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

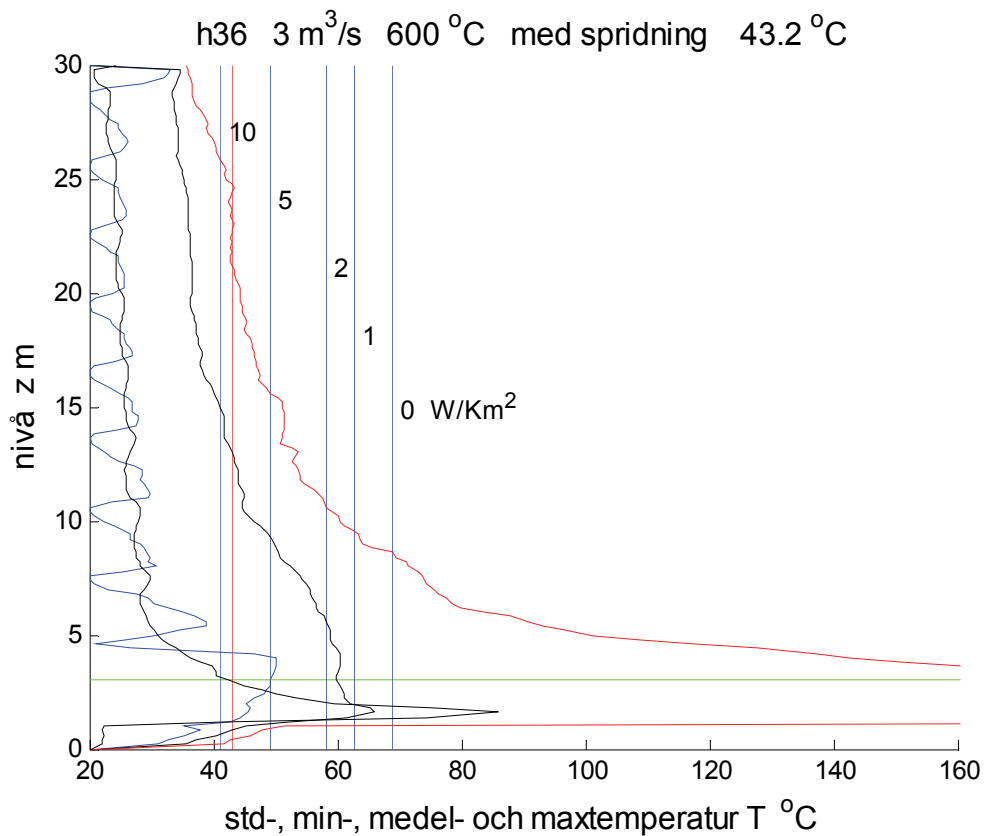
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen mellan 2 och 5 W/Km^2 för fall f36 och g36 samt mellan 5 och 10 W/Km^2 för fall h36.



Figur 5.22 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f36 basfall.



Figur 5.23 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g36 utan värmeförlust.



Figur 5.24 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h36 med spridarplattor.

Fall 39 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ $900 \text{ }^\circ\text{C}$

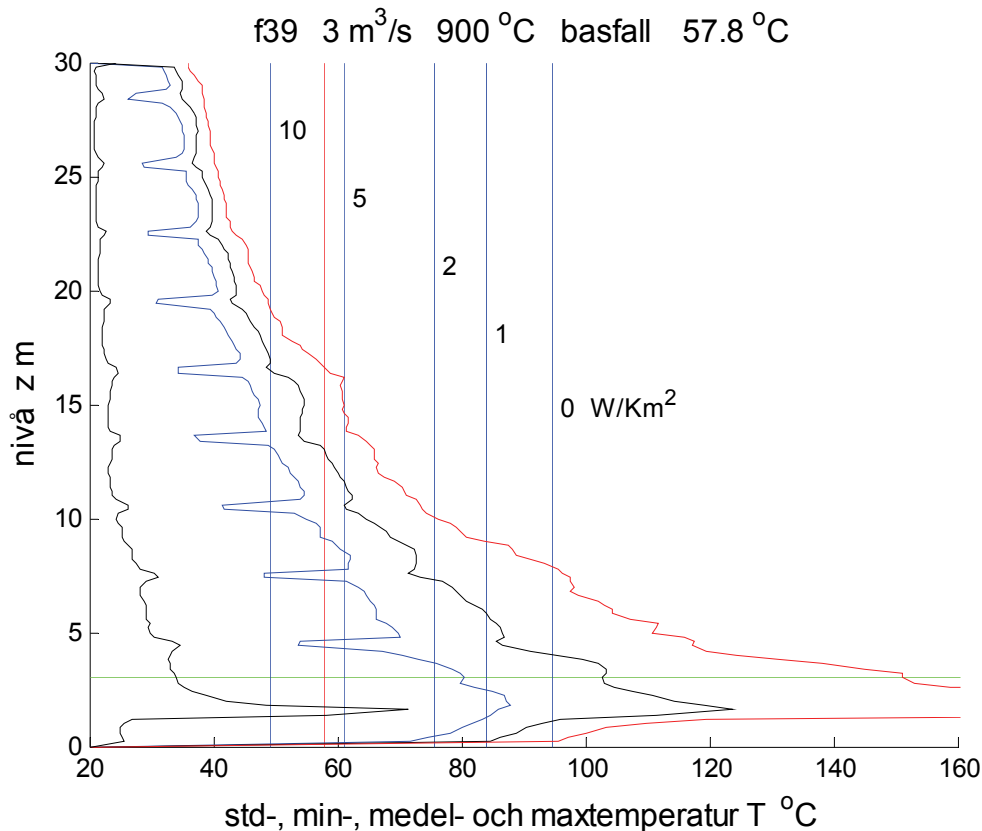
Lufttemperaturen i hisschaktet avtar med höjden över brandplanet nederst för alla tre beräkningsmodellfallen enligt Figur 5.25-27. Skillnaden mellan minsta och största lufttemperatur i hisschaktet är flera $^\circ\text{C}$, vilket även standardavvikelsen på en och annan $^\circ\text{C}$ nära nivåaxeln visar.

Det framgår att det inte sker någon brandgasspridning till olika våningsplan genom att kurvan för lägsta lufttemperatur alltid påverkas av inflöden med temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

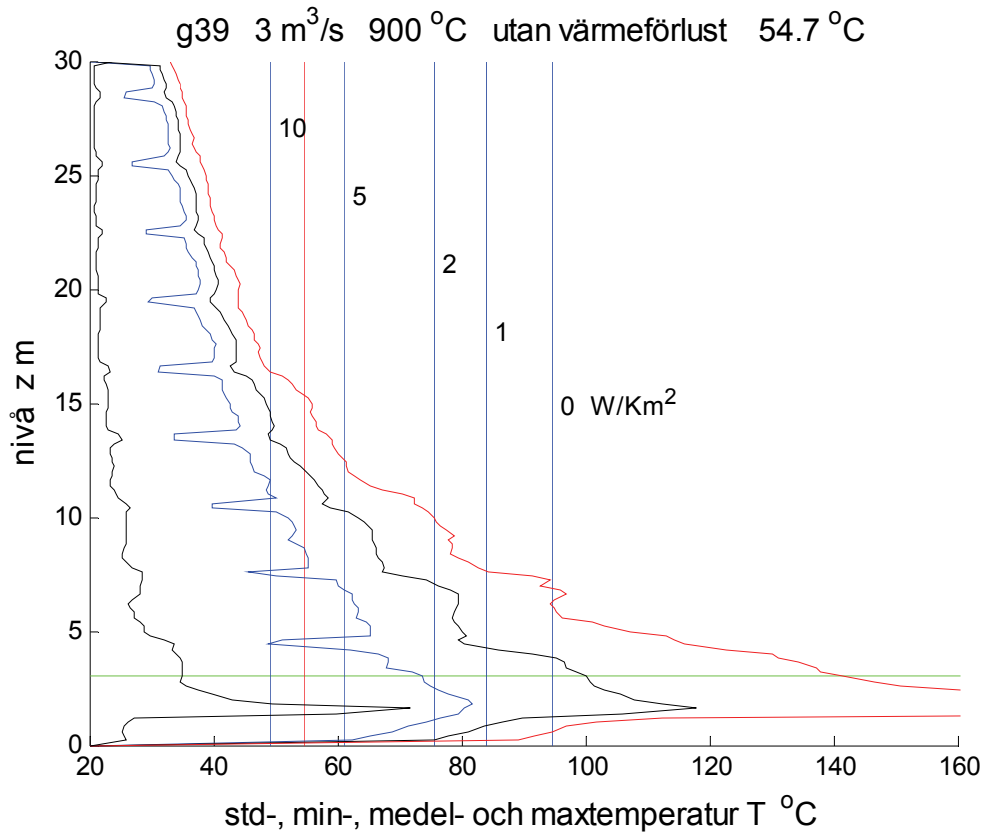
Skillnaden mellan beräkningsmodellerna med och utan värmeförlust f och g skiljer sig inte mycket åt. Medeltemperaturen är dock lägre för fallet utan värmeförlust, vilket verkar ologiskt.

Effekten av spridarplattorna framgår ganska väl genom att lägsta lufttemperatur är nära $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lika med omgivningstemperaturen.

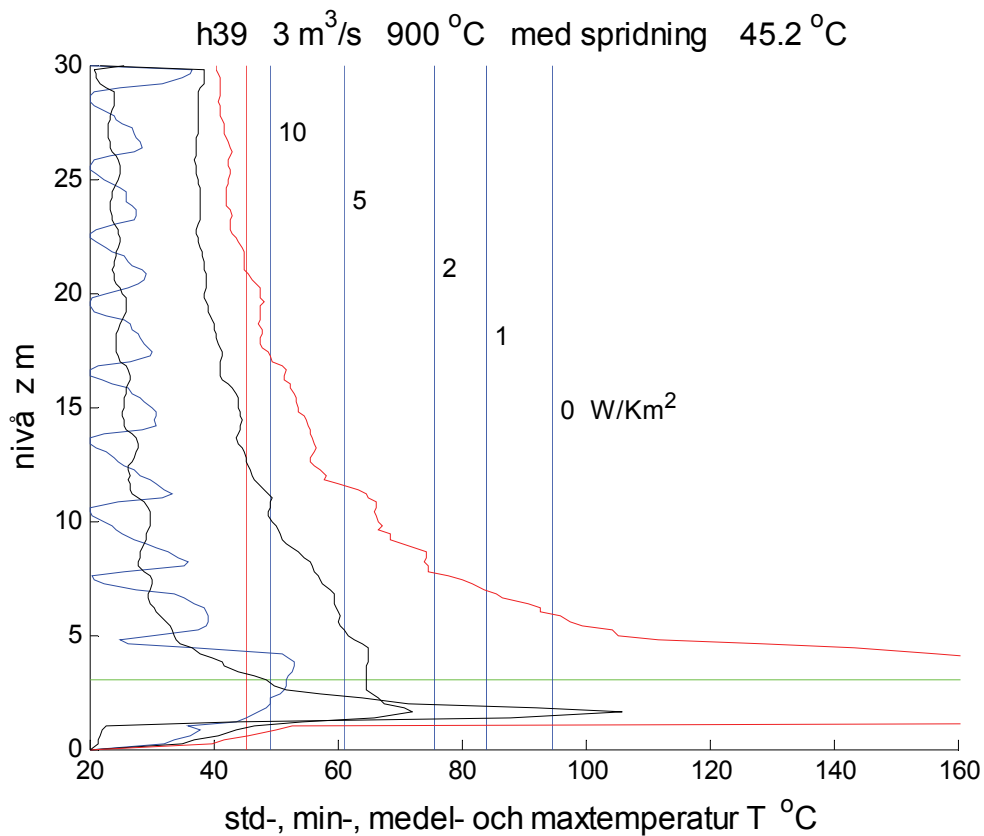
De beräknade medelvärden för hisschaktets lufttemperatur ligger mellan den förenklade beräkningens värden för värmeövergångstalen mellan 5 och 10 W/Km^2 för fall f36 och g36 samt över 10 W/Km^2 för fall h36.



Figur 5.25 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall f39 basfall.



Figur 5.26 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall g39 utan värmeförlust.



Figur 5.27 Hisschakttemperaturer som funktion av nivån för fall h39 med spridarplattor.

Sammanfattning

Schaktmedeltemperatur och antal våningsplan med brandgasspridning redovisas i Tabell 5.1 respektive 5.2 för de nio CFD-beräknade fallen.

Schaktmedeltemperaturen ökar med ökande brandtemperatur, vilket är förväntat. Schaktmedeltemperaturen är i stort sett oberoende av evakueringsflödet bortsett från modell h med spridarplattor, vars schaktmedeltemperatur avtar med ökande evakueringsflöde.

Schaktmedeltemperaturen är högre för f-modell med värmeförlust än för g-modell utan värmeförlust, vilket är något oväntat. Schaktmedeltemperaturen är högre för f-modell utan spridarplattor än för h-modell med spridarplattor, vilket är något oväntat.

Brandgasspridning sker endast för fall med ett evakueringsflöde lika med $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Samstämmigheten för antalet våningsplan som utsätts för brandgasspridning är ganska god med två plan för brandtemperaturerna 600 och 900 °C. Fallen f, g och h med brandtemperaturen 300 °C skiljer sig åt med antalen 1, 1 respektive 2.

Tabell 5.1 CFD-simulerad schaktmedeltemperatur

m^3/s	°C	f_{FDS}	g_{FDS}	h_{FDS}
1	300	41	40	38
1	600	52	50	48
1	900	59	55	50
2	300	42	40	36
2	600	51	49	42
2	900	57	55	46
3	300	44	42	36
3	600	52	50	43
3	900	58	55	45

Tabell 5.2 CFD-simulerat antal våningsplan med brandgasspridning

m^3/s	°C	f_{FDS}	g_{FDS}	h_{FDS}
1	300	1	1	2
1	600	2	2	2
1	900	2	2	2
2	300	0	0	0
2	600	0	0	0
2	900	0	0	0
3	300	0	0	0
3	600	0	0	0
3	900	0	0	0

6 Sammanfattning och slutsatser

Beräknad och CFD-simulerad schaktmedeltemperatur och antal våningsplan med brandgasspridning från avsnitt 4 respektive 5 sammanställs i Tabell 6.1 respektive Tabell 6.2.

Schaktmedeltemperaturen beräknad med 5 eller 10 W/Km² sammanfaller till en del med CFD-beräknade värden enligt modellfallen f, g och h i Tabell 6.1. Schaktmedeltemperaturen är låg, eftersom inblandningen är stor från övriga nio hissplan.

Beräknat och CFD-simulerat antal våningsplan med brandgasspridning stämmer ganska bra överens för 5 eller 10 W/Km² med modellfallen f, g och h i Tabell 6.2. Modell h med spridarplattor är den mest realistiska CFD-modellen strömningstekniskt.

Tabell 6.1 Beräknad och CFD-simulerad schaktmedeltemperatur

m ³ /s	°C	0 W/Km ²	1 W/Km ²	2 W/Km ²	5 W/Km ²	10 W/Km ²	f _{FDS}	g _{FDS}	h _{FDS}
1	300	65	55	49	37	29	41	40	38
1	600	105	90	77	55	39	52	50	48
1	900	138	117	102	71	49	59	55	50
2	300	52	46	42	36	30	42	40	36
2	600	85	75	67	51	40	51	49	42
2	900	116	99	88	66	48	57	55	46
3	300	45	42	40	36	32	44	42	36
3	600	69	63	58	49	41	52	50	43
3	900	95	84	76	61	49	58	55	45

Tabell 6.2 Beräknat och CFD-simulerat antal våningsplan med brandgasspridning

m ³ /s	°C	0 W/Km ²	1 W/Km ²	2 W/Km ²	5 W/Km ²	10 W/Km ²	f _{FDS}	g _{FDS}	h _{FDS}
1	300	3	3	3	2	1	1	1	2
1	600	4	4	3	3	2	2	2	2
1	900	4	4	4	3	2	2	2	2
2	300	0	0	0	0	0	0	0	0
2	600	2	2	1	0	0	0	0	0
2	900	3	2	2	1	0	0	0	0
3	300	0	0	0	0	0	0	0	0
3	600	0	0	0	0	0	0	0	0
3	900	1	0	0	0	0	0	0	0

En dimensioneringsmetod skall alltid vara på den säkra sidan. Beräkning med värmeövergångstalet med 5 W/Km^2 ger sammanlagt brandgasspridning till nio våningsplan för de nio undersökta fallen. Detta kan jämföras med de tre CFD-modellerna f, g och h, vilka har brandgasspridning till 5, 5 respektive 6 våningsplan.

En naturlig frågeställning är: Vilket evakueringsflöde krävs för enligt den förenklade beräkningsmetoden för de tre brandtemperaturerna, 300, 600 och 900 °C, och de fem olika värmeövergångstalen 0, 1, 2, 5 och 10 W/Km^2 ? Resultatet redovisas i Tabell 6.3, vilket kan jämföras med de använda flödena på 1, 2 och $3 \text{ m}^3/\text{s}$. Nedanstående värden hade också kunnat läsas av från Figur 4.4, 4.6, 4.9, 4.12 och 4.15 för värmeövergångstalen 0, 1, 2, 5 respektive 10 W/Km^2 . Siffervärdena visar att det dimensionerande evakueringsflödet avtar betydligt med ökande värmeövergångstal från 0 till 10 W/Km^2 med en faktor 0.50, 0.56 och 0.58. Ett hisschakt kan vara delvis isolerat av ljudskäl, vilket innebär att värmeutbytet med omgivande schaktytor blir litet.

Tabell 6.3 Dimensionerande evakueringsflöde m^3/s enligt förenklad beräkning och förutsättningar i avsnitt 4.

°C	0 W/Km^2	1 W/Km^2	2 W/Km^2	5 W/Km^2	10 W/Km^2
300	1.99	1.84	1.71	1.38	1.00
600	2.64	2.47	2.32	1.93	1.47
900	3.08	2.89	2.72	2.30	1.79

Resultatet för CFD-beräkningar med FDS kan sammanfattas med följande punkter för hisschaktet:

- Det finns höga uppåt- och neråtgående lufthastigheter på alla nivåer.
- Det finns stora temperaturskillnader, vilka avtar med ökande nivå.
- Medeltemperaturen avtar med ökande nivå.
- Det sker en betydande omblandning.
- Modell h med spridarplattor är den strömningstekniskt mest korrekta.

Resultatet för den förenklade beräkningsmetoden enligt TVIT—07/7017 för värmeövergångstalet 5 W/Km^2 kan sammanfattas med följande punkter:

- Medeltemperaturerna är snarlika de CFD-beräknade.
- Antalet hissplan med brandgasspridning är något fler än CFD-beräknat antal.
- Den förenklade metoden överskattar brandgasspridningen.

Avslutningsvis skall det också påpekas att alla beräkningar endast avser ett hisschakt med höjden 30 m med tio hissplan med samma effektiva läckagearea 0.04 m^2 och att hela brandplanet har samma höga temperatur. Fullständig omblandning råder på nedersta hissplan. Utetemperaturen har varit lika med innetemperaturen 20 °C . Lägre utetemperaturer ökar det nödvändiga flödet, men schakttemperaturen påverkas inte för fallet utan värmeutbytet med värmeövergångstalet 0 W/Km^2 . Trycket på varje hissplan har varit lika med det yttre trycket, vilket förutsätter stort läckage mellan hisshall och våningsplan. Det nödvändiga evakueringsflödet överskattas därför, men det går att beräkna ett ekvivalent hissdörrsläckage med uppgifter på hisshallens dörrar och våningsplanets fasader.