



Kyltakshandledning egenkonvektion

Teoretisk vattenkylning



Kyltakshandledning egenkonvektion



Funktion

En kylbaffel är en värmeväxlare som överför värmen i rumsluften till en kylvattenkrets.

Värmeöverföringen mellan rumsluft och yta sker på två sätt. Dels sker det genom ett strålningsutbyte mellan ytan på baffeln och rummets omgivande ytor, dels som konvektion mellan luften närmast ytan och själva ytan. Dessa två värmeöverföringsvärden adderas sedan som den totala värmeöverföringen.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Egenkonvektionsteknik

Värmeöverföring

En kylbaffel är en värmväxlare som överför värmen i rumsluften till en kylvattenkrets. För att undvika kondens får vattentemperaturen till baffeln inte vara för låg (ca +14°C). I första steget överförs värmen i rumsluften till kylbaffels ytor, varefter värmen leds från ytorna in mot rörväggen där nästa värmeöverföring sker till kylvattnet. Av den temperaturskillnad som utgörs av skillnaden mellan rumsluftens temperatur av kylvattenkretsens temperatur är 80-90% mellan rumsluft och yta, medan endast 10-20% uppstår mellan rörvägg och vatten. Förutsatt att turbulent strömning förekommer i vattnet och beroende på att värmeövergångstalen är många gånger större i vatten än i luft.

Värmeöverföringen mellan rumsluft och yta sker på två sätt. Dels sker det genom ett strålningsutbyte mellan ytan på baffeln och rummets omgivande ytor, dels som konvektion mellan luften närmast ytan och själva ytan. Dessa två värmeöverförings värden adderas sedan som den totala värmeöverföringen.

Värmeöverföring genom strålning

Det är viktigt att veta att värmeöverföring genom strålning är en värmeöverföring enbart mellan kylbaffels ytor och rummets ytor. Detta är beroende på ytornas temperaturdifferens och oberoende av luftens temperatur.

Det är relativt lätt att beräkna värmeöverföring genom strålning genom att använda strålningsekvationen:

$$P = A \times \epsilon_t \times 5,67 \times \left(\left(\frac{T_{\text{kylbaffel}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{rum}}}{100} \right)^4 \right)$$

P = effekt (W)

A = ytan (m²)

ϵ_t = totala emissionstalet

5,67 = Stefan-Boltzmanns konstant

T = temperatur (K) (°C + 273)

ϵ är materialens förmåga att absorbera och emittera värme. Alla normala material i ett rum, utom blank metall har ett ϵ -värde på 0,88-0,97. Lackerade ytor har ett ϵ -värde på ca 0,95 medan glas, tegel och andra material har ett ϵ -värde på ca 0,9. För blank metall är ϵ -värdet ca 0,1.

Detta innebär att värmeöverföring genom strålning inte kan utnyttjas om kylbaffels ytor eller rumsytor är av blank metall.

Förutsatts att rummets ytor helt omsluter kylbaffeln, vilket är det vanligaste fallet, räknas arean A som kylbaffels omslutande yta. Kylbaffels yta har vanligtvis ϵ -värdet 0,95. Det totala ϵ_t -värdet är värdet för kylbaffels yta multiplicerat med ϵ -värdet för rummets ytor. ϵ -värdet för rummets ytor kan vara lite olika, men överslagsmässigt kan ett ϵ -värde på ca 0,94 väljas för vanliga rum.

Det totala ϵ_t -värdet blir således:

$$0,95 \times 0,94 \approx 0,9$$

Ett ϵ_t -värde på 0,9 är ett bra värde att använda vid överslagsberäkningar.

Exempel

En 2 m lång stripsbaffel (Capella Classic-53) har en omslutande värmeöverföringsarea på 2,6 m². Denna yta har en temperatur av + 16°C och rumsytorna en temperatur av + 24°C. Värdet på emissionstalet ϵ_t antas vara 0,9. Hur stor är avgiven kyleffekt från kylbaffeln genom strålning?

$$P = 2,6 \times 0,9 \times 5,67 \times \left(\left(\frac{289}{100} \right)^4 - \left(\frac{297}{100} \right)^4 \right)$$

$$P = 107 \text{ W}$$

Värmeöverföring genom konvektion

Värmeöverföring genom konvektion beskriver vad som händer mycket nära plåtytan mellan rumsluften och själva plåtytan. Värmeöverföringen beräknas genom ekvationen:

$$P = \alpha \times A \times (T_{\text{kylbaffel}} - T_{\text{rum}})$$

P = effekt (W)

α = värmeövergångstalet (W/m², °C)

A = ytan (m²)

T = temperatur (K) (°C + 273)

Exempel

En 2 m lång stripsbaffel (Capella Classic-53) har en omslutande värmeöverföringsarea på 2,6 m². Denna yta har en medeltemperatur av + 16°C och rumsluften en temperatur av + 24°C. Medelvärdet för alla ytors värmeövergångstal α antas vara 10. Hur stor är avgiven kyleffekt från kylbaffeln genom konvektion?

$$P = 10 \times 2,6 \times (289 - 297)$$

$$P = 208 \text{ W}$$

Slutsats

Enligt ovan visade beräkningsexempel blir kyleffekten genom strålning ca 107 W och kyleffekten genom konvektion ca 208 W. Detta ger en strålningsandel på ca. 34% och en konvektionsandel på ca 66%.

Ett problem med att beräkna värmeöverföring genom egenkonvektion är att hitta korrekt värmeövergångstal, α -värde. Värmeövergångstalet mellan luft och yta varierar dels beroende på temperaturdifferensen och dels på ytans storlek och dess lutning. Högre temperaturdifferens ger ett högre värmeövergångstal. Horisontella ytor ger ett högre värmeövergångstal för små ytor (mindre än bredd 1 m).

Kyltakshandledning egenkonvektion

Medan en ca 1 m bred plan vertikal yta endast har ett värmeövergångstal på ca 3 W/m² °C och en 5 cm bred yta har ett värmeövergångstal på ca 5 W/m² °C, så har en 1 cm bred yta ett värmeövergångstal på ca 10 W/m² °C (10° C i temperaturdifferens).

För att öka effekten i en egenkonvektionsbaffel kan den kylda luften, som är något tyngre utnyttjas. Detta kan göras genom att tillverka en högre kylbaffel med sidor där en kall tung luftvolym erhålls under baffeln som ökar lufthastigheten genom kylbaffelns ytor och på så sätt ökar värmeövergångstalen.

Varför är det viktigt att räkna på strålning och konvektion?

Eftersom strålningen innebär värmeöverföring mellan ytor påverkar den inte lufthastigheterna i rummet. Värmeöverföring genom konvektion skapar däremot lufthastigheter eftersom det krävs att luft passerar de värmeöverförande ytorna.

Vid beräkningar på egenkonvektionsbafflar och åtföljande lufthastigheter, kan enbart den konvektiva överföringen inkluderas när det gäller skapandet av lufthastigheter.



Bild 1. Stripsprodukten Capella kan monteras frihängande och i undertak.

Statiskt och dynamiskt tryck och dess inverkan på luftrörelser i rum

När luft i ett rum får en viss hastighet vill den dra med sig intilliggande luft, vilken i sin tur påverkar resulterande lufthastighet i rummet. Vad som händer med luftrörelser i ett rum kan teoretiskt förklaras med en enkel ekvation:

$$P_{\text{totalt}} = P_{\text{statiskt}} + P_{\text{dynamiskt}}$$

$$P_{\text{dynamiskt}} = \frac{\delta \times v^2}{2}$$

P_{totalt}	= totala trycket (Pa)
P_{statiskt}	= statiska trycket (Pa)
$P_{\text{dynamiskt}}$	= dynamiska trycket (Pa)
δ	= densitet (kg/m ³)
v	=hastighet (m/s)

Denna ekvation förklarar de fenomen som uppstår i ett rum och förklarar också varför ett flygplan flyger, en segelbåt går framåt mot vinden, en induktionsbaffel fungerar, samt förklarar också många lufthastighetsfenomen som inträffar under egenkonvektionsbafflar.

Det dynamiska trycket är det samma som hastighetstrycket, dvs det tryck som bildas pga. lufthastigheten.

I ett rum är alltid det totala trycket lika stort då det inte förekommer något tryckfall. Detta betyder att om en lufthastighet skapas finns ett dynamiskt tryck, vilket automatiskt ger ett lägre statiskt tryck i rummet. En volymenhet i en luftstråle som har en hastighet har ett lägre statiskt tryck än omgivande luft varpå omgivande luft vill accelerera in mot luftstrålen och när den gör detta pressas luftstrålen ihop så att den blir smalare.

När den tyngre kallare luften lämnar egenkonvektionsbaffeln med en viss hastighet kommer rumsluften från sidorna att röra sig in mot luftstrålen och pressa ihop denna.

Det innebär att lufthastigheten under en egenkonvektionsbaffel ökar under baffeln i förhållande till vad den är just i baffelns utlopp. Det gör också att lufthastigheterna blir relativt likartade under en egenkonvektionsbaffel oberoende av baffelns bredd. En bred baffel erhåller ett par decimeter under undersidan en smalare luftpelare som har likartad form som den i en smalare egenkonvektionsbaffel.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Om egenkonvektionsbafflar placeras intill varandra med endast ett litet avstånd, kommer inte tillräckligt med rumsluft att kunna passera in mellan luftströmmarna, varpå det låga statiska trycket i luftströmmarna gör att rumsluften vill pressa ihop luftstrålarna till en enda luftstråle med högre lufthastigheter som följd.

Samma fenomen inträffar om en egenkonvektionsbaffel placeras nära en vägg. Rumsluften kan då inte passera mellan luftström och vägg utan rumsluften utifrån rummet trycker in luftströmmen från egenkonvektionsbaffeln in mot väggen. Detta kallas för Coanda-effekt när den sker uppe vid tak men det är samma fenomen som sker när en egenkonvektionsbaffel placeras nära en vägg.

Den hoppresning av luftstrålen som sker närmast under baffeln pga. att rumsluften pressar den, avtar sedan längre ner då rumsluften blandas in. Luften blir lättare och vidgas. Var denna punkt inträffar är i viss mån beroende på rummets höjd. I ett högt rum faller luften längre under egenkonvektionsbaffeln innan den vidgas. I ett lägre rum faller luften kortare väg då golvet är den absoluta bromsen för luftströmmen. Lufthastigheten är relativt oberoende av rumshöjden i normala rum med, 2,5-3,0 m i rumshöjd.

Drag är mer än lufthastighet

Drag definieras vanligtvis som en oönskad lokal avkylning av en del av kroppen och orsakas av luftrörelser. Dragupplevelser påverkas av lufthastigheten, lufttemperaturen och turbulensintensiteten.

Turbulensen i luftströmmen har som sagt också en stor inverkan på risken för drag. Ett mått på turbulensen är turbulensintensitet. Turbulensintensiteten är ett uttryck för hur mycket lufthastigheten i en luftström varierar i förhållande till medelhastigheten i luftströmmen. Det är alltså en kombination av lufthastighet, lufttemperatur och turbulensintensitet som avgör risken för dragupplevelse. Olika förhållanden mellan lufthastighet, lufttemperatur och turbulensintensitet kan ge samma dragrisk.

Formeln för turbulensintensitet är följande:

$$T_u = \frac{SD_v}{\bar{v}} \times 100$$

T_u = turbulensintensitet
 SD_v = standard avvikelse
 \bar{v} = medelhastighet

Exempel

Vad blir turbulensintensiteten då standardavvikelsen är $SD_v = 0,05$ m/s, och medelhastigheten $\bar{v} = 0,16$ m/s?

$$T_u = \frac{0,05}{0,16} \times 100$$

$$T = 31\%$$

Jämförelse mellan batteri och stripsprodukter

Beroende på hur egenkonvektionsprodukterna är tillverkade kan dessa delas upp i två grupper, batteri och stripsprodukter. Batteriprodukter utnyttjar konvektion medan stripsprodukter utnyttjar konvektion och strålning för sin värmeöverföring.

I batteriprodukterna (se bild 1), finns ett kylbatteri som består av kopparrör med tvärställda aluminium lameller med ca. 5 mm avstånd. Detta batteri är konstruerat för att överföra värme genom konvektion. Konstruktionen gör att en mycket stor värmeöverföringsyta kan erhållas på en liten volym. Produkterna kan därmed göras relativt små och ändå ha höga effekter, vidare kan batteriet byggas in så att det endast finns tillopp och retur synligt. Inbyggnaden gör att produkterna är flexibla ur designsynpunkt. Då batteriet ligger inuti produkten leds väldigt lite av kylan ut i produktens hölje, vilket gör att effekten uteslutande sker med hjälp av konvektion.

Stripsprodukterna (se bild 2), är uppbyggda på ett helt annat sätt än batteriprodukterna. Här överförs energin helt och hållet i produktens yttertor.

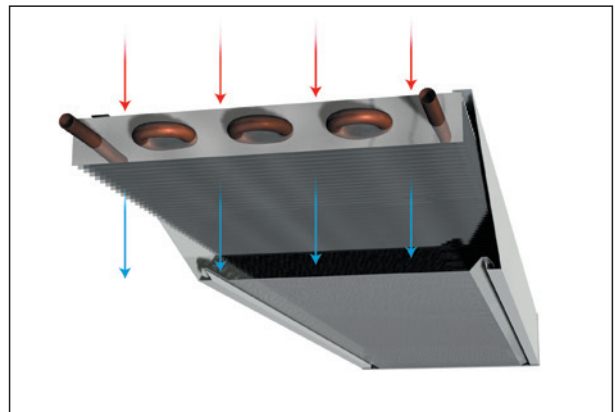


Bild 2. I en batteribaffel sker värmeöverföring genom konvektion.

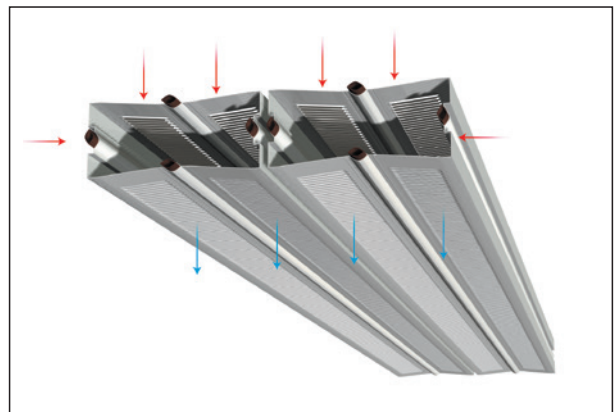


Bild 3. I en stripsbaffel sker värmeöverföring genom både konvektion och strålning.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Ytorna kan dock vara öppnade genom slitsar eller perforeringar för att en luftström skall kunna passera igenom och på så sätt öka effekten per materialenhet/ytenhet.

Dessa öppningar är vanligtvis utförda som smala lameller, så att höga värmeövergångstal erhålls. På detta sätt fås en produkt som överför kyla eller värme med förhållandevis små ytor. I och med att ytorna helt och hållet är placerade i höljet, så att ett strålningsutbyte kan ske mellan hölje och rumsytor blir den omslutande arean på produkten något större än en motsvarande batteriprodukt. Tekniken innebär också begränsningar i utseende för att funktionen skall bli fullgod. Självfallet kan en stripsprodukt placeras ovanför ett perforerat undertak, dock blir strålningsandelen lägre än vid frihängande montage.

Fördelarna med stripsprodukterna i relation till batteribafflar är att ca 50% högre effekt kan överföras med bibehållen lufthastighet beroende på strålningsandelen. Totalt mindre yta ger också en lätt produkt som är enklare att rengöra. Stripsbafflarna överför sin energi med hjälp av egenkonvektion i de tunna slitsarna samt genom strålning. Detta innebär att effektkurvan nästan är linjär i förhållande till temperaturökningen till skillnad från en batteribaffel. Är temperaturdifferensen mellan medelvattentemperaturen och rumstemperaturen 4°C, erhålls ungefär halva effektutbytet jämfört med temperaturdifferensen 8°C. Detta gör att man i ett dynamiskt temperaturförlopp där rumstemperaturen varierar över dygnet, effektivare kan utnyttja ackumulering av kyla i byggnadsstommen.

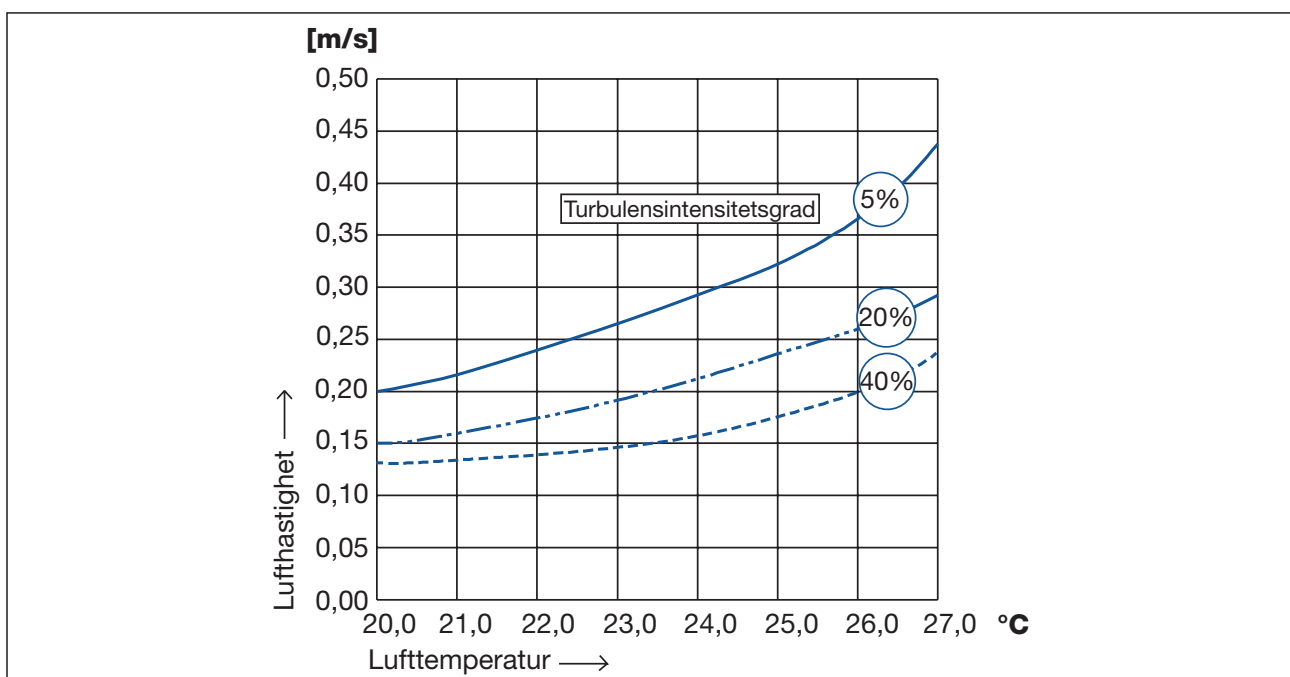


Diagram 1. Utifrån beräknad turbulensintensitet och rummets lufttemperatur, kan maximal lufthastighet som inte skapar drag, utläsas i diagrammet DIN 1946.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Resultatet blir en lägre rumslufttemperatur vid samma installerade effekt. Vidare innebär detta även att stripsbafflarna blir relativt okänsliga för var de är placerade jämfört med batteribafflar, som kräver en viss hastighet genom lamellerna för att fungera och är känsligare för felplacering och hinder i luftströmmen.

Stripsprodukternas strålningsvärmeutbyte gör också att klimatupplevelsen blir bättre vid samma rumstemperatur. Då ca 30-35% av kyleffekten överförs genom strålning blir det ett direkt värmeutbyte mellan människa och kylbaffel som gör så att det känns något svalare vid samma omgivande lufttemperatur.

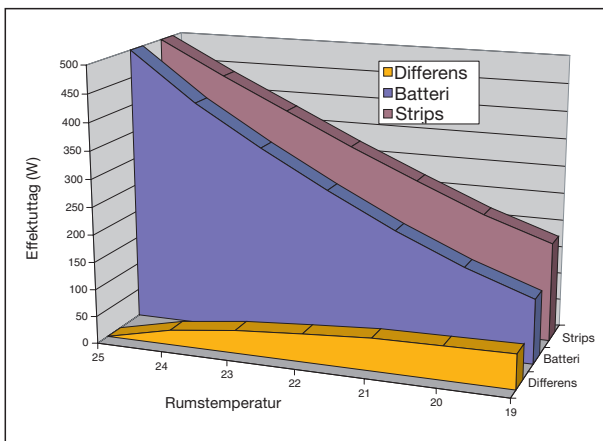


Diagram 2. I detta diagram åskådliggörs batteri och stripsprodukterna i ett dynamiskt förlopp. Vad som kan konstateras är att stripsprodukterna har ett högre effektuttag än batteriprodukterna momentant upp till rummets maxtemperatur 25°C.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Redovisning av mätningar och beräkningar av lufthastigheter

Samtliga mätningar och tester som redovisas i denna skrift är utförda i klimatlaboratoriet hos Lindab Comfort. Laboratoriet är ett modernt utrustat laboratorium med hög flexibilitet för olika typer av mätningar.

Mätningarna är utförda efter VVS-tekniska föreningens riktlinjer för hur lufthastighetsmätningar bör göras. Mätvärdena redovisas som ett medelvärde av en mätserie i en viss utvald mätpunkt under en tidsperiod av 3 minuter. Värmen till mätrummet har tillförts genom väggar och golv, för att minimera dess påverkan på lufthastigheterna. Lufthastigheterna i vistelsezonen har beräknats som medelvärdet mellan 1200 och 1800 mm över golv med baffelns underkant placerad 2600 mm över golv.

Mätinstrumenten som har använts är av typen ALNOR modell AVT-75. Mätpunkterna har varit placerade med c-c 100 mm på höjderna 100, 1200 och 1800 mm över golvnivån.

Med batteribaffel menas en kylbaffel uppbyggd av ett lamellbatteri med tvärställda lameller fästade på kopparrör. En vanlig batteribaffel har ca 95% av värmeöverföringen via konvektion och ca 5% via strålning.

Med stripsbaffel menas en kylbaffel uppbyggd av rör med fläns som bildar baffelns ytor. Ovan och undersidan är slitsad så att luft kan passera genom. En typisk stripsbaffel har ca 65% av värmeöverföringen genom konvektion och ca 35% genom strålning.

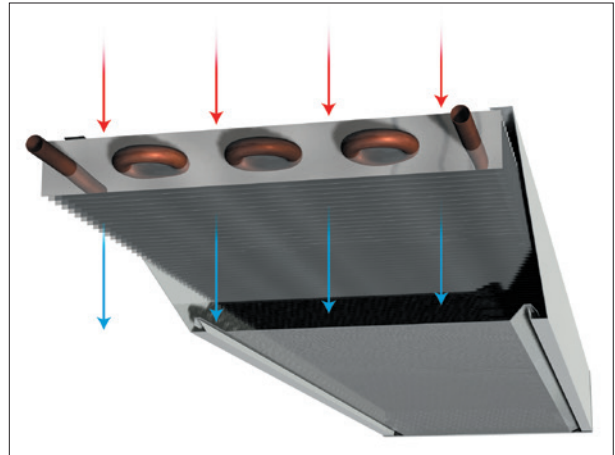


Bild 4. Funktion batteribaffel.

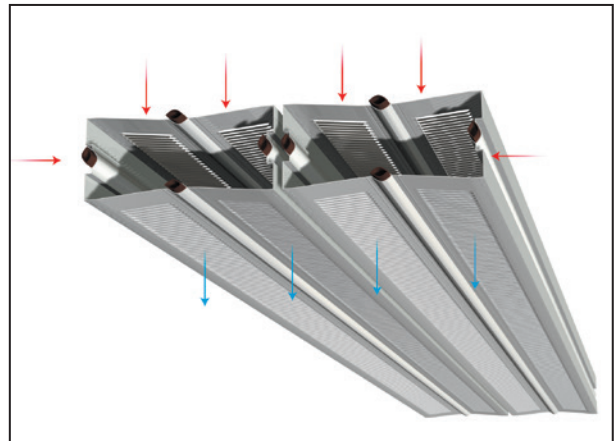


Bild 5. Funktion stripsbaffel.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Prestanda och egenskaper

En sammanfattning av de egenskaper passiva och aktiva kylbaffelsystem har kan hittas i tabellen nedan:

Egenskaper		Passiv 95% konvektion (Avsnitt 3.5)	Passiv 65% konvektion 35% strålning (Avsnitt 3.6)
Potential kyleffekt*	W/m Kylning	≤ 225 W/m	≤ 300 W/m
	W/m ² Kylning	≤ 75 W/m ²	≤ 100 W/m ²
Potential värmekapacitet (både luft och värme uppvärmning)	W/m Uppvärmning	N/A	N/A
	W/m ² Uppvärmning	N/A	N/A
Installationsplats	Ovanför taket	Ja	Ja
	I taket	Ja	Ja
	Frihängande	Ja	Ja
Luftcirkulation	Inluft	Galler / öppning	Perforerat galler
	Utluft	Vertikal	Vertikal
Funktion	Kylning	Ja	Ja
	Uppvärmning	Nej	Nej
	Ventilation	Nej	Nej
Ljud	Luftflöde	Mycket låg	Mycket låg
Att tänka på	Inloppsarea för inducerad luft	Ovansidan av produkten	Ovansidan av produkten

* Baserat på:

A) EN14518 Egenkonvektionsbafflar

B) Temperaturdifferens mellan rumstemperatur och medelvatten-temperaturen = 8°K

C) Temperaturdifferens mellan vattenflöde inlopp och utlopp = 2°K

D) Rumstemperatur 24°C

E) Vatten medeltemperatur 16°C

F) Kylbaffels högsta placering 3m

Kommentarer

1. Prestanda passiva kylbafflar - Den maximala kyleffekten upp till 225W/m gäller för passiva batteri-bafflar (vilka avger ca 95% konvektionskyla) och är baserat på komfort kriterier som rekommenderas i EN ISO 7730 (PPD < 15 procent).
2. Passiva kylbafflar med enbart konvektionskyla kan avge högre nivåer av kylning (mer än 225W/m), men överväg noggrant vid planeringsstadiet hur man skall begränsa dragrisken och garantera komforten i uppehållszonen. Den kylda luft, som passerat genom den passiva baffeln, rekommenderas att noggrant övervägas var denna tillförs när 225W/m överskrids, rekommendationen är att denna tillförs utanför uppehållszonen. (t.ex. inom 0,6m ifrån fasaden enligt ASHRAE 55 och PD CR 1752:1999).
3. När passiva kylbafflar med högre procent av strålning används så kan effekter på över 300 W/m i kylning tillhandahållas. Tänk dock på att komfortkriterierna är inom det som visas i BS EN ISO 7730 (PPD < 15%).

CBCA – An introduction to Chilled Beams and Ceilings, July 2012 version 1.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Effekt per aktiv meter vid olika lufthastigheter för strips- och batteribafflar

I diagram 3 utläses lufthastigheten i vistelsezonen under en batteri-, eller stripsbaffel, i ett rum med rumshöjd 2,6 m.

I diagrammet framgår t.ex. att värdet 110 W/m baffel inte bör överskridas för en batteribaffel och motsvarande gränsvärde för en stripsbaffel är 175 W/m baffel, med en maximal lufthastighet på 0,25 m/s.

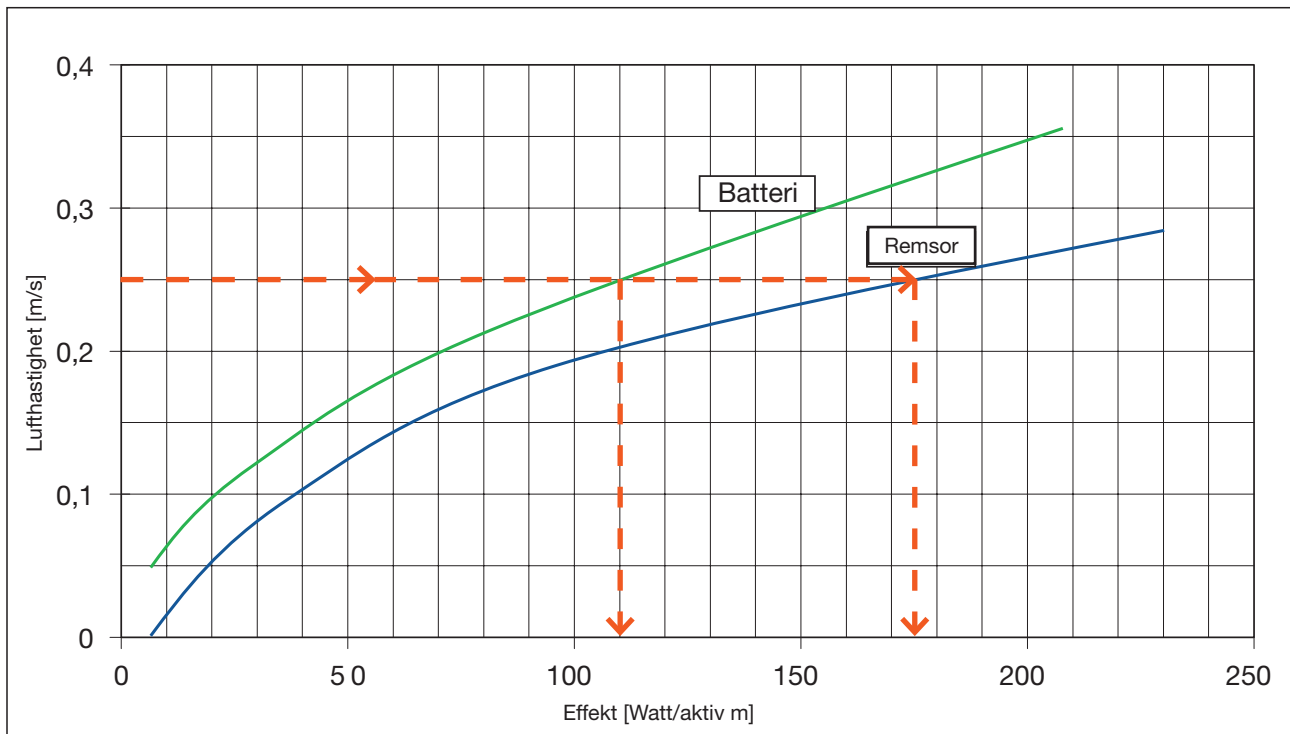


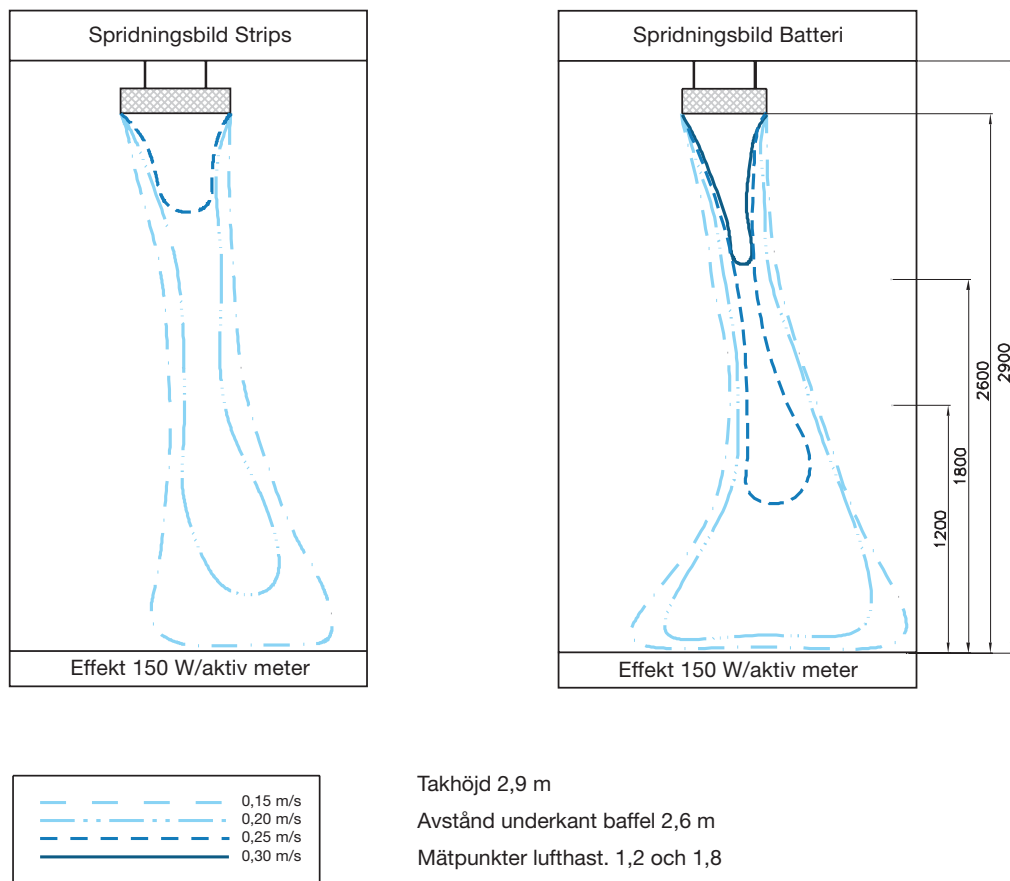
Diagram 3. Lufthastighet / Watt per aktiv meter.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Effekt per aktiv meter vid olika lufthastigheter för strips- och batteribafflar

Ett stort antal mätningar har utförts för att skapa diagram 3. Figur 1 visar två exempel ur denna mätserie vid effekten 150 W/m, där det framgår att lufthastigheterna blir acceptabla för en stripsbaffel medan hastigheterna blir för höga för en batteribaffel. I exemplen framgår hur luftstrålens låga statiska tryck gör så att luftstråle under baffeln trycks ihop till ett smalare utseende.



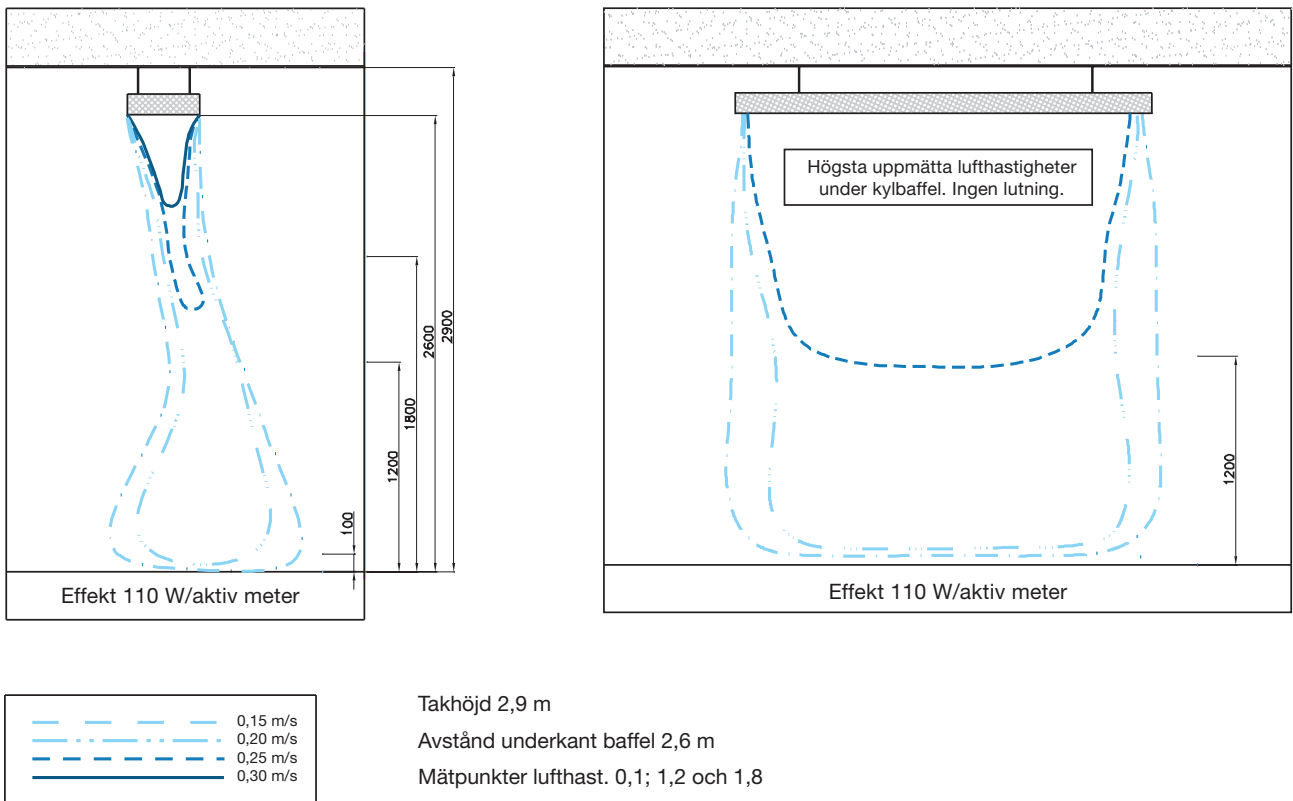
Figur 1. Lufthastighet för strips- och batteribafflar.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Effekt per aktiv meter vid olika lufthastigheter för strips- och batteribafflar

Figur 2 visar lufthastigheterna vid effekten 110 W/m i en batteribaffel, dels tvärs baffeln, dels längs baffeln. Motsvarande effekter för en stripsbaffel är 175 W/m med samma lufthastighetsprofil.



Figur 2. Lufthastighet för batteribafflar.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Lufthastighetens beroende av baffelns bredd

För att utvärdera om en bred baffel får lägre lufthastighet än en smalare har mätningar gjorts för bafflar med olika bredd. Diagram 4 visar att bredden endast har marginell betydelse för lufthastigheterna. Om bredden på en batteribaffel dubblas från 42 cm till 84 cm sjunker lufthastigheten endast 10%. Anledningen till detta är att luftstrålen pressas ihop under baffeln och får en likartad form och hastighet oavsett om baffeln är bred eller smal. I detta avseende gäller samma för stripsbafflar.

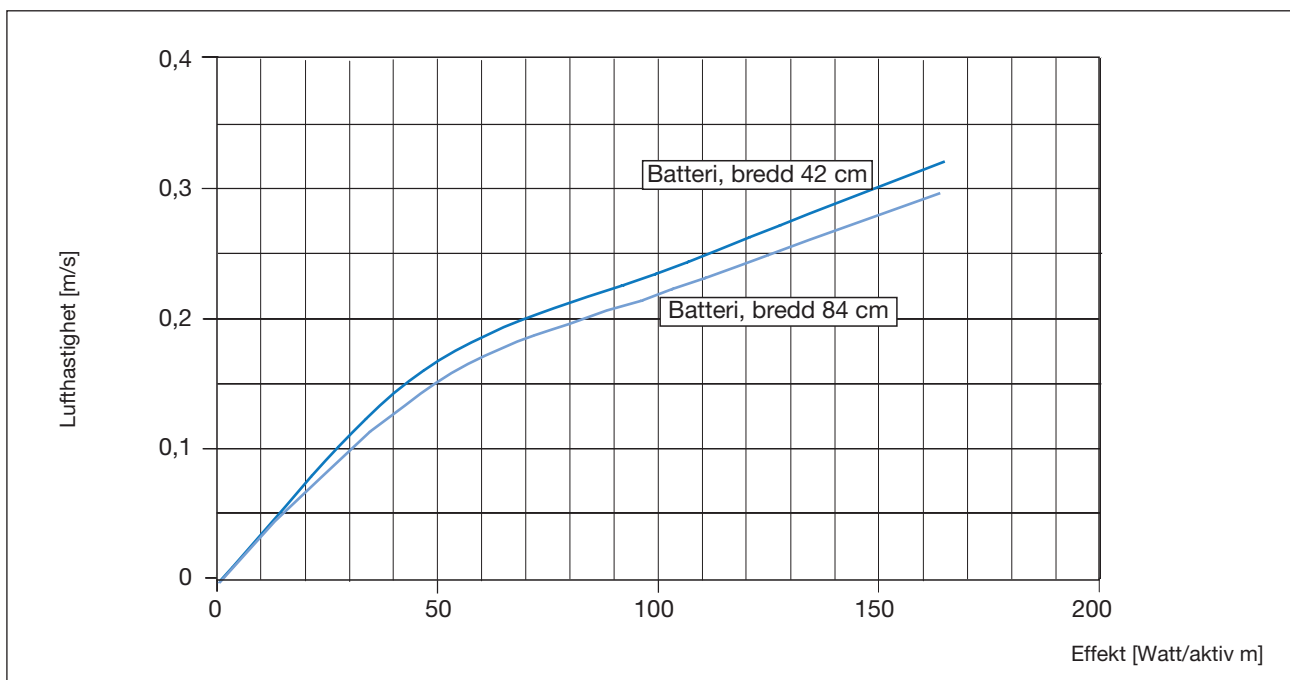


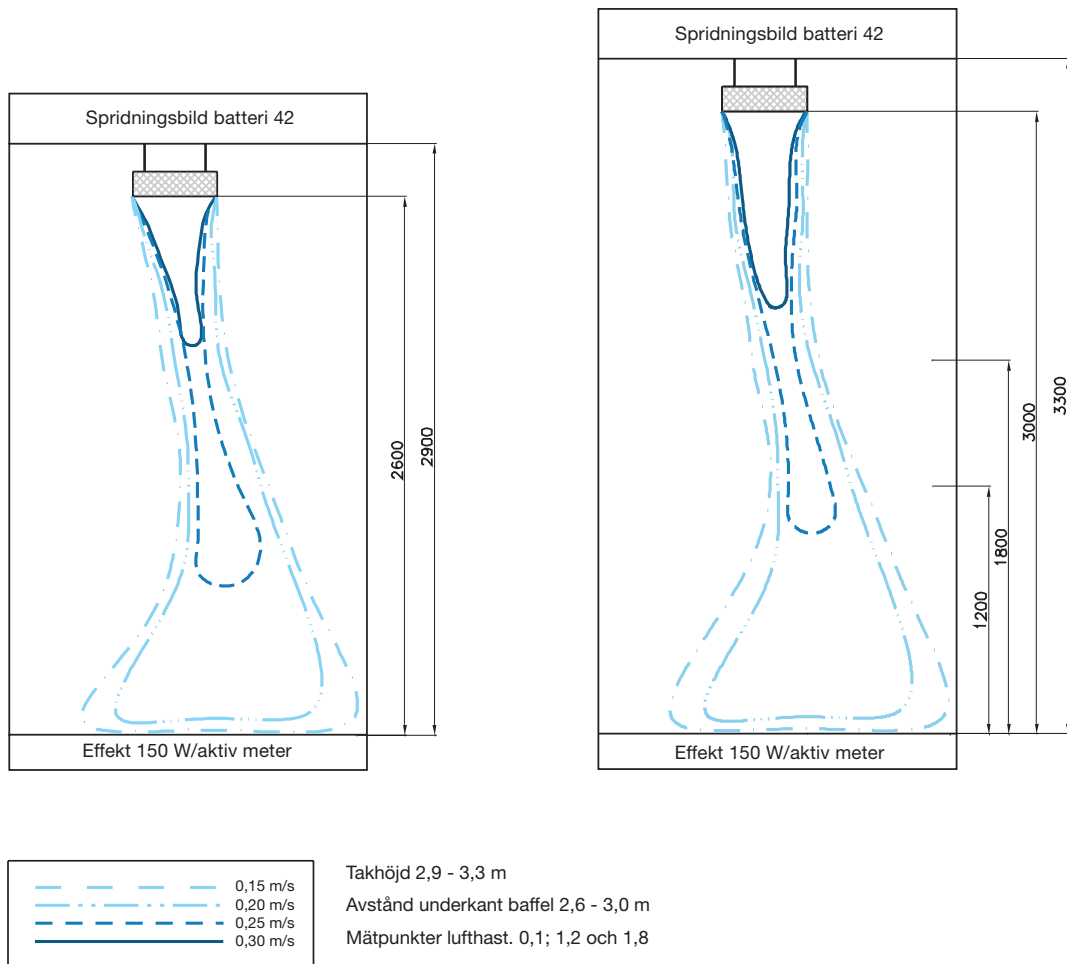
Diagram 4. Lufthastighet vid olika bredd på bafflar.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Lufthastigheten i vistelsezonen beroende på takhöjd

Figur 3 visar lufthastigheten i rum med en batteribaffel placerad på olika höjd. Av figurerna framgår tydligt att lufthastigheterna inte påverkas nämnvärt om rummet är högt eller lågt, i vart fall inom intervallet 2,6-3,0 m över golv. En marginell reducering av lufthastigheten kan påvisas om rummet blir högre. Först när takhöjden 3,0 m väsentligt överskrids kan lägre lufthastigheter i vistelsezonen antas.



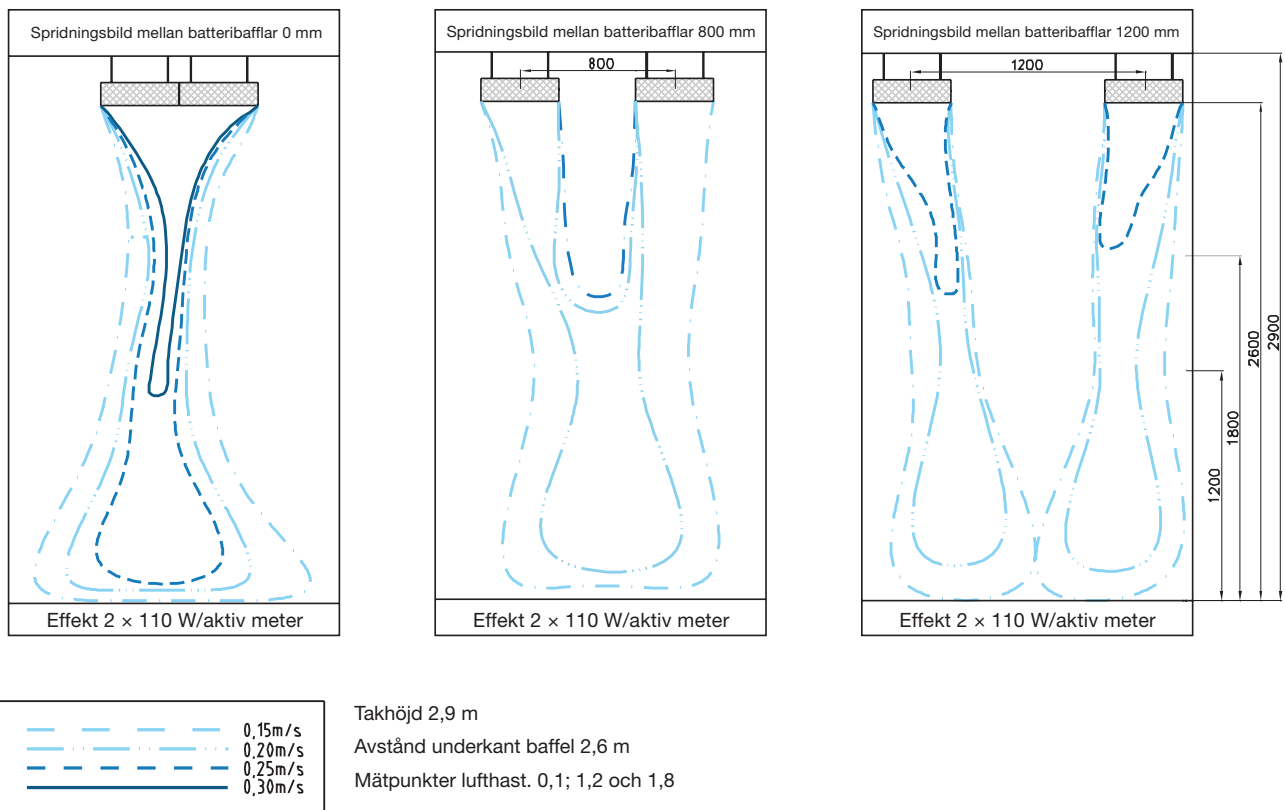
Figur 3. Lufthastighet vid olika takhöjd.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Lufthastighetens beroende av flera bafflar intill varandra.

Figur 4 visar vad som händer när kylbafflar placeras intill varandra. Effekten har valts till 110 W/m med batteribaffel, dvs den effekt som kan anses vara den maximalt acceptabla för en enskild batteribaffel. Används istället en stripsbaffel kan motsvarande effekt sättas till 175 W/aktiv meter. Baffeln i exemplen är 42 cm bred. Med två bafflar intill varandra, c-c 800 mm, uppnås en lufthastighet i rummet motsvarande en enskild baffel. Luftströmmarna under bafflarna är dock fortfarande påverkade av varandra. I figurerna kan konstateras hur luftströmmarna sugas intill varandra beroende på det låga statiska tryck som finns i luftpelaren som vill dra rumsluft intill sig. Då det inte kan komma upp någon luft mellan bafflarna i tillräcklig omfattning sugas istället luftstrålarna under bafflarna ihop. Först vid avståndet c-c 1,2 m fungerar bafflarna som två enskilda bafflar rent luftekniskt.



Figur 4. Lufthastighet med olika avstånd mellan två bafflar.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Lufthastighetens beroende av flera bafflar intill varandra.

Diagram 5 visar medellufthastigheten 1,6 m över golv som funktion av olika c-c-mått på bafflarna. Det framgår att c-c 800 mm och större avstånd ger i stort sett samma lufthastighet som vid enskild baffel. Ett visst minima infinner sig i c-c 800 mm beroende på att vid detta avstånd sker en maximal sidorörelse av luften som minskar lufthastigheten något.

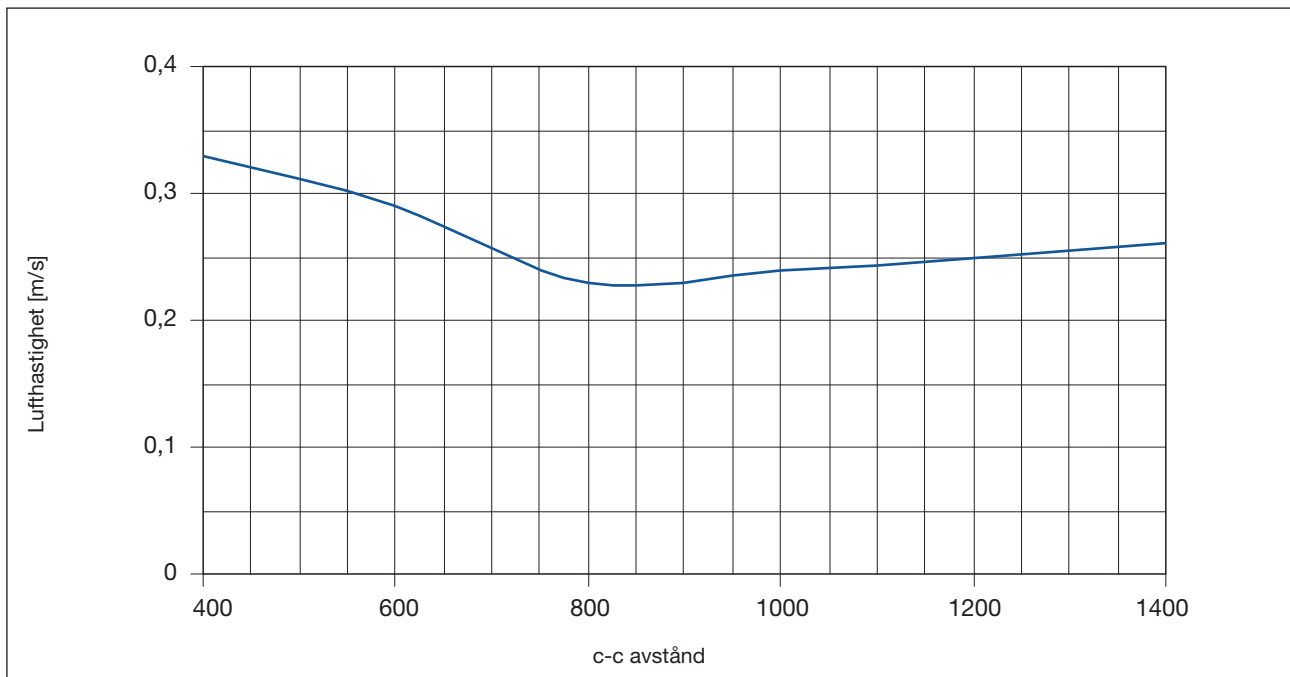


Diagram 5. Lufthastighet vid olika c-c avstånd mellan två bafflar. Batteribaffel: 110 W/m. Stripsbaffel: 175 W/m.

Kyltakshandledning egenkonvektion

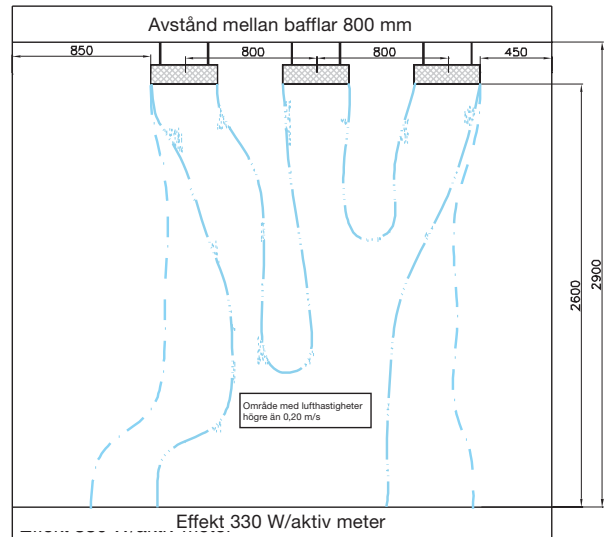
Figur 5 visar vad som händer när en tredje kylbaffel placeras intill de två tidigare vid det minsta acceptabla avstånd c-c 800 mm. Samtliga luftströmmar påverkar varandra men lufthastigheterna är endast obetydligt högre än för en enskild baffel.

Rekommendationen vid utplacering av många bafflar intill varandra blir därför att effekten i batteribafflar inte får överskrida 110 W/m samt ha ett c-c-avstånd mellan bafflarna överstigande 800 mm. För stripsbafflar gäller motsvarande men effekten kan ökas till 175 W/m.

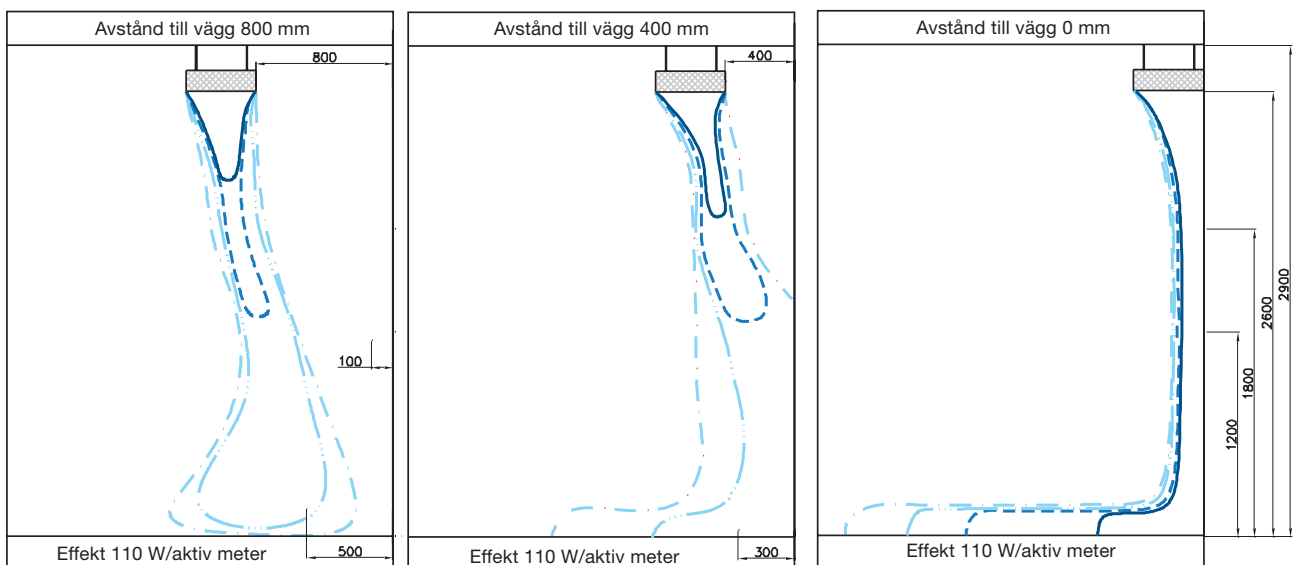
Lufthastighetens beroende av baffelns placering vid vägg

Figur 6 visar vad som händer när en kylbaffel placeras nära en vägg. De olika trycken pga. hastigheterna gör att luftströmmen sugas in mot väggen, s.k. coanda effekt.

Detta beror på att avståndet blir så litet att inte luft kan passera in mellan kylbaffeln och väggen i tillräcklig omfattning. Fenomenet inträffar vid avståndet ca 400 mm mellan baffelns sidokant och väggen. Baffelns bredd är i detta fall 420 mm. Det framgår också att lufthastigheterna har en tendens att öka när baffeln är placerad helt intill väggen.



Figur 5. Lufthastighet med tre bafflar.



Takhöjd 2,9 m
 Avstånd underkant baffel 2,6 m
 Mätpunkter lufthast. 0,1; 1,2 och 1,8

Figur 6. Lufthastighet vid placering av baffel vid vägg.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Lufthastigheternas beroende av baf-felns lutning

I figur 7 framgår att lufthastigheterna ökar något om en kylbaffel lutar i längdled. Ökningen kan börja iakttas vid lutningen 20°C. Vid lutningen 30°C är lufthastigheterna väsentligt högre samt förskjutna till den lägre belägna delen av kylbaffeln.

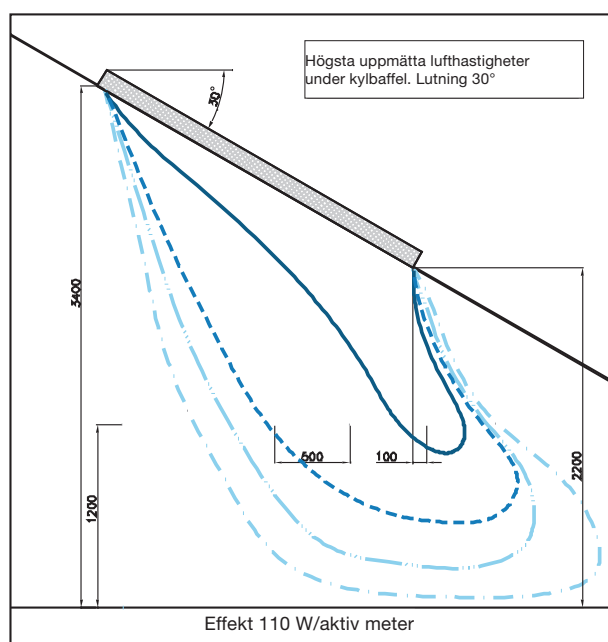
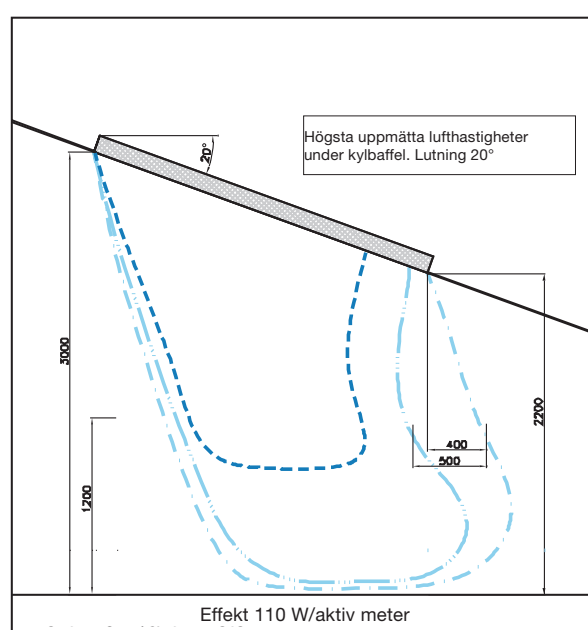
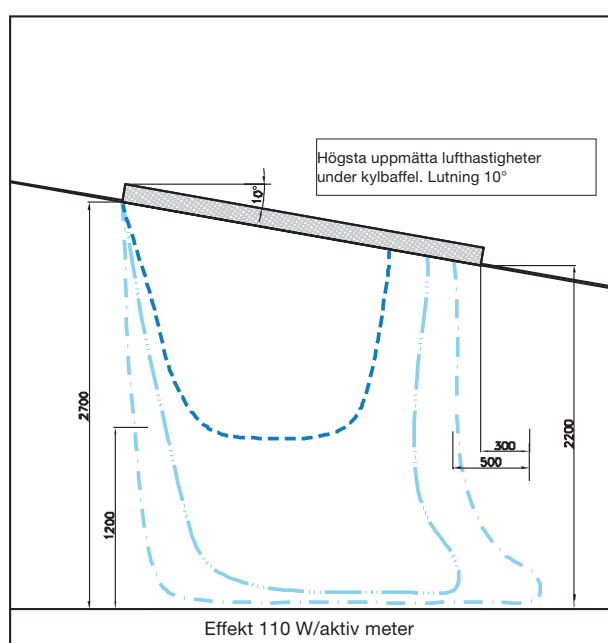


Figure 7. Lufthastighet vid olika lutningar.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Turbulensintensitet i luftstrålen under en egenkonvektionsbaffel

Turbulensintensiteten i luftstrålen under en egenkonvektionsbaffel skiljer sig inte åt om det är en stripsbaffel eller en batteribaffel. Däremot är turbulensintensiteten beroende på vilken hastighet det är i luftstrålen. Ur nedanstående diagram kan turbulensintensiteten utläsas som funktion av olika lufthastigheter. Studeras förhållandena vid de kritiska lufthastigheterna, ca 0,25 m/s, ges att turbulensintensiteten blir ca 15%.

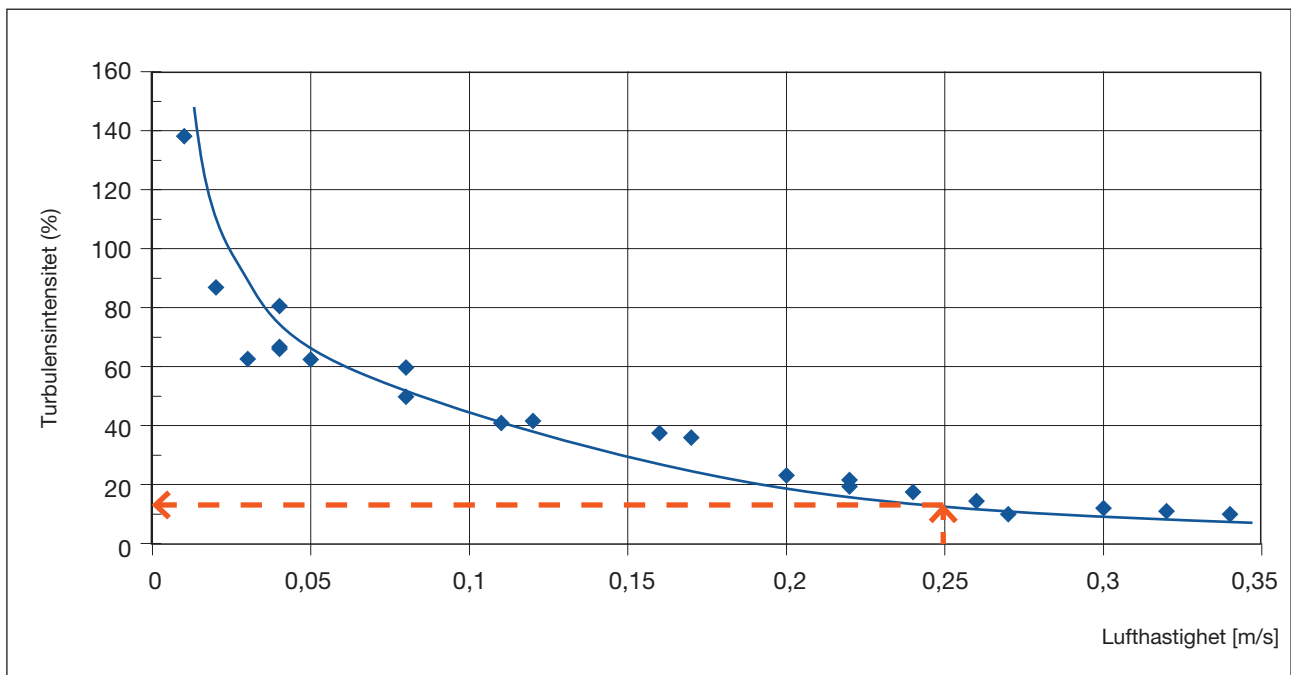


Diagram 6. Turbulensintensitet Batteri 42. Effekt 100-150 W/aktiv meter.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Mätningar & beräkningar

Verkligt fall

I en kontorslokal med rumshöjden 2,9 m och avstånd till underkant baffel på 2,6 m, skall egenkonvektionsprodukter installeras. Temperaturkravet som skall uppfyllas är maximalt 25°C i rummet och klimatupplevelsen skall hållas inom DIN-normens krav gällande temperatur, lufthastighet och turbulensintensitet. Kyleffekten från produkterna skall vara totalt 500 W.

Gör en kontroll av att lufthastigheten inte skapar drag vid val av egenkonvektionsprodukter som skall uppfylla givna krav.

Lösning

Steg 1: Gå in i DIN-diagrammet, diagram 1, med 25°C och antag 15% turbulensintensitet. Detta ger en lufthastighet på 0,25 m/s.

Steg 2: Kontrollera antagandet i diagram 6. Gå in på 0,25 m/s och avläs 15%. Antagandet är i detta fall OK!

Steg 3: Tag reda på maximala kyleffekten för strips- respektive batteriprodukter. Gå in i diagram 3. Diagrammet ger följande värden:

Stripsprodukt: 175 W/m

Batteriprodukt: 110 W/m

Kontroller: Kontrollera om bredden på baffeln har någon betydelse gällande effekten W/aktiv meter baffel i diagram 4. Kontrollen ger svaret att bredden endast ger en marginell skillnad.

Gör en kontroll om takhöjden har någon betydelse gällande lufthastigheten och spridningsbilden för aktuell takhöjd i figur 3. Beroende på att takhöjden ligger i intervallet 2,6-3,0 m över golv, blir lufthastigheterna acceptabla.

Tag reda på vilket avstånd som krävs mellan två stycken bafflar ifall det krävs två produkter, se figur 4. Figuren visar att c-c avståndet bör vara minst 800 mm mellan produkterna för att lufthastigheterna och spridningsbilderna skall vara OK.

Kontrollera i figur 6 hur lufthastigheterna blir vid placering av baffeln vid vägg eller intill vägg. Med ett större avstånd än 400 mm mellan baffeln och vägg följer inte luften längs väggen.

Efter att ha gått igenom stegen 1 till 3 görs följande val:
Vid val av stripsbaffel: Produkten måste vara minst 500 W/175 W \approx 2,9 m lång.

Vid val av batteriprodukt: Produkten måste vara minst 500 W/110 W \approx 4,5 m lång.

Kyltakshandledning egenkonvektion

Sammanfattning av diagrammen

Genom att avläsa diagram 1 + 6 erhålls tillåten lufthastighet som funktion av rumstemperatur, se diagram 7.

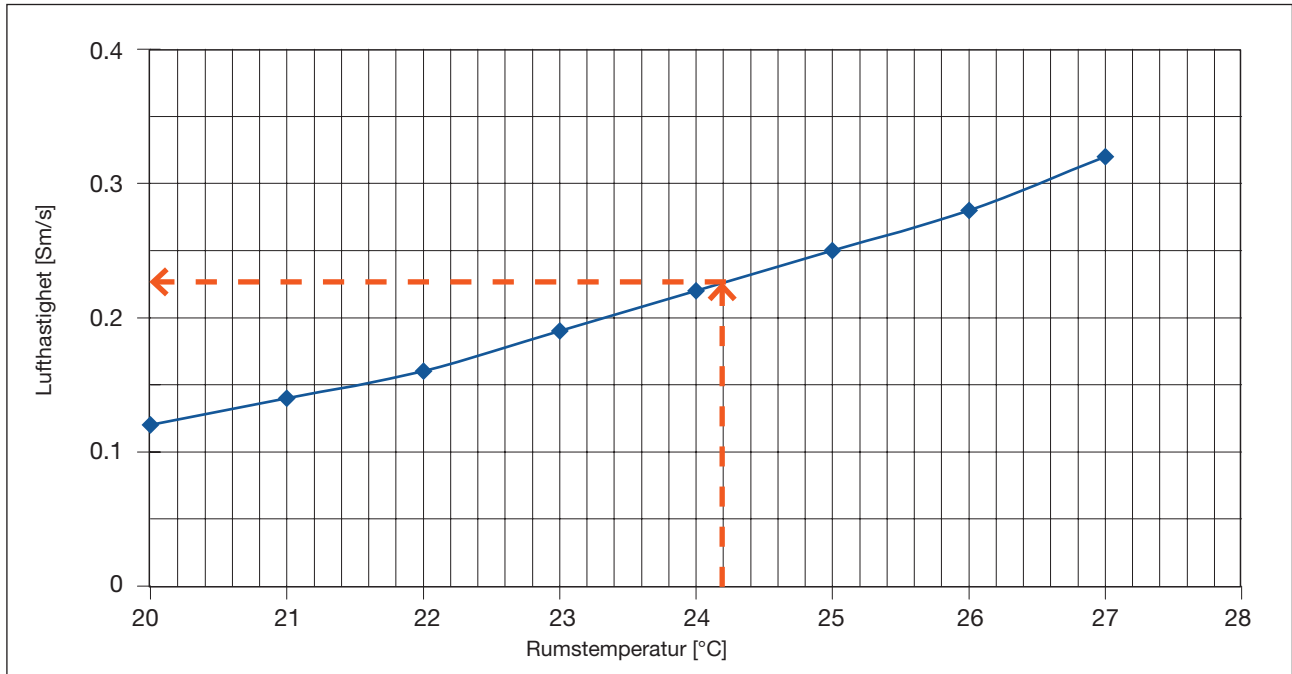


Diagram 7.

Genom att avläsa diagram 1 + 3 + 6 erhålls tillåten effekt per meter baffel som funktion av rumstemperatur, se diagram 8.

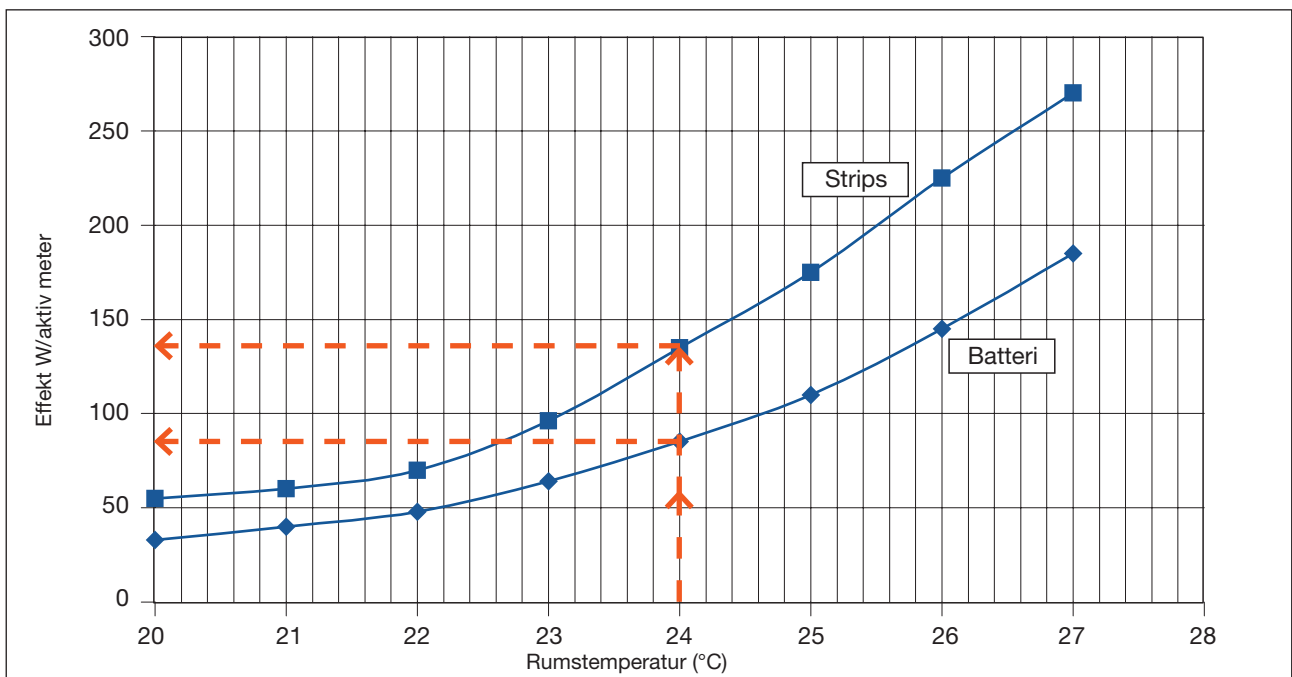


Diagram 8.



De flesta av oss tillbringar större delen av tiden inomhus. Inomhusklimatet är avgörande för hur vi mår, hur mycket vi orkar och om vi håller oss friska.

Vi på Lindab har därför gjort till vår viktigaste uppgift att bidra till ett inomhusklimat som förbättrar människors liv. Det gör vi genom att utveckla energieffektiva ventilationslösningar och hållbara byggprodukter. Vi vill också bidra till ett bättre klimat för vår planet genom att arbeta på ett sätt som är hållbart för både människor och miljön.

Lindab | För ett bättre klimat