



**CHALMERS**

# **Systemval för kyla i byggnader**

En studie om för- och nackdelar med vattenburen  
respektive luftburen kyla

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet  
Samhällsbyggnadsteknik

Tilda Johansson  
Melvin Håkansson

**INSTITUTIONEN FÖR ARCHITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK AVDELNINGEN FÖR  
INSTALLATIONSTEKNIK**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2026  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

EXAMENSARBETE ACEX20

# Systemval av kyla i byggnader

En studie om för- och nackdelar med vattenburen respektive luftburen kyla

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet*

*Samhällsbyggnadsteknik*

Tilda Johansson

Melvin Håkansson



**CHALMERS**

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers Tekniska Högskola

Göteborg 2026

Systemval av kyla i byggnader

En studie om för- och nackdelar med vattenburen respektive luftburen kyla

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik*

Tilda Johansson & Melvin Håkansson

© Tilda Johansson & Melvin Håkansson, 2026

Handledare: Konsult 8 Ek, VVSMiljö i Göteborg AB & Torbjörn Lindholm, Chalmers tekniska högskola AB

Examinator: Anders Trüschel, Chalmers tekniska högskola AB

Examensarbete ACEX20, 2026

Intuitionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelning för installationsteknik

Chalmers tekniska Högskola

SE-412 96 Göteborg

Telefon: +46 31 772 10 00

Instruktionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2026

Systemval av kyla i byggnader

En studie om för- och nackdelar med vattenburen respektive luftburen kyla

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik*

Tilda Johansson & Melvin Håkansson

Intuitionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelning för installationsteknik

Chalmers tekniska Högskola

## Sammanfattning

Luftburen kyla (VAV) och vattenburen kyla (CAV med kylbafflar) används i stor utsträckning i FTX-system runt om i Sverige och har många för- och nackdelar. Det finns även skilda perspektiv bland konsulter och olika vikt läggs på systemens för- och nackdelar. Det gör att många aktörer strävar efter att undersöka vilket system som presterar bäst. Detta har undersökts i viss utsträckning av studenter på Chalmers tekniska högskola tillsammans med olika företag. Dessa undersökningar har gett väldigt konkreta svar för ett visst objekt men blir mindre relevanta när andra objekt undersöks.

Detta examensarbete bygger på att skapa en mer övergripande syn på systemen för dess funktion och förhållande till projektering och användning. Genom att utföra intervjuer med konsulter inom VVS-konsultbranschen kan en övergripande bild skapas över systemen baserat på deras erfarenheter och uppfattningar av systemen. För att skapa denna övergripande bild sammanställs systemens för- och nackdelar samt vad som styr valet i projekteringsfasen. Utöver intervjuer utfördes även enklare beräkningar för att redovisa skillnad i platsbehov för de olika systemen.

Resultaten från intervjuerna gav flera för- och nackdelar för systemen samt flertalet aspekter som påverkar valet av system. Konflikter mellan påståenden visade även på för- och nackdelarnas nyanser samt hur varierande förutsättningarna kan vara mellan olika projekt. Valet av system var beroende av flera aspekter. Enligt konsulterna var lokalens förutsättningar, platsbehov, kostnader och beställarens vilja några av de mest styrande aspekterna. Beräkningarna visade en tydlig skillnad i platsbehovet för systemen och bekräftade många konsulters uppfattning.

Systemval av kyla i byggnader

En studie om för- och nackdelar med vattenburen respektive luftburen kyla

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik*

Tilda Johansson & Melvin Håkansson

Intuitionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelning för installationsteknik

Chalmers tekniska Högskola

## Abstract

Air-based cooling (VAV) and hydronic cooling (CAV) systems are widely used in many FTX-system across Sweden och come with several benefits and drawbacks. There are also preconceived notions and varied priority of these benefits and drawbacks among consultants in the HVAC Field. This has led many actors in the field to try and research these systems to find which systems perform the best. This has been researched by Chalmers students in collaboration with several HVAC consultant companies. The findings of these papers often give concrete and precise answers to specific objects. However, they become less relevant when discussing other objects with different conditions.

This thesis attempts to create a broader understanding of these systems functions and relation to the planning process and usage. To create this broader understanding a summary of the systems benefits and drawbacks and what aspects control the choice between each system has been made. Through interviews with consultants in the HVAC consultancy field based on experience and perception working with the systems a summary can be made. Beyond interviews, simpler calculations are made regarding the space requirements of the systems are made. A benefit of CAV often mentioned by consultants.

The results of the interviews gave several benefits and drawbacks of each system and what aspects control the decision between the systems. Conflicting statements showed that there is nuance of the benefits and drawbacks in relation to the varying conditions of different building types. The decisions between the two systems is depended on many aspect, of which aspects relating to building type, space requirements, costs and client desire play large role. The calculations of space requirements showed a clear difference between the systems och confirmed what many consultants stated.

# Innehållsförteckning

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Förord.....                                                             | 1  |
| Beteckningar .....                                                      | 2  |
| 1 Inledning .....                                                       | 3  |
| 1.1 Bakgrund .....                                                      | 3  |
| 1.2 Syfte .....                                                         | 3  |
| 1.3 Frågeställning .....                                                | 4  |
| 1.4 Avgränsningar.....                                                  | 4  |
| 1.5 Definitioner .....                                                  | 4  |
| 2 Teori .....                                                           | 5  |
| 2.1 Luftburen kyla.....                                                 | 5  |
| 2.1.1 CAV .....                                                         | 5  |
| 2.1.2 VAV.....                                                          | 5  |
| 2.2 Vattenburen kyla.....                                               | 6  |
| 2.2.1 Aktiva kylbafflar.....                                            | 6  |
| 2.3 Energi .....                                                        | 6  |
| 2.3.1 Aggregat och fläktenergi .....                                    | 6  |
| 2.3.2 Kylning .....                                                     | 7  |
| 2.4 Flexibilitet .....                                                  | 8  |
| 2.4.1 Projekteringsprinciper .....                                      | 8  |
| 3 Metod .....                                                           | 10 |
| 3.1 Intervjuer .....                                                    | 10 |
| 3.2 Teoretiskt objekt för jämförelse av erforderlig undertakshöjd ..... | 10 |
| 3.3 Förutsättningar .....                                               | 11 |
| 3.3.1 Lokal.....                                                        | 11 |
| 3.3.2 Förenkling.....                                                   | 12 |
| 4 Resultat .....                                                        | 13 |
| 4.1 Vad styr valet av system .....                                      | 13 |
| 4.2 Sammanställningen av intervjuer .....                               | 14 |
| 4.2.1 Luftburen kyla .....                                              | 14 |
| 4.2.2 Vattenburen kyla .....                                            | 14 |
| 4.2.3 Konflikter.....                                                   | 16 |
| 4.3 Platsbehov .....                                                    | 17 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.1 Lokal för skrivbordsarbete.....                          | 17 |
| 4.3.2 Lokal vid ökad aktivitetsnivå .....                      | 20 |
| 4.3.3 Sammanställning skillnad erforderlig undertakshöjd ..... | 23 |
| 5 Diskussion.....                                              | 24 |
| 5.1 Resultat.....                                              | 24 |
| 5.1.1 Beräkningsresultatet .....                               | 25 |
| 5.2 Konflikter .....                                           | 25 |
| 5.3 Metod .....                                                | 26 |
| 6 Slutsats .....                                               | 27 |
| 7 Referenser .....                                             | 28 |
| 8 Bilagor.....                                                 | 29 |

# Förord

Den här rapporten har tagits fram efter diskussion med Anders Trüschel och Torbjörn Lindholm under hösten 2025 där bakgrunden till rapporten bestämdes. Det var på detta möte vi fick en inblick om systemen samt vad som tidigare rapporter har haft svårt för när man ska ta fram vilket system som är bäst.

Examensarbete har gjorts med stöd av Martin Ek och Daniel Arvidsson på VVS Miljö i Göteborg AB. Vi vill tacka för det stöd vi fått i form av en tydlig genomgång av ämnet samt stöd i utformningen av både beräkningarna och intervjuer.

# Beteckningar

|     |                      |
|-----|----------------------|
| CAV | Constant Air Volume  |
| VAV | Variable Air Volume  |
| SFP | Specifik Fläkteffekt |

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Idag används både vattenburen kyla (CAV med kylbafflar) och luftburen kyla (VAV) i stor utsträckning i många olika byggprojekt. Detta har lett till att konsulter, beställare och andra aktörer som påverkas av valet av ventilationssystem söker efter det system som presterar bäst. Vad som räknas som “bäst” beror dock på byggnadens förutsättningar och användningsområde. Exempelvis har flera VVS-konsultföretag samarbetat med studenter på Chalmers för att jämföra systemen utifrån specifika aspekt för ett visst objekt. Dessa rapporter tar oftast fram väldigt specifika resultat, till exempel att för en viss förskola blir VAV-system mindre kostnadseffektiv i en LCC-kalkyl med en kalkyltid på 30 år jämfört med ett från CAV utan kylbafflar under samma period (Al-Tayyar & Larsson, 2012). På liknande sätt har CAV med kylbafflar och jämförts utifrån inbyggd klimatpåverkan (Normark & Joo, 2023).

Resultaten blir mycket specifika och användbara för de objekten som undersöks. Däremot minskar resultatens relevans när andra objekt med andra förutsättningar ska dimensioneras. Både VVS-konsulter och beställare har många aspekter att ta hänsyn till vid val av system som är beroende av bland annat vilken typ av lokal det är, vilka krav som finns, hur platsbegränsningarna ser ut och vilka begränsningar som finns. Dessa aspekter är inte alltid fullt ut undersökta vilket leder till att det finns spridda meningar, konflikter och personliga uppfattningar bland konsulter om hur systemen presterar.

Ett ytterligare problem vid dimensionering av system är att det finns preferenser bland både konsulter och beställare kring vilket system som ska användas. Flera stora beställare vill använda samma system på alla deras projekt av olika anledningar och konsulter vill använda det enklare och i många fall det billigare systemet om det skulle fungera med byggnadens förutsättningar.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att identifiera och analysera de faktorer som påverkar valet mellan luft- och vattenburet kylsystem samt att undersöka hur systemen uppfattas inom branschen. Detta ger en bredare förståelse för hur systemen förhåller sig till varandra och det ger konsulter en chans att reflektera över sina uppfattningar och jämföra med hur andra företag ser på systemen. För en beställare kan det ge en bättre bild av för- och nackdelar som finns för de olika systemen. För större beställare som oftast har använt samma typ av system vid flera av deras projekt blir det en möjlighet att våga tänka om och pröva nya lösningar.

### 1.3 Frågeställning

Varför är ett visst system i en viss lokal?

Vad är branschens syn på de olika systemens för- och nackdelar?

Vilka aspekter dominerar valet av system i en lokal?

Hur väl överensstämmer uppfattningarna om systemens för- och nackdelar med systemens faktiska egenskaper?

### 1.4 Avgränsningar

För denna rapport kommer två typer av kylsystem att ligga i fokus. Luftburen kyla (VAV) och vattenburen kyla (CAV-system med kylbafflar). Det finns även möjlighet till användning av VAV tillsammans med kylbafflar, vilket ger en blandning av för- och nackdelarna för båda system. För den här rapporten har det valts att inte ta med detta då syftet är att få fram vad det är som skiljer sig mellan system.

På grund av rapportens övergripande perspektiv och mycket tid för intervjuer kommer denna rapport inte gå på djupet på varje fördel och nackdel. Istället kommer fokuset ligga på konsulternas syn på systemen och enklare beräkningar görs för att få fram samband mellan system som kan vara användbara vid dimensionering.

### 1.5 Definitioner

I denna rapport representeras luftburen kyla av ett VAV-system där ventilationsluften används för att transportera kylenergi. Vattenburen kyla representeras av ett CAV-system med aktiva kylbafflar. När begreppen luftburen respektive vattenburen kyla används i rapporten syftas de på dessa systemlösningar och vice versa.

## 2 Teori

### 2.1 Luftburen kyla

Ventilationens huvudsakliga uppgift i en byggnad är att säkerställa god inomhusluftkvalitet, men vid värmeöverskott kan ventilationen utnyttja luften för kylning (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Luftens kylförmåga beror på luftflödet i rummet samt temperaturskillnaden mellan tilluften och rumsluften enligt den sensibel kyleffekt som kan beräknas enligt:

$$P = \rho * c_p * q * (T_1 - T_2) \quad (W)$$

Där  $T_1$  är tilluftstemperaturen och  $T_2$  är rumstemperaturen.

För att undvika drag eller kalla zoner bör varken luftflödet eller tilluftens temperatur vara alltför låga. Därmed rekommenderas vanligtvis att tilluftstemperaturen hålls över +15 °C.

#### 2.1.1 CAV

CAV vilket står för Constant Air Volume, är ett ventilationssystem där till- och frånluftsflödet hålls konstant oberoende av rummets aktuella värmebelastning (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Luftflödet dimensioneras utifrån hygienkraven med ett minimiflöde på 0,35 l/(s, m<sup>2</sup>)+ 7 l/s person (Arbetsmiljöverket, 2023). Tilluftstemperaturen hålls normalt runt +18°C. Vid dimensionering av systemet används ofta det rum som har störst kylbehov som referens för hela systemets luftflöde och temperatur detta kan däremot medföra att rum med lägre belastning kan bli för kalla och därmed behöver eftervärmas (Swegon, 2007). Fläktarna kan utrustas med tvåhastighetsmotorer eller varvtalsstyrning som gör det möjligt att reducera luftflödet vid lägre ventilationsbehov, exempelvis under natten. Även tilluftstemperaturen kan anpassas efter årstider och kylbehov.

#### 2.1.2 VAV

VAV vilket står för Variable Air Volume, är ett ventilationssystem där luftflödet varierar beroende på behovet i det specifika rummet (Swegon, 2007). Tilluftstemperaturen hålls konstant medan luftflödet regleras utifrån hur exempelvis temperatur, koldioxidhalt eller personbelastning ändras i rummet. Regleringen sker med hjälp av mekaniska spjäll eller tilluftsdon som är kopplade till terminalenheter som mäter rummets behov och anpassar luftflödet därefter. De centrala till- och frånluftsfläktarna styrs vanligtvis via varvtalsreglering för att kontrollera systemets tryck och flöde (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Systemet dimensioneras efter det maximala luftflödet som krävs under årets varmaste dagar, då kylbehovet är som störst. Styrningen sker genom att hålla ett konstant tryck över det mest avlägsna tilluftsdonet samtidigt som flödet varierar mellan maximalt flöde och cirka 20% av maxflödet, under perioder med lågt kylbehov då endast hygienflödet behöver upprätthållas. (Swegon, 2007)

## 2.2 Vattenburen kyla

Vattenburen kyla används för att kyla enskilda rum där ventilationen enbart dimensioneras för att uppfylla kraven på luftkvalitet och inte klarar att hantera värmelasten (Swegon, 2007).

Eftersom vatten har både högre densitet och högre värmekapacitet än luft kan vatten transportera 3500 gånger mer energi än luft vid samma volymflöde (Livchak & Lowell, 2012).

### 2.2.1 Aktiva kylbafflar

Aktiva kylbafflar kombinerar ventilation och kylning genom att fungera som både kylsystem och tilluftsdon. När tilluften passerar baffeln uppstår en induktionseffekt som ökar kylkapaciteten i baffeln (Swegon, 2007). Kylbaffeln har ett kylbatteri i sig som består av små plåtlameller som kallvatten cirkulerar för att kyla rumsluften (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Kylkapaciteten begränsas dock av risken för kondens och kallas om framledningstemperaturen underskrider luftens daggpunkt. För att undvika kondens dimensioneras framledningstemperaturen till cirka +14°C och returtemperaturen till cirka +18°C.

## 2.3 Energi

### 2.3.1 Aggregat och fläktenergi

Ventilationsaggregatets uppgift är att behandla tilluften innan den tillförs till byggnaden. I moderna offentliga byggnader såsom kontor, skolor och sjukhus används vanligtvis FTX-aggregat (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Aggregaten behandlar luften genom filtrering, uppvärmning, kylning och värmeåtervinning för att uppfylla verksamhetens krav på luftkvalitet och termisk komfort. I luftburna kylsystem används ventilationsluften både för ventilation och kyltransport. I vattenburna kylsystem används ventilationen främst för att uppfylla hygienkrav och säkerställa god luftkvalitet enligt Boverkets krav. Detta innebär att luftburna kylsystem generellt kräver högre luftflöden än vattenburna system.

När luften transporteras genom ventilationssystemet uppstår tryckförluster i bland annat kanaler, böjar, filter och don. Fläktarna måste därför dimensioneras för att övervinna dessa tryckförluster. Ett högre luftflöde ger ett större tryckfall där sambandet är ungefär kvadratisk och kan beskrivas enligt (Dalhblom & Warfvinge, 2010):

$$\Delta p = q_{system}^2 * k \quad (\text{Pa})$$

Den tillförda effekten till fläkten kan därefter beräknas enligt:

$$P_{tillförd} = \frac{\Delta p * q}{\eta_{totalt}} \quad (\text{W})$$

Där:

$\Delta p$  = totala tryckhöjning (Pa)

$q_{system}$  = luftflödet genom fläkten (m<sup>3</sup>/s)

$\eta_{totalt}$  = fläktarnas totala verkningsgrad (-)

$k$  = konstant

För att beskriva ventilationssystemets eleffektivitet används specifik fläkteffekt, SFP. SFP beskriver förhållandet mellan fläktarnas eleffekt och luftflödet genom aggregatet (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Enligt Boverkets byggregler finns gränsvärden för maximalt tillåtet SFP-värd beroende på ventilationssystemets typ. För moderna FTX-system är gränsvärdet vanligtvis 1,5 kW/(m<sup>3</sup>/s).

SFP kan beräknas enligt:

$$SFP = \frac{P_{tilluft} + P_{frånluft}}{q_{max}} \quad (\text{kW/m}^3/\text{s})$$

Där:

$P_{tilluft}$  = tillförd el till tilluftsfläkten (kW)

$P_{frånluft}$  = tillförd el till frånluftsfläkten (kW)

$q_{max}$  = största av till- och frånluftsflödena (m<sup>3</sup>/s)

SFP påverkas främst av ventilationsflödet, systemets totala tryckfall och fläktarnas verkningsgrad. För att minska SFP-värdet kan exempelvis större aggregat, större kanaldimensioner och komponenter med låga tryckfall användas.

### 2.3.2 Kylning

Det finns flera olika metoder för att kyla tilluften. Det vanligaste är kylmaskin, fjärrkyla eller frikyla. Det vanligaste typen av kylmaskinen är kompressorkylmaskin som funkar enligt samma princip som en värmepump och drivs med elektricitet (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Systemet består av två sidor, en förångningssida och en kondenssida, där förångaren tar upp värme från luften och sedan transporterar bort det till kondensorn. Förångaren tar upp värme från luften och transporterar därefter värmen till kondensorn. Principen används både vid direkt och indirekt kylning. Vid direkt kylning är förångaren placerad direkt i luftbehandlingsaggregatet eller i det rum som ska kylas. Vid indirekt kylning fungerar förångaren istället som en värmeväxlare kopplad till en köldbärare som transporterar kylan vidare till kylbatteriet eller kylbafflarna.

Fjärrkyla innebär att kylan produceras centralt och distribueras till byggnaden via ett kommunalt nät där man köper in kylan via ett kommunalt nät. Kylan överförs i byggnaden genom en värmeväxlare till byggnadens eget kylsystem som därefter förser kylbatterier och kylbafflar med kyla (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Det är möjligt att koppla fjärrkylan direkt till kylbatteriet men eftersom framledningstemperaturen vanligtvis är omkring +6 °C finns det stor risk för kondensbildning. Kondensen bör uppstå i aggregatets kylbatteri där den kan omhändertas och avledas medan kondens i kylbafflarna måste undvikas för att förhindra vattenskador.

Frikyla innebär att naturliga källor till kyla används istället för mekanisk produktion. Frikyla kan användas både i luftburna och vattenburna system och kan exempelvis utvinnas från

uteluften, grundvatten och sjövattnet och nattkyla (Swegon, u.d.). Vid kylning med uteluft används inte kylmaskin och fjärrkyla så länge uteluftens temperaturen är lägre än den önskade tillufttemperaturen, vilket brukar motsvara runt  $+15^{\circ}\text{C}$ . I vattenburna system kan kylvattnet ofta kylas ned till cirka  $12^{\circ}\text{C}$ - $13^{\circ}\text{C}$  med hjälp av uteluften innan aktiv kylning krävs. Cirka 90% av året är utomhustemperaturen under  $14^{\circ}\text{C}$ - $16^{\circ}\text{C}$  vilket ger goda möjligheter att använda frikyla för att kyla byggnader (Swegon, u.d.). Direkt frikyla innebär att uteluften används direkt i ventilationsaggregatet efter filtrering. Vid indirekt frikyla används istället en köldbärare som kyles ned utomhus och därefter transporterar kylan till kylbatterier eller kylbafflar.

## 2.4 Flexibilitet

Flexibilitet inom byggnader och installation handlar om möjligheten att anpassa byggnaden till förändrade förutsättningar utan omfattande ombyggnationer eller försämrad funktion. Förändringar kan exempelvis vara ändrade planlösningar, förändrad verksamhet och varierande personbelastning (Undeland & Eriksson, 2025).

För ventilations- och kylsystem innebär flexibilitet att systemet ska kunna hantera förändrade kyl- och ventilationsbehov över tid. Flexibilitet kan delas upp i ett kortsiktigt och ett långsiktigt perspektiv. Kortsiktig flexibilitet avser systemets förmåga att hantera varierande belastningar under drift medan långsiktig flexibilitet innebär möjligheten att genomföra framtida ombyggnationer och förändringar av byggnadens användning.

### 2.4.1 Projekteringsprinciper

Vid projektering av flexibla installationer används olika strategier för att underlätta framtida ändringar och ombyggnationer. En viktig aspekt är att installationssystemen utformas så att komponenter är lättillgängliga och inte integrerade i bärande konstruktioner (Undeland & Eriksson, 2025). Detta kan underlätta förändringar och minska omfattningen av framtida ingrepp i systemen.

Att dimensionera systemen med en viss överkapacitet för att kunna hantera framtida öknings av luft- och kylbehov är en vanlig och effektiv lösning för att säkerställa framtida flexibilitet (Undeland & Eriksson, 2025). Det kan exempelvis innebära större aggregat, större kanaldimensioner eller reserverade anslutningsmöjligheter i systemet men detta kan även leda till ökade investeringskostnader och högre energianvändning. En annan strategi är att använda sig av decentraliserade ventilationssystem där olika delar av byggnaden försörjs av separata aggregat. Detta kan göra det enklare med ombyggnationer i framtiden då förändringen kan genomföras i delar av byggnaden utan att påverka hela ventilationssystemet.

Ringmatning är ytterligare en lösning som används för att öka flexibiliteten i ventilationssystem och skapa jämnare tryckförhållanden. Ett ringmatat ventilationssystem innebär att huvudkanalerna är utformade som en sluten ring med samma dimension längs hela sträckan, vilket gör att tilluften kan cirkulera med en lägre lufthastighet (Swegon). Detta bidrar till jämnare tryckfördelning i huvudkanalen jämfört med traditionella förgrenade kanalsystem. Denna lösning är särskilt lämpad i byggnader med kvadratisk planform där

framtida behov av förtätning och ombyggnationer kan bli aktuella. Nackdelen är att systemet kräver större materialåtgång och ofta är mer komplicerat att injustera jämfört med traditionella förgreningssystem (Undeland & Eriksson, 2025).

## 3 Metod

### 3.1 Intervjuer

För att få en inblick i hur branschen arbetar med dessa system och ta fram de aspekter som styr valet mellan VAV och CAV med kylbafflar utfördes flera intervjuer med olika företag. Totalt intervjuades 10 konsulter från 5 olika VVS-konsultföretag i Sverige majoriteten från Göteborgsområdet. Intervjutiden varade mellan 10 och 30 minuter beroende på hur länge diskussionen pågick. Intervjuerna spelades in för senare transkribering när den intervjuade gav sitt samtycke samt fördes anteckningar under samtliga intervjuer. För att få breda och varierade svar utformades frågorna som ställdes väldigt brett och lätt för den intervjuade att kunna vidareutveckla och ge exempel. Frågorna blev därmed riktlinjer för att leda diskussionen framåt och kunna ställa följdfrågor. Transkriberingen av inspelningarna gjordes med hjälp av Chalmers AI-transkribering verktyg AI Portal. Därefter renskrevs transkriberingarna för att korrigera eventuell transkriberingsfel och göra texten mer läsbar.

Frågorna som intervjuerna utgick ifrån var nedanstående:

- Har ni någon preferens på system på ert företag?
- Vad gör att du väljer luftburet som system?
- Vad gör att du väljer vattenburet som system?
- Vilket system anser du är bäst och varför?
- I vilken situation anser du att vattenburet bör användas?
- I vilken situation anser du att luftburet bör användas?
- Vad anser du är för- och nackdelar med de olika systemen?
- Vilka faktorer påverkar valet av system? Kund? Arkitekt? Driftoperatörer?
- Finns det andra aspekter utöver de vanliga (t.ex billigare osv.) som kan vara styrande eller har varit styrande i ett av era projekt?

Varje intervju sammanställdes för att ta fram de viktigaste punkterna utifrån frågeställningen. Sedan gjordes en större sammanställning över alla intervjuer där alla för- och nackdelar antecknades samt konflikter som uppstod mellan konsulter.

### 3.2 Teoretiskt objekt för jämförelse av erforderlig undertakshöjd

För att jämföra systemens platsbehov skapas två teoretiska objekt med varierande ingångsvärden för att skapa en bredare bild av variationerna som kan uppstå. De två teoretiska objekten ska representera olika belastningar som utförs i byggnaden, en stillasittande verksamhet likt ett kontor med högre aktivitetsnivå per person. De varierande ingångsvärden som påverkar flödet är golvyta och antal personer.

De golvytor som beräknas för de teoretiska objekten är 50 m<sup>2</sup>, 100 m<sup>2</sup>, 200 m<sup>2</sup>, 400 m<sup>2</sup>, 500 m<sup>2</sup>, 700 m<sup>2</sup>, med 10, 20 respektive 50 personer på dessa olika ytor. Enbart kanalstorlek för totalflödet kommer beräknas då det är den största kanalen och därmed det dimensionerande platsbehovet i undertaket. Det är antaget att efterföljande kanaler som delar sig, antas få plats i undertaket då dessa kanaler har lägre flöde och därmed mindre kanaler. För kylbafflarna

räknas kanaldimensioner samt rördimensioner och isolering för vattenledningar. Två fall för kylbafflarna kommer att presenteras: ett fall med enbart kanaldimension och ett fall med korsning mellan kanal och vattenledning med isolering. På så sätt visas CAV med kylbafflarnas bästa och sämsta fall vid dimensionering.



Figur 3.1. Illustration av kanaler för beräkning av platsbehov

## 3.3 Förutsättningar

### 3.3.1 Lokal

Vid beräkning av kylbehov i de olika verksamheterna antas att fasaden ha en fönsterarea som motsvarar 40% av fasadens yta vilket uppfyller Boverkets byggreglers schablonvärde på minimum av 10% av golvytan (Boverket, 2020).

Tabell 3.1. Procentuell fönsterarea i förhållande till golvyta.

| Yta | Yta fönster | % av golvyta |
|-----|-------------|--------------|
| 50  | 34          | 67,88%       |
| 100 | 48          | 48,00%       |
| 200 | 68          | 33,94%       |
| 400 | 96          | 24,00%       |
| 500 | 107         | 21,47%       |
| 700 | 127         | 18,14%       |

Byggnaden antas vara kvadratisk och har en våningshöjd på 3 m. Värmekällor i lokalen består av elapparater som har en alstring på 10 W/m<sup>2</sup>, belysning som har en alstring på 8 W/m<sup>2</sup> och värmealstring från personer (Dalhblom & Warfvinge, 2010). Beräkningen görs med två olika nivåer av intern värmealstring från personer, skrivbordsarbete på 80 W/person och ökad aktivitetsnivå med en alstring på 105 W/person vilket motsvarar en vuxen person som utgör lättkroppsarbete eller tar en lugn promenad.

Glasinsläppet räknas med formeln:

$$m_{fönster,söder}^2 = \frac{m_{fönster}^2}{4}$$
$$W = m_{fönster,söder}^2 * \frac{W}{m^2} * g$$

Där solenergin på den soligaste dagen i juni i söderläge antas till 625 W/m<sup>2</sup> på vertikalyta och glas med solskydd som har en g-koefficienten på 0,15. Eftersom kontoret antas vara kvadratisk och enbart en sida är mot söder anser vi att solenergi bara transporteras genom en sida på fasaden och där med minskar vi fönsterarean med 4.

Tilluften för VAV och CAV sätts till +18 °C och rums- och frånluftstemperaturen räknas till +24 °C medan kylbafflarnas framledningstemperatur är +14 °C och returtemperatur till +18 °C. För att kunna räkna vilken erforderlig undertakshöjd som behövs beräknas de dimensionerade kanalstorlekarna och även rördimensioner inklusive erforderad isoleringen till vattenrören. Maxhastigheten antas vara cirka 6 m/s i kanalen då huvudkanalens hastighet kan variera från 9 och 6 m/s (Dalhblom & Warfvinge, 2010).

### 3.3.2 Förenkling

Ingen värmetransport genom fasad, tak och golv beaktas eftersom förlusten antas vara densamma för lokaler med samma area oberoende av aktivitetsnivå.

## 4 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten från intervjuerna samt beräkningar av hur systemen förhåller sig till varandra med avseende av platsbehov.

### 4.1 Vad styr valet av system

Som tidigare nämnt finns det många aspekter som styr valet av system och de har mycket varierande betydelse för valet av system. Ett fokusområde för intervjuerna var att ta fram vilka dessa aspekter är enligt konsulterna och hur mycket de styr över valet av system.

Vilken typ av lokal som ska projekteras var en av de mest avgörande faktorerna för dimensioneringen. Detta berodde bland annat på hur belastningen såg ut under dagen, vilka krav som lokalen måste följa, hur mycket plats som finns för installation.

Belastningsvariationerna är ofta avgörande då exempelvis en skola har ofta väldigt varierande laster under ett dygn där lektionssalar under vissa perioder kan vara fullt belagda för att kort därefter stå tomma. Däremot finns det lokaler där belastningen är mer konstant och kan även sträcka sig över hela dygnet som exempelvis i ett sjukhus.

Konsulterna var enade över platsbehovet och platsbegränsningens betydelse och påverkan på valet av system. En tydlig skillnad mellan vattenburen kyla och det luftburna kyla var att den luftburna kylösningen kräver större kanalutrymme än den vattenburna. Detta var någonting som majoriteten av konsulterna höll med om. Detta gör att vattenburen kyla blir mer relevant alternativ i lokaler med begränsat undertaksutrymme. Exempel på lokaler där platsbegränsningen blir styrande är vid ombyggnation där en fast takhöjd redan är satt. Detta gäller även när en beställare vill minska takhöjden för att spara in höjd på varje våning vilket vid bästa fall skulle kunna möjliggöra ytterligare en våning vilket i sin tur ger mer uthyrbar yta.

Beställarens vilja och vetskap om systemen kan också påverka hur konsulter arbetar med valet mellan system. Flera konsulter påpekade beställarens storlek och tidigare erfarenhet som en aspekt där större beställare som stora byggföretag oftast har god kunskap om systemen och kan bestämma vilket system de vill ha. Medan mindre beställare som inte beställt liknande konsultarbete tidigare har sämre koll på systemen. Det kräver mer arbete och tid för att ge beställaren en bättre bild av systemen och hur de kan kopplas till beställarens behov.

Kostnaderna är som i många delar av branschen en väldigt viktig fråga och har en betydelsefull påverkan på valet mellan luftburen och vattenburen kyla. Även här spelar beställarens önskemål en stor roll då olika beställare lägger olika stor vikt på olika typer av kostnader, exempel, driftkostnader och installationskostnader. Ett exempel som gavs under intervjuerna var att ett fastighetsbolag som beställt en konsulttjänst lägger högre vikt på driftkostnader då det är fastighetsbolaget som kommer att hantera dessa kostnader under en lång tid.

## 4.2 Sammanställningen av intervjuer

Nedan sammanställs de för- och nackdelar som konsulter har tagit upp under intervjuer och bygger på deras egna uppfattningar och erfarenheter av systemen.

### 4.2.1 Luftburen kyla

För- och nackdelar för luftburen kyla som konsulter tagit upp.

#### 4.2.1.1 Fördelar

Sammanställningen av konsulternas åsikter visar att luftburen kyla anses vara mer energieffektiv då fläktarna inte behöver gå på max hela tiden utan kan variera efter behov i byggnaden. Däremot behövs ett större aggregat och mer fläkteffekt vid maxflöden då luftflödet är större vid maxbehovet. Man kan även använda sig av frikyla under större delen av året då utomhustemperaturen ligger under 18 °C vilket gör att man inte behöver köpa och producera egen kyla. Detta gör att luftburen kyla kan vara ett attraktivt alternativ i byggnader med höga miljökrav eftersom energianvändningen kan minska. Eftersom det bara består av ett system är det enklare och billigare att bygga då med hänsyn till installation och samordning med andra discipliner i undertak och schakt.

Luftflödena ökar i systemet för att kunna ha den kyleffekt som behövs vilket också gör det till ett lämpligt system vid varierande laster då det enklare kan anpassa sig till förändringen. Exempelvis skolor som har många klassrum och seminarierum som ibland står tomma. Detta system passar även bättre vid större lokaler då det redan finns ett stort grundflöde och mer utrymme för installation.

En övergripande uppfattning är att VAV är generellt billigare att bygga. Den främsta anledningen för detta beror på att ett separat kylsystem med rörinstallationer inte behöver byggas. Med rörinstallationer krävs att en till disciplin tas med i beräkningarna och samordningen mellan installatörer kan skapa eventuella problem samt extra kostnader. Detta kan i sin tur korta ner byggnadstiden för installationen.

#### 4.2.1.2 Nackdelar

Den nackdel som konsulterna vara mest eniga om är platsbehovet för luftburen kyla. Eftersom luft har betydligt lägre värmeledningsförmåga än vatten krävs större luftflöden för att transportera samma mängd kylenergi. Ett högt kylbehov leder då till väldigt höga flöden vilket i sin tur ökar kanaldimensionerna. Detta kan skapa problem med att gömma kanalerna i undertaket om kanalerna är för stora. Luftbehandlingsaggregatets storlek ökar även vid högre flöden och kan bli svårt att få plats i vissa teknikrum. Även mindre rum med hög belastning kan få en ökad risk för drag när luftburen kyla används.

### 4.2.2 Vattenburen kyla

För- och nackdelar för vattenburen kyla som konsulter tagit upp.

#### 4.2.2.1 Fördelar

Fördelarna med vattenburen kyla är att ventilationsflödet inte behöver dimensioneras för hela kylbehovet då endast hygienflödet behöver tillgodoseas medan kylbafflarna tar hand om den

övriga värmeenergin. Därmed kan man minska kanalstorlekarna vilket minskar platsbehovet i undertaket och gör det mer optimalt i byggnader som har begränsad takhöjd eller vid ombyggnationer. Systemet anses även kräva mindre teknik och styrningsutrustning. Då ventilationen har konstant lågt flöde kan man minska aggregatstorleken och minska fläkteffekten.

På mindre ytor med högre belastning, exempelvis fyllda konferensrum minskar risken för drag i jämförelse med luftburen kyla då det är mycket mindre flöden och kylbaffeln kan använda vatten för att kyla rummet. Detta gäller även för specifika rum som skulle kunna ha högre värmelaster på grund av att rummet ligger i söderläge. Vattenburen kyla lämpar sig även bra i lokaler med jämn belastning under dygnet som sjukhus som utnyttjas dygnet runt. Sjukhus nämndes oftast som en typisk lokal som använder vattenburen kyla samt lokaler som har högre krav på att hålla konstanta temperaturer eller andra komfortmässiga aspekter.

En övergripande fördel som flertalet konsulter tagit upp är att vattenburen kyla anses vara bättre för komfort och individanpassning. Bland annat var den minskade risken för drag och den lägre ljudnivån viktiga faktorer men även att individer i exempelvis sina egna kontorsrum har möjlighet att justera temperaturen själva.

#### 4.2.2.2 Nackdelar

Att använda vattenburen kyla kräver samordning mellan ventilation och rörinstallationer och ansågs övergripande av konsulter att vara en av de största nackdelarna med kylbafflar. Detta gör hela systemet mer komplext och gjorde att luftburen kyla ansågs vara det enklare av de två systemen. Kanaler blir mindre, men ytterligare ett system som ska få plats i undertaket skapar extra problem och potentiella konflikter med andra discipliner. Kostnaden för vattenburen kyla blir högre på grund av att två system ska användas tillsammans.

Luftbehandlingsaggregatet blir mindre än vid luftburen kyla däremot kör vattenburen kyla i dimensionerat läge nästan hela tiden vilket gör att SFP-värdet kan bli relativt högt. För att lösa detta kan det behövas välja ett större luftbehandlingsaggregat för att sänka SFP-värde. Luftburen kyla har inte samma problem då systemet sällan körs i dimensionerat maxflöde.

Vattenledningar ökar risken för läckage och kondens, speciellt ökar risken för kondens på varma och fuktiga sommar dagar då daggpunktstemperaturen kan öka relativt mycket. För att undvika kondens under sådana sommar dagar behöver framledningstemperaturen på vattenledningarna öka vilket i sin tur minskar kyleffekten från vattensidan.

Vattenburen kyla har svårare att utnyttja frikyla på samma sätt som luftburen då det luftburna systemet behöver bara ta in luft utifrån och filtrera medan det vattenburna systemet kräver ett yttligare vattensystem för att kunna transportera kylan utifrån in till kylbafflarna. Det vanligast är att man "köper kyla" genom fjärrkyla eller egen produceras från kylmaskin vilket kan anses som inte så energi- och kostnadseffektivt.

Kylbafflarnas luftspridning kan skapa eventuella problem i ett rum beroende på hur inredningen ser ut. Luften sprids över innertaket och ner för väggarna och om en hylla eller liknande placeras i luftens väg kan det försämra luftspridning och potentiellt ändra riktning mot en person och skapa obehag för den personen.

### 4.2.3 Konflikter

Under intervjuerna var konsulterna oftast överens om för- och nackdelar. Däremot nämndes det vissa argument som verkade motstridiga och dessa kommer tas upp i denna del.

Generellt ansågs luftburen kyla alstra mer ljud på grund av högre luftflöde samt spjäll nära don som vid justering kan alstra ljud. Däremot nämndes det av en konsult att en högre ljudnivå kan förknippas med kylbafflarnas högre tryckuppsättning som behövs.

En annan övergripande nackdel med luftburen kyla som flera konsulter nämnde togs även upp som en potentiell nackdel för vattenburen kyla. Platsbehovet ansågs som en stor nackdel för luftburenkyla men det nämndes även hur vattenburen kyla skulle kunna bli större än luftburen kyla. En konsult nämnde att vattenledningarna kan skapa stora problem när dessa ska få plats i undertaket. Utöver konflikt med ventilationskanaler kan det över skapa konflikt med andra discipliner som ska finnas i undertaket och i sin tur ökar det erforderliga undertaksutrymmet avsevärt.

## 4.3 Platsbehov

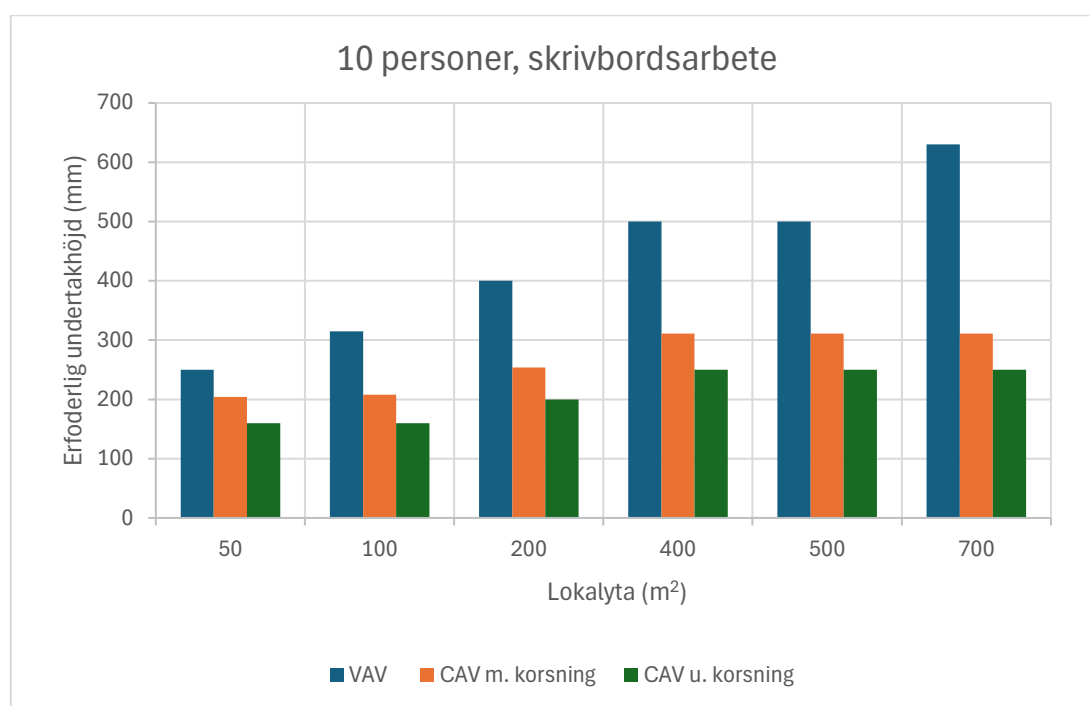
I detta kapitel redovisas resultaten från platsbehovsberäkningarna.

### 4.3.1 Lokal för skrivbordsarbete

Nedan redovisas platsbehovsberäkningarna för 10, 20 och 50 personer över olika lokalytor för skrivbordsarbete.

#### 4.3.1.1 10 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 10 personer i lokaler för skrivbordsarbete med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och kapitel 3.3 visas nedan i figur 1.



Figur 4.2. Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 10 skrivbordsarbetare.

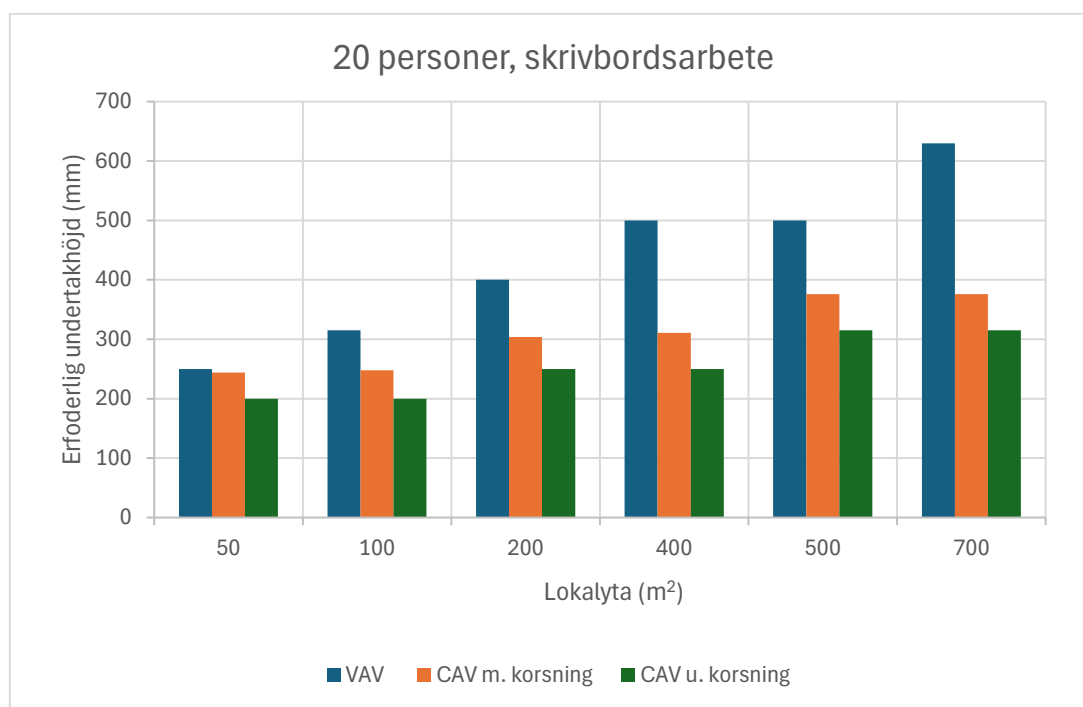
Tabell 4.2. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 10 skrivbordsarbetare.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 36.0%                              | 18.4%                             |
| 100 m <sup>2</sup> | 49.2%                              | 34.0%                             |
| 200 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 36.5%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 500 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 60.3%                              | 50.6%                             |
| Genomsnitt:        | 49.3%                              | 35.9%                             |

I genomsnitt över ytorna för lokaler med 10 skrivbordsarbetare var CAV utan korsning av vattenledning 49,3% mindre än VAV och CAV med korsning av kylvattenledning var 35,9% mindre än VAV.

#### 4.3.1.2 20 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 20 personer i lokaler för skrivbordsarbete med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och kapitel 3.3 visas nedan i figur 2



Figur 4.3 Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 20 skrivbordsarbetare.

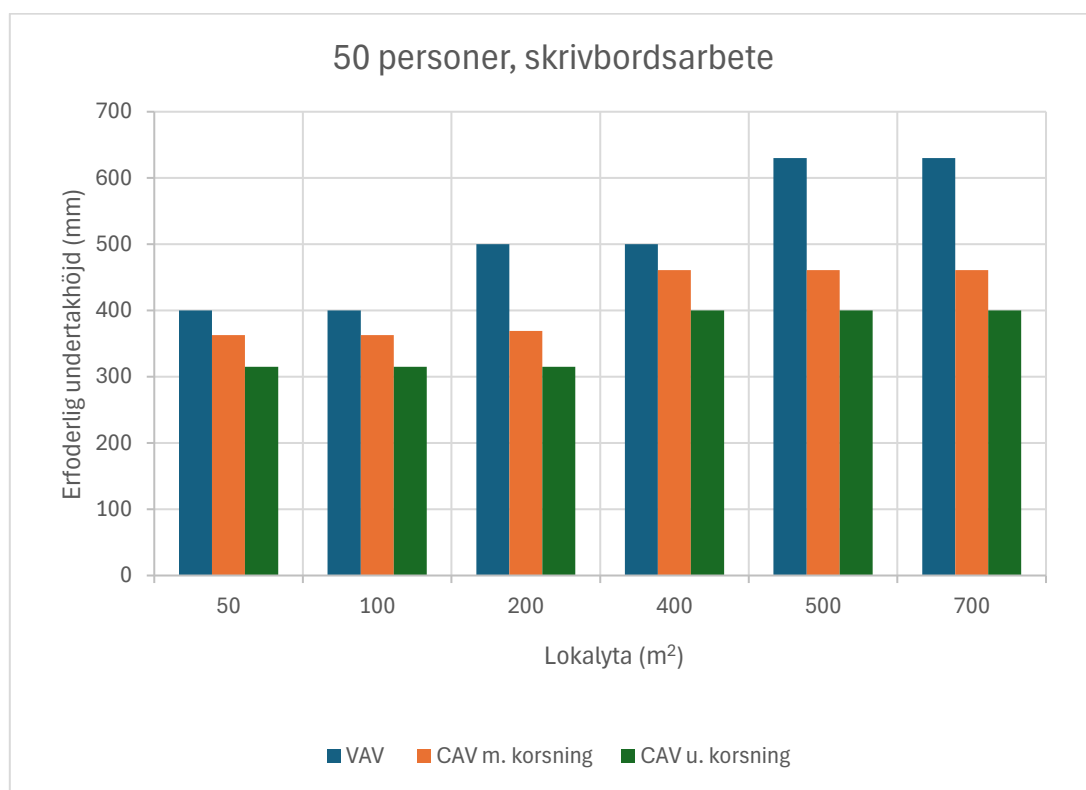
Tabell 4.3. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 20 skrivbordsarbetare.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 20.0%                              | 2.4%                              |
| 100 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 21.3%                             |
| 200 m <sup>2</sup> | 37.5%                              | 24.0%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 500 m <sup>2</sup> | 37.0%                              | 24.8%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 40.3%                             |
| Genomsnitt:        | <b>38.5%</b>                       | <b>25.1%</b>                      |

I genomsnitt över ytorna för lokaler med 20 skrivbordsarbetare var CAV utan korsning av vattenledning 38,5% mindre än VAV och CAV med korsning av vattenledning var 25,1% mindre än VAV.

#### 4.3.1.3 50 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 50 personer i lokal för skrivbordsarbete med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och 3.3 visas nedan i figur 3



Figur 4.4. Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 50 skrivbordsarbetare.

Tabell 4.4. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 50 skrivbordsarbetare.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 21.3%                              | 9.3%                              |
| 100 m <sup>2</sup> | 21.3%                              | 9.3%                              |
| 200 m <sup>2</sup> | 37.0%                              | 26.2%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 20.0%                              | 7.8%                              |
| 500 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 26.8%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 26.8%                             |
| Genomsnitt:        | <b>28.8%</b>                       | <b>17.7%</b>                      |

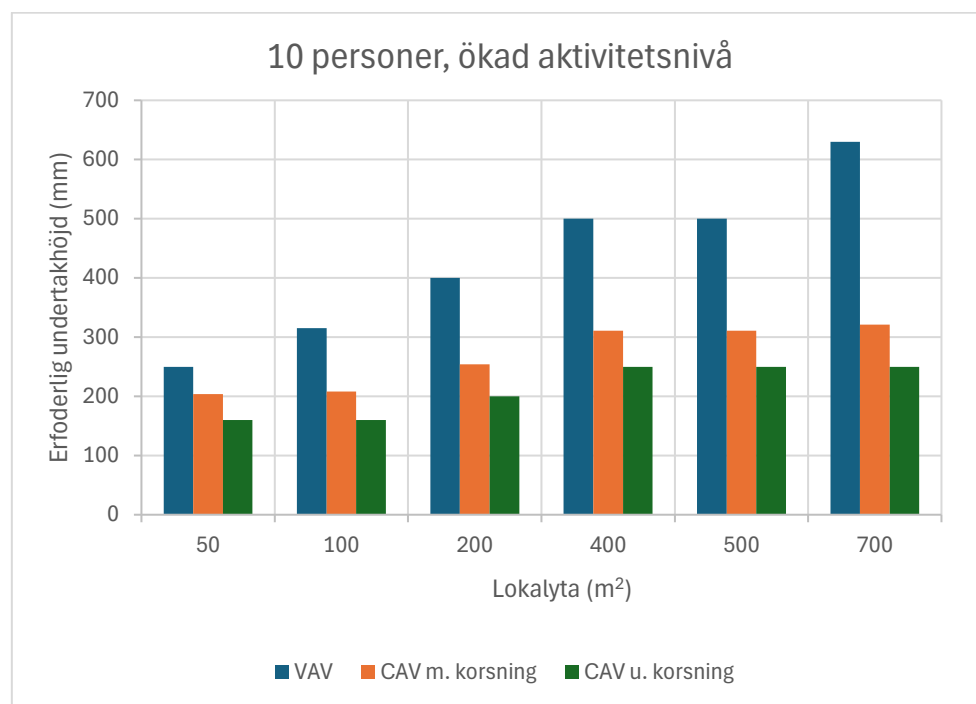
I genomsnitt över ytorna för lokaler med 50 skrivbordsarbetare var CAV utan korsning av vattenledning 28,8% mindre än VAV och CAV med korsning av vattenledning var 17,7% mindre än VAV.

### 4.3.2 Lokal vid ökad aktivitetsnivå

Nedan visas platsbehovs beräkningarna för 10, 20 och 50 personer över olika lokalytor för ökad aktivitetsnivå.

#### 4.3.2.1 10 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 10 personer i lokal för skrivbordsarbete med ökat belastning med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och 3.3 visas nedan i figur 4



Figur 4.5. Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 10 personer med ökad aktivitetsnivå.

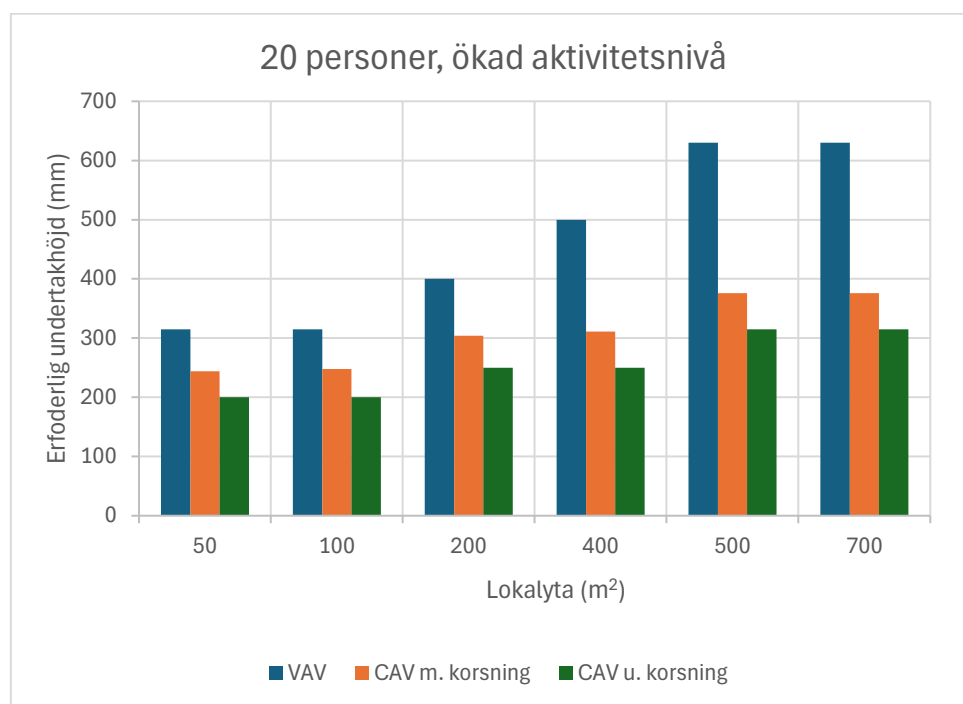
Tabell 4.5. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 10 personer med ökad aktivitetsnivå.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 36.0%                              | 18.4%                             |
| 100 m <sup>2</sup> | 49.2%                              | 34.0%                             |
| 200 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 36.5%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 500 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 60.3%                              | 49.0%                             |
| Genomsnitt         | 49.3%                              | 35.6%                             |

I genomsnitt över ytorna för lokaler med 10 skrivbordsarbetare var CAV utan korsning av vattenledning 49,3% mindre än VAV och CAV med korsning av vattenledning var 35,6% mindre än VAV.

#### 4.3.2.2 20 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 20 personer i lokaler för skrivbordsarbete med ökat aktivitetsnivå med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och 3.3 visas nedan i figur 5



Figur 4.6. Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 20 personer med ökad aktivitetsnivå.

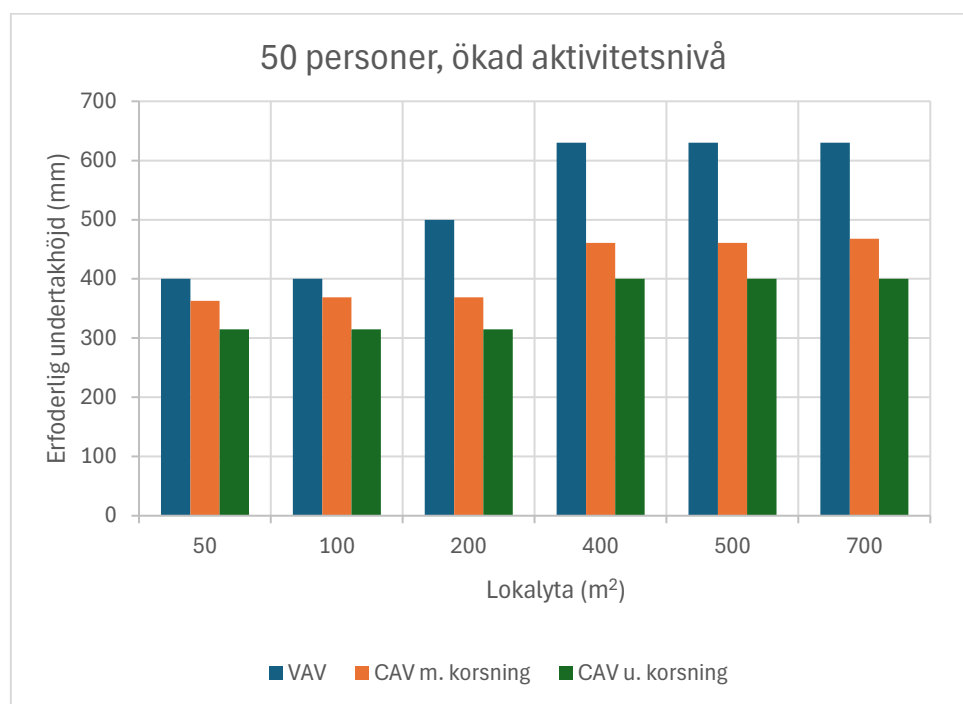
Tabell 4.6. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 20 personer med ökad aktivitetsnivå.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 36.5%                              | 22.5%                             |
| 100 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 21.3%                             |
| 200 m <sup>2</sup> | 37.5%                              | 24.0%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 37.8%                             |
| 500 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 40.3%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 50.0%                              | 40.3%                             |
| Genomsnitt         | <b>43.4%</b>                       | <b>31.0%</b>                      |

I genomsnitt över ytorna för lokaler med 20 skrivbordsarbetare var CAV utan korsning av vattenledning 43,4% mindre än VAV och CAV med korsning av vattenledning var 31,0% mindre än VAV.

#### 4.3.2.3 50 personer

Resultatet för erforderlig undertakhöjd för 50 personer i lokal för skrivbordsarbete med ökat aktivitetsnivå med förutsättningar som beskrivs i kapitel 3.2 och 3.3 visas nedan i figur 6



Figur 4.7. Erforderlig undertakhöjd för lokaler med 50 personer med ökad aktivitetsnivå.

Tabell 4.7. Procentuell minskning av kanalstorlek i förhållande till VAV för lokaler med 50 personer med ökad aktivitetsnivå.

| Yta                | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 50 m <sup>2</sup>  | 21.3%                              | 9.3%                              |
| 100 m <sup>2</sup> | 21.3%                              | 7.8%                              |
| 200 m <sup>2</sup> | 37.0%                              | 26.2%                             |
| 400 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 26.8%                             |
| 500 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 26.8%                             |
| 700 m <sup>2</sup> | 36.5%                              | 25.7%                             |
| Genomsnitt         | <b>31.5%</b>                       | <b>20.4%</b>                      |

I genomsnitt över ytorna var CAV med korsning av vattenledningar var 31,5% mindre än VAV och CAV utan korsning av vattenledningar var 20,4% mindre än VAV.

### 4.3.3 Sammanställning skillnad erforderlig undertakshöjd

Nedan i tabell 4.8 och 4.9 redovisas den genomsnittliga procentuella minskningen av erforderlig undertakshöjd för CAV-system jämfört med VAV-system, både för skrivbordsarbete och för lokaler med ökad aktivitetsnivå.

Tabell 4.8.. Genomsnittlig skillnad över antalet personer för skrivbordsarbete.

| Genomsnittlig skillnad över antalet personer för skrivbordsarbete |                                    |                                   |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Antal personer                                                    | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
| 10 personer                                                       | 49.3%                              | 35.9%                             |
| 20 personer                                                       | 38.5%                              | 25.1%                             |
| 50 personer                                                       | 28.8%                              | 17.7%                             |
| Genomsnitt:                                                       | <b>38.8%</b>                       | <b>26.2%</b>                      |

Tabell 4.9. Genomsnittlig skillnad över antalet personer för personer med ökat aktivitetsnivå.

| Genomsnittlig skillnad över antalet personer för personer med ökad aktivitetsnivå |                                    |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Antal personer                                                                    | CAV utan korsning av vattenledning | CAV med korsning av vattenledning |
| 10 personer                                                                       | 49.3%                              | 35.6%                             |
| 20 personer                                                                       | 43.4%                              | 31.0%                             |
| 50 personer                                                                       | 31.5%                              | 20.4%                             |
| Genomsnitt                                                                        | <b>41.4%</b>                       | <b>29.0%</b>                      |

Den genomsnittliga procentuella minskning i jämförelse med VAV över antalet personer och lokalytor blir 38,8% och 26,2% för CAV utan korsning respektive med korsning av vattenledning för skrivbordsarbete. På samma sätt blir den procentuella minskningen 41,4% och 29,0% för CAV utan korsning respektive med korsning av vattenledningar för lokaler med personer med ökad aktivitetsnivå.

## 5 Diskussion

### 5.1 Resultat

Sammanställningen av intervjuerna visar på att det inte finns ett system som är bäst i alla situationer utan att valet beror på byggnadens och projektets förutsättningar. Det mest styrande och avgörande faktorerna ansågs vara lokaltyp, platsbehov, energianvändning, flexibilitet och belastningsvariationer.

Enligt konsulterna passar luftburen kyla bäst i lokaler som har varierande personlast och gott undertaksutrymme som exempelvis varuhus, stora kontor och skolor där klassrum står tomma stora delar av dagen men har ett högt ventilationsbehov under lektionstiden.

Vattenburen kyla passar däremot bättre i lokaler med låg takhöjd, hög belastning på liten yta och konstanta laster såsom sjukhus, seminarierum eller ombyggnationer av en befintlig byggnad. Vattenburen kyla anses även vara bättre vid högre komfortkrav eftersom de lägre flödena minskar risken för drag och buller medan kylbafflarna kan kyla mer lokalt och därmed fördela kylan olika inom ett rum.

Beställarens tidigare erfarenhet har också en avgörande betydelse då stora beställare ofta redan har en tydlig bild av hur de vill ha det och därmed redan har fattat beslut om systemvalet i förväg medan mindre beställare oftare anpassar sig efter det konsulterna rekommenderar. Vid en om- eller utbyggnad menar konsulterna att man vanligtvis väljer det systemet som redan finns i byggnaden eftersom beställaren ofta anser att det är enklare att arbeta med ett och samma system.

När det gäller systemens energianvändning och uppbyggnad menar konsulterna att mycket beror på vem som bygger och vilket syfte byggnaden har. Om beställarens mål är att uppföra och därefter sälja fastigheten med högsta möjliga lönsamhet som möjligt eftersträvas ofta enklaste och billigaste systemet. Om byggnaden däremot ska hyras ut eller användas av beställaren själv läggs större vikt vid flexibilitet och möjligheten till framtida ombyggnationer och energianvändningen under drifttiden. Energimässigt anser konsulterna att luftburen kyla är mer energieffektivt eftersom systemet anpassar sig efter behovet och endast uppnår maxflöde några gånger per år medan vattenburen kyla arbetar med ett konstant maxflöde fast med ett lägre flöde vilket gör det svårare att uppnå klimatmål. Möjligheten att kunna använda frikyla är också enklare med luftburen kyla vilket gör systemet mer energieffektivt vid kylning då ingen mekanisk kyla behöver användas. Det höga flödet som systemet måste kunna hantera medför också att aggregatet och kanaldimensionerna blir större. Detta leder till större fläktrum och schakt jämfört med vattenburet system vilket kan minska den uthyrbara ytan och öka våningshöjden. I sin tur kan detta resultera i att färre våningar får plats i byggnaden.

Även möjligheten att ändra planlösningar och genomföra framtida ombyggnationer påverkar valet eftersom fastighetsägare vill kunna erbjuda lokaler till olika verksamheter eller utveckla den egna verksamheten över tid. Detta påverkar systemvalet beroende på hur enkelt och

kostnadseffektivt det är att göra förändringar i byggnaden. Luftburen kyla kan anses enklare eftersom endast ett system behöver ändras men de högre flödena kan göra injusteringen mer komplicerad. Vattenburen kyla består däremot av två separata system som måste samordnas och ändras tillsammans men eftersom flödena är lägre blir systemen ofta enklare att injustera efter ombyggnation.

### 5.1.1 Beräkningsresultatet

Det teoretiska objektet för skrivbordsarbete gav att kanalstorleken för CAV utan korsning av vattenledningar var i genomsnitt över lokalyta och personantal 38,8% mindre än VAV i samma förhållanden. För CAV med korsning av vattenledning blev kanalstorleken 26,2% mindre än VAV. I det teoretiska objektet med högre aktivitetsnivåer per personer uppgick minskningen till 41,4% respektive 29,0% jämfört med VAV för CAV utan respektive med korsning av vattenledningar.

Resultatet visar att när värmebelastning per person ökar blir vattenburen kyla mer platseffektivt. Detta anses rimligt då i det här fallet ökar enbart kylbehovet och inte de faktorer som påverkar hygienflödet. Detta gör att kanalerna till kylbafflar inte ändras utan enbart rördimensioner ändras för att möta det ökade kylbehovet. Däremot måste man vid luftburen kyla öka kanalstorleken för att motverka det ökade kylbehovet vilket ökar i betydligt högre grad än rördimensionerna.

En trend som visade sig i tabell 4.2–4.7 för den procentuella minskningen över olika lokalytor var att skillnaden mellan systemen ökade när lokalytorna ökade samtidigt som personantalet hölls konstant. I tabellerna finns flera höjningar och sänkningar i procentsatserna vilket troligtvis beror på att kanaldimensionerna inte ökar linjärt utan stegvis mellan standarddimensioner. Exempelvis kan en kanal öka från 250 mm direkt till 315 mm när flödet ökar. Detta visar att när lokalytan ökar utan att öka antalet personer blir vattenburen kyla mer platseffektivt.

Den motsatta trenden visade sig när antalet personer ökade. I tabell 4.8 och 4.9 minskar den procentuella skillnaden mellan systemen när antalet personer ökar. Detta kan bero på att luftflödet påverkas väldigt mycket av personantalet. Vid vattenburen kyla måste då kanalstorlekarna öka för att kunna hantera det ökade hygienflödet medan vid luftburen kyla enbart behöver kanalstorlekarna öka för att hantera ökningen i kylbehovet.

## 5.2 Konflikter

Generellt var konsulterna överens om många för- och nackdelar samt vad som styr valen mellan dem. Det uppstod vissa påståenden som stod i konflikt med varandra. När dessa konflikter framkom var det ett exempel på en viss aspekt som kan påverka på ett motsatt sätt än vad majoriteten av konsulterna var överens om. Ett exempel på detta var ljudalstringen från kylbafflar. Majoriteten av konsulterna ansåg vattenburen kyla som det tystare alternativet, däremot framkom aspekten att kylbafflar har högre tryckuppsättning vilket enligt konsulten är förknippat med högre ljudalstring. Detta tyder på att det finns nyanser till de för- och nackdelar som nämnts i tidigare kapitel.

På liknande sätt påpekades av en konsult att vattenburen kyla skulle kunna bygga mer i taket. Detta motsäger vad andra konsulter tagit fram samt beräkningarna i den här rapporten på platsbehov. Enligt konsulten berodde detta på potentiella kollisioner med andra installationer som gör det svårare att få in både kanalerna och rör till kylbafflar.

### 5.3 Metod

Underlaget för denna rapport är begränsat av antalet konsulter som intervjuades. Ett högre antal intervjuer hade gett ett starkare underlag för vad som styr valet samt för- och nackdelarna med systemen. Intervjufrågorna var formade för att tillåta mycket diskussion och vidareutveckla diskussionen. Detta kan leda till att konsulterna nämner väldigt mycket för- och nackdelar vilket gynnar studien men kan potentiellt missa en del av de djupare och mer komplexa aspekterna av systemen.

Beräkningarna som gjordes för att ta fram erforderligt utrymme för systemen i undertaket fokuserade på enbart vertikal höjd för enbart dessa system. I verkligheten kan det finnas andra komplikationer i utrymme utöver den vertikala som kan skapa problem vid projektering. I beräkningarna modellerades CAV med en korsning av kanal och vattenledning däremot skulle vattenledningarna kunna krocka med andra discipliner på ett sätt som kanske inte VAV hade gjort i vissa fall.

I beräkningarna användes cirkulära kanaler för att få fram takhöjden. Det finns möjlighet till rektangulära kanaler vilket minskar den erforderade vertikala höjden. I början testades det att räkna på ett antal rektangulära kanaler. Rektangulära kanaler kunde variera kraftigt då i vissa luftflöden kunde en väldigt platt kanaldimension användas vilket kunde anses något orealistiskt vid avgrening till cirkulära don längre fram i systemet då de cirkulära kanaler kunde ha större diameter än vad det rektangulära donet hade i höjd. Det ansågs inte nödvändigt att räkna på rektangulära kanaler då båda systemen skulle påverkas i liknande grad.

## 6 Slutsats

Valet av system i en viss lokal beror främst på vilka fördelar det ena systemet har jämfört med det andra utifrån lokalens förutsättningar. Lokaler med begränsat installationsutrymme tenderar att använda kylbafflar för att minska platsbehovet. Sjukhus lyftes vid flera tillfällen fram som en typisk verksamhet där vattenburen kyla används då sjukhus ställer högre krav på stabila luftförhållanden och har en jämnare belastning över dygnet. Dessa förutsättningar stämmer väldigt bra överens med kylbafflarnas fördelar. Om dessa förutsättningar inte föreligger och systemen funktionellt bedöms som likvärdiga då väljs luftburen kyla oftare på grund av att det anses vara mer kostnadseffektivt och är enklare att arbeta med.

Konsulterna ansåg de vattenburna systemets platseffektivitet var en av systemets främsta fördelar och vid platsbegränsningar kunde kylbafflar vara det självklara valet använda oavsett vilka nackdelar systemen har. Den upplevda kostnadseffektiviteten och enkelheten hos luftburen kyla gör att om det är oklart vilket system som bör användas börjar ofta konsulter med att dimensionera luftburet kylsystem.

Även om systemens för- och nackdelar påverkar valet framkom det att vissa aspekter väger tyngre än andra. Som tidigare nämnt har lokalens förutsättningar stor påverkan på systemvalet hur systemen passar in med dessa förutsättningar. Andra aspekter som styrde mycket var beställarens vilja och kostnader. Beställarens kunskap och tidigare erfarenhet av systemen kunde också påverka valet då vissa beställare redan från början föredrog ett specifikt system. Vad en beställare var intresserad av påverkade valet. Vissa beställare prioriterade kostnadseffektivitet medan andra fokuserade mer på bland annat klimatpåverkan och energieffektivitet.

Beräkningarna visade en tydlig skillnad i erforderligt undertakutrymme och bekräftade det som majoritet av konsulterna lyfte fram som en fördel för vattenburen kyla. Även vid korsning av vattenledning vilket motsvarade ett värsta fall för systemet krävdes det mindre installationshöjd än för luftburen kyla och var ytterligare mer platseffektivt om en korsning av vattenledningen kunde undvikas. Detta visar därmed att konsulternas uppfattning om det vattenburna kylsystemets platseffektivitet i stor utsträckning överensstämmer med de genomförda beräkningarna.

## 7 Referenser

- Al-Tayyar, N., & Larsson, F. (2012). *Utformning och drift av ventilationen*. Göteborg: Chalmers tekniska Högskola. Hämtat från <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/44babb66-fa84-4596-861d-3b0bd1a22712/content>
- Arbetsmiljöverket. (2023). *Arbetsmiljöverkets föreskrifter och allmänna råd (AFS 2023:12) om utformning av arbetsplatser*. Solna: Arbetsmiljöverket.
- Boverket. (2020). *Boverkets byggregler, BBR, BFS 2011:6 med*. Boverket. Hämtat från Boverket.se: <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2020/konsoliderad-bbr-2011-6-tom-2020-4.pdf>
- Dalhblom, M., & Warfvinge, C. (2010). *Projektering av VVS-installationer*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Livchak, A., & Lowell, C. (2012). *Don't Turn Active Beams*. ASHRAE. Hämtat från [https://ashraecok.org/images/downloads/Dan\\_In\\_Hout\\_Speaker\\_Collateral/ashrae\\_journal\\_chilled\\_beams\\_april\\_2012.pdf](https://ashraecok.org/images/downloads/Dan_In_Hout_Speaker_Collateral/ashrae_journal_chilled_beams_april_2012.pdf)
- Normark, M., & Joo, L.-L. (2023). *Jämförelse av inbyggd klimatpåverkan för VAV och CAV-system med kylbafflar*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. Hämtat från <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/1c41dc40-fb3c-4f0f-978a-914844021606/content>
- Swegon. (2007). *Vattenburna klimatsystem*. Hämtat från Swegon: [https://www.swegon.com/siteassets/\\_products-documents-archive/waterborne-climate-systems/general/\\_sv/climate-tech.pdf](https://www.swegon.com/siteassets/_products-documents-archive/waterborne-climate-systems/general/_sv/climate-tech.pdf)
- Swegon. (u.d.). *Frikyla eller kompressorkyla?* Hämtat från swegon.com: <https://www.swegon.com/sv/referenser-och-kunskap/tekniska-guider/frikyla-eller-kompressorkyla/> den 15 maj 2026
- Swegon. (u.d.). *Tekniskguide för inomhusklimat*. Hämtat från Swegon.se: <https://www.flipsnack.com/swegon/teknikguide-f-r-inomhusklimat/full-view.html> den 15 maj 2026
- Undeland, A., & Eriksson, E. (2025). *Utformning och definition av flexibla VVS-system*. Göteborg: Chalmers Tekniska högskola.

## 8 Bilagor

### *Bilaga 1: Transkriberad intervju Konsult 1 - Företag 1*

#### **Tilda**

[0:00] Vi vill höra lite om hur ni jobbar och varför ni väljer dom olika systemen och fördelar och nackdelar. Vi vill ha en diskussion om det och se varför du väljer det ena över det andra, så att säga.

#### **Konsult 1**

[0:52] Men man kan väl säga så här att om vi ska välja, för ni har skrivit om två system, luftburen kyla exempelvis VAV samt vattenburen kyla till exempel CAV kombination med kylbafflar eller liknande lösningar, så finns det varianter där emellan. Och man kan säga att VAV där använder vi bara luften som energibärare om vi ska välja det ena eller det andra. Om vi tar VAV till att börja med så är det nog det vi föredrar att välja om man tänker energieffektiviteten. Trots klimatförändringar och annat så är det större delen av året lite kallare ute, vilket ger oss gratis kyla genom att ta in uteluft och använda den för att och kyla bort överskotten. Om vi pratar kontor, för det är där de systemen normalt förekommer mest. Då skulle jag säga att vi för det mesta ritar VAV eller i det fallen det går. Det som kan ställa till det lite grann är om vi har väldigt begränsad våningshöjd i byggnaden. Då tar ett system där man använder luften som energibärare mer plats. Vi behöver mer plats i undertaket, trots att man i ett baffelsystem har ett köldbärarsystem som vi inte har när vi har ett rent VAV system, så blir det effektivare vad det gäller våningshöjd och du kan ha lägre bjälklagshöjd, vilket då kan få det att väger över till att välja den typen av lösning.

Sen kan man väl säga att, har du en lösning med kylbafflar oavsett om du har CAV eller VAV på kylbafflen så kyler du alltid luften ändå. Du har alltid kylbatteriaggregatet och det är för att torka uteluften en del för att bli av med fukt framförallt om de höstmånaderna då när det är lite fuktigare ute, varmt och fuktigt. Så det har vi även om då den mängden kyla som det lägre luftflödet kan bära bort är mer begränsad, därför måste du ta bort resterande värme med kyla. Sen finns det olika byggherrar som har lite olika krav, om man tar Skanska som jag jobbar rätt mycket med, de väljer att inte undertemperera luften till kylbaffen speciellt mycket. De kyler ner till någonstans 19-20°C och så lägger man större delen av kylan på just vätskesystemet då.

Medans i andra projekt så kan man tänka sig att du kanske kyler ner till 17°C där också och torkar den lite längre för att få ett lite mer okänsligt system. Men då måste du ha en kylbaffel där du även varierar luftflödet för kör du konstant luftflöde genom en buffel med väldigt kall temperatur då blir de rum som inte är belastade för tillfället med någon värmelast, då blir dom väldigt kalla och då måste man ha ett spjäll så det drar ner på luftflödet till de rummen, och då är det en kombination av VAV med ett vätskeburet system för att ta bort och då kanske det är 50/50, hälften går via luften i hälften via kylan. Kyler du inte ner i luften så mycket så kanske det är 60-70 % som du tar med vattnet och bara 20-30 % eller 30% med luften. Det är väl de stora skillnaderna.

Sen är det så att vissa byggherrar jag jobbar ofta med de mest större byggherrarna, de har rätt tydliga riktlinjer själva. Alltså de har kommit på hur de vill ha det i sina fastigheter. Tar du Vasakronan, tar du Jernhusen. Vasakronan är väl en av de största fastighetsägarna i Sverige. Ja, de pekar med hela handen, det ska vara VAV, alltså luftburen kyla. För de har

kommit fram till att det är det mest energieffektiva. Tar du Skanska så har de under många år byggt system som de snarare vill ha, och kalla det för robusta och inte för mycket teknik. Ja då jobbar de med konstanta luftflöden och kylbafflar istället. Och i ursprunget så hade de en idé om att de hade rätt varm temperatur på köldbäraren och så har de byggt många anläggningar, så att du nästan får självreglerande bafflar. Om man tänker sig att man vill ha 20° kontor och så har du kanske 18°C fram på köldbäraren och 21°C på returen, så att du ligger väldigt nära vad rumstemperaturen är eller till och med nästan 20-23°. Då ger inte kylbaffen någonting när det är rätt temperatur, men när rumstemperaturen börjar stiga så du får en skillnad mellan rumstemperatur och vattentemperaturen. Då börjar kylbaffeln avge de kylbafflarna blir väldigt, väldigt stora eller långa, vilket är en nackdel med samordning med belysning och med sprinkler i undertaken då.

Så det finns lite olika filosofier men bland de större fastighetsägarna så styr de, men om och får vi välja, ja då kanske vi utgår från att vi skulle vilja ha VAV luft bara. Men det kanske är fysiska förutsättningar så att det funkar inget bra. Då behöver man titta på någon form av kylbaffelösning då när man kombinerar luften med vätskeburet system.

**Tilda**

[7:18] Menar du att VAV är nästan alltid billigare i drift?

**Konsult 1**

[7:26] Ja, det är energieffektivare eftersom du behöver inte köpa någon kyla från en kylmaskin eller från Göteborg energis fjärrkyla förrän du börjar få varmare än 17-18°C ute. Fram tills dess så tar du in luften, filtrerar den och så blåser du in den. Den mängden du behöver för att kyla bort överskottsvärmen från personliga belysning, sol, datorer i kontoret.

Man kan säga att ett kylbaffelsystem, oftast så kanske man har normalt temperaturen 14-17 eller 15-18°, det vill säga 15°C. Du kommer behöva köpa kylar lite tidigare än år när det är 17-18°C ute. Du kanske köper det betydligt tidigare. Och framför allt om du har rum som året om ligger i en kärna, det vill säga att du har ingen värme som försvinner ut genom ytterväggen, utan har du ett grupp rum där du går in och sätter ett antal personer och jobbar och så behöver du kyla det och om du har för lite luft då, ja då måste du producera kyla och köpa den, alltså till en vätskekrets lite tidigare än om vi hade bara använt luft då.

**Tilda**

[8:53] Men om man tänker alltså materialmässigt, vilken är oftast billigast då? Om man bara tänker installation.

**Konsult 1**

[9:04] Det skulle jag nästan kunna skicka till er efter eller också får leta lite. Nu ska vi se här. Har jag någon minut på mig eller två så kan jag nog plocka fram det.

För några år sen hade jag en sån jämförelse. Det var en utbildning. Men. Ja, fortsatt fråga.

**Tilda**

[10:08] Du sa det här med plats att det är takhöjd och allting sånt. När det kommer till fläktrum, alltså rummet där systemet ska vara och allting vilken tar oftast störst plats där?

#### **Konsult 1**

[10:27] Ja. Nej men om det är större kanaler för det med sig hela vägen egentlig. Större schakt kan man säga genom huset. Större aggregat och större fläktrum. Man kan nästan säga att det är en faktor två, inte riktigt men om man tänker sig att många gånger om man har ett kylbaffelsystem så kan man ligga i kontor på kanske runt 1,5 liter per sekundkvadratmeter luftflöde. Och är det ett rent luftburet system så kanske man ligger på 2,5-3, men inte riktigt. Men faktor mellan 1,5 och 3 det är en faktor 2. Och den är rätt linjär kan man säga i storlek att det sväller volymmässigt. Det blir både lite högre takhöjd och arean blir så att volymen är nog ganska proportionell mellan dom systemen. Vi får lite mer på rörsidan givetvis.

Relationen för det här är några år gammalt, men man kan säga att ett rent CAV baffelsystem eller ett rent VAV när vi kalkylerade det här så var det väldigt lite skillnad, alltså det var några procent dyrare med VAV. Men om du har bafflar med VAV då är det drygt 10 % dyrare.

Vi har två stycken personer som sitter och gör kalkyler här heltid. Det är en utbildning jag höll nån gång ska vi se här. När var detta tror 2022, det vill säga knappt fyra år sedan, då var relationerna sådana, jag vet inte om det skiljer sig mycket nu men.

#### **Tilda**

[12:36] Okej.

#### **Konsult 1**

[12:41] Då kan man säga att ja, det är på installationssidan. Men tittar du då att du behöver högre våningshöjd så på byggsidan kommer det att påverka.

#### **Tilda**

[12:51] Okej, om du bara skulle vilja rabbla fördelar gentemot nackdelar på dom olika systemen. När ni sitter och väljer vad är det som väger över oftast?

#### **Konsult 1**

[13:12] 1 är kundens krav. Finns det inga kundkrav så skulle jag säga att det är dom fysiska förutsättningarna för huset. Om man kan välja det ena eller det andra och eftersom jag säger att det kanske föredrar och att göra ett VAV system, så vi börjar med att titta på det och så ser vi att nej men det här blir att man tänker att det är väldigt trångt och man får väldigt mycket fyrkantiga kanaler som är breda och höga då blir det dyrt, då blir det inte kostnadseffektivt. Då nånstans så kanske man tittar på det andra alternativet istället med kylbafflar.

Om kunden ändå har ganska höga miljömål vad det gäller energi, då blir det ofta en baffel med ett spjäll för att elenergianvändningen är så, när man gör våra energiberäkningar enligt

BBR då så straffas man för elenergianvändning, jag tror det är 1,8 - 1,7 så varje kilowattimme blir gånger 1,8 för att det är el. Har man då mycket fläkt el så vill man begränsa den och ett sätt att begränsa den är att ha spjäll på luften så att du bara putter luften dit där rummen används. Då får man ner elenergianvändningen. Så skulle jag vilja uttrycka det.

### **Tilda**

[14:54] Men när en kund kommer till er, vad är det oftast dom vill? Jag förstår att dom vill ha det billigt, men är det oftast i drift eller är det i material? Eller är det installationen? I vilket stadie vill dom oftast ha det mer kostnadseffektivt?

### **Konsult 1**

[15:13] Jag skulle vilja påstå att man värderar, i alla fall de lite större kunderna, så värderar man drift och underhållskostnaderna rätt högt. Sen kan man säga att man inte kan gå hur långt som helst för nånstans har de en påse pengar som det får kosta att bygga som är en relation till den hyra de kan tänkas hyra ut lokalerna för så det är ett samspel.

Sen är det mycket det här med grön finansiering, du får gröna lån om du kan visa på det här med EU taxonomin att du gör de här olika sakerna så är det väldigt mycket mer ekonomiskt fullaktigt för en fastighetsägare att bygga energieffektivt kan man säga.

Det ska det vara men den är rätt högt upp och det är det för oss också som konsulter. Vi vill inte rita dåliga anläggningar. Det är väldigt, väldigt få anläggningar idag som bara sitter och bara klarar BBR då även om det finns.

### **Melvin**

[16:57] Det är mycket som du säger med billigare och sådana grejer som är väldigt styrande med vad kundens ska ha. Men säg det tidigare projekt. Har det varit någon fråga eller är det någon aspekt som har varit oväntat styrande? Någonting som inte tänker på lika mycket, men som i just det här projektet kanske blev väldigt viktigt att tänka på.

### **Konsult 1**

[17:17] Någonting som och det är nästan oavsett. Systemval då det handlar lite mer om designen av helheten som man ofta pratar om i projekt, det är flexibilitet. Hur flexibelt ska det vara? Hur enkelt ska det vara att bygga om utan att påverka grundstrukturen och systemen, då kan man säga att om man börjar med ett VAV system där i princip alla donen har sin egen intelligens. Sen kan du koppla upp några don i ett rum och styra dem tillsammans. Det är programmeringsgrejer du behöver knyta andra kopplingar. Du behöver liksom inte fysiskt gå in och göra någonting.

Det är väl ett tänk igenom och det kan jag inte säga att det är, kanske lite mer jobb med bafflar. Det beror också på hur man väljer att. Ja, om de är uppkopplade till ett överordnat system eller om dom bara styr lokalt men dom allra flesta VAV systemen, de styrs så att allting är uppkopplat mot en urdator, men inte alltid det är det på rumsvis. Men det bestämmer man från projekt till projekt.

## Tilda

[18:57] Men som jag förstår det rätt att om man vill ha ett flexibelt och kunna bygga om så är det enklare med ett VAV system?

## Konsult 1

[19:07] Ja. Jag skulle vilja påstå att det är det. Det måste inte vara, det går att göra samma sak, men min erfarenhet är nog att kanske ofta dom här baffelsystemet har mer lokala styrningar på rumsnivå medans det som vi sitter i här där allt alla rum finns uppe i en lång lista där du kan gå in och ändra och liksom sådär.

### *Bilaga 2: Transkriberad intervju Konsult 2 - Företag 1*

- Har erat företag några preferenser?
  - Skulle säga att de har (kan skilja från avdelning till avdelning)
  - Föredrar VAV
    - DCV, Demand Control ventilation
    - Förespråkar det mest
- Vad gör att ni väljer det ena över det andra?
  - Förr jobbade man mer med bafflar idag fokuserar man mer på flöden
  - Slippa ett system med VAV
  - Kan nyttja “naturen” mer med VAV
  - CAV
    - Mindre plats
  - Vid befintlig byggnad
    - Gör det som redan finns för att slippa bygga helt nytt och försöka få in det i det befintliga
- VAV
  - Fördel
    - Ett system → blir enklare att jobba
      - En entreprenör som löser istället för att ha två som ska samarbeta bra
  - Nackdel
    - Stora kanaler och stora aggregat
    - Vid vissa kyl fall
      - Risk för drag
    - Kan kräva mycket styrsystem för att det ska fungera
    - Har ett min flöde som gör att man kanske får för högt flöde än vad som behövs vilket leder till kallare än vad man vill ha
- CAV
  - Fördel
    - Mindre plats

- Passar bra i befintliga byggnader
  - I kontor funkar bafflar bra
  - VAV med bafflar
    - I stora mötesrum
  - Bra kyleffekt på liten yta
  - CAV kan vara bättre vid stort kylbehov med mindre folk
    - Kan vara en del till varför bafflar var vanligare förut då man hade mer utrustning som ger större kylbehov som t.ex varmare datorer och sämre belysning
- Nackdel
  - Bafflar kan vara lite begränsade i hur de skjuter in luft i en byggnad
  - Kan bli store aggregat pre flöde typ då man vill hålla nere SFP värdet men för VAV kan man komma undan då man inte alltid kör högsta flöde (intressant sak att titta på)
- Lokal
  - CAV bafflar
    - Främst i kontorsverksamhet
  - VAV
    - För stora kök som producerar mycket matos
      - Då måste man köra in mycket luft
  - Industri kör man in mycket luft
    - Man kyler inte luften alltid -> kostar skitmycket för sån stor volym
  - Lab till exempel Astra
    - Där måste man titta på kraven väldigt mycket
- Vad för kostnader är viktiga
  - Väldigt fall till fall
- Bord och ytor kan vara kalla väldigt länge
- Volvo körde något test
  - Bara 40% beläggning
    - VAV gör att man kan få ner väldigt mycket flöde
  - Man brukar kunna räkna med 70% av flödet för centrala kanaler

### *Bilaga 3: Transkriberad intervju Konsult 3 - Företag 1*

- Har ert företag några preferenser?
  - Ingen särskild preferens, bedömning efter varje byggnad
  - Kunden är viktigt
    - Stora företag har egna inriktningar
    - De har nog bra koll på vad som brukar passa bäst för de
- Är ni nischade åt något håll?

- Vi analyserar samtliga möjligheter och anpassar till bästa lösningen per projekt. Just nu ser vi en trend mot VAV hållet.
- Har ni bred spridning på lokal?
  - Ja väldigt spritt
  - Kan var kopplad till ram-avtal osv
  - Sitter med bra kontakt med andra företag (följer även LOU och RAM-avtal)
- Vad gör att ni väljer det ena över det andra?
  - Kunden påverkar
  - Antal våningar våningshöjd (platsbegränsning)
    - Kylbafflar ger mindre plats
  - Verksamhet med flera mötesrum
    - Finns en viss flexibilitet i VAV
    - Flexibilitet vill gärna fastighetsägare
    - Även att kunna göra om till andra verksamheter
- Ringmatningar
  - Alltså bygg runt kanterna och skjut in i rummet
  - Kan ge mindre kanaldimensioner
    - Med tanke på bjälklagshöjder
- VAV
  - Fördel
    - VAV kan vara bättre vid hög mängd fukt
    - Mer flexibelt och enkelt att bygga om
    - Kostar mindre
    - Slipper ett system
      - Färre prylar att installera
  - Nackdel
    - Mer luft
      - Mer energi för fläkt
      - Större kanaler
    - Stora kanaler, tar större plats vilket ger mindre uthyrbar yta
    - Större risk för drag -> sämre komfort
- CAV
  - Fördel
    - Mindre luft
      - Mindre kanaler
      - Mindre fläkt el
      - Mindre takhöjd
    - Kylmaskinen kan vara mer effektiv
  - Nackdel
    - Kan skapa problem med fukt
      - Bör inte hända
      - VAV är lite mer avfuktat redan
    - Ett vattenburet system som kan krångla

- Tidsaspekter
- Vad vill kunderna ska vara billigt?
  - Viktig fråga
  - Driftkostnader är en faktor
    - Men man kanske fokusera mer på direkt investering

#### *Bilaga 4: Transkriberad intervju Konsult 4 - Företag 2*

##### **Tilda**

[0:00] Vilka preferenser har ni hos ert företag på systemen. Vilken använder ni mest eller vilken tycker ni om mest?

##### **Konsult 4**

[0:19] Vi använder båda system. Jag skulle säga att det beror lite på vilka typer av lokaler det är. För det ena har sina fördelar och det andra har sina fördelar och nackdelar naturligtvis. Och sen är det alltid en kostnadsdel i det hela. Jag skulle säga om man tar luftburen kyla då, med VAV system, så funkar det bra i stora öppna lokaler. Har man kontorsrum där varje individ vill ha olika temperaturer, då funkar inte det riktigt lika bra. Utan då brukar vi förespråka kylbafflarna för att det ska bli ett flexibelt system.

Men vi jobbar med båda två. Nu vet jag inte om ni bara jobbade med kylfallet eller för det finns även värme fallet man kan behöva i olika typer av lokaler och köra variabla flöden och konstanta flöden.

##### **Tilda**

[1:14] Vi fokuserar mest på kylan, men ja. När ni väljer att göra en luftburen då? Varför väljer ni det systemet? Vad gör att ni väljer ett luftburet över vattenburet och så vidare?

##### **Konsult 4**

[1:34] Först och främst så är det luftburna systemet är mycket billigare. Du behöver inte bygga ett elkylsystem. Så är det industrier och kontor och sånt som inte har så höga krav så kör vi det systemet av den anledningen. Nackdelen med den är att ska du kyla med bara luften så blir kanaldimensionerna ganska stora. Du behöver gå upp i luftflöde. Precis som när du ska värma med luften och så behöver du gå upp i luftflödet så kanalerna blir större. Men om du har ett kontorslandskap. Då försöker man hålla ner luftflödena och kanaldimensionerna och då bygger man oftast ett traditionellt kylbaffelsystem.

##### **Tilda**

[2:17] Okej. Ja, då vänder vi på frågan. Vad gör att ni använder vattenburet?

#### **Konsult 4**

[2:31] Ja men då gör vi det i kontorslokaler som har lite högre krav och framför allt då att man har lite mer individuella krav.

#### **Tilda**

[2:38] Vad kan det vara för?

#### **Konsult 4**

[2:40] Det kan vara till exempel, oftast då så är det om det sitter någon i receptionen, så fryser alltid hon. Och så sitter det någon gubbe längst in i hörnet med en kavaj på sig. Han svettas alltid och de vill alltid ha olika temperaturer. Och det gör att det blir svårare med ett luftburet kylsystem. Kör man kylbafflar så kör man ändå alltid lite undertempererad på luften och sen så reglerar man den stora kylan med själva kylbaffeln och då är det en regleringscentral inne i varje rum.

#### **Tilda**

[3:15] Okej. Vilket system anser du är bäst? Och varför? Det är svårt att säga kanske, men.

#### **Konsult 4**

[3:34] Ja men det är det som sagt, det beror på applikationen. Jag skulle säga att det luftburna systemet är mest kostnadseffektivt och därav är det bättre. Men det andra är mer flexibelt och mer exakt så att då är det bättre, men nu ska jag inte gissa, men det blir många fler gånger dyrare. Alltså ett traditionellt kylsystem med kylbafflar måste vara 3-4 gånger dyrare än ett vanligt.

#### **Tilda**

[4:00] Okej. När ni väljer ett system, vem är det som har mest att säga om systemvalet? Är det kunden eller arkitekten eller driftoperatörer eller vilka tar ni in när ni ska bestämma vilket system.

#### **Konsult 4**

[4:24] Jag skulle säga att det beror också lite från projekt till projekt, men är det ett projekt för en Göteborgs kommun till exempel som bygger väldigt mycket då är de rutinerade byggare. Då blir det ofta kunden som bestämmer vilket system de vill ha. Men om man

bygger för de som kanske bygger sitt eget kontorshus för första gången, då är det vi som styr och försöker att få dem att förstå för- och nackdelarna med systemen.

Jag skulle säga att arkitekten är nog den som har minst att säga till dem, även om de alltid vill säga till om utseendet. Men just i tekniken där och klimatet så brukar det vara vi som styr.

#### **Tilda**

[5:06] Men då just med arkitekterna och dom säger "vi vill ha det här slags systemet för att det ska se ut på något specifikt sätt." Hur mycket tänker ni på det när ni ska designa? Alltså lägger ni ändå en värdering i det?

#### **Konsult 4**

[5:21] Jo men det gör vi absolut, det är klart. Dels så är arkitekten oftast med från början så att det är beställas vilja. Sen brukar anpassa oss efter det, men vi brukar också förklara för slutkunden att gör man så här då blir det inget som är synligt, då blir det snyggt och fint, men du kommer att kunna få 10-15 % som är missnöjda hela tiden, eller du får en kostnadsökning på 3 gånger pengarna. Så det blir ofta en diskussion.

#### **Tilda**

[5:51] Okej. Bara för- och nackdelarna med de olika systemen. Du sa kostnader. Finns det något mer. När man sitter där vad är det man tänker? Vad är fördelen och nackdelen av varje system när man ska bestämma?

#### **Konsult 4**

[6:18] Ja men då är det kostnaden är alltid en stor del, men sen är det att slutkunden ska bli nöjd. Du kan inte köra en VAV med luftburen kyla om du har sjukhusmiljö till exempel eller om du har de som är väldigt höga krav. Har du väldigt höga krav på temperaturen plus minusgrader så är det ett traditionellt kylbaffelsystem.

Det hänger väldigt mycket ihop med vad det är för applikation. Sen har du en industrihall som du ska hålla ungefär 20°C, om det blir 18, om det blir 22-24°C spelar inte så stor roll och då funkar det luftsystemet. Lika bra och blir mycket billigare.

#### *Bilaga 5: Transkriberad intervju Konsult 5 - Företag 3*

#### **Tilda**

[0:00 Har ni några preferenser i ert företag att ni alltid tänker på det här systemet först eller är det att ni alltid kollar individuellt?

## Konsult 5

[0:22] Det blir ganska individuellt kan man säga, beroende på vad det är för typ av lokal och vad man har för förutsättningar. Är det nybyggnad då har man kanske en förutsättning att man kan skapa sig till liksom med höjd på våningsplanen för att ha stora kanaler och så vidare.

Är det en befintlig byggnad med låga takhöjder och då kanske man inte kan använda luft och kyla på samma sätt. Ska du kyla med luft enbart då så krävs det mer plats då stora kanaler och mycket luft då, kontra om du skulle köra ett kylbaffelsystem. Så Jag skulle säga att det är väldigt individuellt för projektet och vad det är för typ av projekt. Om det är kontor eller om det är en kommersiell lokal eller butik eller någon stor volym. Någon stor hörsal kanske. Man får nästan se det för projekt för projekt.

## Tilda

[1:31] Vad gör att ni väljer luftburet eller vattenburet?

## Konsult 5

[1:38] Ja. Men, det är lite olika grejer också då. Luftburet kan jag tycka, det är bra när man har kanske stora volymer, Aulor. Kanske hög takhöjd och sådär. Där kan man använda luften både för att kyla och värma också då. Man kan ha kombinerat system då att på vintern värmer du och på sommaren kyler du, och du kanske behöver mycket luft för att det är mycket folk. Så då lämpar sig luftburen kyla bra.

Kommer du till moderna kontor idag, där man vill begränsa takhöjden för man vill få in så många våningar som möjligt på en viss byggnadshöjd. Du kanske har mycket fönster vilket gör att du får höga värmelaster från sol och så vidare. Då kanske det är bättre att satsa på baffelkyla, då kan du hålla nere luftmängden och ventilerar för andra grejer än för klimatet. Du vill ha bort CO<sub>2</sub> och emissioner och sånt då, då kanske man kan lägga sig på en viss nivå som klarar det, men du behöver inte över ventilerar utan då löser du klimatet med kylan i baffeln istället då.

Ett modernt kontor skulle jag säga idag byggs oftast med baffel lösning. Medan andra typer av lokaler, typ aulor och vad det nu det kan vara, då kanske man inte har bafflar, utan då har man luftburenkyla då till exempel. Det kan vara butiker till exempel också. Där jobbar man ofta med luftburen kyla också. Men det kan vara i kombination med andra kyl också till exempel.

Om ni tänker att när ni går i en butik så sitter det ofta sådan här kyl, fläktluftskylare heter det. Men kylapparater. Det är en typ av baffel fast du har en inbyggd fläkt i den ofta också då, på nåt sätt. Det är fläktluftskylare och de tar ofta det extra som behövs, förutom den luftburna kylan då. Ja i stort så ser det ut så skulle jag säga.

## Tilda

[4:23] Om du bara vill säga fördelar och nackdelar mellan olika systemen. Dom du kan komma på.

## Konsult 5

[4:32] Ja men fördelen med baffel kyla då som sagt, det är det vi har varit inne på lite grann att man kan hålla nere mängden luft. Vilket gör att ventilationssystemet kanaler och så vidare bygger mindre, blir billigare egentligen också. Du kan gå ner i storlek på hela systemet då från ventilationsaggregatet, till kanaler, stamkanaler och ute på plan. Vilket gör att man dels kan hålla ner utrymmet du behöver på våningsplanet. Du kan höja tak inne undertaket istället och få en större volym för kontorsmiljön istället för att ha en massa installationer då som bygger plats då, så det är fördelen med baffelkyla kan man säga.

Nackdelen med baffelkyla skulle jag vilja säga. Det är att man behöver ha ett vätskeburet system då med rör som du drar runt i huset då. Det är förknippat med en stor kostnad att göra det så. Det är väl egentligen det som talar emot att man får en hög investeringskostnad på ett kylsystem då istället för att hålla kylan till ventilationsaggregatet centralt då som man gör med luftburen kyla då i och med att du där har du bara ett kylbatteri i aggregatet.

Och så har du ett kylsystem då, ofta vattenburet som kopplas dit, då blir det ganska så begränsad installation där i teknikrummet. Kontra att dra ut stammar och stråk ut på varje plan då, kan man säga. Jag skulle säga det som talar emot är väl nån form av investeringskostnad då, kan man väl säga, visst för vattenburna.

Du har en fördel med vattenburet också. Det är väl att du har, man ska väl säga det, ibland blir det orimligt att kyla med luft för du har en begränsning i hur mycket kyla du kan gå in med luft då? Säg att du vill ha 24°C i ditt kontorsrum då och du kanske som kallas kan blåsa in, 16, 17°C, utan att det ska bli risk för drag. Också att om du kör kalla temperaturer i kanaler så kan det vara risk för kondens och du behöver isolera mycket och sådär då. Så man brukar säga nånstans, 16- 17°C brukar väl vara liksom den lägsta temperaturen man vill blåsa in då. Och då har man egentligen en begränsning där att det blåser in 16°C och ska hålla 24°C i rum då, då har du 8° delta T.

Har du en effekt i rummet då? Det kan vara kyleffekt på att du vill, kyla bort 30 W per kvadratmeter säger vi, eller 40 W eller 50 W eller 60 W. Det kan vara beror på vad du har för laster. Beroende på lasten där så blir det till slut ett väldigt stort luftflöde, med dom här 8° i delta T. Då ibland eller ofta är det mer rimligt kanske då att installera en kylbaffel som kan utöver dom 8 graders delta T har i luften så har du mycket mer kapacitet till själva baffeln att kyla då så att säga i och med att man där inte bara luften blåser in utan du omsätter luften i rummet i baffeln. Så du cirkulerar större luftmängd där då. Kontra om du bara kör till luften då eller vad man ska säga.

Vad har vi mer för- och nackdelar, men ett kylbaffelsystem kanske kräver lite mer tryckuppsättning. Det kan vara en energifråga då att fläkten får jobba lite hårdare för att få ut luften då kontra om du har tilluftsdon då. Har du högre tryck kan det vara förknippat med ljud också. Så det är också en liten sån här grej man får jobba med. Det behöver inte vara ett problem om man dimensionerar det rätt. Men med ljud och bafflar är också en fråga man får jobba lite med då för att hålla koll på kan man säga.

Sen vet jag inte om ni tittar också på vad det är. Du pratade om varierande flöden då om man kör kyla med luft och VAV. Så kan man ställa det kontra CAV då alltså konstanta luftflöden som är i många gamla hus då, gamla system. Där har du en risk om du kyler med luft, att har du inte VAV i ett rum och så är det ingen där och då har du problem med att du istället kanske kyler ut det här rummet då, för du har inte den intern lasten som rummets ventilationer dimensionerar för. Så det är väl en nackdel med om du kyler med luft och att du då måste nästan jobba med variabla luftmängder. Och har du ett befintligt system så kan det kanske vara svårt att lösa. Har du ett nytt system så kräver det en hel del teknik då med spjäll och givare och så där då. Så det kan vara en nackdel med luftburet att du att du behöver få in en hel del teknik för att lösa det så att säga.

## **Tilda**

[10:40] När ni väljer system vilka är det som har en åsikt? Jag antar att kunderna har en åsikt, men arkitekterna och typ om det är driftoperatörer?

## **Konsult 5**

[10:55] Mm. Ja. Oftast när vi kommer in i projektet så kanske inte driften är med, utan det är dom som har fått över det så vi får tänka lite på dem då när vi dimensionerar och designar systemen. Däremot så är beställaren med då såklart. Och arkitekten som ni säger då.

Och synpunkter från beställaren. Ofta har dom kanske en uppfattning om vad de vill ha. Om den är rätt, baserad på bara tycker och smak eller om de har erfarenhet om vad som funkar. Och det kan vara olika då. Det är klart att man får ha en dialog med dem då. Och då får man prata om det här som vi sa nu att. Vad är fördelen med baffelsystemet? Jo men vi kan hålla uppe takhöjden kanske i rummen. Det är en fördel för verksamheten. Däremot kanske det blir dyrare installation då så har vi budget för att dra ut ett kylsystem för att placera ut bafflar eller vad har vi för budget i det här projektet då att förhålla oss till?

Arkitekten dom skulle säkert alltid föredra baffelsystem i och med att då kan de hålla uppe takhöjden och få finare lokaler. Så oftast kanske inte dom har så här jättemycket möjlighet att påverka. Förutom det då att dom har ett önskemål att hålla uppe takhöjden och det vill ofta beställa också då så. Så man får bara informera om att ja men vi, ska vi gå på baffelsystem så innebär det en kanske en högre kostnad då, och då kan det vara att vi kanske

får räkna och göra en ny kalkyl då. Hur mycket dyrare det blir där till exempel då så får man ta beslut utifrån det då kan man säga.

## **Tilda**

[12:57] Okej. Vi förstår att som kund vill man oftast ha det billigaste, men när kunden säger att "ja, man vill ha det billigaste" är det oftast då i driften dom vill ha det? Eller är det i materialet som dom vill ha det? Eller hur? Ja, vart brukar dom vilja sätta.

## **Konsult 5**

[13:29] Ja, men dom större kunderna då, de större fastighetsägarna säger vi alltså. Vad kan det vara? Wallenstam och det kan vara dom stora byggarna också NCC, Skanska. Dom har stor erfarenhet av tidigare byggnader där Wallenstam var jättemycket byggnader så dom vet lite vad dom vill ha från början och dom har ofta stort fokus på längre tid då att det ska vara lönsamt på sikt och då kanske inte investeringskostnaderna är det primära alltid.

Och då kommer man in på det här att man får kanske beräkna lite, investering kontra drift då, alltså LCC kostnad då kan man säga. Om man tänker då baffel system kontra ventilationssystem då så fördelen med baffel system är då såklart att du ventilerar mindre då. Du har en lägre driftskostnad på ventilations aggregatets fläktar då dom kan bli mindre och dra mindre el i långa loppet.

Ofta det tillsammans med en kylmaskin då, den har en kylfaktor. Så tillför du el så får du ut 4 gånger mer kyla, till exempel då eller vad det kan vara 5.

Det är också en del av det hela driftsmässigt då att man kan få en billig lösning då. Eller vad ska jag säga? En billigare lösning om man cirkulerar lite luft och så tillför man el till en kylmaskin då.

Däremot kör du ett VAV system då får du ett större aggregat som drar mer el men samtidigt så har du möjligt kanske att använda frikyla i luften, alltså när det är kallare än rumstemperaturen ute. Då har du hela tiden möjlighet att tillföra undertempererad luft ner till de här 16 graderna som kanske är din begränsning hur kallt du vill tillföra då så. All temperatur under rumstemperatur. Där har du gratis kyla i princip. Då behöver du inte köra din kylmaskin.

Det är också en sådan här. Ja, vad blir det billigaste då? Att cirkulera lite luft med kylbaffelsystem eller cirkulera mycket luft fast du använder frikyla då? Så det är också en grej man får räkna på hur mycket kyla krävs för att hålla rätt klimat då, ska du betala för kylan eller köra frikyla då. Sen klart över 24°C ute då eller 22-23°C ute då kommer du behöva betala för din kyla oavsett system så.

Det är en väldigt svår bedömning. Man får räkna lite på det för att säga då kanske mer exakt vad vilket blir mest lönsamt i långa loppet då. Men jag skulle väl säga LCC beräkningarna är blir mer och mer viktiga. Man kanske inte bara tittar på investeringen, så sett då.

**Tilda**

[1:19] Vi vill kolla vad som är fördelar och nackdelar med systemen. Om något kanske tar mer plats eller kostar mer eller ja.

**Konsult 6**

[1:32] Ja absolut, men det är superintressant och de här frågorna ställs inför i alla projekt som ska kyla så måste vi fundera lite vad som är rätt lösning för just det projektet. Det finns egentligen ingenting universellt att bara säga att det där är den bästa lösningen. Utan det är alltid beroende på förutsättningarna då.

Och generellt skulle jag väl säga då att en lösning med kylbafflar kanske känns mest ren och tyst och ger bäst komfort egentligen i grund och botten. Men det funkar även med att få till en bra lösning med luft och behovsstyrd ventilation också.

Men om man ska dra lite för- och nackdelar med respektive system. Men om man då börjar med behovsstyrd ventilation med luft och kyl till luft.

Då är den stora fördelen med det är att du egentligen kan slippa en extern kylmaskin. Och du får ha kylmaskinen integrerad i aggregatet. Kyld tilluft anordnas antingen via en i aggregatet integrerad kylmaskin på tilluftskanalen. Kylbatteriet kan vara anslutet till ett vätskeburet kylsystem eller vara av så kallad DX-typ, dvs ansluten direkt mot en utedel (kylmaskin).

Eller så har du då en integrerad kylmaskin i aggregatet och integrerad kylmaskin i aggregatet är ofta det som är kanske mest utrymmeseffektivt. Då får du ett aggregat som är lite större men du slipper ha en kylmaskin på utsidan som kanske skapar oljud och är ganska ful och framförallt så är det ganska bra när du inte har plats att sätta någon kylmaskin. Ibland har du typ äldreboenden vilket vi har ibland kyla på nu då. De ser lite ut som flerbostadshus att du har sadeltak och du kanske inte har plats att få ut en stor kylmedelkylare eller en kylmaskin på utsidan. Då är det en ganska bra lösning.

Men du måste vara ganska försiktig med hur kall luft du blåser in för om du inte har behovsstyrning. Nu kollar ni på behovsstyrning då, men det kommer vara vissa rum där du kanske inte har variabla flöden. Till exempel säga skötrum eller mindre kontor. Kontor kan i många fall förses med behovsstyrd ventilation men det kommer ändå finnas rum där du kanske vill ha CAV och då kanske man får bygga upp dubbla system så man kan eftervärma CAV-luften exempelvis.

Men då är frågan hur mycket ska du kyla ner i luften innan för att sen värma den. Då är det också en liten energiförlust där kan man säga. De är bra när du ska ha samma tilluftstemperatur till alla ställen. Jag skulle säga att det kanske är svårt att gå ner för lågt i tilluftstemperatur i de här delarna för att du får risk att kyla ut vissa små rum.

Kostnaden är någonting man får titta på från fall till fall. Men det brukar vara lite billigare att köra dom här lösningarna med integrerad kylmaskin, slipper extern kylmaskin delen. Jämfört med kylbafflar då ska du ändå ha ett helt vätskesystem ute, du behöver ha rörinstallationer ute i rummet och både kylbafflarna och rören är ganska dyra. Men det som är dyrare med luft är större kanalstorlekar och du behöver kanske isolera dom kanalerna lite mer. Men generellt sett så är det lite billigare och lite enklare lösning. Jag skulle säga att det är ganska många fall när man jobbar med entreprenörer så kanske det är den lösningen de väljer i första hand för att det är lite enklare.

Men det är klart, ska du bygga ett helt nytt hus, kontorshus och liknande, då är det vanlig att man vill arbeta med en lösning med kylbafflar. Om vi går över till den kylbaffel lösningen så funkar lite mer som en radiator att du har reglering just där du vill ha regleringen. Du får kyla bara i dom rummen där du verkligen vill ha det. Du kommer att ha kyla även på aggregatet, men då sköter du ofta med ett kylbatteri. Man behöver ofta även kyla/avfukta tilluften i aggregatet för att hålla nere fuktnivå och undvika kondensrisk. Eftersom du ändå har ett kylsystem så kommer du att kombinera kylbatteri på aggregatet så att du inte blåser in för varm luft för då får du troligtvis problem med fukt i byggnaden. Men i och med att luftflödena hålls nere blir både aggregat och kanalsystem mindre. Vi ska samordna den både rör och ventilation då. Men det kommer ändå ha väldigt mycket mindre kanaler för luft är en dålig energibärare jämfört med vatten då så du slipper dom här stora kanalsystemen. Jag tror om du ska hålla ner en våningshöjden och sånt där, så är det kylbafflar rätt lösning att gå på. Har du väldigt gott på plats, så kan du köra med luft, så sett.

Sen kan man kolla på koldioxidavtrycket också. Det där är också olika. Jag har inga jättebra svar på det. Det kräver ganska mycket resurser att skapa ett helt nytt rörsystem. Jag vet inte om ni kanske kollar på det här också och några referensprojekt, men jag har ingen riktigt bra känsla för vad som är mest. Det kräver mer resurser definitivt att bygga ett rörsystem också. Men det är lite break-even på. Det vet jag inte. Klimatpåverkan behöver bedömas projektspecifikt, eftersom mer material i rörsystemet kan vägas mot lägre driftenergi över tid.

Sen så har du ljudnivåer då också. I och med att du inte blåser ut lika mycket luft så har du kanske bättre möjlighet att hålla ner ljudet. Kylbafflar är generellt sett ganska tysta så det finns en fördel med det också. Sen finns det de här lösningarna där man har VAV på kylbafflar också. Dom kan vara bra ibland men i och med att det har fortfarande ganska låg flöde, man tar bara de hygienluftflödena, så tror jag att i ganska många fall så är det vettigt att köra med CAV precis det ni tittar på nu. Det menar om du ska vara stora zoner som du vill kunna stänga av, då kan det vara vettigt att ha VAV där. Men när du kör VAV i kylbafflar så blir det också att i lågflöde så det liksom trillar ner i luften mer på ett annat sätt och kan då blir problem med drag. Så CAV är nog eftersträvänsvärt då för kylbafflar skulle jag säga.

**Tilda**

[8:25] När ni gör ett projekt, vet ni då att. Ja, men om ni ska göra den här slags lokalen eller verksamheten, så är det nästan alltid det här vi använder för att då är det nästan alltid bäst, eller är det att ni kollar alltid på de olika systemen, oavsett vilket projekt ni har?

### **Konsult 6**

[8:45] Vi kollar nog alltid på de olika system skulle jag säga. Sen såklart skulle vi göra exakt samma för samma kund, så i nybyggnad då skulle vi landa i samma lösning tror jag, väldigt många gånger. Men vi gör väldigt mycket ombyggnader och då måste man alltid anpassa sig till mycket fysiska mått vilket vi behöver titta på, och det är våningshöjder, möjligheter att bygga, hur stora kan fläktrum bli. Fläktrum blir större när du ska ha en större aggregat så där har man kanske en, ja, man måste titta på varje projekt. Det är också därför AI inte ersätter det här jättelätt.

### **Tilda**

[9:24] Vi förstår att kunden vill oftast ha det billigaste alternativet som fortfarande funkar. Vad är det då? Är det att de vill ha det billigt i drift eller vill de ha det billigt i material? Eller är det att de tänker att 'Nej, men vi vill bara ha det som tar minst plats' eller vad är det som oftast kunderna vill ha?

### **Konsult 6**

[9:57] Ja men det är lite olika vilken långsiktighet de har olika kunder. Vi har kunder som köper fastighetsbestånd som de rustar upp och sedan säljer av efter några år bara. De vill att det ska vara en bra fastighet de säljer men de vill inte göra för mycket exempelvis. De kör exempelvis ganska mycket mer luft då för att det är lite billigare, kyla via luft. Men sen har man kommuner exempelvis, dom kan vara lite mer långsiktiga, titta mycket mer på driften. Och klimatet kanske också då i så fall. Så det är väldigt olika från kund till kund hur man tittar.

Men driftsekonomin den är flera faktorer man måste kolla på egentligen för aggregatet med integrerar kyla. De håller inte lika länge som aggregatet utan kyla. Kylmaskinen den kanske håller 15 år jämfört med aggregatet så kanske håller 20-25 år om man har tur då. Och har du en utvändigt kylmaskin då håller den också 15 år kanske på sin höjd.

Då kanske du har en kylmaskin till tre aggregat exempelvis och då blir det billigare att byta bara den istället för att byta alla tre aggregator då exempelvis. Man vill kolla på helheten då med alla beställare. Så din fråga där om att beställare vill ha det billigaste så det är klart att de vill ha det. Man behöver ofta titta på totalekonomin. Det ska absolut vara det billigaste men det är inte bara det som väger in, utan det är det här med komfort och sen kan det också vara deras driftsorganisation vad är de mest bekväma med att arbeta med då egentligen. Har de kylbafflar överallt till exempel så kanske de vill köra på vad det här också. Men det är svårt, det finns aldrig nåt rätt eller fel rakt av då.

**Tilda**

[12:08] Men du sa i början där med att kylbafflar ger oftast bättre komfort. Vad är det som gör det eller varför är det så?

**Konsult 6**

[12:21] Ja, men du får på nåt vis en noggrannare reglering för den mäter temperaturen i rummet. Vi får det även med VAV don också. Om man kyler enbart med luft behöver man ofta större luftflöden för att få ut samma kyleffekt, och då kan risken för drag och ljud öka. Med kylbafflar har man normalt lägre luftflöden, men man måste fortfarande vara noggrann för att få en bra och dragfri komfortmiljö.

**Konsult 6**

[14:14] Har du har du dåliga höjder i befintliga projekt, då är det nästan alltid kylbafflar man behöver då för du har aldrig möjlighet att få ut så mycket luft. Den är väl ändå ganska fastställd, men ändå den kan man ofta tänker jag på i alla fall.

**Tilda**

[14:36] Ja. Kommer du på någonting?

**Konsult 6**

[14:40] Driftsekonomi är ändå, för det kostar en del energi att blåsa runt alla den här med fläktar då. Och pumpar är dom har väldigt låg energiförbrukning egentligen. Det är klart att pumpenergin är väldigt mycket mindre än vad fläktenergin är. Den är bra med sig också. Så driftsmässigt är ändå då köldbärarsystem vanligtvis bättre lösning då.

*Bilaga 7: Transkriberad intervju Konsult 7 - Företag 4*

**Konsult 7**

[0:00] Avgörande faktorer när jag själv hjälper en kund, så ville han ha ventilation, värme och allt sånt som hör till din byggnad när de bygger eller renoverar. Dom vill då ha uppfyllt vissa önskemål på nivåer och klimat och energi och allt vad dom tycker anses vara viktigt och även finns det vissa regelkrav som man ska uppfylla. Men gällande kyla så brukar det oftast säga vara ett önskemål, inte oftast ett krav om man inte kunden ställer det. Det finns inget BPR krav eller myndighetskrav som säger att du måste ha kyla så det är bara mer komfort att ge dina hyresgäster eller kunder ett behagligt klimat i matbutik eller kontor eller vad det handlar om. Så jag har skrivit ner avgörande faktorer då när jag bestämmer eller jag presenterar till kunden vad som är rimligt och lämpligt eller vad som behövs och

kontrolleras eller uppfyllas för att få vissa nivåer gällande budget och ekonomiska faktorer vilket är oftast en viktig faktor.

Då brukar det oftast vara vilka verksamheter är tänkt att vara i lokalen, är det gym, är det en matbutik, är det kontor för det betyder egentligen i vår värld så är det vissa luftomsättningsnivåer och olika på olika verksamheter då.

Så till exempel ett gym behöver mycket mer luft per kvadratmeter än vad till exempel ett kontor behöver, eftersom folk springer runt och andas ut mer koldioxid och emissioner och alstra mer värme och allt sånt. Då finns det en grundventilation som är mycket högre än vanligt.

Så har man en hög luftomsättning så blir det lättare att ha luftkyla till exempel, eftersom du redan har ventilationen så kan du transportera mer kylkapacitet i luften. För luft kan bära mindre kyla än vad vätskan kan göra. Om man kollar formelmässigt så har ni den här värmekoefficienten som är väl 1,2 på luft vad den kan bära i värme, medan vatten har 4170, så det är ju, 4000 gånger mer på vatten. Så att du behöver inte lika mycket area för att transportera kyla. Så det är stor skillnad. Så verksamhetsnivå är väldigt viktigt och om man säger till kunden att så här mycket luft behöver ni för den här verksamheten. Vill ni ha det här? Det påverkar då lite andra faktorer som kommer till, då säger han ja eller nej. Eller ja, ställ inne på den här nivån. Vi ska hyra ut till café eller till kontor bara. Byggnads och rumsstorlek har en avgörande faktor, om det är mycket kontor, speciellt då.

Så byggnadsstorlek, domstorlek då i konferens med många stolar och projektor och dator och allt som alstrar värme mot speciellt då väldigt stor påverkan om du har mot söder eller väst med sol ljusinsläpp och solstrålning med den alstringen det ger.

Så det är byggnadskvaliteter med g värden i fönster och glasegenskaper, för solinstrålningen brukar motsvara ungefär en, ja säkert 60 - 70 % av själva kylbehovet, för det är ett stort behov om man inte har bra solavskärmning utomhus eller skuggning från närliggande byggnader eller smarta markiser och allt sånt där. Och det kostar pengar såklart, men så det är väl lite det med storlek på rum och hur tätt folk sitter och den biten.

Nästa faktor är storlek på tekniska utrymmen. Fläktrum undercentral. Vad har vi för möjligheter? Får vi plats med kyla? Vilken typ av kyla får vi plats med? Det finns många varianter idag med inbyggda kylmaskiner i aggregat som levererar luftkyla till exempel. Om man har ett VAV system så kan man ha den, men den kan jag inte leverera lika mycket kyla som sagt med luften som ett vätskeburet kylkylsystem. Och där på ett vätskeburet kylsystem så behöver du då en inomhusdel med tankar och ledningar och pumpar, ventiler, serviceutrymmen med kylmedelsledning ut oftast till en kylmedelsfläkt. Kylmedelskylare uppe på taket brukar du oftast se, en sån här staty med fläktar som står och brummar om man ska ha vätskekyl. Finns lite specialfall där man kan sätta ett batteri på avluften för att kyla den varma sidan på kylsystemet, men det är detaljer. Och det är oftast inte så vanligt eftersom man behöver så mycket luft för att kyla den mängden effekt som blir.

Så det bygger också vara 90% majoritet sådana här snurrande mackapärer på taket om man har vätskeburenkyla. Vilket då också är en faktor på byggnaden, möjlighet att placera utomhus till närliggande grannar, bostäder som ska uppfylla vissa ljudkrav så då brukar vi ibland försöka lösa med ljudskärmar och annat om vi uppfyller nivåerna eller inte. Det är en faktor då vår placering på fläktrum under central, nere i källaren eller uppe i vinden.

Sen våningshöjd och önskad höjd på undertak är också en väldigt viktig faktor i gällande kylvalet då, om man vill ha 24°C året runt även om det är 30°C ute så kommer jag definitivt säga att om du inte har 3,60 eller över 3 meter så klarar du inte med ett luftkylar system. För kanalerna blir så pass stora för att transportera så mycket luft för man vill inte ha för mycket tryckfall i systemet och då blir kanalerna större och så ska det isolering på det. Nu har du inte hur mycket utrymme som helst ovanför undertaket som pendlas ner under bärklasshöjd och det ska krocka eller samordnas med elstegar, vattenledningar och allt sånt, så att det blir svårt att lösa oftast ibland kan man lösa det med lokala nedsänkningar och det är lite ovanför WC grupper och lite sådant, men det är svårt.

Klimatkrav och önskemål från kund, det var vi inne på lite innan då. Finns inget krav så sätt, men oftast är kraven så att det finns vissa direktiv som heter TQ1, en gammal benämning, och så finns det TQ2, det är olika nivåer på inomhusklimat. TQ1 är den hårdaste då så ska man uppfylla, kommer inte ihåg exakt i huvudet, men det jag tror det var 23°C och lite sådana grejer och finns att ladda ner tror jag, om man vill bara fördjupa det. Och sen TQ2 är snällare då det är 25°C tror jag när det är 28 eller 27°C utomhus, med viss fuktighet med vissa parametrar då. Så det är en viktig faktor som bestämmer i stort sett allt, vilket val och system det blir och vilken byggnad dom önskas bygga.

Sen är budget en faktor, det kostar definitivt mer med vätskeburden kyla. Har inte siffror i huvudet, men det kan man hitta ganska lätt med ChatGPT eller Vikels program. Finns det färdiga såna snabba uträkningar ungefär för en kylcentral med bafflar och dylikt. Men det är en komfortfråga som klart och kvalitet, det är lättare att hyra ut ett kontorskomplex om det finns vissa nivåer på kyla.

Glas andel var jag inne på lite innan och söderväst. Jag har gjort allt från minimala fönster som uppfyller ljusinsläpp enligt krav eller arbetsmiljöverkets riktlinjer. Sen har jag byggt glasfasader som går från golv till tak. Då är det väldigt viktigt med glasegenskaper, som blir bättre för varje år känns det som. Som reflekterar bort dom dåliga våglängderna, finns lite specialglas som har bubblor i sig som reflekterar bort och allt möjligt. Det finns solfilmer som man sätter på glaset, lite alla olika möjliga nivåer, dyra till billigare glas. För solinstrålning är skulle jag säga 70-60% av själva kylbehovet i söder och väst lägen på dagen.

Som jag nämnde lite innan också då utomhusplaceringsmöjligheter för kylmaskiner och ljudkrav mot närliggande bostäder och verksamheter är en faktor också, är det genomförbart att placera dom här på taket nära? Det brukar väl vara 8 meter minst till en annan byggnad på grund av brandkrav. Men som är det dåliga fönster i grannfastigheten eller vad får dom för ljudnivåer och då kan vi bygga nånting för att reducera. Det drar med sig kostnader också såklart. Eller ute på landet så kanske inte spelar det inte så mycket roll.

Valet mellan CAV och VAV är också en kostnadsfråga, det är oftast energieffektivt att ha VAV eftersom fläktarna inte behöver snurra och blåsa ut lika mycket luft i alla utrymmen om det inte används. Men det är klart att det är dyrare för då behöver du spjäll och givare och en viss styrning med tryckknappar eller liknande för att få den här funktionen. Fördelen med det med CAV och eller fördelen med VAV jämför mot CAV, är väl att då har du kyla till exempel på systemet då att det blåser ut, säger man brukar inte blåsa ut mindre än 15°C för att det inte ska bli obehagskänsla. Så det brukar vara en gräns som håller sig till och så brukar man väl tappad kanske max 1 grad eller en halv grad beroende på hur mycket isolering du sätter som krav på systemet då, ut till längsta till donet längst ut då.

Så det är det en kostnadsfråga, men det är klart, det är en fördel med variabelt. Billigare drift el till fläktarna. Nackdelen med CAV, som är billigare då att bygga är att du har ett högre luftombyte i varje rum även om inte någon är där. Vilket betyder då om du har kyla i systemet så blir vissa rum kanske för kalla. Om det inte finns någon dator eller person som sitter i konferensrummet men det blåser ut 100 liter ändå. Då kommer det bli kallt där inne då det blåser ner i 15°C hela tiden och det inte är någon alstring på värme så blir det kallt. Men det blir varmt efter en stund, men det är fortfarande en komfortkänsla.

Och generellt då jämförbart mot vätskekylar då så är det snabbare och billigare att bygga såklart som man är inne på kanaler bara. Du behöver inte tänka på några rörplaceringar, isolering av rör och ventiler och injustering och allt vad det drar med sig.

Så ska vi se fördelar. Det är kortfattat det jag kom på just nu i alla fall, att det är snabbare och billigare. Nackdelar med bara VAV luftkyla är att det tar mycket mer plats ovan i tak, även i fläktrum, schakt, förlorade yta att hyra ut. Så att kanalerna sticker iväg rätt fort om det är stora komplex och det är även begränsad kylkapacitet som jag nämnde innan att luften bär i bara en viss mängd kyla och ner till 15°C så räknar man på det, säg 100 L och så vill du ha 25°C i rummet, blåser in 15°, då har du delta T, så får du ut en kyleffekt däremellan och den kyleffekten ska då täcka alstringen, sensibel kyl. Kräver mycket luftombyte i rummen, oftast om man ska uppfylla ett visst kylbehov, om man säger att du har en solinstrålning på 1000 W och så har du 5 personer på 500 W och så har du en dator på 250 W. Då skulle du kunna täcka det med luft så behöver du minst 300 L och är rummet inte så stort, om det är väldigt tätt med stolar och ett bord och allt sådant så blir det oftast problem att du inte får plats med så många då i samordning med belysning och hastigheten från donen blir oftast väldigt höga och kan låta mycket mer och hastigheten enligt krav i visst zoner blir för hög oftast om man inte har väldigt högt i tak.

Fördelar med bafflar, man måste inte ha bafflar med luft med luftsystem, man kan också ha luft fläktluftkylare som bara cirkuleras lokalt som inte är kopplat till själva ett ventilationssystem det går också. Om ni går till stämpel in på HM som jag har varit med och ritat här i mittemot saluhallen så ser man oftast dom här fyrkantiga boxarna med rörledningar till och från. Så där valde vi luftkyla med VAV funktion central för hela själva butiken att den går upp och ner beroende på koldioxidhalten och där kompletterar jag med vätskekyl enheter som cirkulerar med batteri och fläktar vid fönstren och längst ut i rummen, eftersom luften transporteras in mot mitten mot rulltrapporna och upp ovanför där centralt.

Så det är också en variant på vätskekylsystem och inte bara kopplat på bafflar som är det vanliga i kontor och dylikt. Så nackdelarna blir väl lite motsatt än vad jag var inne på innan, det tar längre tid att bygga, dyrare och mer innebär mer styrregleringar och kontroller och funktioner och driftskötsel så att det funkar som det ska.

Fördelar, det tar mindre plats. Du har möjlighet till fler olika verksamheter att tillse kunden då eller till verksamheten. Med fria marginaler att forma och dra om ledningar. Det är svårare med ventilation i framtiden att ändra kanaler och dra om och gå igenom brandsgränser och det dra med sig väldigt mycket om man ska ändra någonting i efterhand. Det är lättare med rörledningar som är väldigt mycket mindre.

Snabbt och gott har jag väl bockat av rätt mycket av det viktiga att inte fördjupa mig för mycket. Men är det någon del av dom här delarna som du tycker var lite oklart eller som jag kanske kan förtydliga lite mer.

**Tilda**

[16:51] Nej Jag tyckte det var väldigt bra beskriv.

#### **Konsult 7**

[16:56] När man läser i den här branschen så inser man att det är mer faktorer än vad man tror, senaste åren så har ljudnivåer och dom bitarna stärks i BBR kraven när man gör en nyproduktion eller större renoveringar blir mycket hårdare, vilket också ställer till det då att du inte kan blåsa in hur mycket luft som helst som alstras i don.

I donen och hastighetsljud och sådant som blir i kanalsystem när det snurrar runt i kanalerna och lite sådana grejer beror på, så att det har blivit mycket hårdare med åren just ljudkraven som är kravkylan är vad den är, vad kunden önskar.

Jag besiktade själv nu en kylcentral och bytte i Gamlestan där på ungefär 1000 kW till 40 000 m<sup>2</sup> och börjat kolla på hyresgäst Anpassningar åt kunden för att dom ska ge mig en ny hyresgäst och då önskar dom en viss temperatur och då det saknas kyl, använda vätskeburkylar där. Och anledningen till att det saknas är för att vi, jag räknar på det lite snabbt och ser direkt att med 3 meter i höjd och 2,70 med massa andra ledningar och kablar och el så får vi inte plats med den luftmängden som finns, det är befintlig ventilation så att det är också en begränsning. Vi kan inte få ut mer luft och då måste vi in med vätskekyla för att uppnå deras önskemål.

Så det är lite sånt man får bolla med, någon gång har jag räknat på prisskillnaden åt en kund och kostarskillnaden, luftburen kyla kontra vattenburen. Oavsett storlek och sådant, har inte den siffran i huvudet, men det kan man få fram ganska lätt tror jag med dagens sökmotorer och grejer och om man vill gå in på fördjupande i komponenter och priser så kan man nog få någon sån här gratis version på Vic Health vanligt program där man summerar ihop olika system och komponenter och vad det kostar idag.

**Tilda**

[19:16] Jag tänkte på det du sa i början där med verksamheter att det är olika system. Är det någon verksamhet som är ni använder nästan alltid det här systemet för att?

#### **Konsult 7**

[19:29] Jag skulle säga om man har ett krav från kunden på 25-24°C som är ganska vanligt när det är sommartemperatur i Sverige så är det 90% behov på kontor. Där du har mycket mötesrum, konferensrum, där det är svårt att uppfylla klimatkravet och även ljudkrav och sådana grejer med bara luft. Det är nog väldigt sällan jag har sett att man klarar det. Det är i så fall om det väldigt högt i tak, men det har man inte i sådana byggnader. För AFS brukar säga att när man bygger nytt så ska du ha 2.70 m i kontor. Då brukar det oftast inte finnas så mycket kvar ovanför undertaket eller om det är så där skulle jag säga 95, 90 % alltid. Om man tänker tvärtom då, till exempel jag gjorde en Lidl butik, där kör vi värme och kyla bara via luften. Eftersom man har så stort rum, öppenhet och högt i tak, så där kan man då spruta in mycket mer luft från varje don och mycket större kanaler som hänger som brukar ni se när ni går i butiker kanske och sånt så att det är mycket billigare och mycket lättare att utföra utan vätskekylar då.

När man sitter med kunden, ni har dom här förutsättningarna i detaljplanen. Ni får inte bygga höjden ni vill. Ni vill ha 5 våningar. Okej, då får vi inte plats med det här klimatet som ni önskar på 24°C, är det okej att det blir 26-27°C vissa timmar per året? Ja det är okej. Så det blir alltid en sådan liten tullningsgräns där, vad dom tycker det är acceptabelt. Och det är det vi skriver in i vår kallade förfrågningsunderlag omhandlingar åt entreprenören som ska bygga då att vi kunden vill ha det här och det är okej att temperaturen går över 28°C, X antal timmar på sommarhalvåret, kanske då när dom ändå är sommarlediga på semestern eller liknande.

Ja, så att det är väl mycket sånt, man får ställa till kunden med solskämningar och sånt, även om inte jag jobbar med det. Men man får ändå säga såhär ja men tänk på att, här har ni ingen skuggning från någon byggnad eller träd eller liknande på dom här årstiderna med den här solvinkeln. Då kommer det bli väldigt varmt här på klockan 14:00, kl. 15 eller vad det nu står. Så att då kan ni bygga ut fasta solskärmningar som är billigare drift ser lite fult ut på fasaden. Är det viktigt? Ja? Nej, då kan vi inte ha dom. Så att, lite så.

#### *Bilaga 8: Transkriberad intervju Konsult 8 - Företag 4*

##### **Tilda**

[0:00] Vi tänker vi vill bara höra din åsikt om allting. Vi vill inte veta så mycket om systemen, utan mer din åsikt om dom.

##### **Melvin**

[0:17] Lite av din erfarenhet och vad du har stött på när du har använt det här systemen.

##### **Konsult 8**

[0:24] Jaha okej.

##### **Tilda**

[0:26] Ja, så har du någon preferens på system. Är det nåt system som du hellre använder.

##### **Konsult 8**

[0:35] Det är en väldigt svår fråga. Vilket system som väljs har med flera olika faktorer att göra. Vad budgeten för projektet är, vad beställaren önskar, vilka krav som ställs och vilket typ av projekt det är. Exempelvis om det är restaurang/storkök eller bostäder. Bostäder går att göra på massa olika sätt. FTX-system, frånluftsvärmepump, F-system, självdrag med mera.

##### **Tilda**

[1:18] Om du sa det typ med kök och sånt, så använder man ett visst system. Vilket alltså vilket system använder man oftast det

### **Konsult 8**

[1:25] Jo, det finns olika typer av växlare i ett aggregat, exempelvis motströmsvärmeväxlare och roterande växlare. Är ni bekanta med dom?

### **Tilda**

[1:39] Ja, lite.

### **Konsult 8**

[1:43] Ja, precis. Skillnaden mellan motströmsvärmeväxlare och roterande växlare är att vid användning av en roterande växlare touchar luften (tilluft/uteluft och frånluft/avluft) varandra och det kan bli lite återluft in i systemet vid värmeväxling, vilket luften inte gör i en motströmsvärmeväxlare. Men roterande är billigare och är storleksmässigt mindre än en motströmsvärmeväxlare.

### **Tilda**

[2:36] Vad får er att välja vattenburet kylsystem. Alltså med CAV typ. När väljer ni ett sådant system.

### **Konsult 8**

[2:53] Hmm, val av ett CAV-system är exempelvis i bostäder när minimalt flöde ska uppnås men det måste vara det dygnet runt. Oftast dimensionerar frånluften systemet med tanke på krav på luftmängd i WC eller dusch, men det finns också krav på både hur mycket luft som ska vara vid varje sängplats samt  $0,35 \text{ l/s, m}^2$ .

Vid bostäder används ofta någonting som kallas för fläkt i drift, om ni är bekanta med det? I ett lägenhetshus är det en brandcelssgräns mellan varje lägenhet. Antingen väljer man att ha ett brandspjäll på både tilluft och frånluft till varje lägenhet vid ej fläkt i drift eller har ett backströmmningsskydd på tilluften och inget brandspjäll på frånluften vid fläkt i drift. Detta betyder att vid fläkt i drift kommer fläkten i aggregatet vid brand vara igång och blåsa ut röken från byggnaden. Men detta kan Markus jättemycket om, så det kan ni fråga honom eftersom han håller på och räknar en massa på sånt etc. Med fläkt i drift kan man därför spara en jä\*\*\* massa pengar genom att slippa köpa spjäll. Det är en vanlig lösning i lägenhetshus och därmed CAV.

När CAV kombineras med vätskekyla är exempelvis när kylbafflar installeras i kontorslokaler med separata kontor. CAV är då i rummen för fasta arbetsplatser för 2 personer. Då räcker inte enbart minimal mängd luft. 15-20 l/s. ( $7 \text{ l/pers} + 0,35 \text{ l/s, m}^2$ ) för att få kyla bort personlast och utrustning (dator exempelvis).

Men det blir mer och mer VAV i dessa lokaler och VAV-bafflar finns numera att använda sig av för att spara energi när folk inte är i sitt kontor. Då blir sparas energi och det blir mer behovsanpassat.

Till exempel om det skulle vara CAV i små mötesrum till volymen där stort antal personer kan befinna sig i skulle rummet kunna bli utkyld vid kylbehov när det är tomt beroende på vilken temperatur vi blåser in i rummet och leder till ökat luftmängd, vilket leder till ett större aggregat, större kostnad och större energikostnader etc.

Därför är det ofta ett min och maxflöde mötesrum och konferensrum för att spara energi och göra klimatet bra.

**Tilda**

[5:25] Okej.

**Konsult 8**

[5:28] Sen det där med att vad man har stött på. Ja. Det beror på hur bra man vill att det ska fungera beroende på hur mycket pengar man lägger på det. Så desto mer pengar du lägger på det, desto mer spjäll, desto mer, desto bättre funkar det också. Annars finns det någonting som kallas för att man kan stjäla luft från intilliggande rum och sånt. Men det är lite svårare. Så gjorde man lite förr.

**Tilda**

[5:55] Men vilket system anser du är bäst och varför? Väldigt svår fråga.

**Konsult 8**

[6:11] Du menar att om jag skulle bygga ett hus, vad skulle jag ta för system då? Mmm. Ja. Då är det då. Ja, det har jag tänkt på.

Alltså frånluftvärmepump när du återvinner värmen till radiatorerna men FTX är BÄST. Vi säger FTX, det blir enklast.

**Tilda**

[6:52] Ja. Om du skulle säga för- och nackdelarna för de olika systemen. Vad väljer ni? Vad står ni emellan när ni ska välja? Vad finns det för fördelar och nackdelar.

## Konsult 8

[7:14] Desto bättre system, desto dyrare brukar det vara men också vilka krav olika verksamheter behöver. Till exempel om det är kontor, kök eller bostäder som vi tidigare pratat om. Men om vi tar exemplet med att välja system på ditt egna hus. Har du ett gammalt hus med direktverkande el genom element under fönsterna, med självdrag genom spaltventiler, (en kökfläkt som används vid matlagning) och/eller galler i fasad, är det billigast att endast installera en luft/luftvärmepump och använder elementen minimalt. Det negativa med det är att du inte får samma komfortupplevelse då kallraset från fönstret inte stoppas då elementen stängts av.

För att annars jämföra ett F-system med ett FTX-system. F-system är ofta en fläkt som sitter på tak som driver ut luften från toalett och kök vilket ger en fördel att du kommer ha en luftomsättning hela tiden oavsett om temperaturen är lika inne som ute eller det blåser ute. Men med dagens elpriser kan det göra ont i plånboken om det är kallt utomhus då undertrycket i huset blir större och kallraset ökar.

FTX-system. Detta ger inget mer kallras då luften värms genom värmeväxling i ett aggregat som sedan tillförs i rummet.

Mer komfort och hög energibesparing.

## Tilda

[8:41] Ja. Vilka faktorer påverkar när ni ska välja? Alltså, kund, arkitekt eller driftoperatör osv.

## Konsult 8

[8:55] Det är oftast beställaren, alltså kunden, som bestämmer vilka krav och önskemål som ska gälla för projektet. Därför är det viktigt att tidigt i processen ställa frågor som: Vad vill ni uppnå? Vilka behov har ni?

Utifrån kundens önskemål kan vi sedan föreslå olika lösningar. Vi kan till exempel välja att installera ett nytt ventilationsaggregat, återanvända ett befintligt aggregat eller bygga om delar av systemet. Det finns ofta flera möjliga alternativ.

Om kunden exempelvis vill installera ett nytt kök kan det påverka ventilationslösningen. Då kan vi föreslå att befintliga aggregat återanvänds om de fortfarande fungerar bra. Därför behöver vi först undersöka anläggningen och bedöma dess skick.

Det är dock viktigt att komma ihåg att vi som konsulter inte fattar besluten åt kunden. Vår uppgift är att göra tekniska bedömningar, presentera olika alternativ och förklara för- och nackdelar med varje lösning. Sedan är det beställaren som avgör vilket alternativ som ska genomföras.

Kunden kan välja en viss lösning kan det innebära fördelar på lång sikt, till exempel bättre energiprestanda och lägre driftkostnader. Även om investeringen kan vara högre från början kan den löna sig över tid genom energibesparingar och andra vinster.

#### **Tilda**

[10:03] När det kommer från kundens sida vilken faktor är det oftast dom vill ha. Är det då energi eller är det liksom material.

#### **Konsult 8**

[10:16] Förlåt säg igen

#### **Tilda**

[10:19] Är det då energi de oftast tänker på eller ska det vara billigt i materialet eller ja, oftast så är det väl en kombo av båda. Men om de måste välja, vilken väljer de oftast.

#### **Konsult 8**

[10:30] En kostnad är spjäll, exempelvis VAV-spjäll och irisspjäll. Irisspjäll är betydligt billigare eftersom de endast används för injustering av luftflöden och tryckfall i systemet. Om ni har läst om tryckfall tidigare kan man säga att irisspjäll används för att justera systemet så att rätt luftmängd och rätt tryck uppnås. Det är en enkel injustering som ofta används i CAV-system.

VAV-system är däremot dyrare eftersom de kräver fler styrkomponenter. Till exempel behövs rumsregulatorer och annan styrutrustning för att kunna anpassa luftflödet efter behov i olika rum.

Om vi återgår till frågan om vad som påverkar kostnaden mest – material eller något annat – skulle jag säga att det är en kombination av flera faktorer, men framför allt materialkostnaden.

Det som påverkar kostnaden mest i ett ventilationssystem är bland annat hur många ventilationsaggregat som behövs. Aggregaten är dyra och står för en stor del av investeringen.

Samtidigt finns det kunder som har höga krav på energiprestanda eller som vill uppnå olika certifieringar, exempelvis miljöcertifieringar som Miljöbyggnad. Vid nyproduktion kan sådana certifieringar ställa särskilda krav på ventilationslösningen, vilket också påverkar både utformning och kostnad.

Som exempel tittar jag just nu på tre olika hus. Då behöver man bedöma hur ventilationssystemet ska delas upp. Hur många aggregat funkar, är det mer lämpligt att ha ett eller två större aggregat som försörjer flera lägenheter? Eller blir det fler i mån av plats och storlek på aggregat. Det beror på hur byggnaden är utformad och vad som fungerar bäst ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv.

För mer detaljer kring sådana systemlösningar kan ni även fråga Konsult 7.

**Tilda**

[12:21] Det är grymt.

**Konsult 8**

[12:24] Han har jobbat mycket med det.

**Tilda**

[12:25] Okej. Kommer du på någonting?

**Melvin**

[12:31] Nej, inte just nu. Jag tror vi har gått igenom våra frågor. Är det någonting du skulle vilja poängtera om just de här systemen eller tillägga?

**Tilda**

[12:40] Tillägga något extra.

**Konsult 8**

[12:43] Som jag skulle kunna poängtera. Poängtera. Jag vet att, till exempel, nu vet jag inte hur mycket dyrare det är, men man kan till exempel om man har restauranger och sånt så kan man välja att ha. UV system. Är ni bekanta med det?

**Tilda**

[13:28] Nej. Inte jätte.

**Konsult 8**

[13:32] I restaurangkök används ofta kökskåpor eftersom matlagning genererar mycket värme, fukt, os och fettpartiklar som måste ventileras bort. Därför behövs vanligtvis höga luftflöden i sådana lokaler.

Om man använder ett UV-system (ozonfritt UV-ljus) kan luftflödena anpassas efter behov. Det innebär att ventilationen kan gå på lägre kapacitet när belastningen är mindre, vilket kan minska luftflödet med exempelvis 30–40 procent och därmed spara energi.

Valet av ventilationslösning beror också på kundens ekonomi och framtidsplaner. Om det till exempel handlar om en hyresgäst som bara planerar att vara kvar i lokalen under en begränsad tid. Då kanske man inte vill investera i en dyrare lösning. Däremot kan en restaurangägare som planerar att driva verksamheten under lång tid vara mer villig att investera i energieffektiva system som ger lägre driftskostnader över tid.

Det är därför viktigt att anpassa lösningen efter verksamhetens behov, ekonomiska förutsättningar och långsiktiga mål.

**Tilda**

[18:21] Det är jättebra.

#### **Konsult 8**

[15:44] Om du har ett äldre hus från 1970-talet är en luft-luftvärmepump ofta den billigaste lösningen att installera.

I 70-tals hus finns oftast direktverkande el (element) och inga radiatorer, och då kan du sätta in en luft-luftvärmepump som värmer huset.

Om huset redan har vattenburna radiatorer är situationen annorlunda.

En luft-luftvärmepump kostar ungefär 25 000 kronor att installera och är därför ofta det billigaste alternativet för en privatperson.

Om du istället vill installera ett vattenburet system, till exempel en luft-vattenvärmepump eller bergvärme, blir kostnaden betydligt högre. En luft-vattenvärmepump kostar ofta omkring fyra gånger så mycket som en luft-luftvärmepump.

Därför är en luft-luftvärmepump vanligtvis det mest ekonomiska valet om huset saknar ett vattenburet värmesystem från början.

**Tilda**

[16:42] Ja.

#### **Konsult 8**

[16:44] Om du istället väljer en luft-vattenvärmepump får du mer komfort.

En luft-vattenvärmepump värmer vatten som sedan cirkulerar i husets radiatorer eller

golvvärme. För detta behövs ett vattenburet värmesystem med exempelvis: radiatorer eller golvvärmeslingor, rörledningar ackumulatortank m.m.

Fördelarna med luft-vattenvärmepump är:

Jämnare värme i hela huset.

Varmvatten produceras av samma system.

Högre komfort.

Nackdelarna är:

Högre installationskostnad.

Längre återbetalningstid innan investeringen blir lönsam.

Sammanfattningsvis ger luft-vattenvärme bättre komfort och ett mer komplett värmesystem, men luft-luftvärmepump är oftast billigare att installera och kan vara det mest kostnadseffektiva alternativet i hus utan vattenburet värmesystem.

## **Tilda**

[14:23] Men det, det fick vi. Ja, då har nog inte vi några fler frågor i alla fall.

## *Bilaga 9: Transkriberad intervju Konsult 9 - Företag 5*

### **Tilda**

[0:05] Har ni några preferenser i ert företag? Att ni till exempel nästan alltid vill köra med ett system eller kollar ni väldigt individuellt varje gång?

### **Konsult 9**

[0:20] Jag har inte hört någonting om att någon har en preferens kan man väl säga. Generellt när vi projekterar eller när jag projekterar då. Man går från att göra det så enkelt som möjligt och lägga på komplexiteter på vägen helt enkelt. Så enkelt som möjligt är att inte ha bafflar till exempel, för då har man inte ett baffelsystem att behöva hantera. Men behöver man lägga på bafflar så måste man lägga på bafflar. Så att det kommer allt eftersom när man ser behovet i projektet helt enkelt.

Men ni skrev i som en fråga så här, om vad är det som styr valet också? Det är och det är självklart vilket typ av projekt man har och vilken kund man har. För att många projekt som jag är med i tillåter inte bafflar på grund av hygienskäl. Och det finns hygien bafflar, men det är fortfarande inte tillräckligt bra. Så då kan man inte använda bafflar helt enkelt.

### **Tilda**

[1:44] Vad är det som gör att det inte är tillräckligt hygieniskt då?

## Konsult 9

[1:48] Alltså en baffel är en växlare i taket och en växlare per definition är nånting med en ganska stor yta och i det här fallet är det ju. Det ser ut som om ni har öppnat en dator eller nånting då säger de här kylflänsarna, så är det väldigt många små metallplattor tätt inpå varandra. Och det är för att maximera ytan för värmeöverföringen mellan vatten och luft. Och däremellan kommer det fastna damm och även sjukdomar och vad det nu kan vara liksom allmänna partiklar. Ungefär säg 25 % av luften som går genom en baffel kommer från ventilationssystemet och 75 % av luften som går via en baffel kommer från rummet i sig. Och rumsluft är per definition inte ren. Det är därför vi ventilerar. Vi vill liksom föra ut alla föroreningar. Så om man har någonting som är känsligt i rummet för smuts så är det inte så bra.

Men sen kan det också vara en ekonomisk fråga att om vi lägger på bafflar så lägger vi på ett ytterligare system att drifta, att installera, att ha reservdelar till. Och det är såna kostnader kan man lägga på. Så att det där är mycket en levande diskussion. Vanligast för min del det är att man har en kombinerad, ett kombinerat system. En liten del bafflar och en stor del luftburen kyl. Och det har att göra med att man behöver väldigt mycket mer luft i ett rum som ska kylas av luftburens kyla, via ventilationssystemet. Så det blir stora kanaler och det blir andra komplikationer. Om du ska kyla en byggnad med bara rent av luftburen kyla, då måste du göra ganska låg tilluftstemperatur och då kan det bli att du kyler ut delar av huset byggnaden som inte har några värmelaster. För att alltså lägger vi på 15°C i ett rum som behöver 15°C på till luften, då kommer vi lägga på 15°C i ett annat rum om det är inom samma system. Och ofta brukar man inte separera systemen mer än nödvändigt kan man väl säga. För det är också dyrt helt enkelt så då kan man köra att till exempel, nu är jag i ett konferensrum, här har vi bafflar, för att det är ett litet rum, en liten yta där det kan bli ganska höga laster. Och då måste man ha nånting som kan hantera höga laster. Medan i öppna landskap där det är mer samverkansseffekt där kanske man inte behöver ha bafflar på samma sätt, även om vi har i det här kontoret. Det är därför det alltid är kallt här, kan man säga.

## Tilda

[5:43] Ja, Okej. När ni får in ett projekt. Är det något projekt då som ni är så, men till exempel om ni får in att vi ska göra en skola, men då vet ni redan att vi antagligen kommer att använda det här systemet likadant med andra lokaler. Och vilka lokaler är det i så fall?

## Konsult 9

[6:11] Bafflar hör inte hemma i generellt i skolor om vi går på det utan i min värld är bafflar i kontorsmiljö främst. Och sen inom kommersiellt kan man ha bafflar, absolut. Problemet med

bafflar, det är att de fungerar sämst när man behöver dem som mest. Det vill säga bafflar fungerar inte jättebra i augusti. Och de fungerar inte jättebra i september. Börjar lite dåligt i juni. Och det är för att när det blir varmt och fuktigt ute, då kan man inte ha så kalla temperaturer på sitt baffel system för att då börjar det regna från taket. Och jag vet att ni säkert har gått in i butiker där de har haft spannar nere på golvet för att det droppar från taket och då har man då är det för att det är för fuktigt ute helt enkelt. Och då får ni inte ut kyleffekten. Men och i såna fall är luftburen kyla bättre för att då allt det här regnet sker i aggregatet i fläktrummet, där det är kontrollerat och man tar hand om det. Och sen det som kommer ut i ventilationssystemet, visst det ligger nära 100 % luftfuktighet, men det ligger nära 100 % luftfuktighet vid den temperaturen som bara kommer att öka successivt och då kommer relativa fuktigheten att gå ner. Och det vill säga att vi inte kommer få den här kondensutfällningen och problemet med kondens. Och vi kan köra full effekt för att så här, lite av poängen är att vi vill få ut fukten i luften helt enkelt. Så om man om har kritiska ytor där så här oavsett uteluftstillstånd, så skulle jag aldrig gå med en baffel till exempel. Då kan man gå med cirkulationskylare eller luftburenkyla helt enkelt rakt.

Men det var en liten utlöpare på din fråga. Ja alltså självklart, det finns både projekttyper som skolor. Det är ett väldigt bra exempel, på att det är standardlösningar. Det där experimenterar man inte så mycket och det har ofta att göra med beställaren i sig. Att beställaren har väldigt bra kunskap om sin verksamhet och sina fastigheter och de vill bygga på ett sätt. Så då har de riktlinjer som säger att så här ska ni projektera. Och då finns det inte så mycket att diskutera utan då följer man deras projekteringsanvisningar helt enkelt. Och så gör man ett system. Men sen finns det dom projekt som har väldigt kunniga beställare. Men som vill utmana. Och då kan man utmana och se, vad som vill, vad som passar bäst.

Och så finns det de som inte har någon aning. Men det brukar sällan vara en beställare som har ett stort fastighetsbestånd, utan det kanske är en kåk någonstans som att de vill ha. Och då får man arbeta lite mer för att försöka förklara för dem helt enkelt vad effekten av de olika valen som de gör helt enkelt både i driftsäkerhet och pris och allt vad man kan tänka.

## **Tilda**

[10:16] Men skulle du bara vilja gå igenom fördelarna och nackdelarna som du anser på systemen? Vad har dom för fördelar och nackdelar?

## **Konsult 9**

[10:27] Ja, absolut. Jag pratade i princip utesluten om bafflar men det är för att så här om man inte har bafflar så har man luftburen kyla i principen, kan man väl säga. Nej men om man går från luftburens sida till bafflar, då är det att luftburen kyla i min värld är ett enklare system. För att du ska ändå ha ditt hygienflöde in, men sen behöver du lägga på ett flöde för att ta hand om dom laster du har i rummet utöver hygienflödet.

Och när man kör VAV då kan man göra det utan att hela systemet blir större, utan man kan flytta runt luft till de delarna som är vid behov vid det tillfället så länge man inte understiger minflöde kraven helt enkelt. Man vill till exempel inte att toaletter ska få mindre flöde än rekommenderat flöde, för då blir det lukt och grejer. Och då måste man se till att omgivande rum som förser de här toaletterna, har ett bra minflöde.

Men det kan vara lite såhär. Det negativa med det här det är att det är lite lurigt att veta, hur stor sammanlagring man ska projektera efter. Om man inte har någon sammalagning, det betyder att alla rum i byggnaden kan köra max samtidigt. Det vill säga att alla rum är fulla, det är maxbelastning på alla rum samtidigt. Men om man börjar räkna in sammanlagring, då börjar man gå in på en sannolikhet och säga, "nu är vi kanske bara 10 personer i den här byggnaden och om vi gör ett möte, ja men då går alla de 10 personerna in i det här rummet. Då kommer de andra rummen inte ha något behov." Så egentligen kan man dra ner ventilation och behov till de rummen temporärt och så lyfter man över den effekten till det rummet där folk faktiskt vistas.

Och det här är väldigt svårt att sätta en riktig siffra på för verksamheten i sig vet inte. De kommer aldrig säga att, "vi har gjort mätningar och vi litar på de mätningarna på hur folk rör sig i den framtida byggnaden som de inte jobbar i." För ofta är det så att antingen så bygger man om en befintlig byggnad, men då är det för att någon flyttar in som inte har utnyttjat den där befintliga byggnaden. Eller så bygger man en ny byggnad och då har ingen varit i byggnaden och vet hur den hanteras liksom. Så där. Och blir det fel så är det vårt fel för att då har vi underdimensionerat och då blir det jättejobbigt liksom. Så att det brukar det tenderar ändå att bli ganska stora system även om de inte är max.

Men det alltså det stora negativa med luftburen kyla i min mening, det är att om du inte har väldigt många aggregat och väldigt många undersystem, som är väldigt ovanligt för att det tar plats och kostnad. Så riskerar du kyla ut stora delar av byggnaden. När du börjar sänka temperaturen för att vissa rum behöver en mycket kallare, tilluftstemperatur. Det är den här klassiska PPE, så här 95 % ska vara nöjda hela tiden för det är alltid folk som är onöjda och då börjar man ligga och dansa där på att folk går runt med filter och koftor. För att man inte har tillräckligt.

Det sista som jag kanske har nämnt, men det är att har du ett litet utrymme med hög belastning som ett som jag sitter i, ett konferensrum som är kanske runt kan det vara 8 m<sup>2</sup> nånting sånt. Och här kan du sitta 10 pers med datorer och grejer. Då funkar inte luftburen kyla för att du skulle behöva trycka in så mycket luft så att det skulle bli storm i rummet för att få ut all värme och det är inte så trevligt.

Går man över på bafflarna då, är ett stort problem med bafflar är att de höjer systemtrycket oftast i hela ventilationssystemet ganska markant. För tryckfallet över en baffel ligger runt 70 pascal. När ett vanligt tryckfall över en ett don ligger någonstans på 25 pascal. Och Pascal det är en drivande faktor till SFP talet, som ni kanske känner till. Och då måste man kompensera

med större kanaler för att ha lägre hastighet och tryckfall i övriga systemet och låta hela tryckfallet hamna utanför, alltså i änden för att kunna få till det. För du behöver hamna nånstans runt 150 Pascal på totaltrycket i ett system för att klara SFP kraven i BBR nu för tiden. Så det ligger nånstans där, 150-170 Pascal. Så det begränsar egentligen hur stort ditt system kan bli, om du har en slutförbrukare som tar väldigt mycket tryckfall.

Men du behöver ett helt separat system. Vanligtvis har man värme och kyla i byggnaden. Men för bafflar då behöver du så kallad torr kyla. Man har våt kyla och man har torr kyla och sen har man så här fryskyla om man har till frys så. Men våt och torr kyla det är på sätt och vis det vi har redan pratat om. Kondenserar luften eller kommer det inte göra det. Så våt kyla det går till process utrustningar och motsvarande. Där är man mer på att det kommer rinna vatten från det här, ut i rummet men då finns det pumpar och rör som kommer ta hand om det här dränaget och leda bort det. Det är inte praktiskt möjligt i en baffel för att då skulle det vara en ledning under, undertaket som rinner bort med vatten. Därför måste man ha någonting som heter torrkyla och torrkyla är kyla med hög temperatur, så du har en framledningstemperatur på 15-16°C för att klara i dimensionerande fall. Sen när du kommer in i de här varma fuktiga, då kanske du behöver höja upp den här till 19°C för att det inte ska börja regna från taket. Om du har kylsystem på 19°C då får du inte ut någon kyleffekt till rummet egentligen.

Men har du ett sånt här litet konferensrum eller ett litet rum med mycket effekt som inte är kritiskt, sätt in bafflar. För att annars kommer det bli svårt att hålla klimatet. Och det ni skrev i kallelsen så det finns VAV bafflar, så att man kan ha kombinerat med VAV så att det behöver inte bara vara CAV plus baffel helt enkelt. Så det är väl lite i dom svängarna

## **Tilda**

[19:03] Vi har förstått att så kunden vill oftast ha det billigaste. Det är oftast det de strävar efter. Men är det oftast då i byggnadsskedet, alltså materialet som ska vara billigast eller vill dom hellre att det ska vara driftkostnaderna som ska vara billiga eller vad vill oftast kunden lägga fokus på?

## **Konsult 9**

[19:28] Bra fråga. I min uppfattning är det inköpspris som är ofta den stora drivfaktorn. Även om vi, ganska ofta, gör LCC:er för att visa att den här är dyrare nu, men vi har en payback på säg 5 år eller nånting som kan motivera. Men jag har haft kunder som så här, "idag har vi inte pengar, om 10 år kommer vi att ha pengar. Så att idag så det spelar ingen roll om det kostar mycket i driften för vi har ändå inte råd att köpa in nånting mer än det billigaste." Och då är det så här sak samma. Och sen finns det andra än den aspekter att de vill ha, billigt i mångt och mycket brukar bli att det är ett enkelt system. Inte så många inte så mycket som kan gå fel i systemet utan det är lite robustare men i det följer inte temperaturerna exakt, det följer men det tar lite tid. Och jag har gjort två sjukhus här i Stockholm och där har det

varit mycket mer fokus på att det ska vara driftsäkert än att vi ska optimera på payback eller inköp liksom. Så det beror helt på kunden.

#### *Bilaga 10: Transkriberad intervju Konsult 10 - Företag 5*

**Tilda**

[0:00] Har ni i ert företag några preferenser på system. Att när ni får in ett projekt så är det så, ni kör på det här systemet helst. Eller kollar ni alltid individuellt?

**Konsult 10**

[0:18] Varje projekt är olika. Självkänt. Sen är det lite vad som finns i närheten och i fastigheten. Om det är en befintlig byggnad, då tar man det som de har redan uppbyggt. För då har de oftast ett sätt och hur de vill ha det helt enkelt beställaren eller projektledaren. Är det ett helt nybygge, då har man en diskussion med beställaren och ägaren och vad som finns i närheten.

Sen är det beroende på vad det är för fastighet. Är det en skola eller ett hem eller nåt liknande så beror det också då på. Så att det alltid är individuellt på varje projekt.

**Tilda**

[1:04] Du sa det att det är olika om det är skola eller bostad eller någonting. Finns det någon som ni vet så? Ja men vi kör alltid det här systemet för att ni vet att det funkar bäst. Vilket system använder med vilka lokaler?

**Konsult 10**

[1:24] Ja, alltså man har oftast mer VAV på kontor och skolor och men medan vid sjukhus brukar det mer vara med vatten. Men det är bara vad jag har varit med på med NKS och liknande. Så det är ett system som de har haft. Men et är en diskussion som hela tiden måste ha för att det är väldigt olika. Det är 50-50 %, så det har jag varit med om.

**Tilda**

[1:54] Okej. Men vad gör då att ni väljer luftburen eller vattenburen? Vad är det som avgör?

**Konsult 10**

[2:05] Lite hur projektet är upplagt. Är det så att vi har hela VVS systemet och det finns kylmaskiner och så att det finns redan kylvatten, då tar man gärna det, för då kan man minska på aggregatet och vi behöver inte lika mycket luft. Så då kan man ha mindre kanaler. Men om det är så att det inte finns kyla tillgående, då blir det VAV. Då blir det större

maskiner och större aggregat och större kanaldragningar. Men då behöver man inte blanda in en till disciplin. Så ibland kan samordningen vara lättare då.

### **Tilda**

[2:48] Ja. Om du vill säga fördelarna och nackdelarna för varje system som du kommer på i huvudet nu bara.

### **Konsult 10**

[3:09] Ja. Håller på att titta lite i mina anteckningar här. VAV passar oftast bäst där flexibilitet och om man vet att det kommer att byggas om mycket i framtiden. För det kan man lätt byta ut mot nya maskiner som finns för det är ofta samma principer och projekteringsanvisningar. Och oftast då är det så att man vill ha ett och samma fabrikat också och då har dom som har själva donet också historik på hur den sitter och vad man har haft på projekterings värden. Så då tycker man om VAV på ett mycket bättre sätt på det sättet. Och hur man löser ventilationen och kylan blir också lite lättare med VAV. Och sen också om det är belastning som är väldigt varierande under dygnet. Oftast så behöver man inte ha lika mycket luft och kyla på natten. Men sen finns det så sjukhus där de håller på dygnet runt och då kan man tycka att det är lite bättre med CAV. Så man måste veta hur arbetsbelastningen är på den här byggnaden.

Kylbafflar prioriterar om man vill ha låg energianvändning då det blir en annan energi där. Att man vill ha hög komfort och låg ljudnivå krävs för det kan låta lite mer med VAV. Och om byggnaden har stabila kylbehov, alltså att det ligger på ett ställe som man behöver mera kyla, för det är söderläge eller mycket liknande.

### **Melvin**

[5:07] Vill du kanske om du har några specifika nackdelar med båda systemen, som dyker upp.

### **Konsult 10**

[5:18] Ja. Båda har kanske lite problem med zondelning, för om det sitter det tre eller fyra personer så har alla olika komfort lägen. Det är en som kommer alltid att frysa. Det är en som alltid kommer säga att det drar och det är en som tycker det är för varmt och en och den sista bryr sig inte. Beroende på hur man tänker, hur man ska ha dom här bafflarna så måste man hela tiden också tänka på hur man sitter under och vilka man sätter där. Det kan väl vara en liten risk när man håller på med sån här kyla. Är det ren kyla i rent ventilationssystem, då blir det omblandat på ett helt annat sätt så att man inte får kallras rakt ner på en person. Så det kan vara en väldig risk. Och att man inte sätter den här kylbafflarna heller för nära en vägg eller om de sätter in en hög bokhylla för helt plötsligt så

blir luftriktningen på ett helt annat sätt. Man måste kolla också hur man ställer luftriktningen på varje buffel.

Så att när kunderna sen sätter in en avskiljande del för dom som vill det ha ett extra rum och sen har de inte tänkt på att de sätter upp en vägg som gör att luftriktningen hamnar på. Då blir det ännu mera drag bort och får man inte den omblandningen som man vill ha i byggnaden då

### **Tilda**

[6:41] Vi förstår att som kund så vill man alltid ha det billigaste och bästa såklart. Men är det oftast då i material och i byggnadsprocessen som kunden vill ha det billigast? Eller är det energimässigt?

### **Konsult 10**

[7:04] Energimässigt. Definitivt. Det är nånting som kommer sitta där ett bra tag. Det är väldigt viktigt att höra också om det är så att man ska ha standard som guld eller bist eller nånting sånt, så är det också var själva donet består av.

Kan vara väldigt viktigt för kunderna också. Så då måste man också höra vilket fabrikat och vad de är och vad de ingår i, om de ingår i Sundahus eller vad det nu är. Och om de vill ha guld eller brons eller silverbyggnad är också väldigt viktigt för kunder ibland som man också kan då välja om man vill ha VAV eller CAV.

Och i vissa projekt är det också att de vill ha återbruk, att de har från ett annat projekt, massa bafflar som de vill återvinna. Då får man också anpassa sig efter det. Som vissa sjukhus som bygger om väldigt mycket eller kontor, dom har oftast lager med kylbafflar som dom vill återvinna så mycket dom kan, dom kostar ändå lite.

### **Tilda**

[8:10] Okej. Men jag tänker på platsmässigt. Hur mycket bryr sig kunderna om det? Det tar större plats i schakt och sånt. Men bryr hur mycket bryr sig om det?

### **Konsult 10**

[8:26] Det kan variera väldigt mycket. Det är också så att VAV kan bygga mindre i takhöjd än vad CAV gör eftersom det måste in rör också. Så det kanske är så är det en befintlig byggnad om man har bara två och fem i mellan bjälklagen, då går det inte kanske att få plats med ett CAV. Det bygger för högt. Det är då man väljer att ha VAV också. För där kan man variera lite mera på hur man kopplar på också. Man ska tänka på att det är inte bara ventilation som är uppe i bjälklager, det är rör och det är el och det är lite brandlarm och det är allt möjligt. Det

är många som ska samordnas där. Och sen så ska man också då få plats med spjäll och ljuddämpare och så att man inte får något ljud.

#### **Tilda**

[9:20] Okej. Men när ni projekterar nu då? Vilket system upplever ni är det som används mest. Vad säger kunden?

#### **Konsult 10**

[9:39] Jag uppfattar det faktiskt mest VAV. Det är det definitivt. För det är inte alla som har kyla eller som man kan dra rören heller. Jag jobbar nästan enbart med ventilation så då blir det lätt att man tar VAV. Fast de jobbar med rör kanske säga något annat.

#### **Melvin**

[10:12] Jag tänkte lite på det där när du sa att VAV kunde bygga mindre undertak. Lite vad vi har hört att det är nästan tvärtom att VAV istället riskerar för större undertak när det blir större dimensioner.

#### **Konsult 10**

[10:26] Då beror det på också vilken storlek på donet. Självklart är det så att man kan ha flera istället. Och då kan man ta mindre don så det beror på lite vad det är för fabrikat man tar också. Sen är det alltid bra att prata med en säljare eller en teknisk support för att höra att man verkligen får de rätta flödena så att man inte får ljud. Men det är också hur utformningen av lokalen ser ut med hur många bafflar man behöver.

#### **Tilda**

[10:56] Vad är det för lokaler ni oftast gör för? Gör ni alla eller är det mest skolor?

#### **Konsult 10**

[11:11] Jag har arbetat alltifrån skola till sjukhus till fabriker, till lager, till bostadshus, till tandläkarmottagningar, till operationssalar så att det finns väldigt varierande. Det finns skolor som inte alls har några VAV och kyla på det sättet och sen så finns det dom som har både och, för halva skolan är byggt senare och tidigare så att man har olika system. Sjukhus brukar man mer och mer nu ha fjärrvärme och fjärrkyla i närheten så att man har velat övergå till CAV. För att kunna dela upp det och att kunna få ett lägre energikrav med allting kostar som sagt.

Sen är det dom som är väldigt rädda för fuktskador, att man inte kan springa läck på samma sätt när man har VAV. Så att det vet att det är en kund som valde att inte ha det för att han visste att vi skulle sprängas och berg är bara en liten bit bort och vill inte att det skulle kunna bli fuktskador när dom börjar sprängas.

#### **Konsult 10**

[12:51] Och sen är det bra att veta också tänka att huset sätter sig, så har man mycket olika nivåer så är det också då med fuktskada att inte man vill ha rör som rasar i huset.

#### **Tilda**

[13:01] Ja. Men är det ett vanligt problem?

#### **Konsult 10**

[13:08] Det är vanligare än man tror du gå lite djupare.

#### **Melvin**

[13:12] Jag förstår inte vad du menar. Alltså tänker hur det sätter sig i? Hur påverkar det där, sa du?

#### **Konsult 10**

[13:18] Man måste tänka på hur man hänger upp saken också. Jag har varit med om kontorsfastigheter som det har diffat 5 cm från den ena sidan till en annan bara för att huset har satt sig på olika ställen för marken är annorlunda.

#### **Tilda**

[13:34] Så då är det större risk för CAV att gå sönder typ för att ta sig? Okej. Oj. Sånt tänker man inte på.

#### **Konsult 10**

[13:48] Sen beror det på också hur många schakt man har. Så hur långa dragningar man kan ha. Ventilation tål på ett lite annat sätt att dras horisontellt lite mer än vertikalt. Medan rör måste man också tänka på att det är schaktet inte är för långt bort.