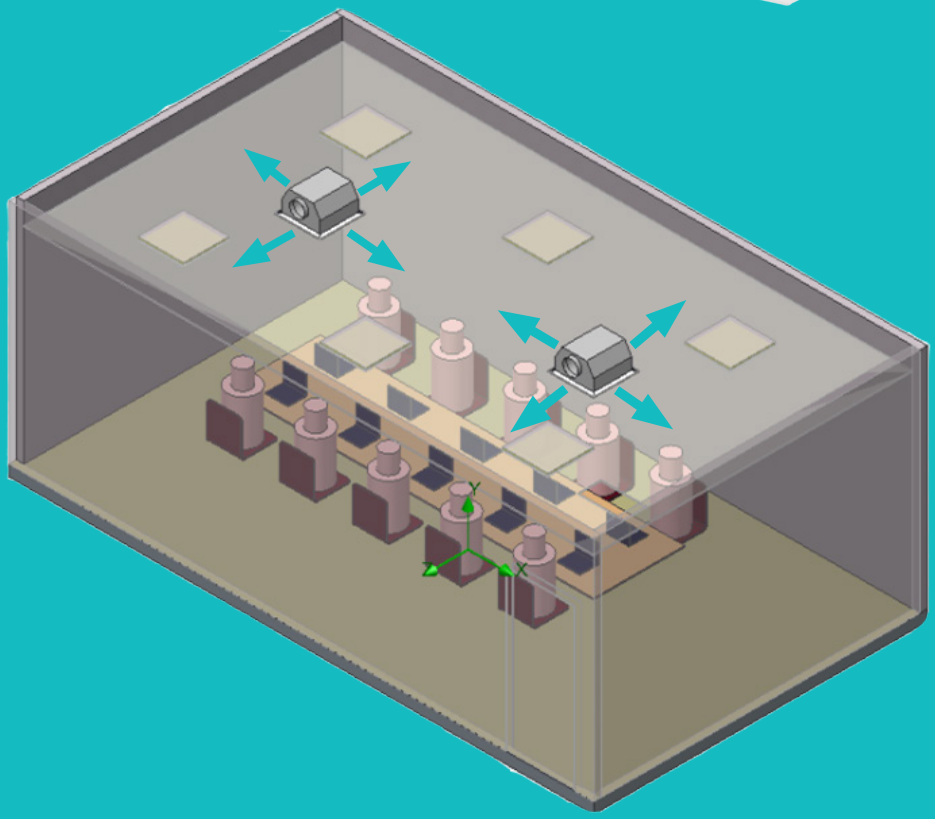
Projekteringsanvisning INSQAIR®

- Aktivt tilluftsdon ISQ (Montage i undertak)
- Aktivt tilluftsdon ISQ-F (Frihängande)
- Reaktivt tilluftsdon ISQ-M (Mekaniskt)
- Reaktivt tilluftsdon ISQ-FM (Frihängande, Mekaniskt)



LINDINVENT®

1. Inledning

I produktserien INSQAIR ingår ett antal produkter som delar en tekniska lösningar med det aktiva tilluftsdonet ISQ. Denna anvisning har sammanställts som stöd vid projektering av Lindinvents VAV-system för klimatsyrning med tilluftsdonen i produktserien INSQAIR. Anvisningen presenterar mekaniska och luftteknska egenskaper, diagram och beräkningar och den ger vägledning kring placering av don.

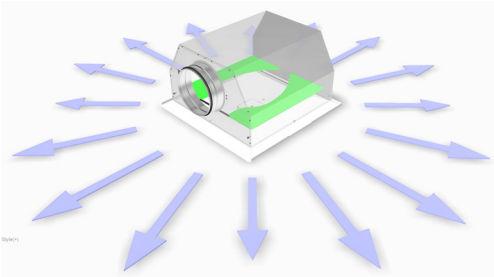
Den standardiserade metoden för att redovisa kastlängder gäller för isotermisk inblåsning av luft. VAV-system med varierande luftflöden arbetar som regel med undertempererad tilluft vilket gör att kastlängder och utbredning behöver säkerställas eller korrigeras. Hänsyn behöver tas till både hinder och värmekällor samt var dessa är placerade i rummet. Att göra manuella beräkningar och bedömningar av hur luft kommer att röra sig i ett verkligt fall kan bli svårt. I denna anvisningen redovisas CFD-beräkningar som vägleder. De CFD-beräkningar som redovisas för ISQ gäller också för ISQ-M. De värden som redovisas för ISQ-F gäller också för ISQ-FM.

Innehåll

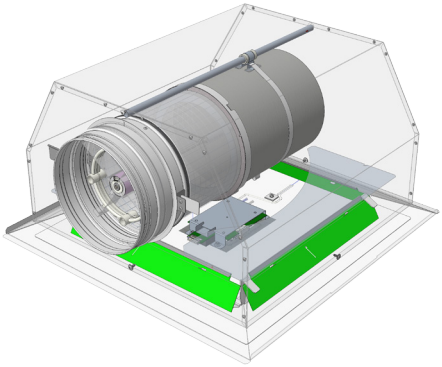
1	Inledning	2
2	Tekniska förutsättningar	3
3	Tryck- & flödesdiagram	4
4	Spridningsbild, kastlängd & luftflöde	5
5	Spridningsbild och ljudnivåer	7
6	Avstånd till annat don/hinder	7
7	Om raksträckor	8
8	CDF-beräkning	9
9	Vistelsezon	10
10	CFD-beräkningar - Standardlösningar	11
10.1	Cellkontor, ISQ	11
10.2	Mindre konferensrum, ISQ	12
10.3	Kontorslandskap, ISQ	13
10.4	Större klassrum, ISQ-M	15
10.5	Cellkontor, ISQ-F	17
10.6	Mindre konferensrum, ISQ-F	18
10.7	Kontorslandskap, ISQ-F	19
11	CFD-beräkningar - Anpassade lösningar	21
11.1	Större konferensrum, 3- och 4-vägsspridning, ISQ	21
11.2	Mindre klassrum, 3- och 4-vägsspridning, ISQ-M	22
12	Plats för anteckningar	24

2. Tekniska förutsättningar

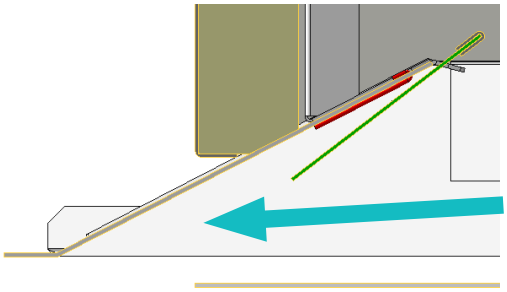
ISQ och ISQ-M är rektangulära tilluftsdon avsedda för horisontellt montage i undertak. Donen är utrustade med luftfördelare för att ge en radiell spridningsbild som efterliknar cirkulära don.



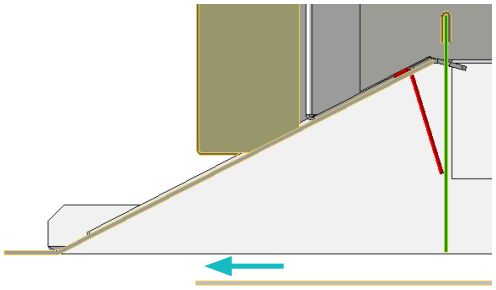
Luftfördelare (grönmarkerade) i donlådan ger en radiell spridningsbild som efterliknar cirkulära don.



Donen har en konstruktion med rörliga skivor (här grönmarkerade) som medför att donets spaltöppning dynamiskt kommer att ökas eller minskas med variationer i luftflödet. Till varje skiva finns en sprint (se röd markering nedan) som gör det möjligt att begränsa maxvinkeln och därmed anpassa donets spridningsbild.



Normalt har ett don en fullt rörlig skiva(grön): Hela den fördelade luftmängden (blå pil) kan passera. Ingen sprint (röd) blockerar skivan.



I något fall kan ett enskilt dons spridningsbild behöva anpassas. Detta görs på plats med hjälp av den utfällda sprinten(röd) som blockerar skivan från att fritt kunna öka öppningsvinkeln vid ökat luftflöde. Anpassningen resulterar i ett lägre luftflöde(blå pil) i vald luftriktning.

Undertaksprofil

ISQ och ISQ-M är avsedda för montage i undertak med kant A eller kant E profil och med bärverk T24 eller T15. För andra undertakstyper behöver donet anpassas och därför måste detta anges vid beställning.

Raksträcka

Raksträcka efter 90° böj: Inget behov
Raksträcka efter T-stycke: 400 mm
Raksträcka vid dimensionsförändring framför don: 200 mm.
Donet kan gärna anslutas direkt till kanal med en böj eller med en flexibel slang.

ISQ-M vs ISQ

ISQ-M är byggd efter samma princip som ISQ men utan egen elektronik och motorstyrd flödesventil. ISQ-M används tillsammans med ett kanalmonterat spjäll som styrs av en rumsklimatsregulator med givare. Flödesventilen i ISQ kan individuellt ställa flödesventilen för att ge ett bestämt flöde. Flödesventilen i ISQ-M, som saknar motorstyrning, ställs i ett fast läge för att nå en jämn fördelning av det totala behovsstyrda tilluftsflödet över flera don.

Cirkulär spridningsbild och variabel spaltöppning

Luftfördelare i donlådan ger en radiell spridningsbild som efterliknar cirkulära don. Donen är utrustade med en självverkande spaltöppning. Storleken på donets öppning i spridardelen anpassas efter det aktuella luftflödet. Detta åstadkoms genom fyra (4) rörliga skivor som vinklas upp med ökat luftflöde och som faller tillbaka vid ett minskat luftflöde. Genom att donens spaltöppning minskar vid låga flöden kan lufthastigheten bibehållas.

Justering av spridningsbild

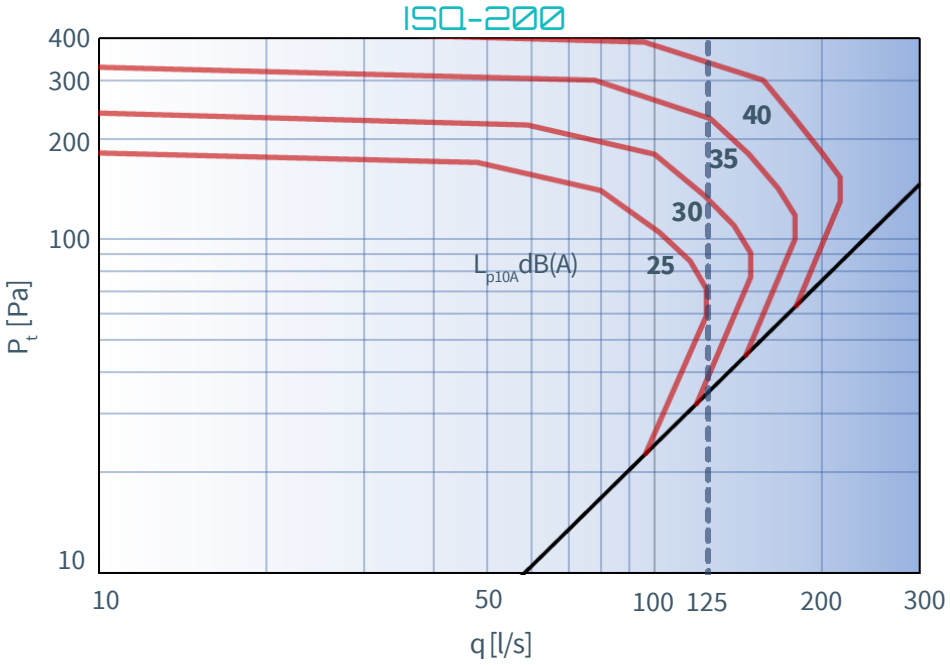
De fyra rörliga skivorna är var för sig ställbara för att kunna påverka spridningsbilden. Hänsyn kan därmed tas till hinder som armaturer, väggar eller balk. Möjligheten att enkelt kunna anpassa spridningsbilden ger ökad flexibilitet i samband med utplacering av don. Eventuella upplevda problem på grund av hinder för luftströmmar i lokalen kan som regel enkelt åtgärdas.

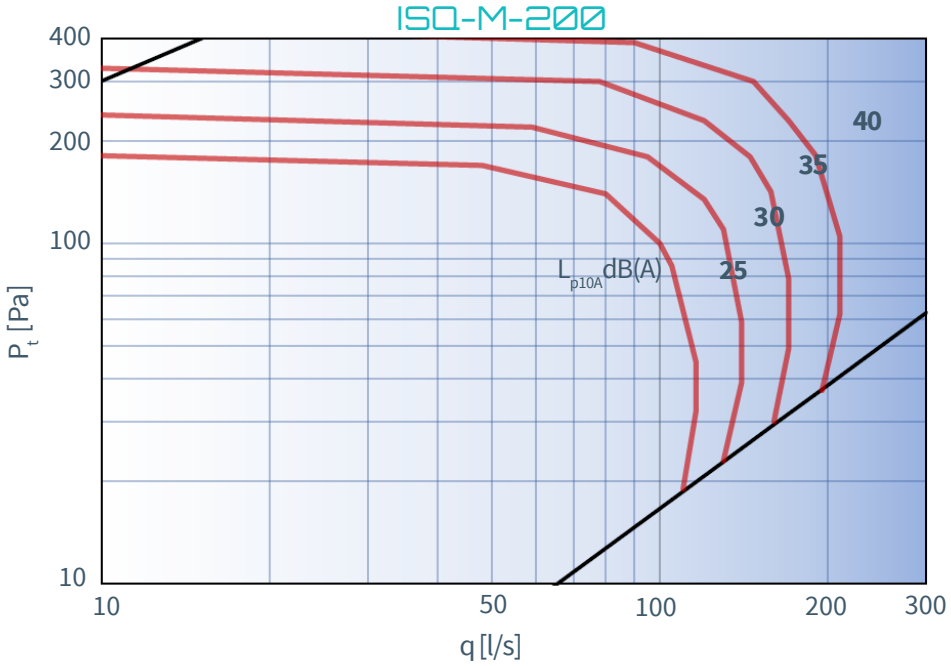
3. Tryck- & flödesdiagram

ISQ har reglerområde från i princip 0 l/s upp till 125 l/s, dock blir noggrannheten i flödesmätning under 5 l/s sämre.

Flödesventilens konstruktion medger höga tryck över donet med bibehållna låga ljudnivåer:
Som framgår av diagram ISQ och ISQ-M nedan är ljudnivån under 30 dB(A) nästan upp till 200 Pa över donet. Gränsen på 125 l/s för ISQ beror på flödesgivarens mätområde. ISQ kan specialbeställas med flödesgivare för högre luftflöden än 125 l/s men då måste en sämre mätnoggrannhet kunna accepteras vid flöden under 10 l/s.

För ISQ-M finns ingen motsvarande begränsning av luftflödet per don. Här blir det den totala luftmängden i tilluftskanalen som sätter begränsningen tillsammans med vad som betraktas som en acceptabel ljudnivå.



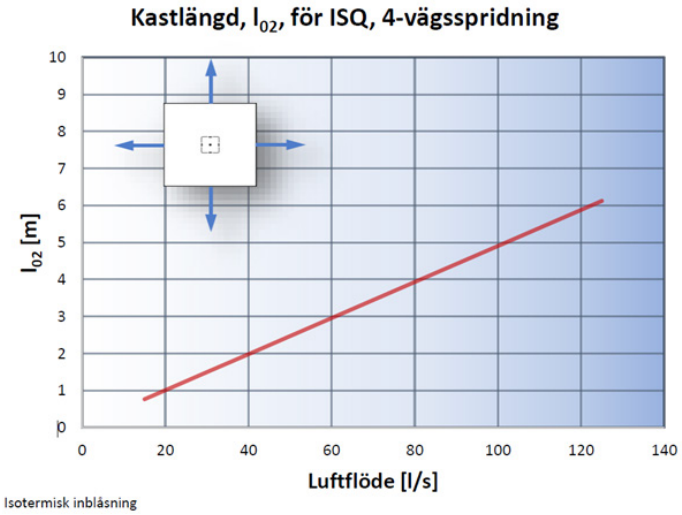


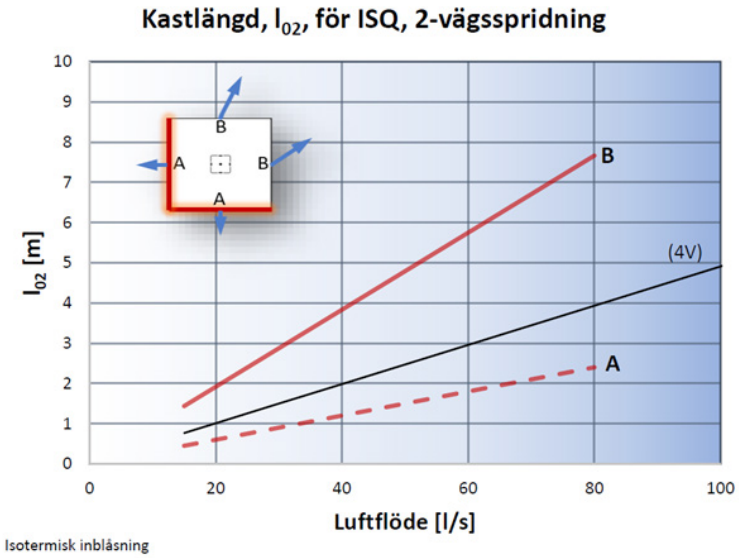
4. Spridningsbild, kastlängd & luftflöde

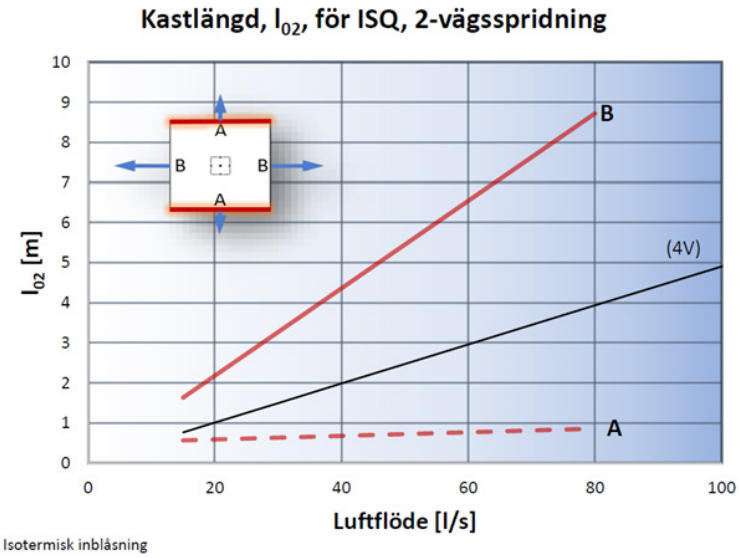
Kastlängder och luftflöden redovisas här till höger för donens normala 4-vägsspridning. Vid 4-vägsspridning följer spridardelens 4 separata skivor dynamiskt variationer i luftflödet, d.v.s. ingen skiva är hindrad av den sprint som kan vikas ut, individuellt för varje skiva, för att begränsa luftrörelsen förbi den blockerade skivan.

I någon lokal kan spridningsbilden behöva anpassas efter förutsättningarna just omkring det enskilda donet. Nedan redovisas kastlängder vid 2-vägsspridning . Se nästa sida för kastlängd vid 1-vägs och 3-vägsspridning samt kastlängd för ISQ-F. Alternativen motsvarar antal skivor i spridardelen på donet som INTE har blockerats.

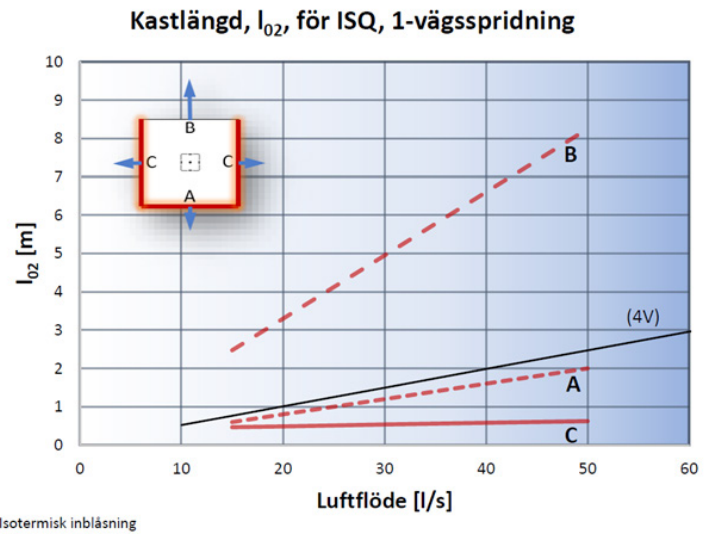
Alla förhållanden avser isotermisk inblåsning.

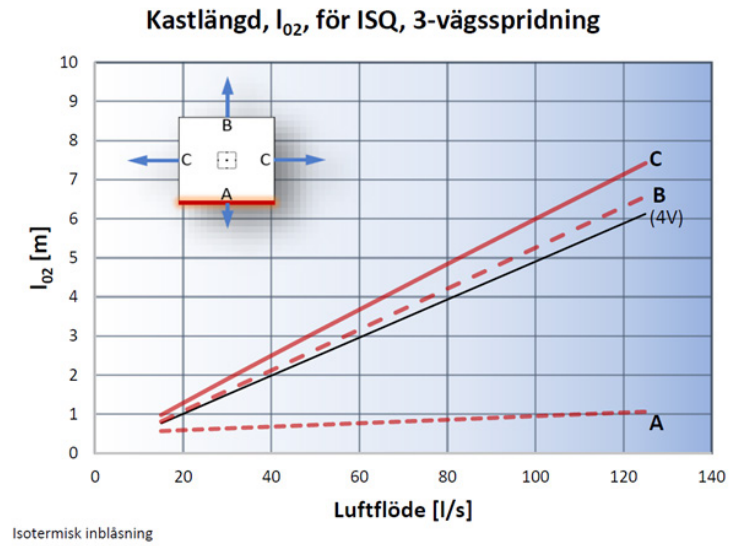


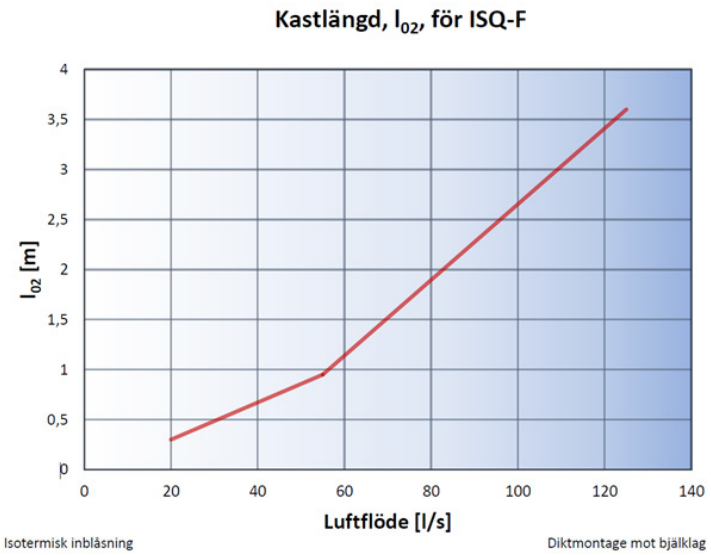




4. Spridningsbild, kastlängd & luftflöde (Forts.)







Förklaringstext till diagrammet för ISQ-F: Under ca 55 l/s uppnås ingen coandaeffekt, därför är det en brytpunkt på kurvan.

5. Spridningsbild och ljudnivåer

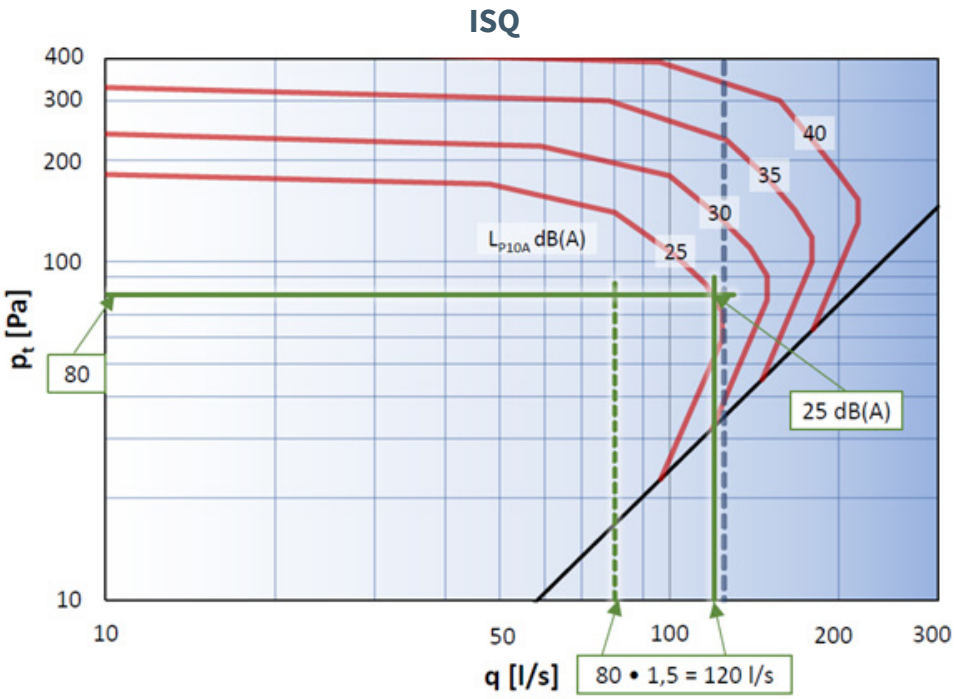
När en eller flera skivor i spridardelen begränsas i ett stängt läge kommer ljudnivån från donet att öka på grund av ökad lufthastighet över de sidor som är öppna. För att överslagsmässigt beräkna den ökade ljudnivån avläses ljudnivån i ISQ's diagram för ett korrigerat luftflöde. Följande korrektionsfaktorer används för olika spridningsalternativ:

- 3-vägsspridning – korrektionsfaktor 1,2.
- 2-vägsspridning – korrektionsfaktor 1,5.
- 1-vägsspridning – korrektionsfaktor 2.

Exempel:

- Luftflöde 80 l/s
- Kanaltryck 80 Pa
- 2-vägsspridning

Gå in i ISQ's diagram med det korrigerade luftflödet 80* 1,5 = 120 l/s och avläs ljudnivån 25 dB(A) för 80 Pa.



6. Avstånd till annat don eller till hinder

Lämpliga minimum avstånd vid utplacering av don monterade i undertak vid 4-vägsspridning:

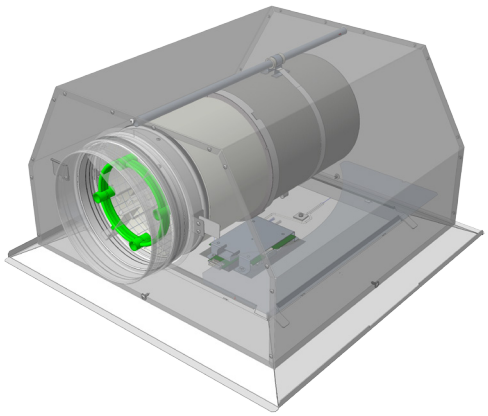
Maxflöde/don	c/c-avstånd don	Avstånd c till vägg
≈ 50 l/s	2 - 2,4 m	1 - 1,2 m
≈ 100 l/s	3 - 3,6 m	1,5 - 1,8 m

Maxflöde/m²: 8 l/(s*m²)
Maxeffekt/m²: Ca 75 W/m²
(Vid Δt = 8 K mellan till - och frånluft)

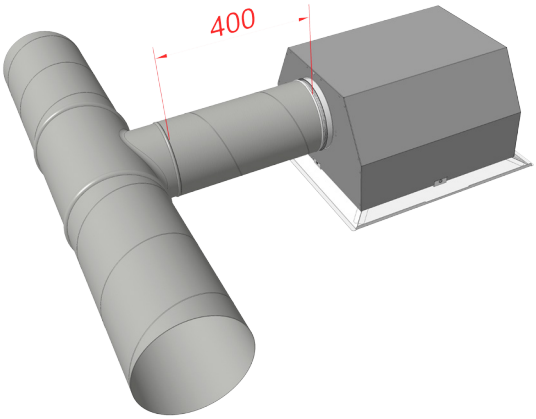
7. Om raksträckor

ISQ/ -F är försett med ett egenutvecklat flödesmätdon som minskar behovet av raksträckor genom att medelvärdesbilda luftflödet över kanalens tvärsnittsarea. Mätdonet är monterat i inloppet till flödesventilen.

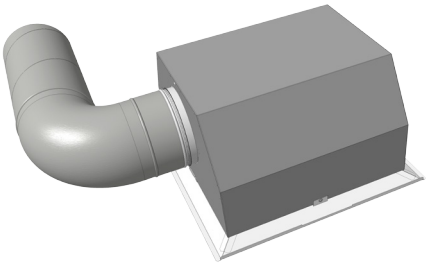
För att hålla mättoleranser behöver donet en minsta raksträcka på 400 mm efter ett T-stycke. ISQ/ -F kan monteras direkt efter en 90° böj. Vid dimensionsförändring framför donet behövs en minsta raksträcka på 200 mm. Se illustrationer nedan.



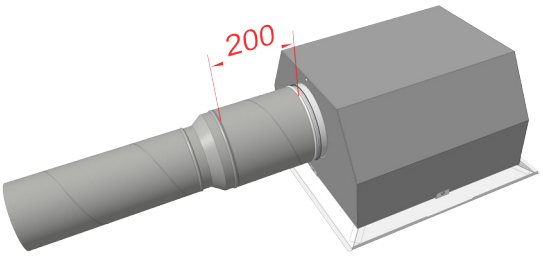
ISQ med det inbyggda flödesmätdonet grönmarkerat i inloppet till flödesventilen.



Efter T-stycke krävs en raksträcka framför donlådan på 400 mm.



Vid anslutning av ISQ direkt efter 90° böj krävs ingen raksträcka.



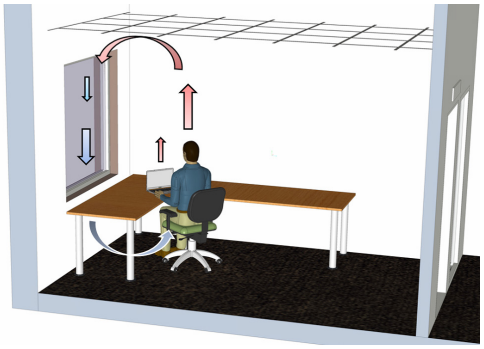
Vid dimensionsförändring av kanal framför ISQ krävs en raksträcka framför donlådan på 200 mm.

8. CFD-beräkning

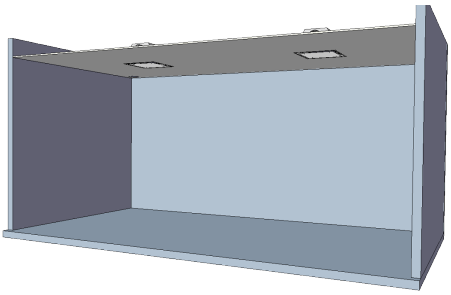
Det är viktigt att känna till vad som påverkar hur luften rör sig i ett rum när man skall projektera en ventilationslösning. Även i ett rum utan ventilation kommer man att ha luftrörelser som uppstår på grund av temperaturdifferenser som i sin tur orsakar konvektionsströmmar.

CFD-beräkningar (Computational Fluid Dynamics) kan visa hur en viss lösning kan komma att påverka hastigheten och riktningen av luftströmmar och temperaturer i utrymmet. I en datormodell byggs rummet upp med ingående komponenter som till- och frånluftsdon, värmekällor, möbler etc. Utifrån dessa beräkningar kan man sedan skaffa sig en bättre bild av hur slutresultatet kan komma att bli.

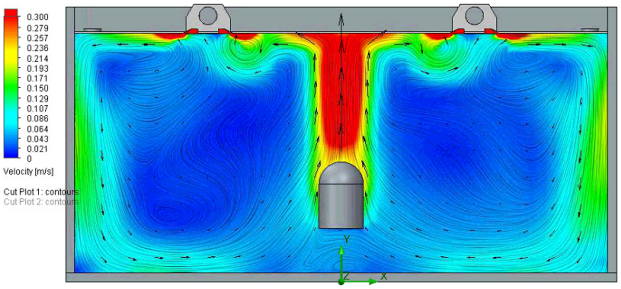
När ett eller flera ventilationsdon placeras i ett rum bestäms spridningsbilden både av vilken kastlängd tilluftsdonen har vid ett givet flöde och hur luftens utbredning och riktning påverkas av värmekällor och deras placering i rummet. Se exempelrum med CFD-resultat nedan. Luftströmmarna påverkas av olika värmekällor och deras placering i rummet.



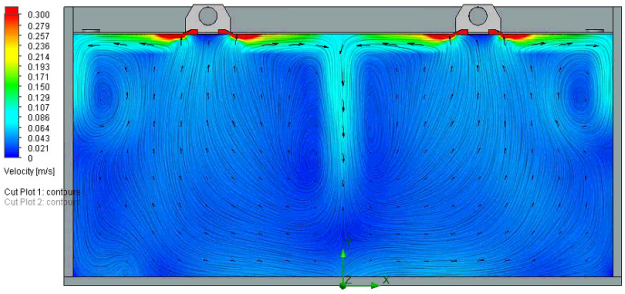
Uppåtriktade luftströmmar från värmekällor och kallras vid fönster skapar luftcirkulation i rummet.



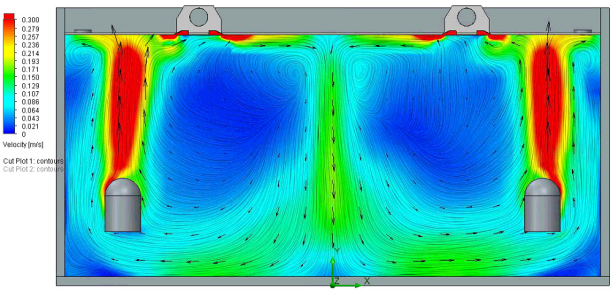
Exempelrum för beräkningarna i exempel 1 till 3.. Rummet är utrustat med två ISQ don, c/c 3 meter.



Exempel 2. Resultat med undertempererad tilluft, en värmekälla placerad mitt i rummet. Värmekällan mitt i rummet motverkar den nedåtgående luftströmmen mellan donen men förstärker luftströmmarna utmed väggarna. Färgskala 0 – 0,3 m/s.



Exempel 1. Resultat med isotermisk inblåsning, det vill säga inga värmekällor i rummet. Luften "krockar" i mitten mellan donen men den nedåtgående luftströmmen har hastighet mindre än 0,1 m/s. Färgskala 0 – 0,3 m/s.



Exempel 3. Resultat med undertempererad tilluft, Lika stor värmelast som i exempel 2 men fördelad på två värmekällor placerade nära väggarna. Värmekällorna förstärker den nedåtgående luftströmmen mellan donen men motverkar luftströmmarna utmed väggarna. Färgskala 0 – 0,3 m/s.

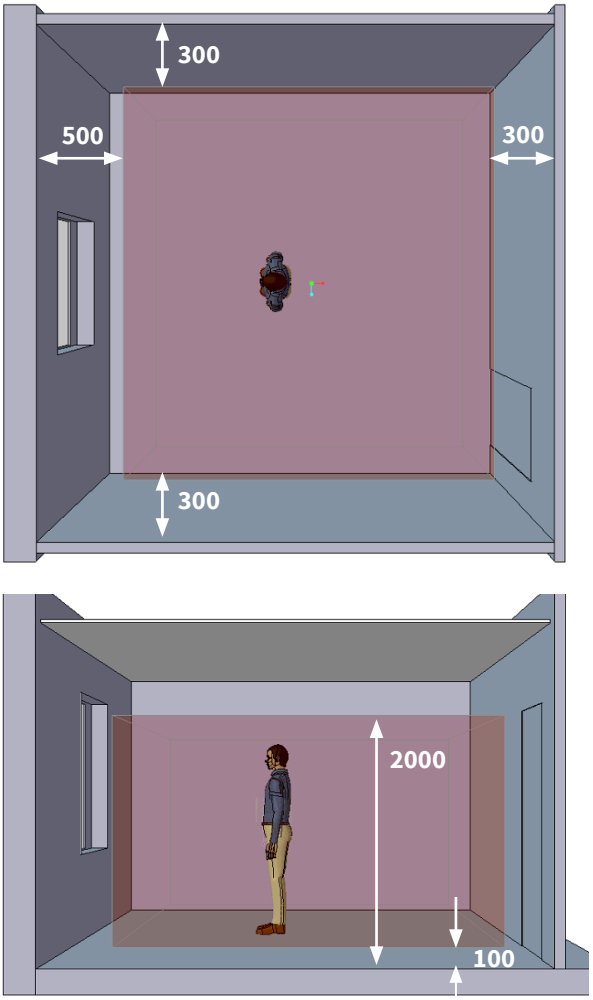
9. Vistelsezon

För att bedöma det termiska klimatet inomhus finns det ett antal parametrar att mäta. När det gäller luftrörelser anges oftast att dessa skall mätas i vistelsezonen. Vad är då vistelsezonen?

Lindinvent rekommenderar en definition av vistelsezonen vid kylning med luft som:

"Den zon i rummet som begränsas av två horisontella plan, ett på 0,1 meters höjd över golv och ett annat på 2,0 meters höjd över golv, samt vertikala plan 0,5 meter från ytterväggar och 0,3 meter från innerväggar."

I Sverige finns det två definitioner som anges av myndigheter, se nedan. Lindinvents definition tar hänsyn till de förutsättningar som gäller vid kylning med luft och rekommenderas därför som text och utgångspunkt i projektets handlingar (AMA-beskrivning).



Vistelsezon enligt Lindinvent för att bedöma/mäta/kravställa luftrörelser vid kylbehov.

Vistelsezon enligt två myndigheter

I Sverige finns det två olika definitioner som anges av myndigheter:

Boverket

BFS 2011:6 t.o.m. BBR 28:

"6:212 Definitioner
Vistelsezonen begränsas i rummet av två horisontella plan, ett på 0,1 meters höjd över golv och ett annat på 2,0 meters höjd över golv, samt vertikala plan 0,6 meter från yttervägg eller annan yttre begränsning, dock vid fönster och dörr 1,0 meter."

Folkhälsomyndigheten

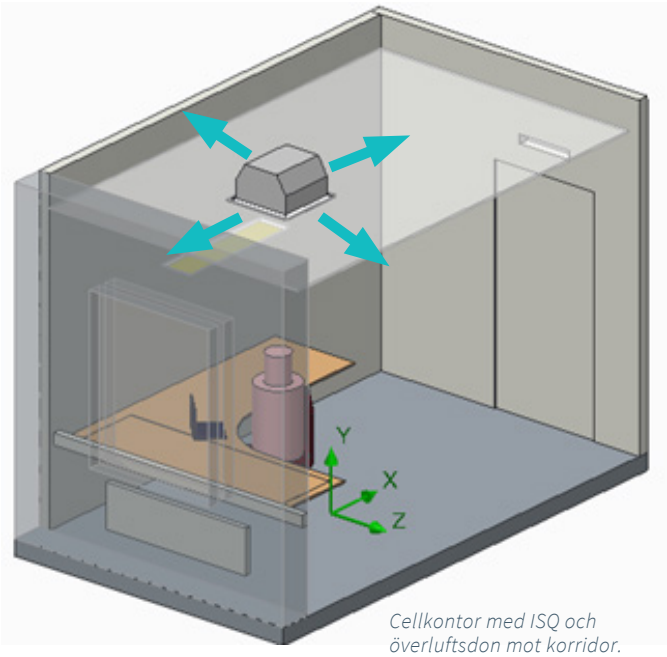
FoHMFS 2014:17 (tidigare Socialstyrelsen SOSFS 2005:15):

"vistelsezon: Zon i ett rum avgränsad horisontellt 0,1 och 2,0 meter över golv samt vertikalt 0,6 meter från innervägg och 1,0 meter från yttervägg."

10. CFD-beräkningar - Standardlösningar

Som standard levereras och installeras ISQ och ISQ-M med spridardelens fyra skivor i spridardelen fullt rörliga, vilket ger 4-vägsspridning efterliknande en cirkulär spridningsbild.

De CFD-beräkningar som redovisas för ISQ gäller också för ISQ-M. De värden som redovisas för ISQ-F gäller också för ISQ-FM.

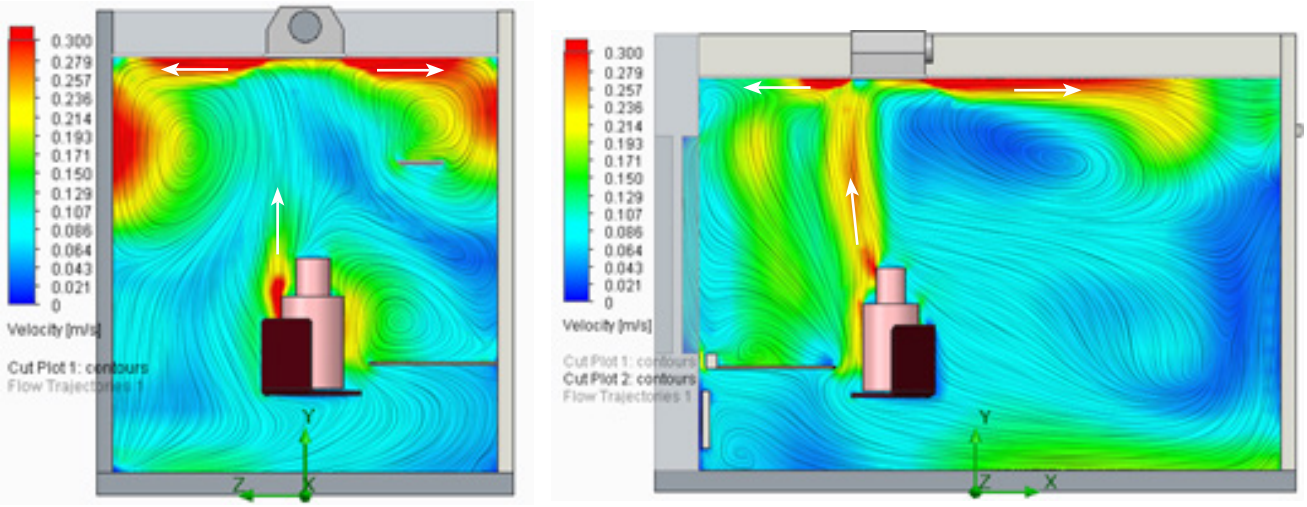


Cellkontor med ISQ och överluftsdon mot korridor.

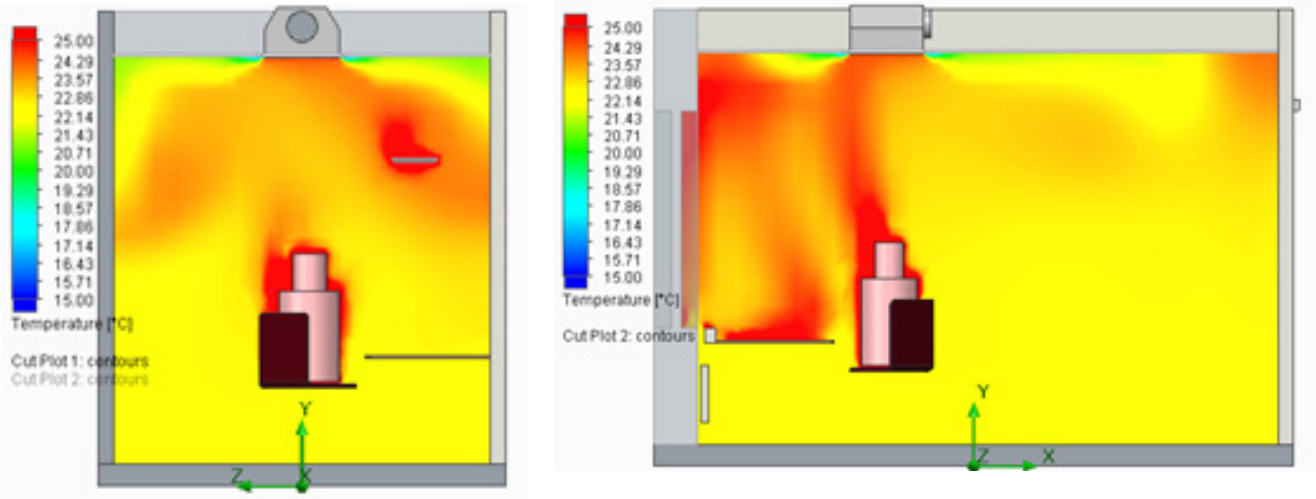
10.1 Cellkontor, ISQ

- Luftflöde 50 l/s, 5 l/(s*m²)
- Tilluft 15°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 500 W, 50 W/m²

  - Person 100 W
  - Belysning 75 W
  - PC 125 W
  - Sol 200 W

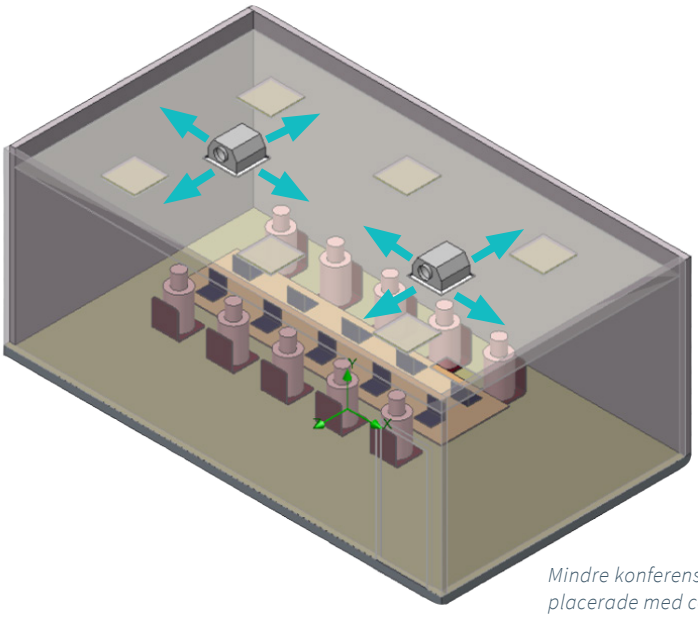


CFD i två snitt: Resulterande lufthastigheter i två snitt genom rummet, färgskala 0 – 0,3 m/s.



CFD i två snitt: Resulterande lufttemperatur i två snitt genom rummet, färgskala 15 – 25°C.

10.2 Mindre konferensrum, ISQ

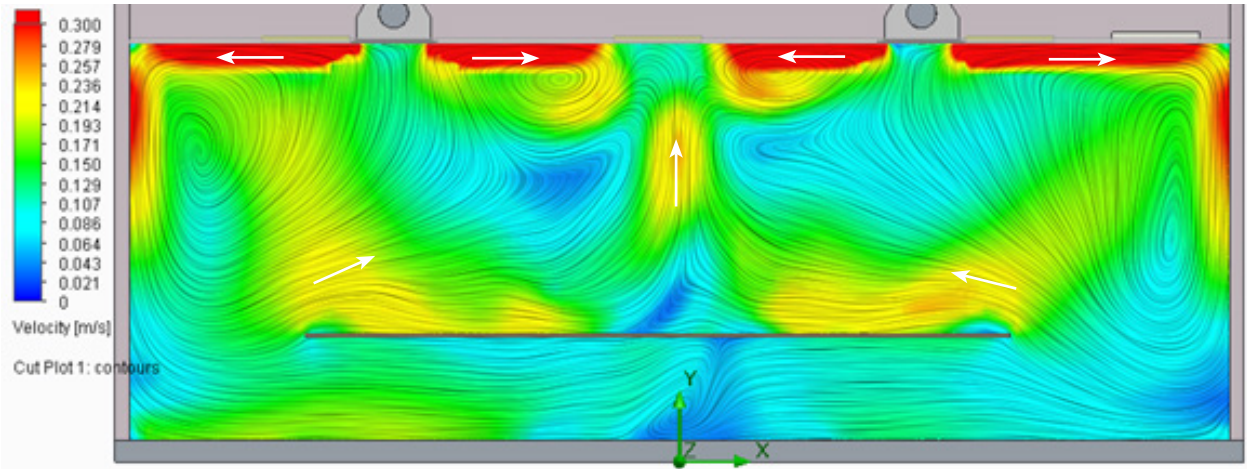


Standardlösning: Konferensrum med två ISQ don, centrumavstånd 3,6 meter.

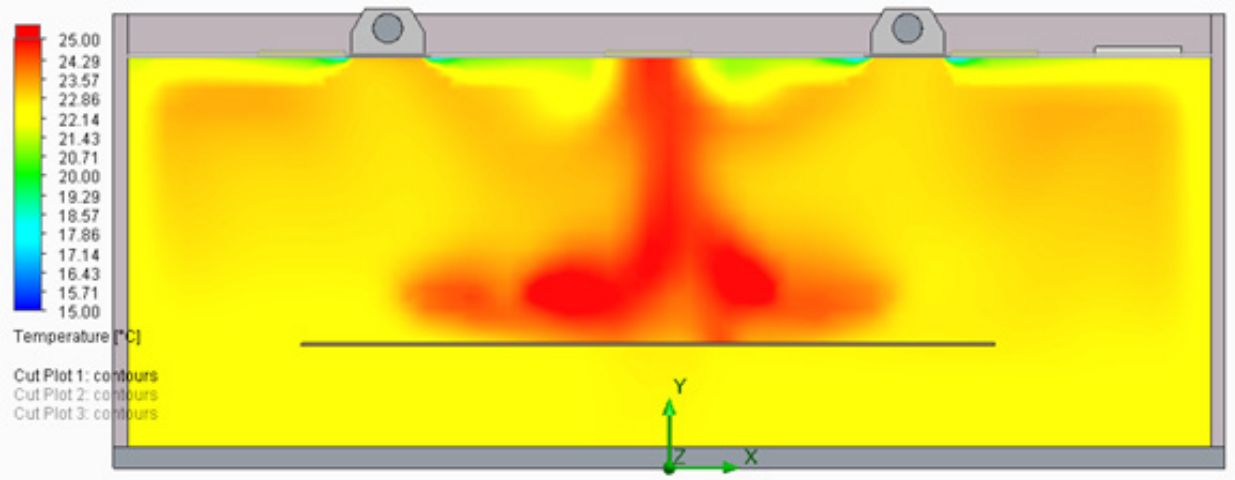
- Luftflöde 200 l/s (9 l/s,m²)
- Tilluft 15°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 1900 W (91 W/m²)

  - Personer 1000 W
  - Belysning 200 W
  - PC 700 W

Mindre konferensrum med två ISQ don placerade med centrumavstånd 3,6 meter.



CFD Längdsnitt: Resulterande lufthastigheter i längdsnitt genom rummet vid 4-vägsspridning, färgskala 0 – 0,3 m/s.

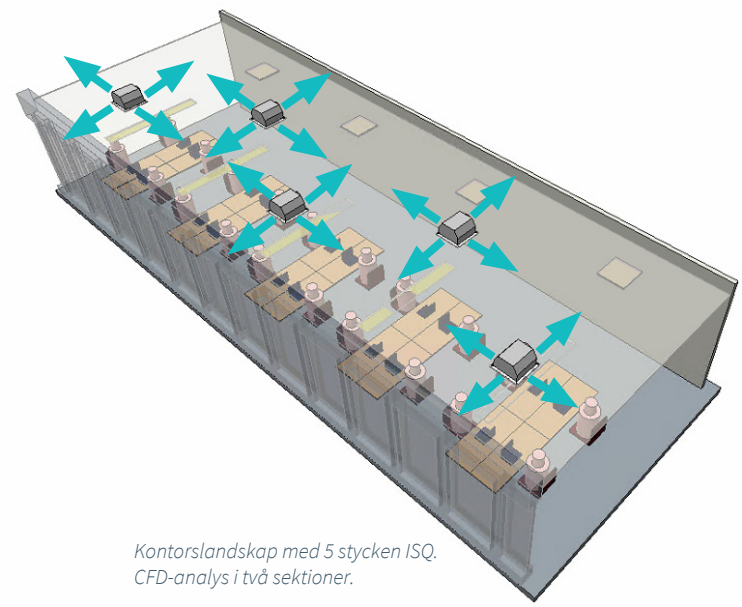


CFD Lägndsnitt: Resulterande lufttemperatur i längdsnitt genom rummet, 4-vägsspridning, färgskala 15 – 25°C.

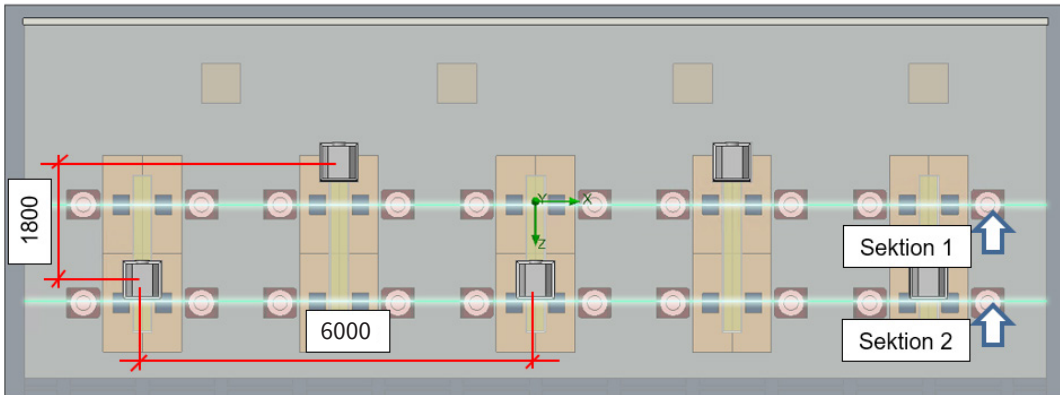
10.3 Kontorslandskap, ISQ

- Luftflöde 500 l/s (5,6 l/s per m²)
- Tilluft 16°C
- Rumstemp 24°C
- Värmelast 4800 W (54 W/m²

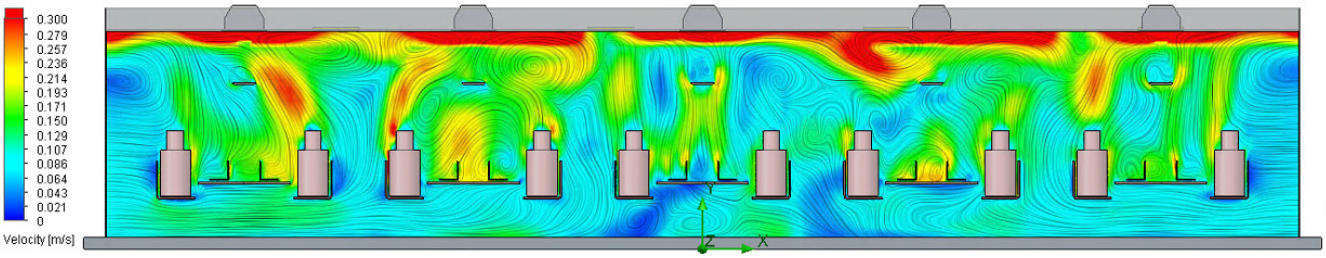
  - Personer 2000 W
  - Belysning 500 W
  - PC 1600 W
  - Sol 700 W



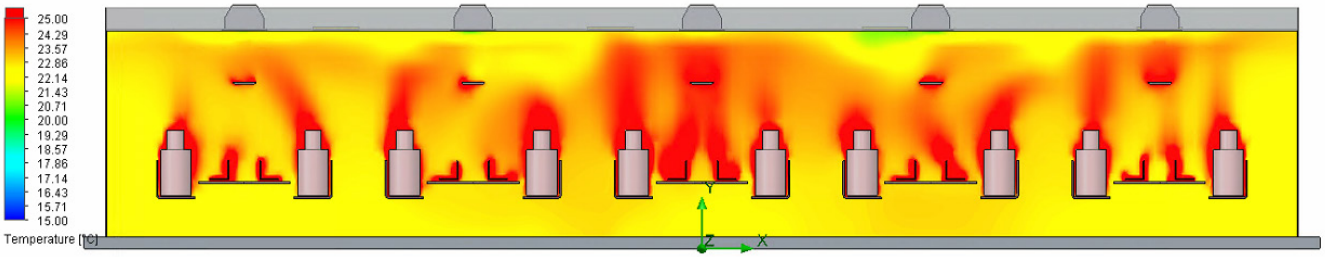
Kontorslandskap med 5 stycken ISQ.
CFD-analys i två sektioner.



Avstånd mellan don samt var sektioner för CFD är tagna.

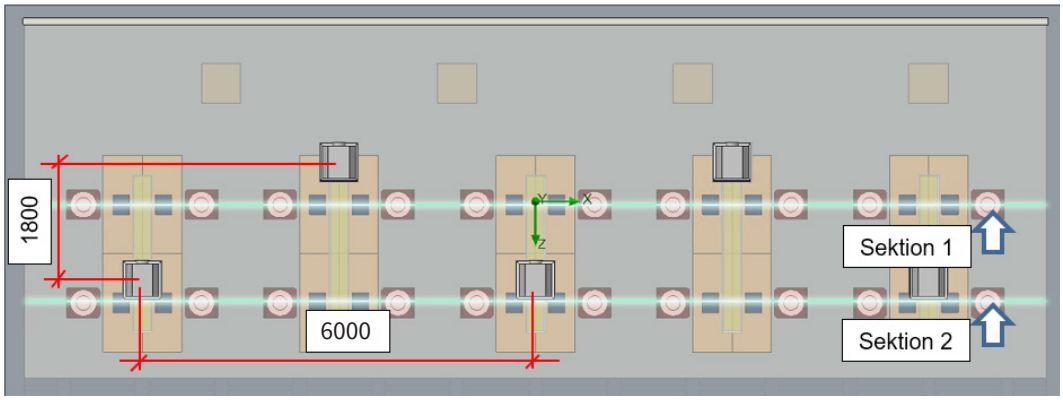


CFD Sektion 1: Resulterande lufthastigheter i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

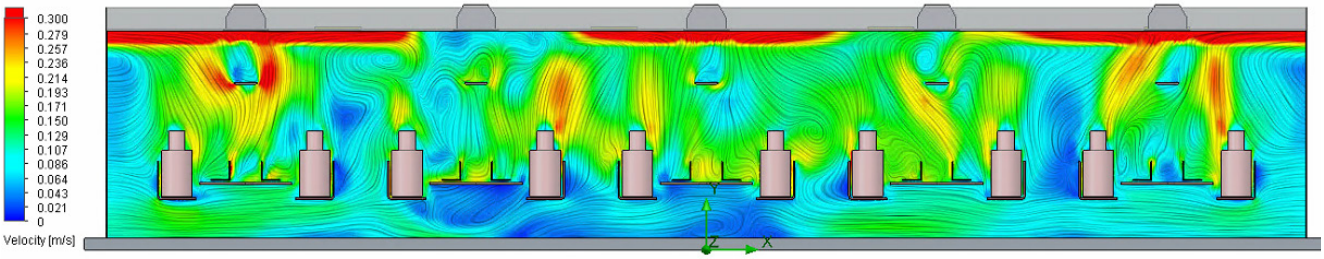


CFD Sektion 1: Resulterande lufttemperatur i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

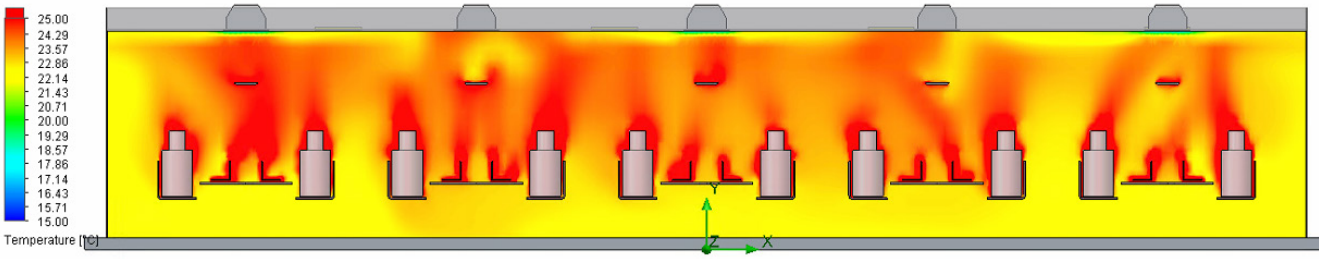
10.3 Kontorslandskap, CFD Sektion 2



Avstånd mellan don samt var sektioner för CFD är tagna.



CFD Sektion 2: Resulterande lufthastigheter i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

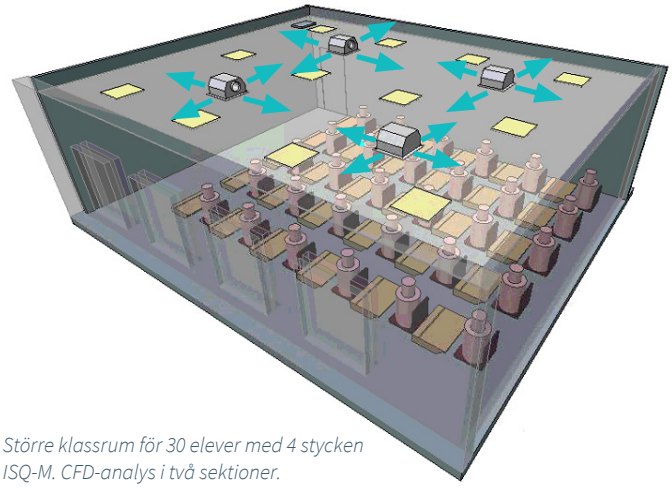


CFD Sektion 2: Resulterande lufttemperatur i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

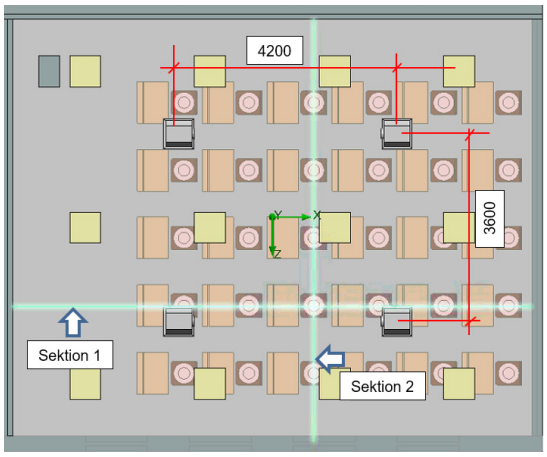
10.4 Större klassrum, ISQ-M

- Luftflöde 400 l/s (5 l/s per m²)
- Tilluft 16°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 3200 W (40 W/m²

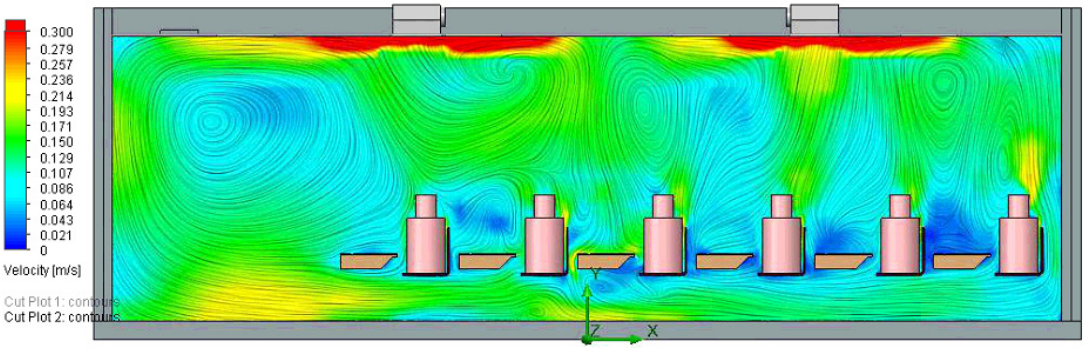
  - Personer 2400 W
  - Belysning 800 W



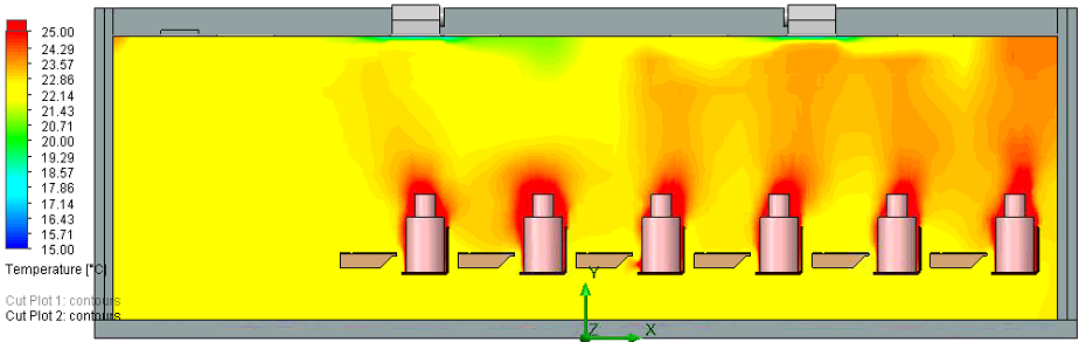
Större klassrum för 30 elever med 4 stycken ISQ-M. CFD-analys i två sektioner.



Avstånd mellan don samt var sektioner för CFD är tagna.

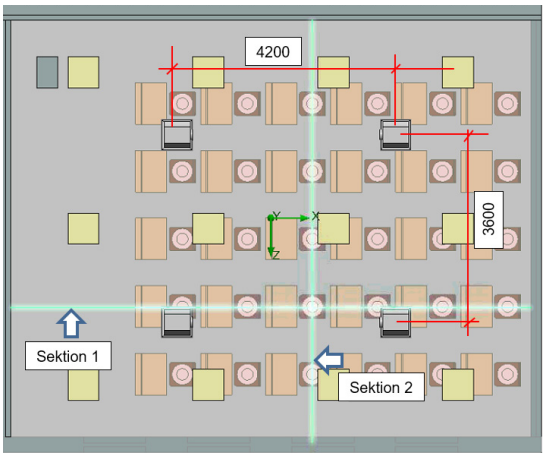


CFD Sektion 1: Resulterande lufthastigheter i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

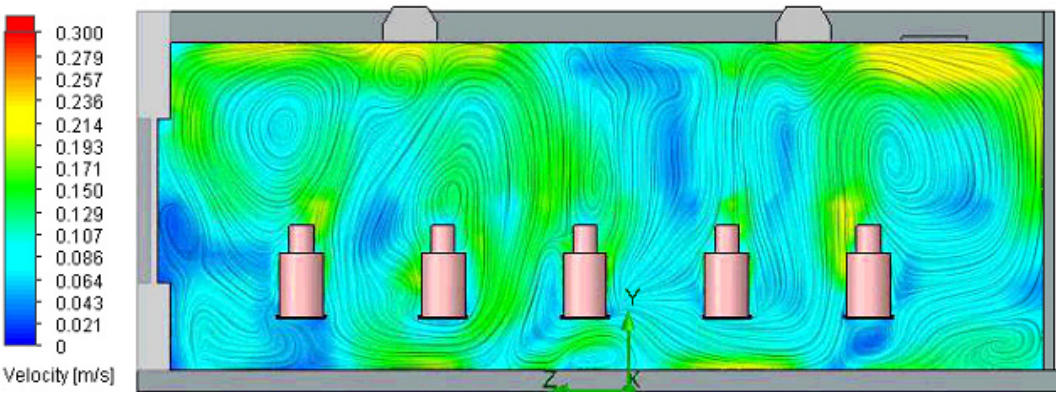


CFD Sektion 1: Resulterande lufttemperatur i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

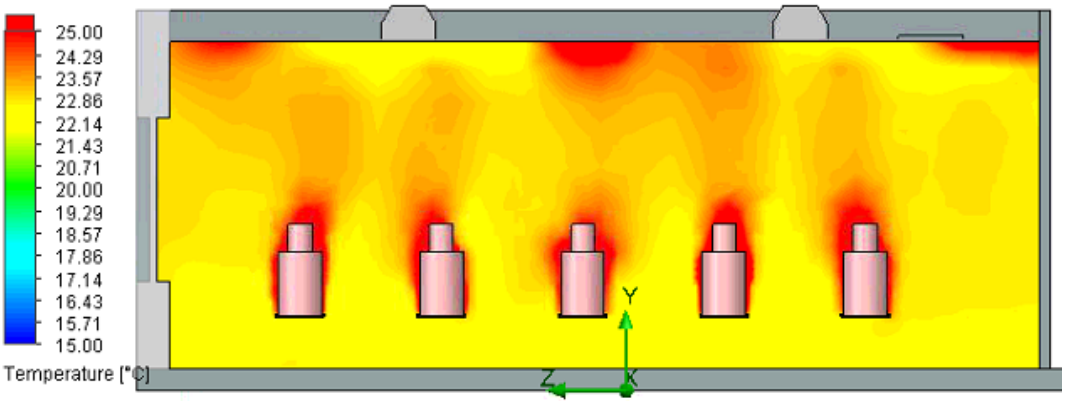
10.4 Större klassrum, ISQ-M / CFD Sektion 2



Avstånd mellan don samt var sektioner är tagna.



CFD Sektion 2: Resulterande lufthastigheter i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

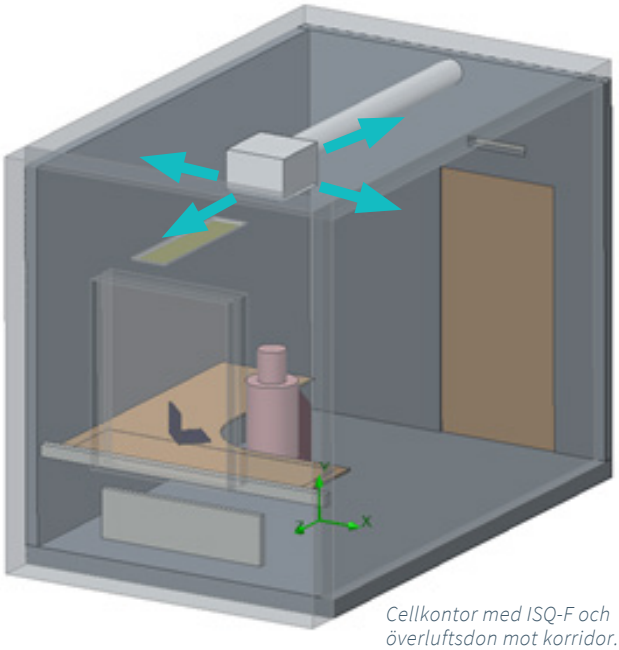


CFD Sektion 2: Resulterande lufttemperatur i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

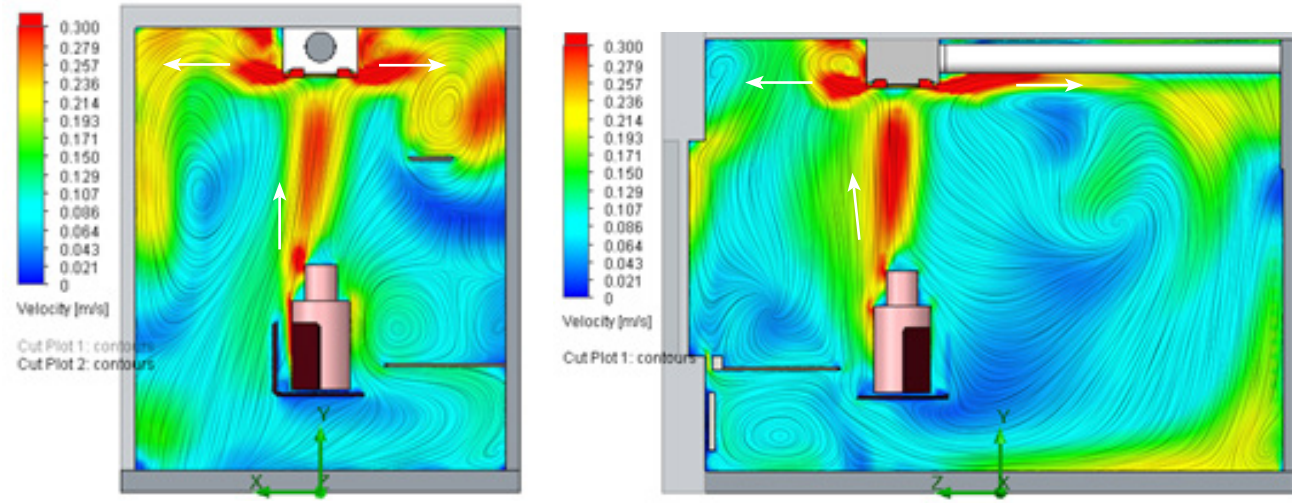
10.5 Cellkontor, ISQ-F

- Luftflöde 50 l/s, 5 l/(s*m²)
- Tilluft 15°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 500 W, 50 W/m²

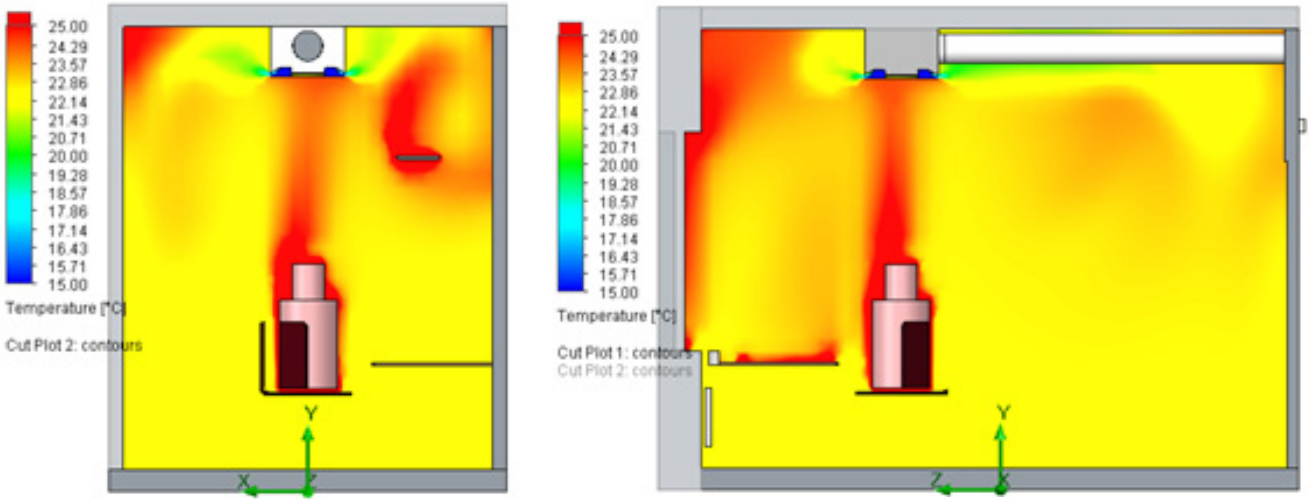
  - Person 100 W
  - Belysning 75 W
  - PC 125 W
  - Sol 200 W



Cellkontor med ISQ-F och överluftsdon mot korridor.

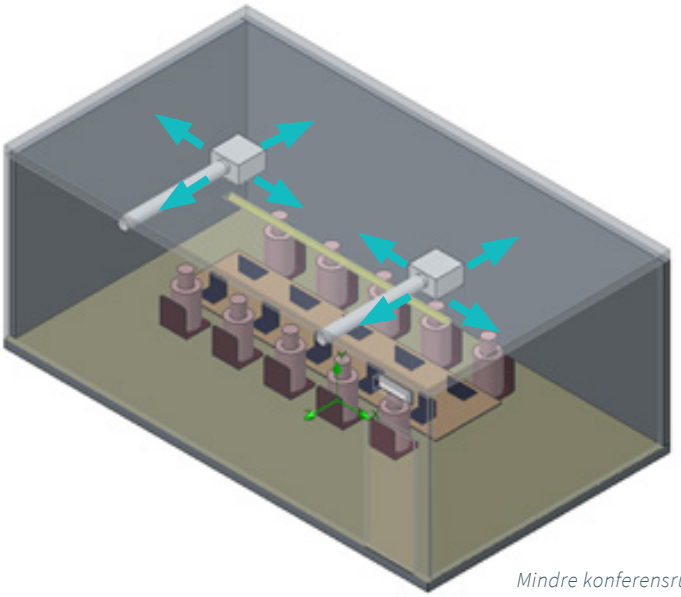


CFD i två snitt: Resulterande lufthastigheter i två snitt genom rummet, färgskala 0 – 0,3 m/s.



CFD i två snitt: Resulterande lufttemperatur i två snitt genom rummet, färgskala 15 – 25°C.

10.6 Mindre konferensrum, ISQ-F

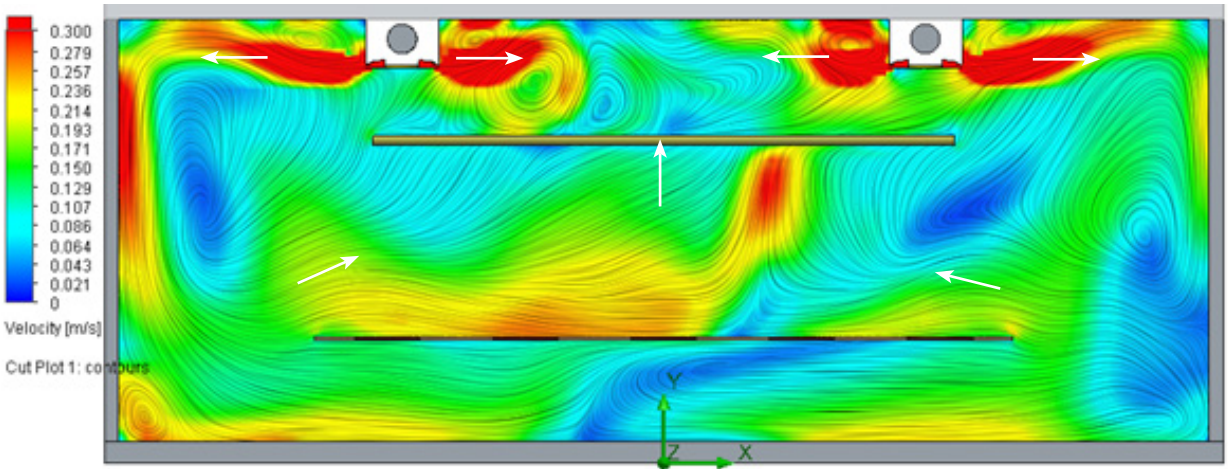


Standardlösning: Konferensrum med två ISQ-F don, centrumavstånd 3,6 meter.

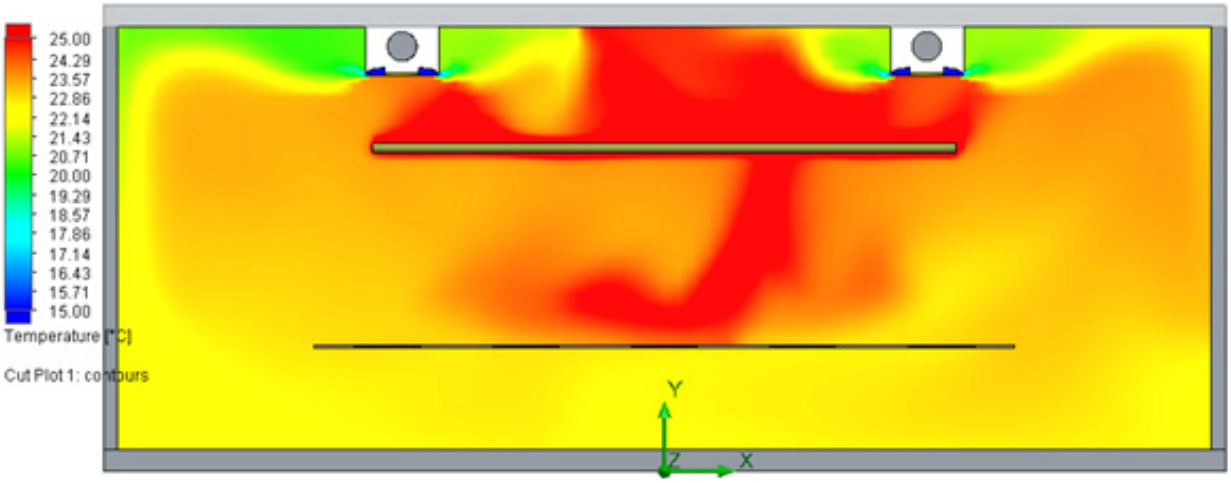
- Luftflöde 200 l/s (9 l/s,m²)
- Tilluft 15°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 1900 W (91 W/m²)

  - Personer 1000 W
  - Belysning 200 W
  - PC 700 W

Mindre konferensrum med två ISQ-F don placerade med centrumavstånd 3,6 meter.



CFD Längdsnitt: Resulterande lufthastigheter i längdsnitt genom rummet vid 4-vägsspridning, färgskala 0 – 0,3 m/s.

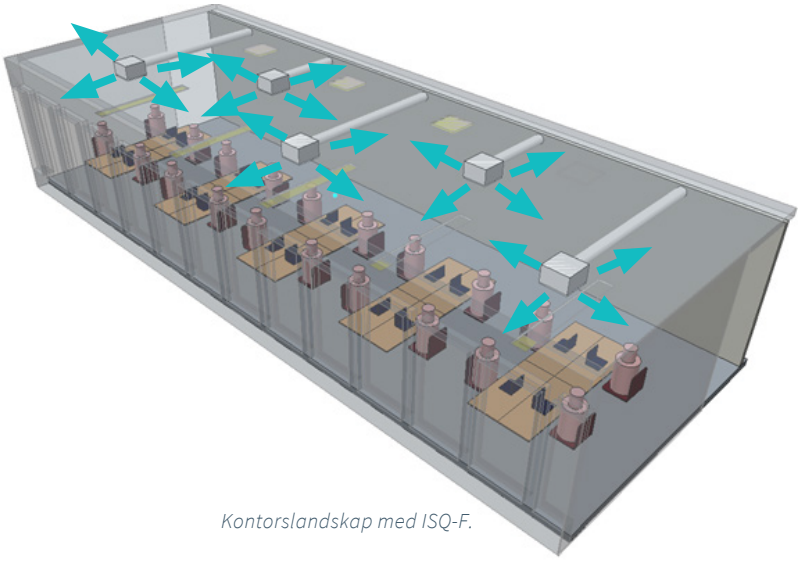


CFD Lägndsnitt: Resulterande lufttemperatur i längdsnitt genom rummet, 4-vägsspridning, färgskala 15 – 25°C.

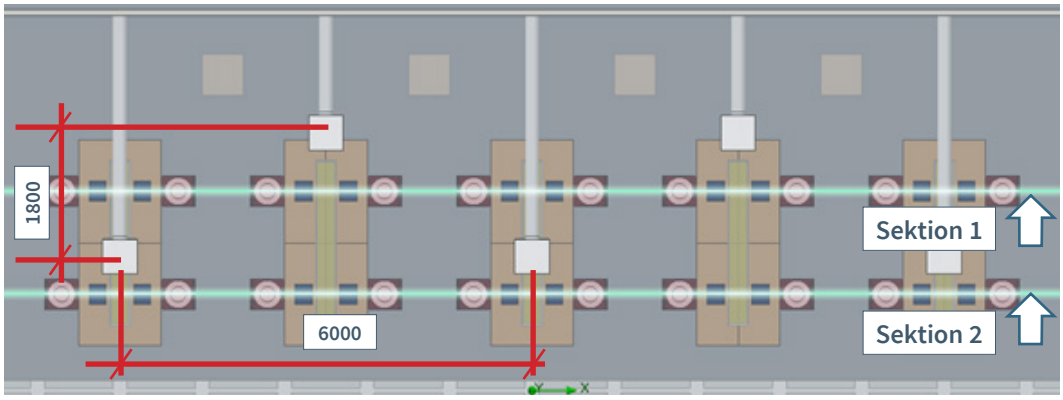
10.7 Kontorslandskap, ISQ-F

- Luftflöde 500 l/s (5,6 l/s per m²)
- Tilluft 16°C
- Rumstemp 24°C
- Värmelast 4800 W (54 W/m²

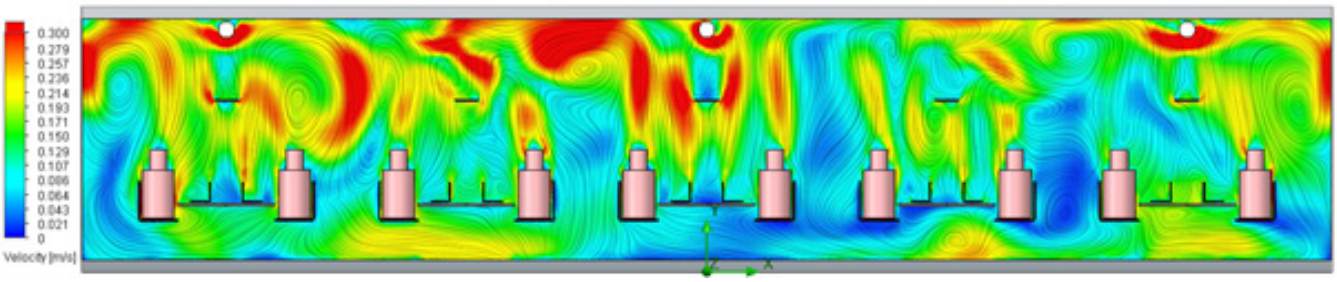
  - Personer 2000 W
  - Belysning 500 W
  - PC 1600 W
  - Sol 700 W



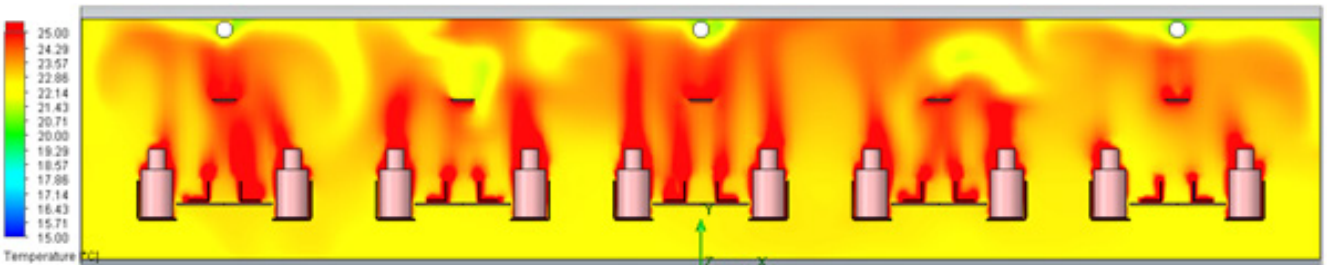
Kontorslandskap med ISQ-F.



Avstånd mellan don samt var sektioner för CFD är tagna.

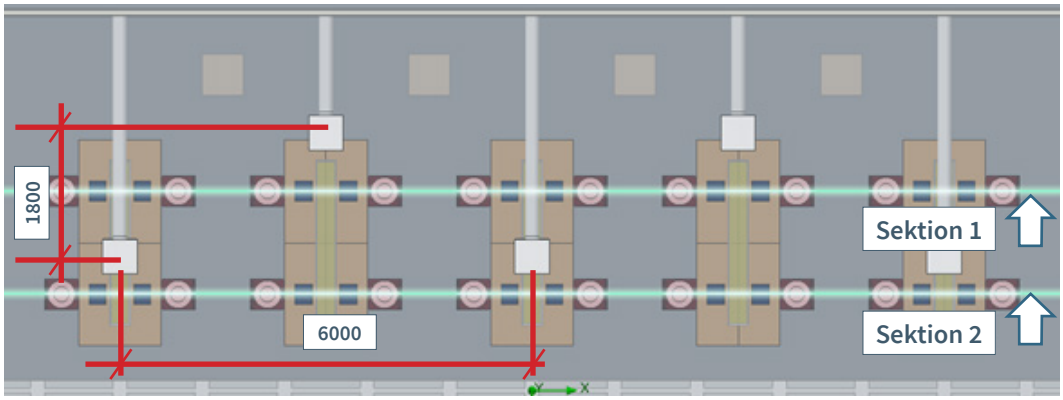


CFD Sektion 1: Resulterande lufthastigheter i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

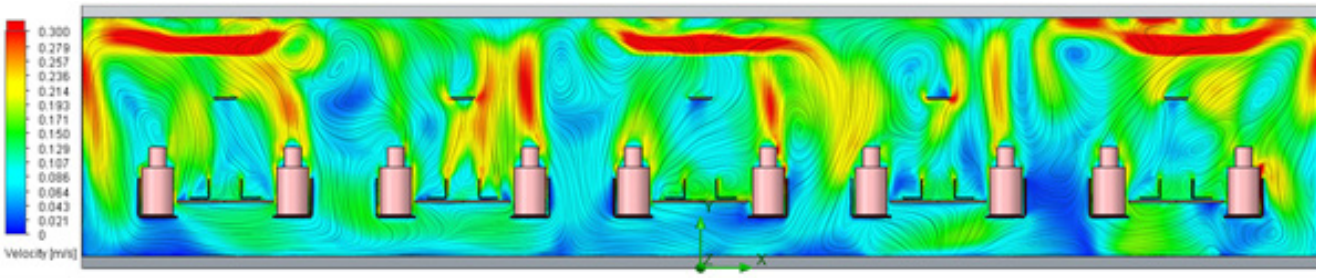


CFD Sektion 1: Resulterande lufttemperatur i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

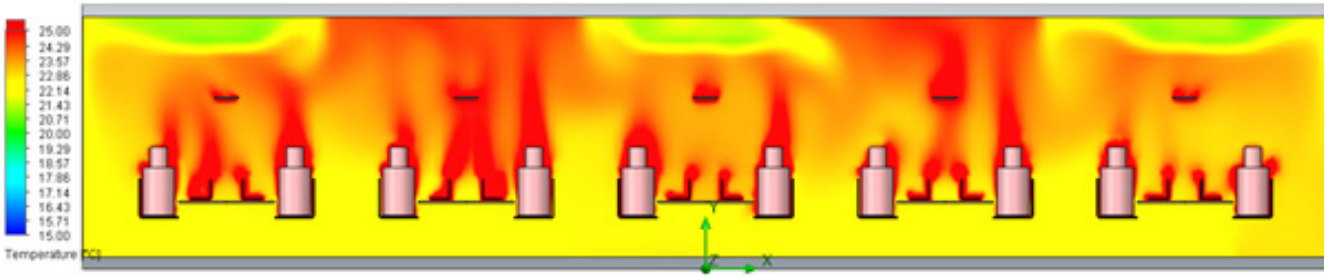
10.7 Kontorslandskap, ISQ-F / CFD Sektion 2



Avstånd mellan don samt var sektioner för CFD är tagna.



CFD Sektion 2: Resulterande lufthastigheter i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 0 – 0,3 m/s.



CFD Sektion 2: Resulterande lufttemperatur i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för alla don, färgskala 15 – 25°C.

11. CFD-beräkningar - Anpassade lösningar

I vissa utrymmen kan spridningsbilden från enskilda don behöva justeras. Här redovisas exempel på möjlig anpassning av spridningsbilden i lokaler med flera don.

De CFD-beräkningar som redovisas för ISQ gäller också för ISQ-M. De värden som redovisas för ISQ-F gäller också för ISQ-FM.

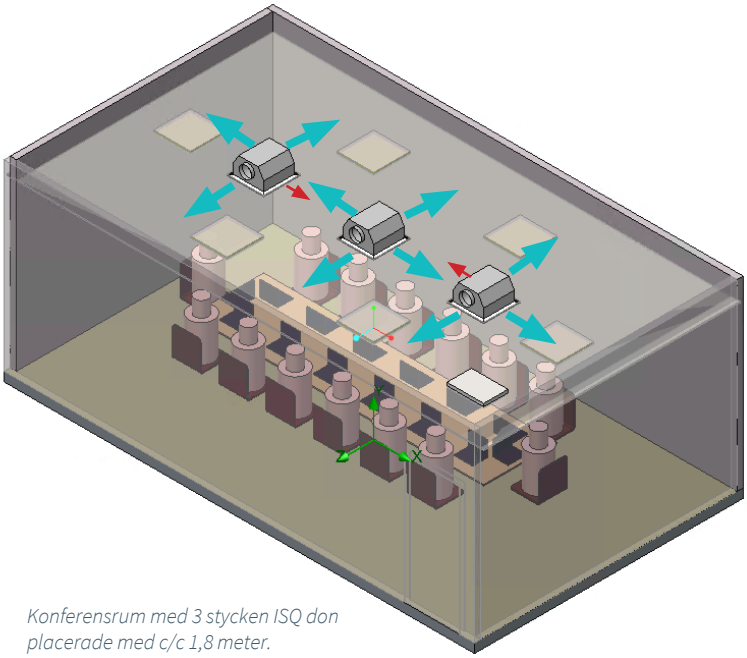
11.1 Större konferensrum, 3- och 4-vägsspridning, ISQ

Exempel på åtgärd som kan vidtas där don har placerats nära varandra. I detta fallet med cc 1,8 meter.

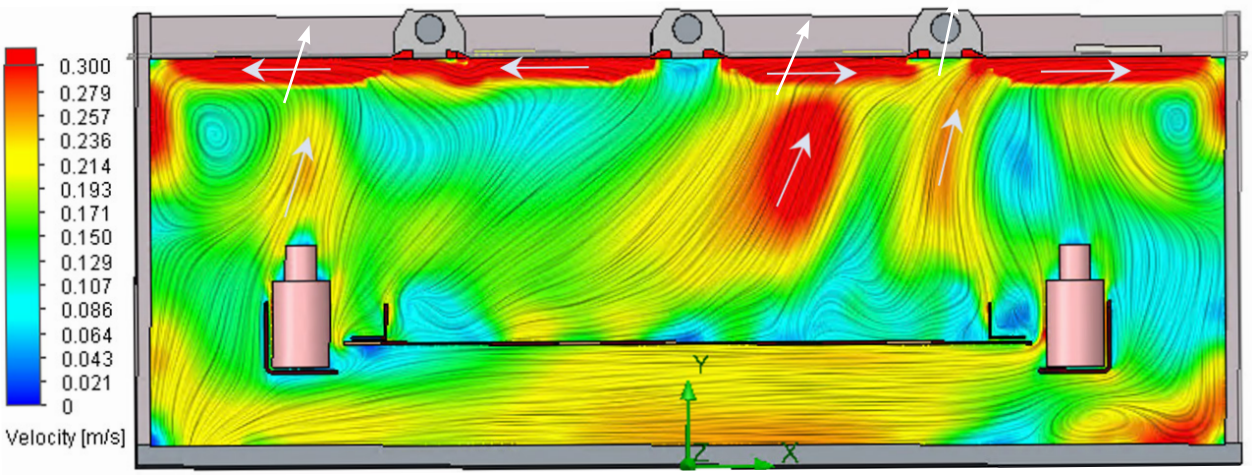
Analysmodell: 3-4-3-vägsspridning

- Luftflöde 300 l/s (9 l/s,m^2)
- Tilluft 15°C
- Rumstemp 23°C
- Värmelast 3000 W (91 W/m^2

  - Personer 1400 W
  - Belysning 400 W
  - PC 1200 W



Konferensrum med 3 stycken ISQ don placerade med c/c 1,8 meter.



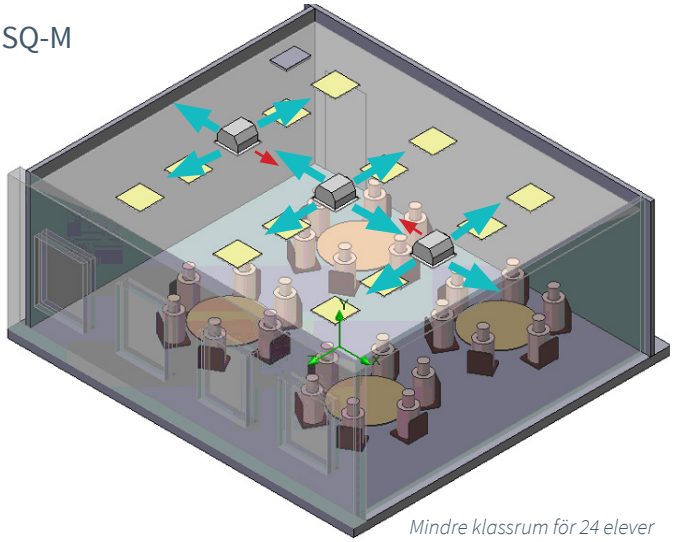
CFD längsgående snitt: Resulterande lufthastigheter i längdsnitt genom rummet, 4-vägsspridning i mitten, 3-vägsspridning för de andra två donen, färgskala 0 – 0,3 m/s. Luftspridning in mot mitten är reducerad, inget nedslag mellan donen.

11.2 Mindre klassrum, 3- och 4-vägsspridning, ISQ-M

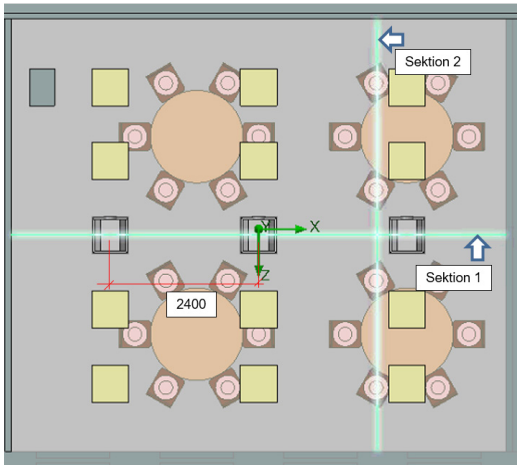
Exempel på åtgärd på plats som kan vidtas där don sitter nära varandra.

- Luftflöde 270 l/s (4,8 l/s per m²)
- Tilluft 16°C
- Rumstemp 23,5°C
- Värmelast 2420 W (43 W/m²

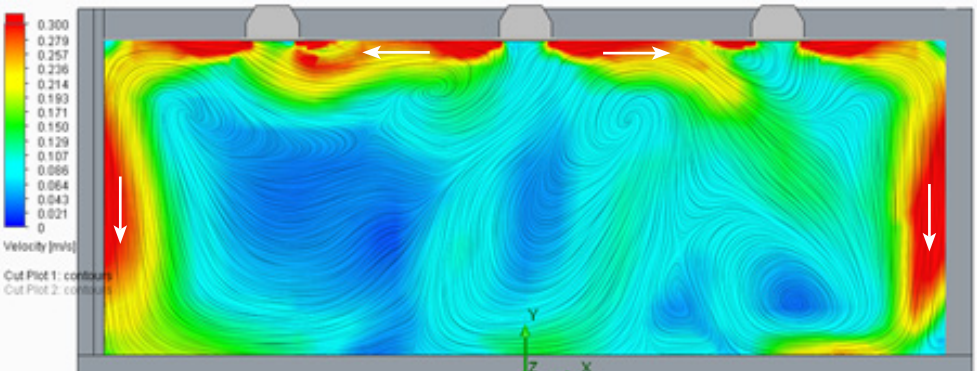
  - Personer 1920 W
  - Belysning 500 W



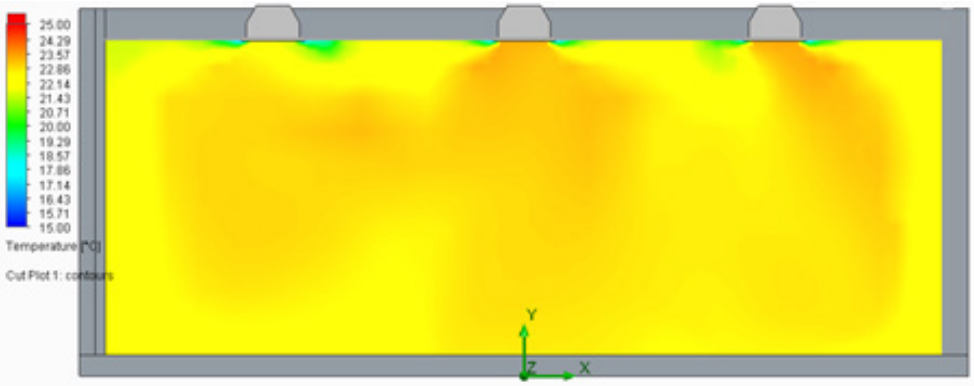
Mindre klassrum för 24 elever med 3 stycken ISQ-M don. CFD-analys i två sektioner.



Avstånd mellan don samt var sektioner är tagna. Donet i mitten har 4-vägsspridning, de övriga två donen har 3-vägsspridning med begränsat flöde in mot mittendonet.

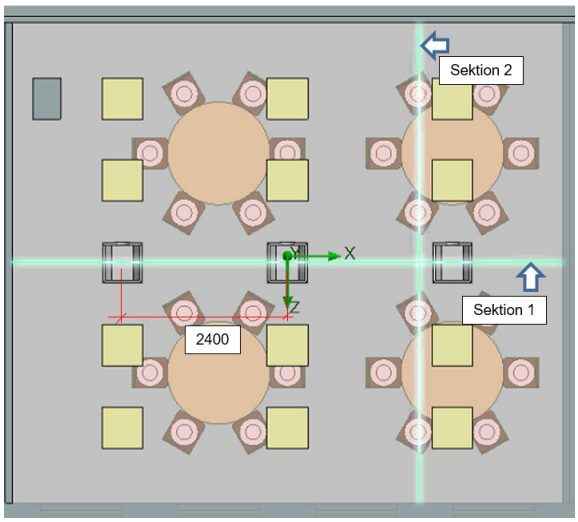


CFD Sektion 1: Resulterande lufthastigheter i sektion 1 genom rummet, 4-vägsspridning för donet i mitten, 3-vägsspridning för övriga don, färgskala 0 – 0,3 m/s.

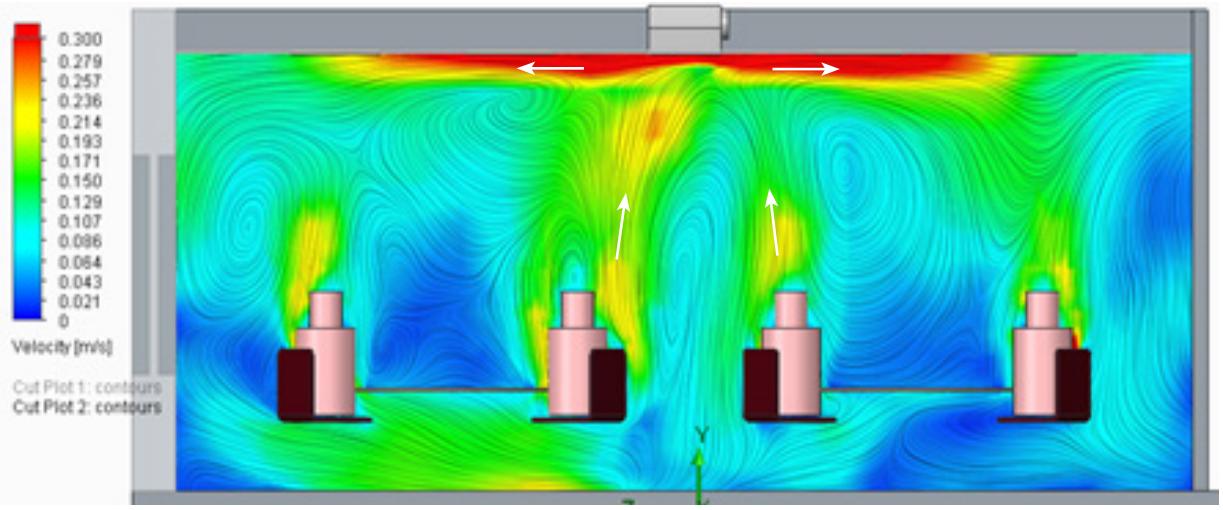


CFD Sektion 1: Resulterande lufttemperatur i sektion 1 genom rummet, färgskala 15 – 25°C.

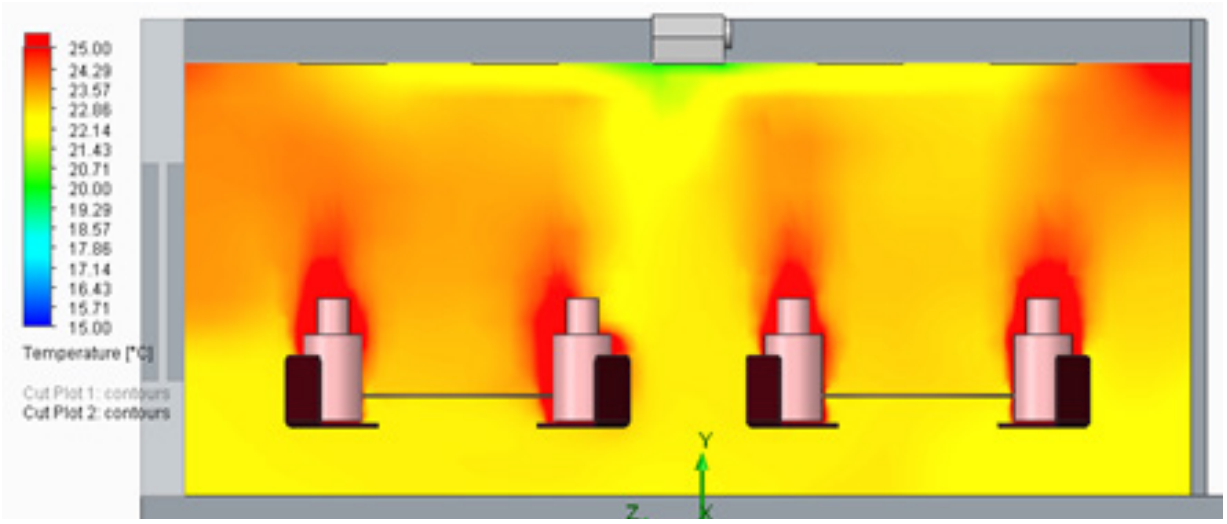
11.2 Mindre klassrum, 3- och 4-vägsspridning, CFD Sektion 2



Avstånd mellan don samt var sektioner är tagna för CFD-analys. Donet i mitten har 4-vägsspridning, de övriga två donen har 3-vägsspridning med begränsat flöde in mot mittendonet.



CFD Sektion 2: Resulterande lufthastigheter i sektion 2 genom rummet, 4-vägsspridning för donet i mitten, 3-vägsspridning för övriga don, färgskala 0 – 0,3 m/s.



CFD Sektion 2: Resulterande lufttemperatur i sektion 2 genom rummet, färgskala 15 – 25°C.

12. Anteckningar

LINDINVENT®

www.lindinvent.se • info@lindinvent.se • 046 15 85 50

LUND | GÖTEBORG | STOCKHOLM | LINKÖPING | UMEÅ