

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

- En jämförelse i ett livscykelkostnads-
perspektiv

Charles Gustavsson

© Charles Gustavsson 2015
ISRN LUTVDG/TVIT—15/XXXX—SE(76)

Avdelningen för installationsteknik
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
22100 LUND

Sammanfattning

Titel: Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation. En jämförelse i ett livscykelkostnadsperspektiv.

Författare: Charles Gustavsson

Handledare: Mats Dahlblom, Avdelningen för Installationsteknik, Institutionen för bygg och miljöteknologi

Problemställning: Vilken typ av luftbehandlingssystem som ska användas vid nybyggnation av en byggnad, är något som det alltid måste tas ställning till. Ibland fungerar bara en enda lösning, ibland finns det flera lösningar att välja på. Det beror på de förutsättningar som finns i projektet, till exempel byggnadens utformning och det utrymme som finns tillgängligt för luftbehandlingsinstallationen.

Många konsulter och projektörer som är inblandade i projekteringen för ventilationen vid ett byggprojekt jobbar ofta enligt ett invariant mönster och använder sig av gamla beprövade metoder och gör som de alltid gjort utan att egentligen fråga sig varför.

Det är många olika faktorer som påverkar en byggnads ventilationssystem och hur detta ska utformas. Exempelvis påverkar antalet bostäder som ska betjänas av samma system utformningen och valet av ventilationslösning. Ventilationen och återvinningen kan ske centraliserat i ett aggregat eller så kan den ske decentraliserat med exempelvis med ett aggregat för varje våning eller trapphus alternativt ett ventilationssystem i varje bostad. I denna studie kommer alternativet med ett aggregat i varje bostad jämföras med ett centralt luftbehandlingsaggregat som betjänar flera bostäder.

Syfte: Studiens syfte är att jämföra central- och lägenhetsaggregat i ett livscykelkostnadsperspektiv, samt att studera faktorer som påverkar utformningen av de olika ventilationssystemen. Exempel på faktorer som ska undersökas är byggnadens storlek, brandsäkerhet samt drift och underhåll av systemen.

Metod: Studien genomförs dels som en litteraturstudie av existerande litteratur inom området, samt som fallstudie med livscykelkostnadsberäkningar.

Intervjuer med beställare, projektörer och tillverkare kommer att göras för att undersöka vilka erfarenheter det finns hos de olika aktörerna när det gäller valet mellan ett centralaggregat och lägenhetsaggregat.

Slutsatser: I den mindre byggnaden, radhus med 6 lägenheter är lägenhetsaggregatet det alternativ med lägst investeringskostnad och LCC-kostnad. Det billigaste alternativet med centralaggregat är nästan dubbelt så dyrt, sett till investeringskostnaden. När LCC-kostnaden jämförs, är centralaggregatet ungefär 20 % dyrare.

I Punkthuset med 16 lägenheter, är det återigen lägenhetsaggregatet som har lägst investeringskostnad. Centralaggregatet är nästan 25 % dyrare än alternativet med lägenhetsaggregat. I jämförelsen av LCC-kostnad är förhållandet nu omvänt, nu är det alternativet med lägenhetsaggregatet som är det dyraste alternativet. Alternativet med lägenhetsaggregat är dyrare än samtliga alternativ med centralaggregat, nästan 20 % högre LCC-kostnad jämfört med det billigaste alternativet med centralaggregat.

Vid jämförelsen av de olika systemen i den största byggnaden, lamellhuset med 48 lägenheter, är det nu ett alternativ med centralaggregat som har den lägsta investeringskostnaden. Alternativet med lägenhetsaggregat har ungefär 10 % högre investeringskostnad, jämfört med det billigaste alternativet med centralaggregat. När LCC-kostnaderna jämförs, visar det sig att alternativet med lägenhetsaggregat nu är 45 % dyrare än det alternativ med centralaggregat med lägst LCC-kostnad

Det är tydligt att antalet lägenheter som byggs har stor betydelse för vilket system som är det bästa alternativet. Anledningen till detta är behovet av ett fläktrum för alternativen med centralaggregat, vilket innebär att kostnaden för fläktrummet per lägenhet minskar när antalet lägenheter ökar.

När det gäller underhållet av systemet så blir det med lägenhetsaggregatet fler servicepunkter jämfört med centralaggregatet vid filterbyte. Detta visar sig i den årliga kostnaden för drift och underhåll i LCC-kostnaden på lägenhetsaggregaten.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Av de intervjuer som gjorts är det tydligt att centralaggregat är vanligast och den typ som framförallt beställaren jobbar med. Där det var underhållet och filterbytena på lägenhetsaggregaten som ansågs vara den allra största nackdelen vilket innebar stora kostnader i det långa perspektivet. Enda gången som beställaren och projektören förordade lägenhetsaggregat var vid byggnation av radhus.

Nyckelord: Luftbehandling, lägenhetsaggregat, centralaggregat, luftbehandlingsaggregat, LCC

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Abstract

Title: Central air handling unit or apartment units for ventilation of multi-dwelling houses. A comparison in a life-cycle cost perspective.

Author: Charles Gustavsson

Supervisor: Mats Dahlblom, Department of Building and Environmental Technology, Division of Building Services,

Problem: What type of air treatment systems to be used in the construction of a building is something that always must be considered. Sometimes, only one solution works and sometimes there are several solutions to choose from. It depends on the conditions in the project, such as the design of the building and the space available for the air handling unit.

Many consultants and planners involved in construction project, often works after old patterns and do what they have always done without really ask themselves why.

There are many factors that affect a building's ventilation system and how this should be designed. For example, the number of homes to be served by the same system. Air handling can be done centralized in one unit or it can be decentralized, for example, with a residential air handling unit in each residence. In this study, the option of a residential air handling unit in each residence will be compared with a central air handling unit serving several homes.

Purpose: The study's purpose is to compare the central air handling unit with the residential air handling unit in a life cycle cost perspective, and to study the factors that influence the design of the different ventilation systems. For example the size of the building, fire safety, operation and maintenance of the systems

Method: The study is conducted as a study of literature and regulations in the area, as well as a case study where the costs of the different systems are compared with lifecycle cost. Interviews with developers, designers and manufacturers to examine the experiences of the various operators in the choice be-

tween the central air handling units and residential air handling units.

Conclusions:

In the smaller building, the terraced house with 6 apartments is the option with the residential air handling units the one with lowest investment cost and lifecycle cost. The cheapest option with the central air handling unit is almost twice as expensive, in terms of investment cost. When the life cycle cost is compared, the central air handling unit is about 20% more expensive than the residential air handling unit.

In the house with 16 apartments, it is again the option with the residential air handling unit that has the lowest investment cost. A central air handling unit is almost 25% more expensive than the alternative of residential air handling units. In the comparison of LCC the relationship is now conversely, now it's the option with the residential unit which is the most expensive alternative. The option of residential units are more expensive than all the alternatives with central units, nearly 20% higher life cycle cost compared to the cheapest option with a central air handling unit..

In the comparison of the different systems in the largest building with 48 apartments, it is now an alternative with a central air handling unit with the lowest investment cost. The alternative with residential units have about 10% higher investment cost, compared to the cheapest option with a central unit. When the LCC are compared, it turns out that the alternative with residential units are now 45% more expensive than the alternatives with central units with the lowest life cycle cost

It is clear that the number of apartments being built is important on which system is the best option. The reason for this is the need for a fan room for the alternatives with central units, which means that the cost of the fan room per apartment decreases as the number of apartments is increasing..

Regarding the maintenance of the system it becomes clear the residential unit has more service points compared to central unit when it comes filter replacement. This is reflected in the annual cost of the operation and maintenance of LCC of the residential units.

Of the interviews conducted, it is clear that the central unit is most common and the type that the developer pri-

marily works with. Where it was maintenance and the filter changes at the residential units were considered the biggest disadvantage, which meant greater costs in the long term. The only time the developer and the designer advocated residential units was in terraced houses.

Keywords: Air handling, residential air handling unit, central air handling unit, LCC

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Förord

Detta examensarbete har genomförts på avdelningen för installationsteknik på Lunds tekniska högskola som avslutning på utbildningen väg- och vattenbyggnad.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Mats Dahlblom för all hjälp och stöttning på vägen. Ett stort tack till min före detta klasskamrat Niklas Najvik, som gav mig möjlighet att opponera på hans examensarbete.

Ett stort tack till Anders Ihse, Christoffer Lindström och Bo Nordblad som lät sig intervjuas.

Ett stort tack till min kollega Niclas Johansson på TN-System i Kalmar, som fått täcka upp för mig när jag behövt skriva på examensarbetet.

Avslutningsvis ett jättestort tack till min älskade sambo Emma som fått dra ett tungt lass hemma den senaste tiden. Och tack Sigrid och Malte för att ni alltid är glada oavsett!

Kalmar, juni 2015

Charles Gustavsson

Innehållsförteckning

Sammanfattning	iii
Abstract	vii
Förord.....	xi
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte	1
1.3 Metod.....	1
1.4 Målgrupp.....	2
1.5 Avgränsningar.....	2
1.6 Programvara som används i studien.....	2
1.7 Rapportens upplägg.....	2
2 Teori.....	3
2.1 Storheter och begrepp	3
2.2 System för återvinning av värme ur frånluft.....	4
2.3 Investeringsbedömning	5
2.4 Systemuppbyggnad	7
2.5 Tidigare studier	11
2.6 Aggregaten	11
3 Skydd mot brandgasspridning.....	15
3.1 Tryckavlastning.....	16
3.2 Brandgasspjäll och brand-/brandgasspjäll.....	16
3.3 Fläkt i drift	17
3.4 Vattensprinkler.....	18
3.5 Utspädning	18
3.6 Schakt.....	18
3.7 Imkanaler	19
4 Isolering	21
4.1 Skydd mot kondens.....	21
4.2 Brandskyddsisolering.....	21
4.3 Isolering mot värme-/kylförluster	21
5 Byggnadens påverkan	23
5.1 Utformning.....	23
5.2 Placering av ute- och avluftshuv	23
5.3 Kanaldragning.....	24
5.4 Krav på luftflöde	24
5.5 Byggnad för jämförelse.....	25
6 Drift och underhåll.....	27
6.1 Drift.....	27
6.2 Underhåll.....	27
6.3 OVK.....	27
7 Ljudalstring.....	29
7.1 Ljuddämpare	29
8 Investering.....	31

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

8.1	Indata till investeringsbedömning	31
9	Resultat av systemgenomgång	33
9.1	Investeringsbedömning	33
9.2	Brand.....	63
9.3	Isolering	63
9.4	Drift.....	63
9.5	Energi.....	64
9.6	Ljud.....	64
9.7	Sammanställning av jämförelse	65
9.8	Intervjuer	67
10	Diskussion och slutsatser	71
10.1	Slutsatser	71
10.2	Diskussion.....	72
11	Litteraturförteckning	75
	Bilagor.....	77

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vilken typ av luftbehandlingssystem som ska användas vid nybyggnation av bostäder, är något som det alltid måste tas ställning till. Ibland fungerar bara en lösning beroende på de förutsättningar som finns, i andra fall fungerar det med flera olika lösningar. Exempelvis påverkar byggnadens utformning och storlek valet av ventilationslösning.

Många av de aktörer som är inblandade i projekteringen av ventilationssystemet i ett byggprojekt, jobbar ofta enligt ett invariant mönster. De använder sig av beprövade metoder utan att fråga sig varför den specifika metoden används.

Kraven på nya byggnaders energianvändning skärps och blir hela tiden tuffare, kraven varierar beroende på vilken typ av uppvärmning som finns i bostaden samt var i landet byggnaden är placerad. Uppvärmningen står för den i särklass största delen av en byggnads energibehov. För att klara kraven gällande energianvändning och ventilation så är det vanligt att använda sig av ett FTX-aggregat. Ett FTX aggregat är ett från- och tilluftsaggregat med värmeåtervinning.

Det är flera olika faktorer som påverkar en uppbyggnaden av ett ventilationssystem. Antalet bostäder som ska betjänas av systemet är exempel på en faktor som påverkar utformningen. FTX-aggregatet kan vara ett centralaggregat, där flera bostäder är kopplade till samma system, eller så kan det vara flera aggregat, ett i varje bostad, så kallade lägenhetsaggregat. Varje bostad har då sitt eget ventilationssystem.

I denna studie kommer alternativet med ett lägenhetsaggregat i varje bostad att jämföras med ett centralaggregat som betjänar flera bostäder.

1.2 Syfte

Studiens syfte är att jämföra central- och lägenhetsaggregat i ett livscykelkostnads-perspektiv, samt att studera faktorer som påverkar utformningen av de olika ventilationssystemen. Exempel på faktorer som ska undersökas är byggnadens storlek, brandsäkerhet samt drift och underhåll av systemen.

1.3 Metod

Studien genomförs som en litteraturstudie av litteratur och regler inom området, samt som en fallstudie där kostnader för de olika systemen jämförs.

Intervjuer med beställare, projektörer och tillverkare kommer att göras för att undersöka vilka erfarenheter de olika aktörerna har när det gäller valet mellan centralaggregat och lägenhetsaggregat.

1.4 Målgrupp

Projektörer, förvaltare och beställare av byggnader, dvs. alla som kan ställas inför valet mellan ett centralaggregat och lägenhetsaggregat.

1.5 Avgränsningar

Studien omfattar enbart faktorer som har inverkan vid nyproduktion av bostadshus med flera lägenheter i. Installation av ett ventilationssystem i en befintlig byggnad ingår inte i studien.

1.6 Programvara som används i studien

MagiCad används för att ta fram bilder på system och olika lösningar från ritningar. Det är ett ritprogram som används vid projektering av ventilation, VS, el och sprinkler.

För att ta fram uppgifter på luftbehandlingsaggregatens energianvändning används IV Produkt Designer G305 för centralaggregat samt Swegons ProCASA för lägenhetsaggregaten.

1.7 Rapportens upplägg

Kapitel 2 innehåller ett teoriavsnitt med information om olika storheter och ett avsnitt om värmeväxlare för att ge läsaren en inblick i de olika systemen som finns på marknaden, kapitlet inkluderar även teori om investeringsbedömning.

I kapitel 3-8 redovisas de faktorer som påverkar valet av systemlösning mer ingående, med de teorier och krav som finns inom respektive område. I dessa kapitel redovisas t.ex. skydd mot brandgasspridning, drift och underhåll samt investeringsbedömning.

I kapitel 9 presenteras ett antal fall med fokus på den ekonomiska aspekten. I kapitlet behandlas även hur de olika systemen påverkas av övriga faktorer som presenteras i kapitel 3-8

I kapitel 10 finns slutsatser och diskussionsdelen.

2 Teori

2.1 Storheter och begrepp

I detta avsnitt redovisas de storheter och begrepp som är viktiga när det kommer till luftbehandling och värmeväxling.

2.1.1 Temperaturverkningsgrad

Temperaturverkningsgraden är ett mått på effektiviteten för en värmeväxlare. Temperaturverkningsgraden definieras som förhållandet mellan utnyttjad temperaturskillnad och maximalt tillgänglig temperaturskillnad (Warfvinge, 2003).

2.1.2 Gradtimmar

Gradtimmar är ett mått på behovet av värmeenergi i en byggnad. Gradtimmar är summan av varje timmes temperaturskillnad mellan inne- och uteluft under ett år (Warfvinge, 2003).

2.1.3 Dimensionerande vinterutetemperatur

Den dimensionerande vinterutetemperaturen, DVUT, används för att beräkna en byggnads värmeeffektbehov.

2.1.4 SFP-tal

SFP, specifik fläkteffekt i ventilationssystemet dividerat med det största av tilluftsflödet och frånluftsflödet, $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ (Boverket, 2008). För luftbehandlingsaggregat med till- och frånluft, är det den sammanlagda effekten för fläktarna i till- och frånluften i aggregatet som divideras med det största av till- och frånluftsflödena (Föreningen V, 2000).

2.2 System för återvinning av värme ur frånluft

Det finns olika metoder för värmeväxling, plattvärmeväxlare, roterande värmeväxlare och batterivärmeväxlare. Gemensamt för dessa är att de överför värme från frånluften till tilluften.

2.2.1 Plattvärmeväxlare

Plattvärmeväxlaren består av ett antal plattor med kanaler mellan plattorna, där luften kan passera. Den varma frånluften och den kalla uteluften går i varannan kanal, med vinkelrät strömningsriktning. Den varma frånluften värmer upp metallen i plattorna som i sin tur värmer upp tilluften. Att värmen leds genom ett material benämns som rekuperativ värmeväxling. De olika luftströmmarna kommer inte i kontakt med varandra, vilket innebär att eventuella föroreningar och fukt inte överförs till tilluften (Warfvinge, 2003).

2.2.2 Roterande värmeväxlare

Roterande värmeväxlaren består av en rotor tillverkad i lindad tunnplåt, med små kanaler där luften kan passera igenom. Kanalerna är så pass små att strömningen blir laminär genom rotorn (Fläktwoods, 2009). När rotorn passerar frånluftskanalen värms kanalerna upp, efter detta passerar rotorn en renblåsningszon för att inte frånluften ska blandas med tilluften. Tilluften värms när den passerar rotorn och de sedan tidigare uppvärmda och renblåsta kanalerna. Temperaturverkningsgraden är så hög som 85 %, vilket är högre än övriga system. Det finns risk att föroreningar återförs i tilluften om inte renblåsningen är optimal (Warfvinge, 2003).

2.2.3 Vätskekopplade system/Batterivärmeväxlare

I ett vätskekopplat system överförs värmen med hjälp av en vätska som värmebärare. Ett batteri är placerat i frånluftskanalen och ett batteri i tilluftskanalen (Fläktwoods, 2009). Vätskan cirkulerar mellan de båda batterierna och värms upp av frånluften och kyls ner av tilluften. Verkningsgraden är sämre i detta system men det finns möjlighet att placera batterierna på stora avstånd från varandra (Warfvinge, 2003).

2.3 Investeringsbedömning

För att jämföra lägenhetsaggregat med centralaggregat ekonomiskt så kan man använda sig av två olika metoder. Metoderna är vanliga i byggbranschen och används för att jämföra olika alternativ. Den första metoden är återbetalningsmetoden, d.v.s. hur lång tid det tar innan en investering har betalat sig i jämförelse med att inte göra någon åtgärd alls, vid exempelvis en renovering eller jämfört med ett nollalternativ vid nybyggnad. Metoden gör det möjligt att jämföra återbetalningstiden mellan olika alternativa investeringar. Återbetalningsmetoden lämpar sig bäst på kortsiktiga investeringar.

För att jämföra en investering med en annan mer ingående så beräknas livscykelkostnaden (LCC) för en investering. Investeringskostnaden räknas då ihop med kostnader för drift och underhåll. Hänsyn tas till investeringens hela livslängd och den effektiviseringspotential som finns under hela livslängden. Detta kan göra att en investering som initialt verkar dyr, visar sig vara den mest lönsamma sett till investeringens hela livslängd. För att ta hänsyn till inflation och andra prisökningar under hela livslängden används en kalkylränta, med hjälp av kalkylräntan fås investeringens kostnad för hela livslängden i det penningvärde som är aktuellt då investeringen görs. Metoden kallas för nuvärdesmetoden (Skärvad & Olsson, 2007).

Återbetalningsmetoden gynnar kortsiktiga investeringar, eftersom den inte tar hänsyn till in- och utbetalningar efter återbetalningstidens slut. Metoden tar därför ingen hänsyn till lönsamheten för investeringen utan enbart hur snabbt investeringen har betalats tillbaka. Nedanstående formler visar de ingående parametrarna för de två metoderna, dessa formler är hämtade ur (Hansson, Olander & Persson, 2009).

$$\text{Återbetalningstid} = \frac{\text{Grundinvesteringen}}{\text{Årligt betalningsöverskott}}$$

$$\text{Nuvärdet} = -G + \sum_{t=1}^n \frac{I-U}{(1+p)^t} + \frac{R}{(1+p)^n}$$

G = grundinvesteringen

I = inbetalningar

U = utbetalningar

R = restvärde

p = kalkylränta

n = ekonomisk livslängd

Vid jämförelserna mellan systemen i denna rapport kommer nuvärdesmetoden att användas. Eftersom en ventilationsanläggning har en lång livslängd, är återbetalningstiden inte intressant. Det är mer intressant att jämföra kostnaderna för installationens hela livslängd. Resultat från nuvärdesberäkningarna senare i rapporten kallas för LCC-kostnad.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

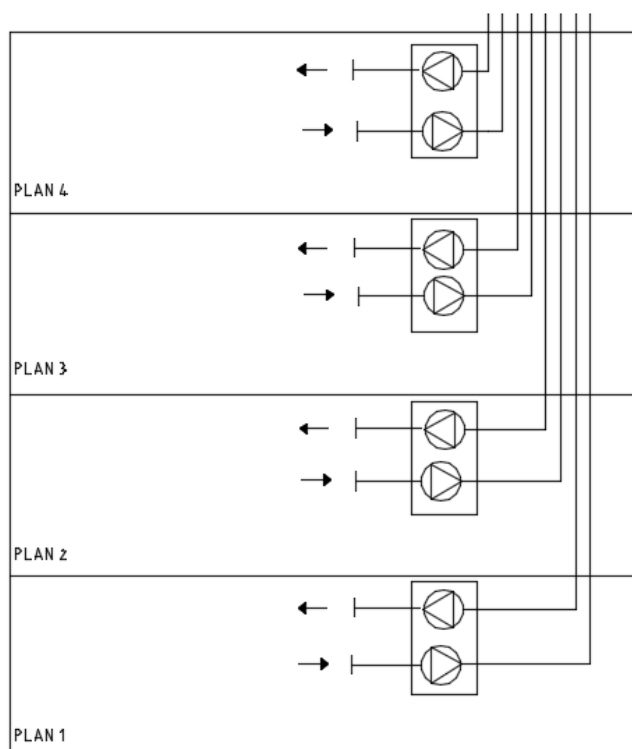
Till grundinvesteringen räknas kostnader för aggregat, spjäll och kanaler. Till utbetalningar räknas kostnader för underhåll, el till fläktarna samt energin till tillsatsvärmern i aggregaten.

2.4 Systemuppbyggnad

Ett ventilationssystem med FTX-aggregat kan byggas upp på ett flertal olika sätt. I detta avsnitt redovisas de alternativ som ingår i jämförelsen i denna rapport.

2.4.1 Lägenhetsaggregat

I detta alternativ används ett lägenhetsaggregat med separata utelufts- och avluftskanaler. Ute- och avluftskanalerna kan dras ut genom en yttervägg i lägenheten eller dras upp genom schakt i huset och ut på taket. I avsnitt 2.6.1 går det att läsa mer om lägenhetsaggregat. I Figur 2-1



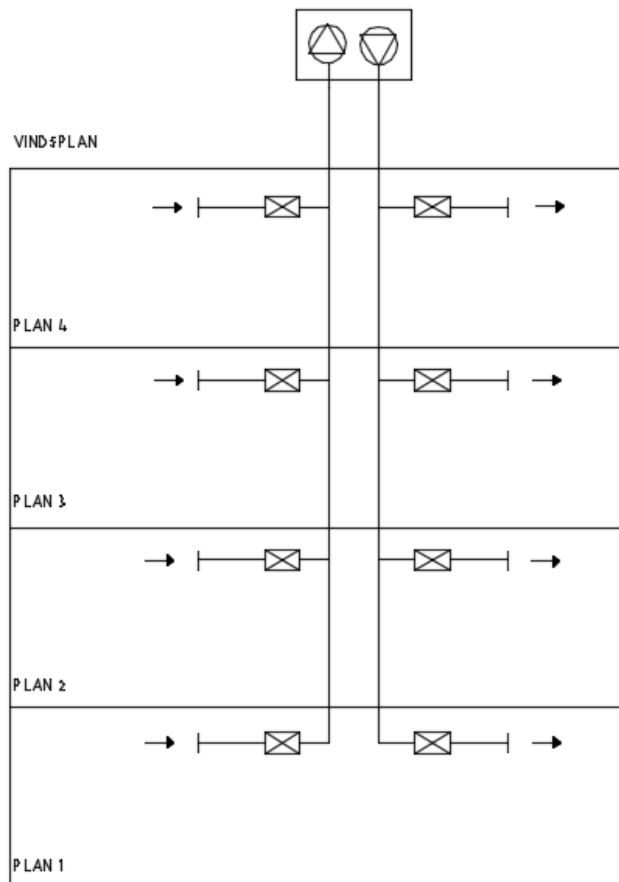
Figur 2-1Principskiss på system med lägenhetsaggregat

Om av- och uteluftshuvar placeras på väggen är det viktigt att dessa placeras så att avluften inte kommer in i byggnaden igen genom vädring eller att den sugas in i uteluftsintaget. Det är också viktigt att hänsyn till vägar som finns kring huset vid placering av uteluftsintag, för att avgaser inte ska sugas in i byggnaden.

2.4.2 Gemensamma till- och frånluftskanaler

I detta alternativ visas ett system med centralaggregat och gemensamma från och tilluftskanaler. För att förhindra spridning av brandgaser används brandgasspjäll som skyddsmetod, för information om brandgasspjäll se avsnitt 3.2.

De små rektanglarna med kryss i visar var brandgasspjällen är placerade.

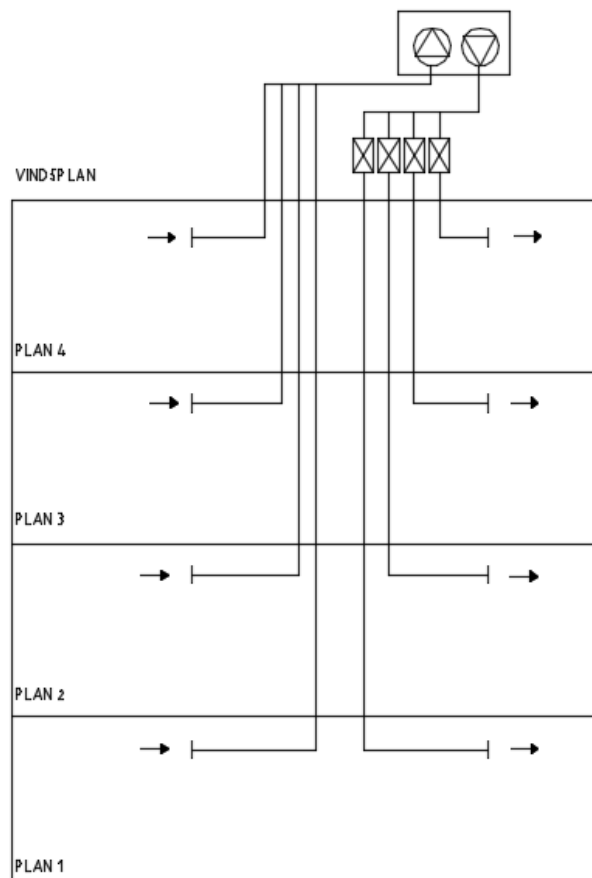


Figur 2-2 Gemensamma till- och frånluftskanaler med brandgasspjäll

2.4.3 Separata till- och frånluftskanaler

I detta alternativ visas ett system med centralaggregat och separata till- och frånluftskanaler. För att förhindra spridning av brandgaser används backströmningsskydd i tillluftskanalerna, för information om backströmningsskydd se avsnitt 3.2.

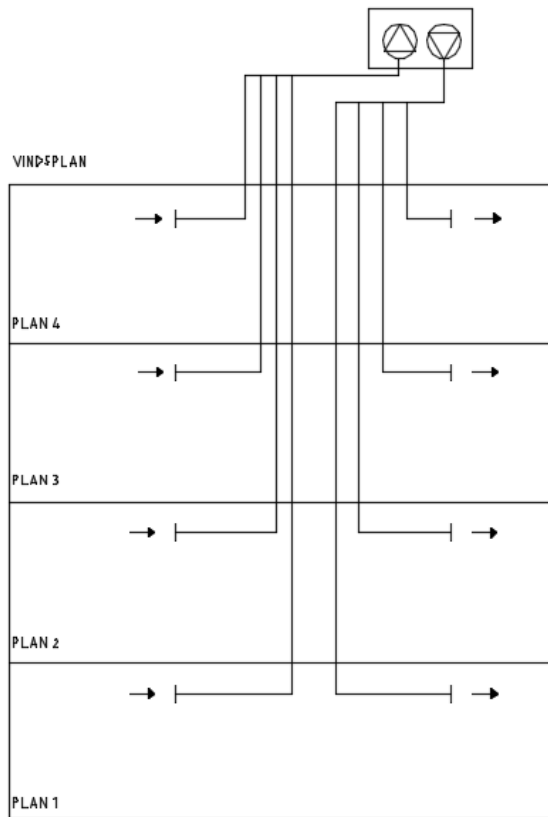
De små rektanglarna med kryss i visar var backströmningsskydden är placerade.



Figur 2-3 Separata till- och frånluftskanaler med backströmningsskydd

2.4.4 Utspädning

I detta alternativ visas ett system med centralaggregat och separata till- och frånluftskanaler. Skyddsmetod i detta alternativ är utspädning, vilket innebär att spridning av brandgaser tillåts upp till ett visst gränsvärde, läs mer i avsnitt 3.5.



Figur 2-4 Utspädning

2.5 Tidigare studier

I en tidigare studie har alternativen inför en renovering av ett bostadshus i Helsingborg jämförts. I rapporten jämförs kostnaderna att bygga ett FTX-system med ett centralt aggregat och ett alternativ med lägenhetsaggregat. I studien ställs kostnader för de olika systemen mot varandra. Byggnadens utformning får stor betydelse för vilket system som är möjligt att välja. Huset hade tidigare frånluftsventilation (Reuterhäll, 2009).

I en annan rapport har det gjorts LCC-analyser på två nybyggda bostadshus i Uppsala, där det ena huset byggts med centralaggregat och det andra med lägenhetsaggregat. Syftet med rapporten är redovisa kostnader för val av de olika systemen i ett LCC-perspektiv. De undersökta flerbostadshusen bestod av 30 respektive 36 lägenheter, författarna ansåg att ett centralt aggregat var den bästa lösningen för de undersökta byggnaderna, då det gav den lägsta LCC-kostnaden (Kjellström & Appelgren, 2011).

2.6 Aggregaten

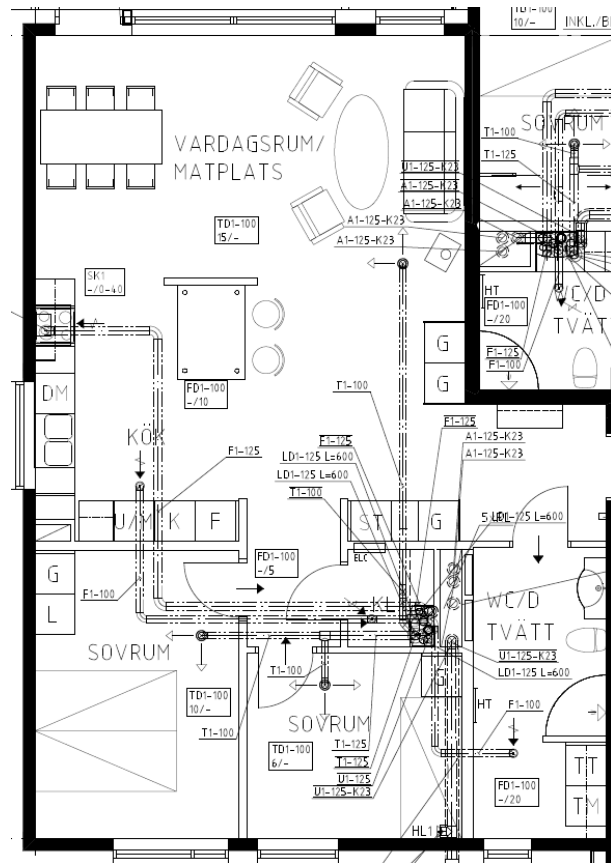
2.6.1 Lägenhetsaggregat

Lägenhetsaggregaten finns i en rad olika utföranden. De olika modellervarianterna möjliggör att aggregaten kan placeras på olika platser i bostaden. Exempelvis ovanför spisen, på vägg i en tvättstuga eller fristående på golv likt ett kylskåp. Figur 2-5 visar ett lägenhetsaggregat för väggmontage. Det finns olika växlartyper, det finns, motströms-, korsströms- samt roterandeväxlare. På bilden nedan, Figur 2-6, syns ett aggregat som sitter på en vägg i en klädkammare.



Figur 2-5 Lägenhetsaggregat

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



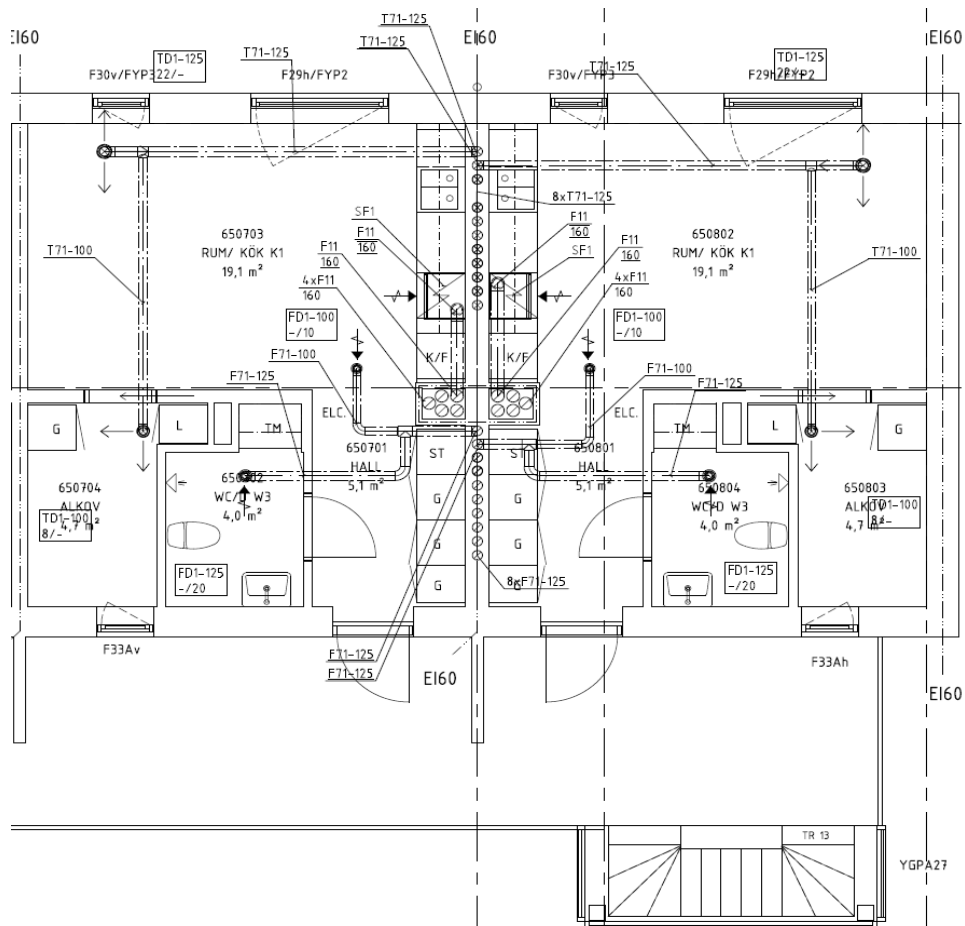
Figur 2-6 Exempel på lägenhet med lägenhetsaggregat

Exempel på komponenter i ett system med lägenhetsaggregat.

- Luftbehandlingsaggregat
- Ljuddämpare, på till och frånluften men kan även behövas på av- och uteluf-ten.
- Kondensisolering på ute- och avluftskanalerna.
- Olika former av inklädnader för att dölja ute- och avluftskanaler till fasad eller schakt till tak.
- Kontrollpanel för att styra aggregatet, placeras exempelvis vid ytterdörren.
- En spiskåpa som är kopplad till aggregatet.
- Kanaler och don för till- och frånluft i bostaden

2.6.2 Centralaggregat

Centralaggregaten finns i olika utförande och storlekar. Aggregaten kan vara moduluppbyggda för att kunna transporteras och monteras lättare, det ger också en större möjlighet till objektsanpassning. Dessa aggregat finns att få för väldigt stora flöden, exempelvis till affärscentra och industri. Ett aggregat som består av olika delar går att montera ihop på plats och möjliggör att ett stort aggregat går att få in i byggnaden utan att exempelvis lyfta in det genom taket. Enhetsaggregat eller kompaktaggregat är aggregat där samtliga delar är placerade i en enhet. Aggregaten är vanligtvis demonterbara för att kunna monteras inne i ett färdigbyggt fläktrum. Alternativt lyfts aggregaten på plats innan tak eller väggar monteras, Figur 2-7 syns två lägenheter betjänade av ett centralaggregat. Kanalerna är ingjutna i väggarna. Figur 2-8 visar ett centralaggregat.



Figur 2-7 Exempel på lägenhet med centralaggregat

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Exempel på komponenter i ett system med ett centralaggregat.

- Ljuddämpare för att minimera ljud från aggregatet till bostäderna och till omgivningen.
- Kondensisolering på ute-och avluften
- Fläktrum
- Shuntgrupp för värmen till eftervärmningsbatteriet på tilluften.
- Takhuv alternativt ytterväggsgaller beroende på hur uteluft och avluft ska tas in respektive ut ur byggnaden.
- Styr- och reglerutrustning för att aggregatet ska kunna kommunicera med olika system, exempelvis system för värme och brand.
- Rökdetektorer för att kunna styra brandfunktioner.
- Brandspjäll av olika typer.
- Fjäderbelastade avstängningsspjäll för att skydda vätskebatteriet från frysning vid strömbortfall.
- Kanaler och don för till- och frånluft i bostäderna.



Figur 2-8Centralaggregat

3 Skydd mot brandgasspridning

Vid valet av ventilationslösning, är en av de absolut viktigaste aspekterna brandskyddet, där valet av skyddsmetod påverkar allt från placering av don till storlek på aggregatet. I avsnitt 2.4 redovisas de olika systemen som ingår i jämförelsen, samtliga system med centralaggregat visar olika metoder för skydd mot brandgasspridning.

En brandcell är ett avgränsat utrymme i en byggnad där en brand under en viss tid kan utvecklas, utan att sprida sig till någon annan del av byggnaden. En brandcell ska vara avgränsad från resterande del av byggnaden, av väggar och bjälklag. Detta för att utrymning av byggnaden ska kunna ske säkert och personer i intilliggande brandceller ska skyddas under avsedd tid (Boverket, 2015).

Luftbehandlingsinstallationer får inte bidra till brandspridning, därför är det lämpligt att välja obrännbara material till luftbehandlingsinstallationerna. Ventilationskanalerna ska förläggas på ett sådant sätt att angränsande byggnadsdelar inte riskerar att antändas, under den tid som brandcellskravet anger.

För att förhindra att brandgaser sprids vid en eventuell brand är det nödvändigt att vidta speciella åtgärder, främst för tilluftskanalerna. Vid en brand sker en termisk expansion av luften som ger en tryckstegring i rummet då det saknas uteluftsdon. Vid tryckstegringen så kommer gaserna att pressas in i tilluftskanalerna då trycket överskrider tryckuppsättningen i tilluftskanalen. Brandgaserna kan då spridas till andra utrymmen nedströms kanalsystemet (Backvik & Orestål, 2003).

Vid val av ventilationslösning så är den säkraste lösningen att ha separata kanalsystem till och från varje brandcell. Detta är möjligt då lägenhetsaggregat väljs. Alternativt bör en sammanföring av kanalsystemen ske så långt bort som möjligt från brandcellerna, i exempelvis samlings- och fördelningslådor (Backvik, Fagergren, & Jensen, 2008).

När kraven på att spridning av brandgas skulle förhindras slopades i Boverkets byggregler (BBR), så har det öppnat upp för andra lösningar än spjäll för att förhindra spridning av brandgas (Danielsson, o.a., 2012).

När ett centralt aggregat används så finns det flera olika skyddsmetoder som går att använda. I denna rapport behandlas följande skyddsåtgärder.

- Tryckavlastning
- Brandskyddsspjäll
- Fläkt i drift
- Sprinkler
- Utspädning

3.1 Tryckavlastning

Tryckavlastningens syfte är att minimera effekterna av den tryckstegring som sker i brandrummet på grund av den termiska expansionen. Tryckavlastning sker med hjälp av naturlig tryckavlastning, tryckavlastning av brandrum samt tryckavlastning av kanalsystem.

3.1.1 Naturlig tryckavlastning

Vid ett häftigt brandförlopp kan det resultera i att fönster i bostaden sprängs, det är en fördel när det gäller att förhindra spridningen av brandgas. När fönsterrutorna sprängs sker det en naturlig tryckavlastning i bostaden och brandgas trycks ut genom fönstret i stället för in i ventilationssystemet (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

Fönstret kollapsar på grund av de spänningar som uppstår av temperaturskillnader mellan glas som exponeras för branden och glas som skyddas av bågen (Backvik , Fagergren, & Jensen, 2008).

3.1.2 Tryckavlastning av brandrum

Tryckavlastning sker med hjälp av en öppning, exempelvis ett fönster som öppnas med automatik vid brand. Öppningen kan vara i fasaden på byggnaden eller till en lokal där effekten av brandgasspridningen är liten. Om tryckavlastningen anpassas till att bli i samma storleksordning som brandflödet, så kommer inte brandgas att pressas in i kanalerna för tilluft, därmed förhindras spridning av brandgas till övriga brandceller (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.1.3 Tryckavlastning av kanalsystem

Vid en brand i byggnaden behålls fläktar i drift. Om fläktarna slutar att fungera på grund av för hög temperatur, igensatta filter eller spänningsbortfall öppnar tryckavlastningsspjäll i kanalsystemet. Horisontella kanaler får inte betjäna flera brandceller inom samma plan eftersom brandgas då kan spridas från den brandbelastade brandcellen till angränsande brandceller (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.2 Brandgasspjäll och brand-/brandgasspjäll

Brandgasspjäll förutsätter ett brandskyddsisolerat kanalsystem, spjället kan placeras på valfri plats mellan anslutningskanaler. Brand-/brandgasspjäll ska monteras mot brandcellsgräns. När brand-/brandgasspjäll används behövs ingen brandskyddsisolering (Backvik , Fagergre, & Jensen, 2008).

Spjällen stängs vid brand eller spänningsbortfall, samtidigt som fläktar stoppas. Stängande spjäll kan vara nödvändigt, då antalet anslutna celler är få till antalet och flödet litet, vilket resulterar i en otillräcklig utspädning och för hög temperatur på luften när den passerar fläkten om fläkt i drift använts (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.3 Fläkt i drift

Vid fläkt i drift så fortsätter fläktarna att gå under brandförloppet. Brandgas kan då tränga in i tilluftssystemet, och spridas i fördelningskanalen till andra brandceller. Enrumsbrandceller ger lättare upphov till spridning via tilluftskanaler än flerrumsbrandceller, eftersom att ingen tryckavlastning till angränsande rum kan ske i enrumsbrandcellen.

Fläkt i drift kan antingen vara med en separat brandgasfläkt som är inkopplad på ventilationssystemet eller med det vanliga aggregatet som då bör ha en bypass- funktion, det vill säga att luften leds förbi växlaren, för att undvika onödiga tryckfall i aggregatet.

Fläkt i drift kan kompletteras med exempelvis tryckavlastning av brandrummet eller att till- och frånluftsfälaktar forceras jämfört med normal drift. När fläktarna forceras skapas ett större tryck i tilluftskanalen, för att motarbeta tryckstegringen av brandflödet. Samtidigt tryckavlastas rummet då frånluftsfördet ökar och brandflöde transporteras bort i frånluftskanalerna.

3.3.1 Fläkt i drift med backströmningsskydd

Backströmningsskydd eller backspjäll placeras i tilluftskanalen. När brandtrycket i rummet blir större än trycket i tilluftskanalen pressas brandgas in i tilluftskanalen, backspjället stänger tilluftskanalen och förhindrar brandgasspridning till övriga brandceller. Backströmningsskyddet används tillsammans med fläkt i drift. Fördelen med ett backströmningsskydd jämfört med andra spjäll är att det inte krävs någon särskild detektering eller styrning för att det ska fungera (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.3.2 Lågt placerade tilluftsdon

I ett brandbelastat rum kommer brandgasen att samlas i det övre skiktet av rummet, om donen placeras nere vid golvnivå, pressas inte brandgas in i tilluftskanalerna (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.3.3 Konverterat system

I ett system med enbart fläkt i drift som åtgärd för att förhindra brandgasspridning, krävs det att tilluftssystemet konverteras till ett frånluftssystem vid brand. Då ändras strömningens riktningen i kanalerna. Det övertryck som skapats av branden i brandrummet, får inte bli så stort att ett övertryck bildas i anslutande kanaler från övriga brandceller. Eftersom infiltrationen genom klimatskalet är liten finns risk för höga lufttemperaturer i konverteringsfläkten, eftersom utspädningen av brandgasen inte blir tillräckligt stor.

Det är lämpligt att konverteringsfläkten är gemensam för både till- och frånluftssystemet för att undvika tvärströmning. Tvärströmning kan uppstå då närliggande brandceller får tryckuppsättningar avviker från övriga brandceller. Brandgasen kan då

strömma genom springor i lägenhetsskiljande konstruktionsdelar istället för i ventilationssystemet och på det viset. För att ett konverteringssystem ska fungera krävs det att till- och frånluftssystemet har symmetri när det gäller luftflöden och storlek på de betjänade brandcellerna. Brandcell som skiljer sig avsevärt från övriga brandceller, gällande storlek eller förväntat brandflöde avskiljs med brandgasspjäll eller brand/brandgasspjäll.

Vid val av konverterat system är det viktigt att kontrollera att undertrycken inte blir så stora att dörrar blir svåröppnade och försvårar utrymning.

Konverteringen sker efter att rökdetektorer registrerat rök eller brand i någon brandcell, det krävs därför ett system för rökdetektering och styrutrustning till konverteringsfläkt (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.4 Vattensprinkler

Den övervägande delen av de sprinklersystem som finns, är inte avsedda att släcka en brand som uppstår. Syftet med systemen är att begränsa eller förhindra spridning av branden. Systemet aktiveras då temperaturen i den känslkropp som sitter i sprinklerhuvudet når en viss temperatur. Kombinerat sprinklersystem och brandgasventilation så krävs ett ställningstagande vilket system som ska lösa ut först, aktiveras brandgasventilationen först så sänks temperaturen i brandrummet och sprinklern löser ut senare. Ur personsäkerhetssynpunkt är det att föredra att brandgasventilationen löser ut först (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

Sprinklersystem kan installeras för att kunna välja en lägre brandskyddsklass på andra brandskyddsåtgärder, exempelvis kan ett längre avstånd till utrymningsvägar godtas. Ventilationskanaler behöver inte heller brandskyddsisoleras i vattensprinklade lokaler (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.5 Utspädning

När de nya byggreglerna trädde ikraft från första januari 2012, hade kravet på att förhindra spridning av brandgaser slopats. Det slopade kravet gör det möjligt för fler metoder än backströmningsskydd vid fläkt i drift. Nu tillåts en viss spridning av brandgas, där gränsvärdet för bostäder och andra byggnader med sovande i exempelvis hotell är 1 % av den mottagande brandcellens volym (Danielsson, o.a., 2012).

3.6 Schakt

Ett schakt ska inte ses som en egen brandcell, däremot ska schaktet utföras på ett sådant sätt att en brand inte kan spridas till olika brandceller via schaktet. Schakt-

väggar ska ha samma brandmotstånd oavsett om det brinner inuti eller utanpå schaktet.

Schakten kan utföras på olika vis, de kan vara öppna eller slutna. Ett öppet schakt är öppet hela vägen från schaktbotten till schakttopp. I ett slutet schakt sluts schaktet vid varje bjälklag, så schakten blir då våningshöga.

Ventilationskanaler inom schakt som betjänar olika brandceller behöver ej brandisoleras. Brännbart material får ej förekomma i schakt med oisolerade kanaler, mindre mängd brännbart material kan godtas om det avskiljs med strålningskydd eller om schaktet är utrustat med sprinklers (Backvik , Fagergren & Jensen, 2008).

3.7 Imkanaler

I imkanalen samlas fett från matlagning, som vid en brand i en lägenhet ger upphov till snabb brandutveckling inuti kanalen.

Imkanalen från spisfläkten ska utföras som lägst i brandklass E15 och med ett skyddsavstånd på 30 mm till brännbara material, för att förhindra brandspridning till kringliggande byggnadsdelar inom den betjänade brandcellen. Utanför den betjänade brandcellen gäller samma krav som för övriga avskiljande byggnadsdelar (Boverket, 2015).

Imkanalen bör mynna på taket för att förhindra att lukt sprids till övriga lägenheter vid exempelvis vädring. Sotarmästaren i kommunen kan dock tillåta att imkanalen mynnar ut på ytterväggen. Särskilda åtgärder ska då vidtas, exempelvis klä in ett område kring öppningen med plåt för skydd mot brand. Om mynningen placerad nära takfoten så kläs också den in ett visst avstånd.

På grund av att luften i imkanalen innehåller mycket fett och andra partiklar som skulle fastna i värmeväxlaren och försämra verkningsgraden, hålls oftast imkanaler separerade från det övriga ventilationssystemet. Filtren skulle annars behöva bytas oftare och underhållsintervallen skulle bli kortare. I ett lägenhetsaggregat passerar luften från kökskåpan aldrig värmeväxlaren på väg till avluftskanalen.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

4 Isolering

4.1 Skydd mot kondens

Kondensrisk föreligger då det finns ytor som har en lägre temperatur än omgivande luft. När luften kommer i kontakt med ytan fälls fukt ut från luften till ytan, då daggpunkten i luften uppnås. Daggpunkten är detsamma som mätnadsånghalten. Mängden kondens som bildas beror på ytans temperatur samt ånghalten i luften (Nevander & Elmarsson, 2008).

Kanaler till och från lägenhetsaggregaten måste isoleras med hänsyn till kondensrisken. Kanalerna till det centrala aggregatet måste också isoleras med tanke på kondensrisken. Det blir en mindre sträcka som behöver isoleras för kondensrisken då kanalerna för ute- och avluft är kortare än kanalerna för till- och frånluft. Kondensrisken uppstår då kall uteluft transporteras till luftbehandlingsaggregatet. Kondensrisk uppstår även för avluftskanalen eftersom luften får en lägre temperatur än inomhusluften efter att den passerat värmeväxlaren.

4.2 Brandskyddsisolering

4.2.1 Strömmande brandgas

När heta brandgaser strömmar genom en ventilationskanal, sker ett värmeutbyte med omgivningen för att utjämna den temperaturskillnad som råder mellan brandgasen och omgivande luft och byggnadsdelar. Hur stort värmeutbytet blir beror på kanalens längd, dimension samt storlek och temperatur på brandgasflödet. Brandskyddsisoleringen ska ge ett värmemotstånd för att minimera värmeflödet från ventilationskanalerna.

4.2.2 Ingen strömmande brandgas

Ventilationssystem med brandgasspjäll eller backströmningsskydd i tilluftskanal vid fläkt i drift kan kräva att kanaler isoleras för att förhindra värmeledning och strålning mellan brandceller. Värmeledning uppkommer då kanalen värms av rumstemperaturen och därefter avges värme genom strålning och ledning till de utrymmen eller brandceller som kanalen betjänar eller är förlagd i.

4.3 Isolering mot värme-/kylförluster

Det kan i en del fall vara nödvändigt att isolera kanalerna mot värme- och kyolförluster, då kanalerna förlagts i utrymmen med stor temperaturskillnad gentemot den luft som flödar i kanalerna, för att minska energiförluster. Exempelvis ventilationskanaler förlagda på en oisolerad vind.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

5 Byggnadens påverkan

När ett ventilationssystem konstrueras har det stor betydelse hur en byggnad är tänkt att utformas. Nedan följer ett antal exempel på hur byggnaden och dess utformning påverkar ventilationssystemets utformning.

5.1 Utformning

Antalet våningar påverkar byggnadens höjd och därmed tryckfallen som uppstår på grund av termiska drivkrafter i de vertikala kanalerna. Stora höjdskillnader kan göra att fläkten måste arbeta mot höga tryckfall och därmed fås en högre energi-användning då fläkten ska övervinna den termiska drivkraften i tilluftskanalen. Det kan vara nödvändigt med flera ventilationssystem och aggregat för att ventilationsflödet ska bli korrekt.

En avlång byggnad med stor utbredning i horisontalled, kan ge långa horisontella kanaldragningar. Det kan vara nödvändigt att ha flera aggregat om avstånden är över 50 m, då luftfördelningen kan bli svår att kontrollera för avstånd över 50 m (Warfvinge, 2003).

Hur många huskroppar som ska betjänas av samma ventilationssystem får betydelse för hur kanalsystemet utformas, det kanske inte ens är möjligt att enbart ha ett ventilationssystem för dessa byggnader. Likaså om en byggnad har varierande höjd i olika delar av byggnaden, eller förskjutningar av våningsplan i höjddled så måste detta tas i beaktande när systemet konstrueras.

Fläktrum placeras vanligtvis på vind eller i källare, vindsplacering underlättar hög placering av uteluftsintag och avluftsutsläpp med avseende på det kortare avståndet mellan aggregat och tak. En hög placering av intag eftersträvas, gärna uppe på taket, för att inte få in avgaser från trafiken i ventilationssystemet. Utsläppen placeras högt för att luften inte ska riskera att komma in i byggnaden igen vid fönstervädning. Är intag och utsläpp placerade nära varandra, så bör avluften ges en hög hastighet för att luften ska nå en bit från huset och öka utblandningen med luften utomhus (Warfvinge, 2003).

5.2 Placering av ute- och avluftshuv

5.2.1 Centralt aggregat

Var intag för uteluft och avluftsdon ska placeras beror till stor del på var fläktrummet placerats. Är fläktrummet placerat på tak eller vind, så placeras huv eller intag med fördel på taket. Är fläktrummet placerat i källaren är placeringen av huv eller galler inte lika självklar, intaget kan antingen placeras i marknivå eller uppe på taket.

5.2.2 Lägenhetsaggregat

Ute- och avluftshuv går att placera på fasad eller på tak. Viktigt är då att avluften släpps ut med hög hastighet så att avluften hinner bli tillräckligt utblandad innan den tas in som uteluft igen i samma eller en annan lägenhet.

5.3 Kanaldragning

Ett ventilationssystem konstrueras för att ge ett så lågt tryckfall i kanalerna som möjligt, för att minska energianvändningen hos fläktarna i systemet.

Hur mycket utrymme som finns tillgängligt för ventilationskanaler blir många gånger avgörande för hur många bostäder som kan betjäna av en horisontell fördelningskanal, detta då luftmängden, som ska kunna transporteras utan att ljud eller för stora tryckfall uppstår i kanalen, beror på hur många bostäder som försörjs.

Tilluftsschakt bör placeras i närheten av sovrum och vardagsrum och schakt till frånluftskanalerna bör placeras nära kök och badrum. På så vis undviks korsningar och onödigt långa kanaldragningar.

5.4 Krav på luftflöde

Inblåsningssätt, hur ventilationsluften tillförs rummet, har betydelse för utformning av ventilationssystemet, om det ska vara deplacerande- eller omblandande ventilation. Vid deplacerande ventilation tillförs luft med låg hastighet vid golvnivå, då luften värms i rummet stiger den och tar med sig föroreningar upp till taknivå där frånluftsdonen sitter. Deplacerande ventilation tar en del utrymme i anspråk då inblåsningshastigheten överstiger draggränsen. Vid omblandande ventilation blåses tilluften in med hög hastighet och blandas med luften i rummet, inblåsning sker antingen med takdon eller med väggdon som placeras högt upp i rummet, då sker omblandningen ovanför vistelsezonen (Warfvinge, 2003).

Hur stora luftflödena ska vara bestäms av minimikrav från boverket och socialstyrelsen när det gäller bostäder. Dessa krav är minimikrav och beställaren kan själv välja att ha högre luftomsättning.

I bostäder är minimikravet på det specifika luftflödet 0,5 rumsvolymer per timme. Uteluftsflödet ska inte understiga 0,35 l/s per m² golvarea eller 4 l/s per person (Socialstyrelsen, 1999). Det är tillåtet att minska ventilationen då ingen vistas i bostaden, men ventilationen får inte understiga 0,1 l/s per m² golvarea (Boverket, 2015).

Tilluftsdonen ska placeras i vardagsrum och sovrum. Frånluftsdonen ska placeras i badrum och kök för att förhindra spridning av luft till andra delar av bostaden, i dessa

utrymmen är fuktbelastningen högre och kraven på luftkvalitet lägre (Boverket, 2015).

5.5 Byggnad för jämförelse

Bjälklagen är av typen plattbärlag för att kunna gjuta in kanalerna i bjälklaget och slippa inklädnader inne i bostäderna.

Luftbehandlingsaggregatet behöver energi för tillskottsvärmen för att värma tilluften till önskad temperatur. Till detta behövs någon form av ”energikälla”. Idag sker detta i de flesta fall med en fjärrvärmeväxlare eller en värmepump. Växlaren eller värmepumpen placeras då antingen i fläktrummet eller i ett separat utrymme, en undercentral. I undercentralen placeras värmekällan, eventuella ackumulatortankar, cirkulationspumpar till värmesystemet och varmvattencirkulationen.

I en flervåningsbyggnad behövs ett trapphus och en hiss, eventuellt flera stycken beroende på hur byggnaden är utformad. Det behövs även utrymmen för förvaring av rullstolar i trapphuset och utrymme för tvättstuga, om inte lägenheterna är utrustade med tvättmaskiner.

I jämförelsen kommer tre olika typer av byggnader att ingå. Ett punkthus med enbart ett trapphus. Ett lamellhus med flera trapphus och en längre avlång byggnad med enbart två våningar, ett radhus.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

6 Drift och underhåll

Vid en jämförelse mellan centralaggregat och lägenhetsaggregat är det viktigt att ha med en post för drift och underhåll på anläggningen. Det är också av stor vikt att det finns en drift- och underhållsplan för ventilationsanläggningen. Sköts inte anläggningen kommer det leda till ökad energianvändning för att driva fläktarna samt försämrad verkningsgrad hos värmeväxlaren. Smuts i kanaler och filter kan också leda till att luften får en oacceptabel kvalitet, med partiklar och lukt i tilluften.

6.1 Drift

Med drift avses åtgärder som görs för att upprätthålla ventilationsanläggningens funktion, åtgärderna skall ha intervall som är mindre än ett år (Hansson, Olander, & Persson, 2009). Till driften räknas t.ex. filterbyten.

Kostnaderna för driften varierar beroende på vilken typ av anläggning som avses, vilket driftintervall och vilka åtgärder som ingår i driftsplanen.

6.2 Underhåll

Underhåll är åtgärder av återkommande karaktär med tidsintervall som överstiger ett år. Underhållet syftar till att återställa funktionen hos ventilationssystemet. T.ex. genomgång av fläktar och åtgärder för att systemet skall återfå sin ursprungliga funktion (Hansson, Olander, & Persson, 2009).

6.3 OVK

Funktionskontroll av ventilationssystem genomförs för att säkerställa ett tillfredställande inomhusklimat. Det är byggnadens ägare som har ansvar för att denna funktionskontroll utförs. Funktionskontroll av ventilationssystemet ska genomföras innan systemet tas i bruk och sedan vid regelbundna kontroller. Hur ofta detta ska ske beror på byggnadens användning samt vilken typ av ventilationssystem som finns i byggnaden. För flerbostadshus med FTX-ventilation är det 3 år som gäller för tiden mellan kontrollerna (Boverket, 2009).

Vid funktionskontrollen av ventilationssystemet ska det kontrolleras att

- Systemet uppfyller de krav som finns i olika föreskrifter.
- Systemet är rent.
- Det finns instruktioner för hur systemet ska användas och skötas.
- Systemet fungerar som avsett d.v.s. att systemet uppfyller de krav beställaren ställt.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Vid ovanstående kontroller ska åtgärder för energieffektivisering redovisas, vilka åtgärder som är lämpliga för att optimera systemen. Förändringar i nyttjande av lokalerna kan motivera en reducering av flödet i vissa utrymmen. Därför är det viktigt att inte bara undersöka ventilationssystemet utan att även föra en dialog med brukaren av lokalerna, om hur dessa används.

7 Ljudalstring

Ljud är tryckvariationer i luften, som exempelvis skapas av en luftström eller vibrerande yta. Tryckvariationen breder ut sig som en tryckvåg i luften, när tryckvågen når örat så omvandlar hjärnan tryckvågen till ljud. Hur snabbt tryckvågen, ljudet, breder ut sig beror på det medium tryckvågen färdas i. Ett tätare medium ger högre hastighet dvs. ljud sprids snabbare i metall jämfört med luft (Fläktwoods, 2009).

Buller är oönskat ljud, ljud som stör människor. Som buller räknas ljud från trafik, installationer med mera.

Ljud från kanaler och don kan uppstå både när ett centralt aggregat används och när lägenhetsaggregat används. Skillnaden mellan dessa två alternativ blir istället ljud från aggregaten. Ljud från lägenhetsaggregat kan störa de boende beroende på hur mycket aggregatet låter. Ljud från ett centralaggregat skulle kunna störa de som bor nära fläktrummet beroende på ljudnivå.

Ljud från ventilationsanläggningar och fläktar har en låg frekvens mellan 20 och cirka 200 Hz. Lågfrekventa ljud är svåra att dämpa bort och antalet klagomål på buller från ventilationsanläggningar är stort. Om en människa utsätts för lågfrekvent ljud så kan det resultera i sömnstörningar, trötthet och huvudvärk (Socialstyrelsen, 2008).

Ljud via ventilationssystemet från ett rum till ett annat eller från en lägenhet till en annan, måste beaktas vid utformningen av ventilationssystemet.

7.1 Ljuddämpare

En ljuddämpare kan minska ljudnivån i ventilationskanaler på två olika sätt, antingen genom att omvandla ljudet till värmeenergi, absorptionsljuddämpning, eller genom att flytta ljudet dit det inte gör skada, så kallad reaktiv ljuddämpning.

Absorptionsljuddämpning omvandlar ljudenergi till värmeenergi genom friktion i en absorbent. Absorbenten innehåller fibrer eller porer, när ljudvågen färdas genom absorbenten uppstår friktion och ljudenergin dämpas.

I en reaktiv ljuddämpare dämpas ljudenergin med reflektion eller resonans. Genom att ändra kanalarean reflekteras delar av ljudenergin tillbaka i kanalen.

Bättre ljuddämpning ger större tryckfall, om det krävs en större ljuddämpning så resulterar det också i ett större tryckfall. Storleken på ljuddämparen har betydelse för hur bra dämpning som kan uppnås, en längre ljuddämpare kan även dämpa lägre frekvenser med längre våglängd (Fläktwoods, 2009).

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

8 Investering

8.1 Indata till investeringsbedömning

För att kunna jämföra de olika systemen krävs det indata till livscykelanalyserna, i form av exempelvis luftflöden, byggkostnader för fläktrum, tilluftstemperatur, geografiskt läge, kostnader för aggregat. I följande avsnitt kommer valet av indata att redovisas mer ingående.

8.1.1 Luftflöden

Luftflödet i varje lägenhet antas till 40 l/s på både till- och frånluften.

8.1.2 Till- och frånluftstemperatur

Tilluftstemperatur sätts till 20 °C och frånluftstemperaturen till 22 °C. Luften värms av personbelastningen, apparater och radiatorer i bostaden, därför är det rimligt att anta en högre frånluftstemperatur än tilluftstemperatur.

8.1.3 Årsmedeltemperatur

Årsmedeltemperaturen varierar mellan olika platser i Sverige. Till denna studie har en årsmedeltemperatur på 7,1°C valts. Den valda temperaturen ska representera södra Sverige.

8.1.4 Driftstid

Den årliga driftstiden för aggregaten antas vara 8760 timmar, det vill säga kontinuerlig drift under hela året.

8.1.5 Energipriser

Priserna för el och värme hämtas från Statistiska centralbyrån, vattenfall och eon:s respektive hemsidor. Priset på el sätts till 1,20 kr/kWh och priset för värme sätts till 0,7 kr/kWh. Lägenhetsaggregatet har ett elvärmebatteri för tillsatsvärme.

8.1.6 Kalkylräntan

Kalkylräntan antas till 3 %, då det är en vanligt inom byggsektorn att räkna med en kalkylränta mellan 2 % till 5 %

8.1.7 Brukstid

Brukstiden eller livscykellängden sätts till 20 år. Det är viktigt vid stora investeringar att en tillräckligt lång livslängd undersöks, för att kostnader för el och värme ska påverka livscykelkostnaden nämnvärt. Om en allt en för kort brukstid väljs kommer i princip endast kostnaden för grundinvesteringen att ha betydelse.

8.1.8 Nuvärde

Nusummefaktorn till LCC-beräkningarna blir 14,9 enligt formel i avsnitt 2.3.

8.1.9 Kostnader

Kostnader för OVK besiktning har, med hjälp av siffror från Funkis, funktionskontrollanternas förening i Sverige, uppskattats till 220 kr/lägenhet och år.

Drift och underhållskostnaderna uppskattas till 3000 kr/år för centralaggregat och 800 kr/år och lägenhet för lägenhetsaggregat.

Byggkostnader för fläktrummet antas med hjälp av (Boverket, 2014). Enligt rapporten varierar kostnaderna för lägenheterna i flervåningshus mellan 1400 €/m² och 2300 €/m². Snittkostnaden blir då 1900 €/m² eller ca 18000 kr/ m² om 1€=9,38 sek (2015-06-02). Kostnaden för fläktrum redovisas i Tabell 8-1.

Tabell 8-1 Byggkostnader för fläktrum

Fläktrum 10 m ² (<500 l/s)	10 · 18 000= 180 000 kr
Fläktrum 20 m ² (<1000 l/s)	20 · 18 000= 360 000 kr
Fläktrum 30 m ² (<2000 l/s)	30 · 18 000= 540 000 kr

Alla priser på systemkomponenter och typrum hämtas från Wikells sektionsfaka (Wikells, 2015). I Tabell 8-2 redovisas de stora kostnadsposterna i beräkningarna.

Tabell 8-2 Priser sektionsfakta

Fläktrum 450 l/s ventilation	149 954 kr
Fläktrum 1100 l/s ventilation	234 980 kr
Fläktrum 2000 l/s ventilation	310 067 kr
Fläktrum 300-1400 l/s VS	49 326 kr
Fläktrum 1500-3000 l/s VS	52 539 kr
Lägenhet 4 rum och kök (centralaggregat)	14 959 kr
Lägenhet med lägenhetsaggregat	50 653 kr
Brandgasspjäll	5 076 kr
Bäckströmningsskydd	2 684 kr

9 Resultat av systemgenomgång

I detta kapitel kommer de olika systemen att jämföras med varandra med avseende på de faktorer som tagits upp i kapitel 3-8.

I investeringsbedömningen jämförs fyra olika system i tre olika byggnader:

- Gemensamma till- och frånluftskanaler.
- Separata till- och frånluftskanaler med backströmningsskydd.
- Separata till- och frånluftskanaler med utspädning.
- Lägenhetsaggregat.

9.1 Investeringsbedömning

Nedan följer en förteckning över de olika kombinationerna som har undersökts avseende investeringskostnad och LCC-kostnad.

9.1.1.1 Radhus med gemensamma till- och frånluftskanaler.

9.1.1.2 Radhus med separata till- och frånluftskanaler.

0 Radhus med separata till- och frånluftskanaler utspädning.

9.1.1.4 Radhus med lägenhetsaggregat.

9.1.2.1 Lamellhus 8 vån. med gemensamma till- och frånluftskanaler.

9.1.2.2 Lamellhus 8 vån. med separata till- och frånluftskanaler.

9.1.2.3 Lamellhus 8 vån. med separata till- och frånluftskanaler utspädning.

9.1.2.4 Lamellhus 8 vån. med lägenhetsaggregat.

9.1.3.1 Punkthus 4 vån. med gemensamma till- och frånluftskanaler.

9.1.3.2 Punkthus 4 vån. med separata till- och frånluftskanaler.

9.1.3.3 Punkthus 4 vån. med separata till- och frånluftskanaler utspädning.

9.1.3.4 Punkthus 4 vån. med lägenhetsaggregat.

9.1.1 Radhus

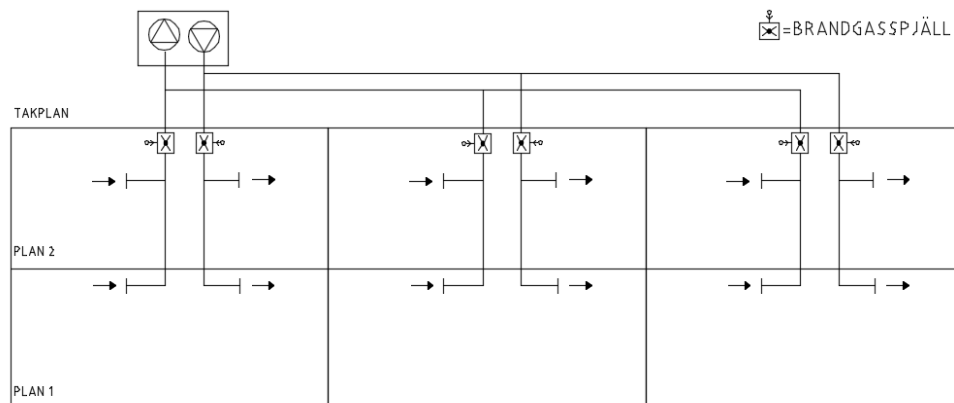
Radhus är sammanbyggda lägenheter med egen ingång och en liten trädgård. Tomtens bredd är densamma som husets bredd (Björk & Reppen, 2000).

Radhuset i jämförelsen består av sex lägenheter. I fallen med centralaggregaten så sitter det en separat köksfläkt där luften leds direkt upp till en avluftshuv på taket. I lägenhetsaggregatsfallet kopplas imkanalen på efter värmeväxlaren.

9.1.1.1 Radhus med gemensamma till- och frånluftskanaler

Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum, i fläktrummet finns även shuntgruppen till aggregatet. Huvud- och fördelningskanalerna dras upp på vinden. Brandgasspjällen placeras nere i bostäderna alternativt uppe på vindsutrymmet, med en taklucka för inspektion. Se Figur 9-1.

I Tabell 9-1 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-2 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga I.

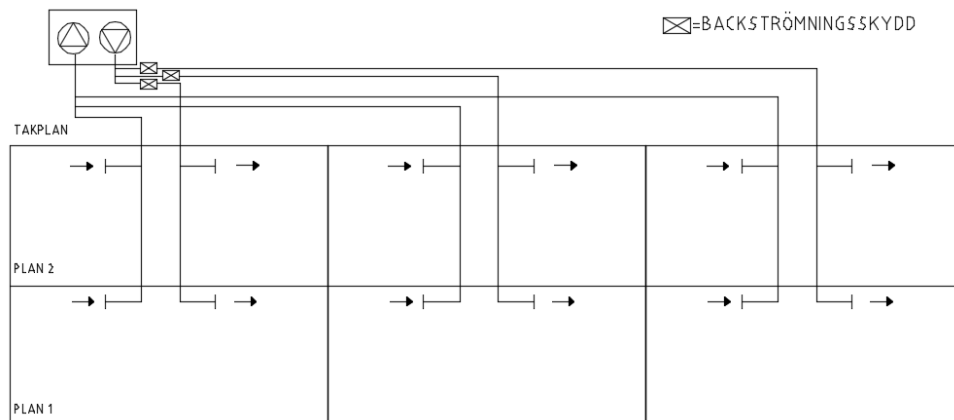


Figur 9-1 Radhus med gemensamma till- och frånluftskanaler

9.1.1.2 Radhus med separata till- och frånluftskanaler

Ett centralaggregat i ett gemensamt fläktrum, i fläktrummet finns även shuntgruppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separata kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras upp på vinden till varje bostad. Backströmningsskydden placeras inne i fläktrummet, för enkel åtkomst. Se Figur 9-2.

I Tabell 9-3 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-4 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga I.

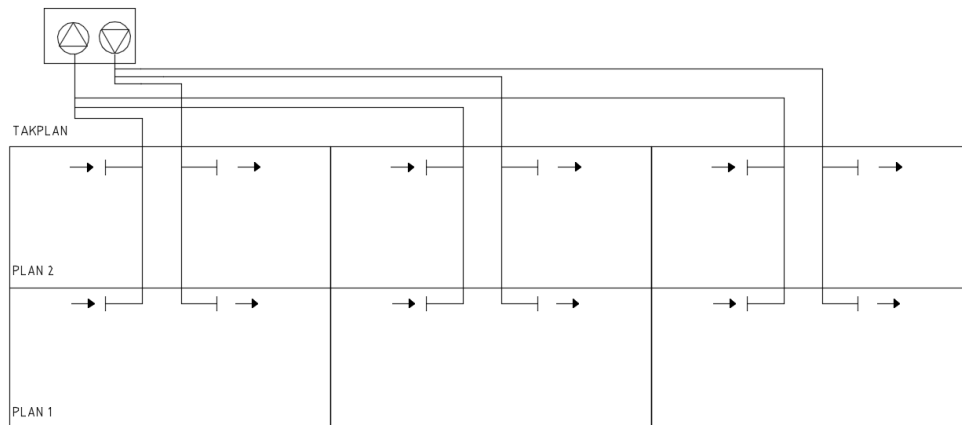


Figur 9-2 Radhus med separata till- och frånluftskanaler

9.1.1.3 Radhus med separata till- och frånluftskanaler och utspädning

Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum. I fläktrummet finns även shunttuppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separata kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras upp på vinden till varje bostad. Se Figur 9-3.

I Tabell 9-5 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-6 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga I.



Figur 9-3 Radhus med separata till- och frånluftskanaler och utspädning

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Tabell 9-8 LCC-kostnad radhus med lägenhetsaggregat

LCC-Beräkning	Roterande växlare
Temperaturverkningsgrad	80 %
Investering	
Investeringskostnad enl. Tabell 9-3	318 034 kr
Årliga kostnader	
Energi till fläktar enl. bilaga IV	630 kr
Energi tillsatsvärme enl. bilaga IV	339 kr
DoU	1020 kr
Summa	3 168 kr
Summa 6 lägenheter	19 008 kr
LCC-Kostnad	
Nuvärdesummeffaktorn	14,9
Investering	318 034 kr
Årliga kostnader · Nuvärdesummeffaktorn	132 074 kr
Summa	600 891 kr

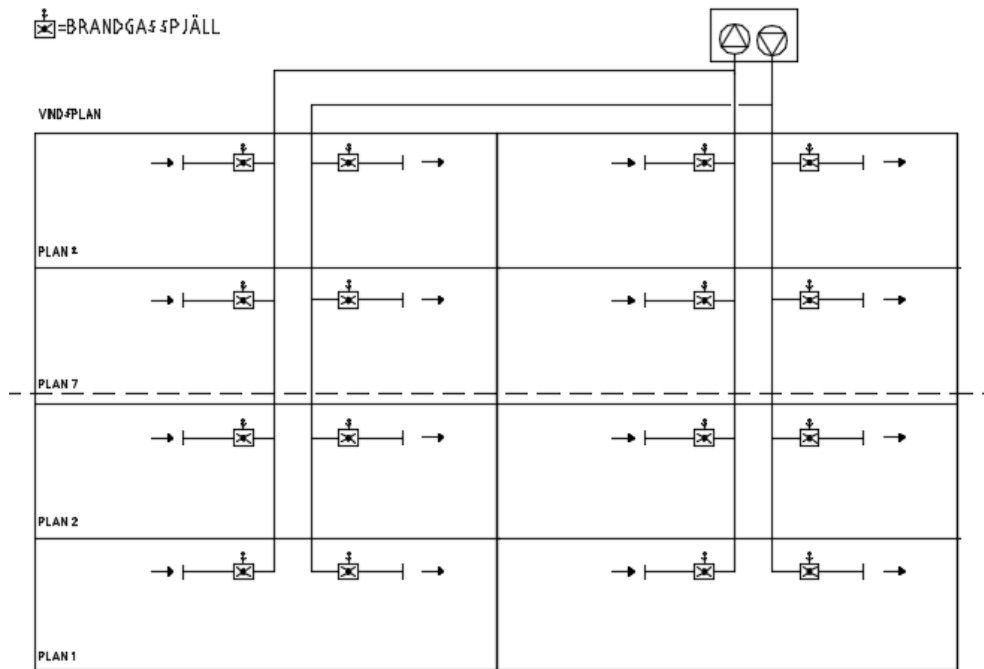
9.1.2 Lamellhus 8 plan

Lamellhuset har ljusinsläpp i trapphuset samt en halv trappa upp till första våningen. Lamellhusen började byggas på 1930-talet. Två till tre lägenheter per trapplan. Två lägenheter med ljusinsläpp från två håll och en mindre lägenhet med insläpp från enbart ett håll (Björk, Kallstenius, & Reppen, 1983).

Lamellhus med 2 trapphus och 3 lägenheter per våningsplan och trapphus. Sammanlagt 24 lägenheter per trapphus, totalt 48 lägenheter. Fläktrummet placeras antingen uppe på vinden eller på det översta planet. Bjälklagen antas vara gjutna för att undvika inklädnader inne i bostäderna.

9.1.2.1 Lamellhus 8 plan med gemensamma till- och frånluftskanaler

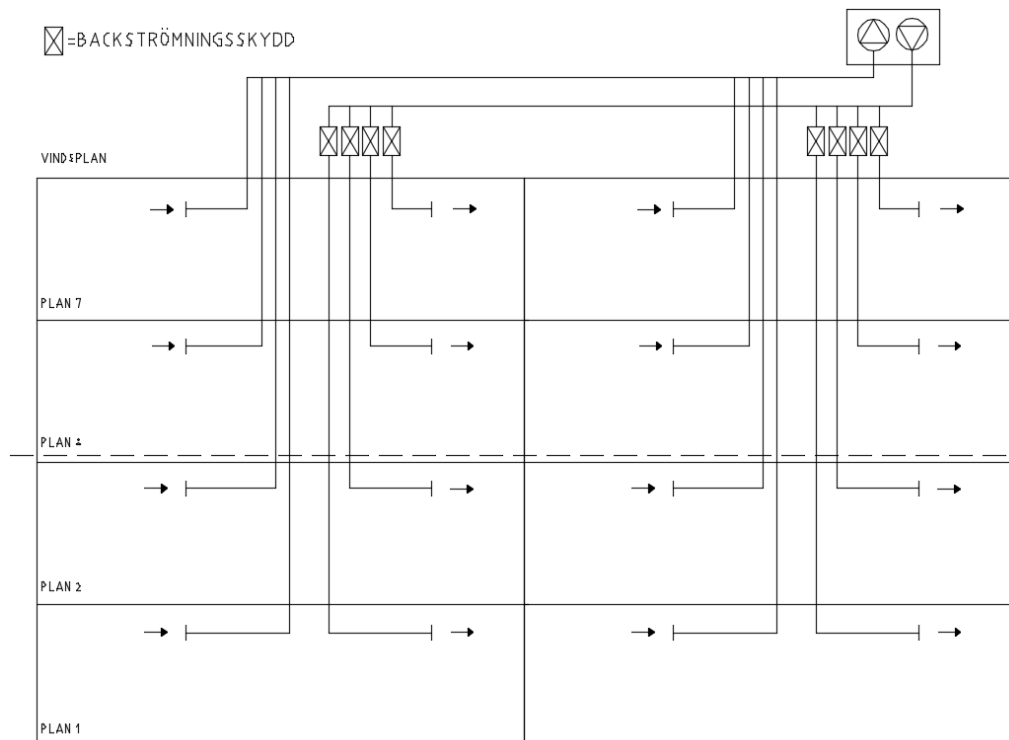
Huvud- och fördelningskanalerna dras uppe på vinden och brandgasspjällen placeras nere i bostäderna. Se Figur 9-5. I Tabell 9-9 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-10 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga II



Figur 9-5 Lamellhus med gemensamma till- och frånluftskanaler

9.1.2.2 Lamellhus 8 plan med separata till- och frånluftskanaler

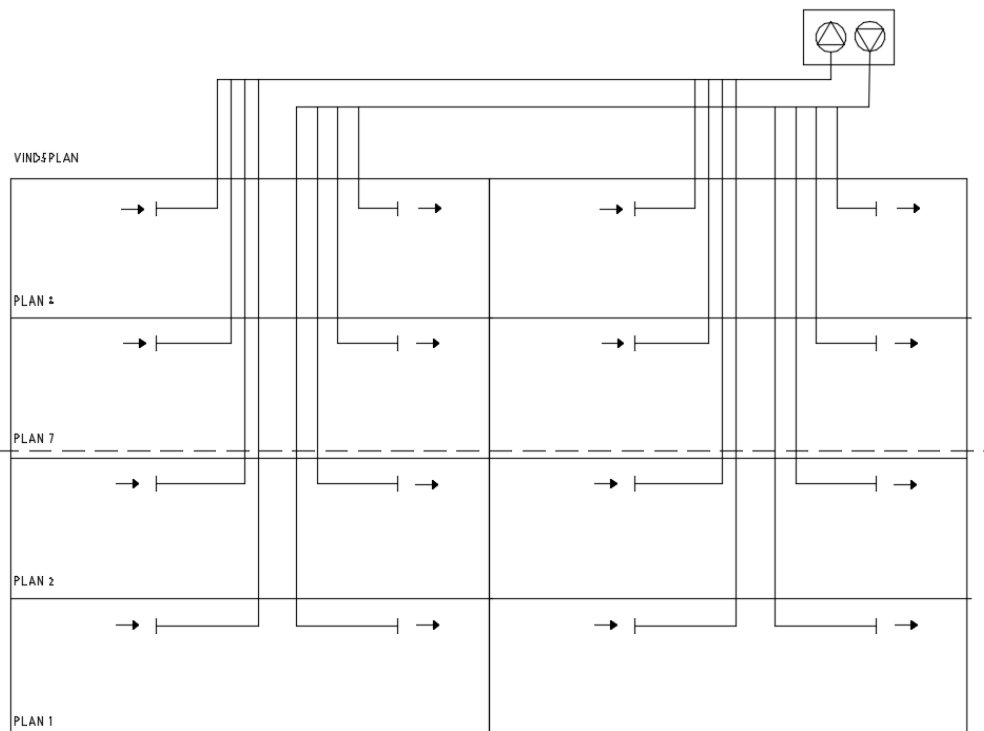
Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum. I fläktrummet finns även shuntgruppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separat kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras uppe på vinden. Backströmningsskydden placeras inne i fläktrummet för enkel åtkomst. Se Figur 9-6. I Tabell 9-11 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-12 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga II.



Figur 9-6 Lamellhus med separata till- och frånluftskanaler

9.1.2.3 lamellhus 8 plan med separata till- och frånluftskanaler utspädning

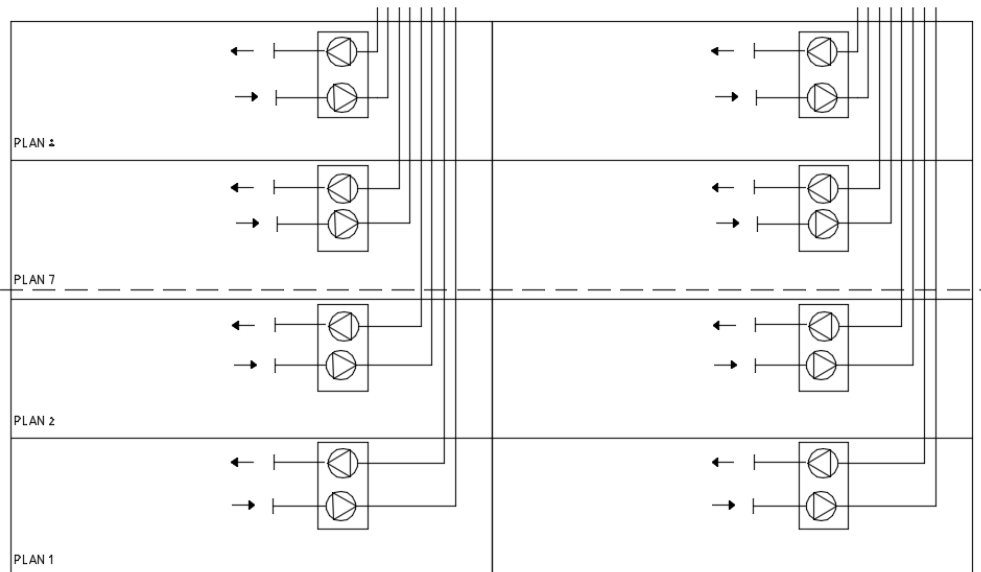
Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum, i fläktrummet finns även shuntgruppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separata kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras upp på vinden. Se Figur 9-7. I Tabell 9-13 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-14 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga II.



Figur 9-7 Lamellhus med separata till- och frånluftskanaler och utspädning

9.1.2.4 Lamellhus 8 plan med lägenhetsaggregat

Lägenhetsaggregatet placeras antingen i köket över spisen, i en tvättstuga eller en klädkammare. Spiskåpan kopplas antingen direkt till aggregatet efter värmväxlaren, alternativt installeras en separat köksfläkt där imkanalen leds direkt ut i det fria. Se Figur 9-8. I Tabell 9-15 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-16 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga II.



Figur 9-8 Lamellhus med lägenhetsaggregat

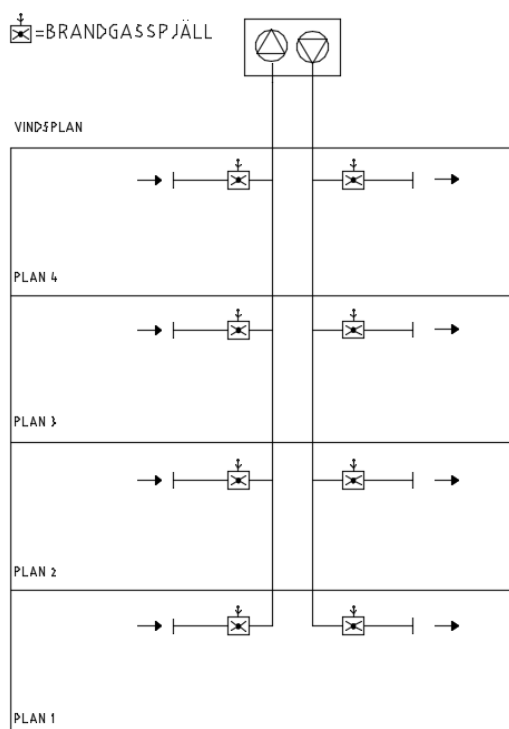
9.1.3 Punkthus 4 plan

Punkthus har oftast en kvadratisk utformning med tre till fem lägenheter per våningsplan, oftast fyra lägenheter. Trapphuset ligger i husets mitt. Lägenheterna är placerade i hörn och får då ljusinsläpp från två håll. Hustypen fick sitt genombrott i slutet på 1930-talet (Björk , Kallstenius, & Reppen, 1983).

Punkthus med 1 trapphus och 4 lägenheter per våningsplan.

9.1.3.1 Punkthus 4 plan med gemensamma till- och frånluftskanaler

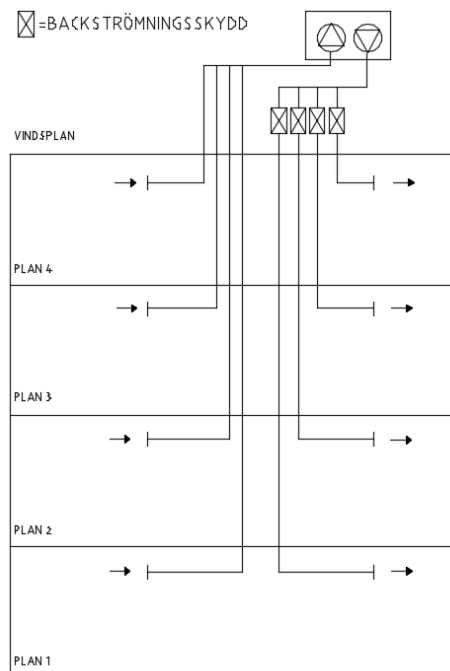
Huvud- och fördelningskanalerna dras upp på vinden. Brandgasspjällen placeras nere i bostäderna. Se Figur 9-9 I beräkningarna har det antagits att lägenheterna förses med till-och frånluft från fyra schakt. I Tabell 9-17 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-18 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga III.



Figur 9-9 Punkthus med gemensamma till- och frånluftskanaler

9.1.3.2 Punkthus 4 plan med separata till- och frånluftskanaler

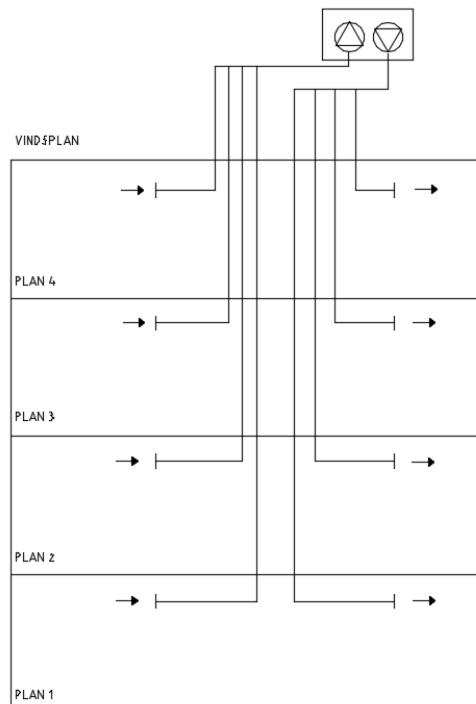
Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum, i fläktrummet finns även shunttuppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separat kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras uppe på vinden till varje bostad. Backströmningsskydden placeras inne i fläktrummet för enkel åtkomst. Se Figur 9-10. I Tabell 9-19 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-20 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga III.



Figur 9-10 Punkthus med separata till- och frånluftskanaler

9.1.3.3 Punkthus 4 plan med separata till- och frånluftskanaler utspädning

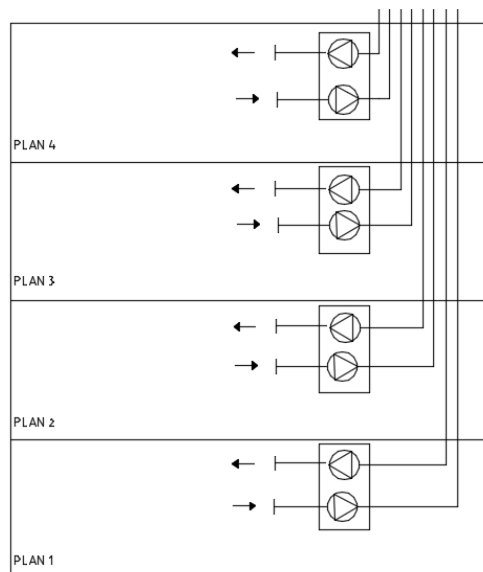
Ett gemensamt aggregat i ett gemensamt fläktrum. I fläktrummet finns även shunttuppen till aggregatet. Huvudkanalen placeras i fläktrummet och de separat kanalerna till och från lägenheterna ansluter på huvudkanalen. Kanalerna dras upp på vinden till varje bostad. Se Figur 9-11. I Tabell 9-21 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-22 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga III.



Figur 9-11 Punkthus med separata till- och frånluftskanaler utspädning

9.1.3.4 Punkthus 4 plan med lägenhetsaggregat

Lägenhetsaggregatet placeras antingen i köket över spisen, i en tvättstuga eller en klädkammare. Spiskåpan kopplas antingen direkt till aggregatet efter värmeväxlaren, alternativt installeras en separat köksfläkt där imkanalen leds direkt ut i det fria. Se Figur 9-12. I Tabell 9-23 redovisas investeringskostnaden för systemet, avseende kostnader för ventilationsdetaljer och i Tabell 9-24 redovisas LCC-beräkningen. Aggregatkörningar redovisas i bilaga I.



Figur 9-12 Punkthus med lägenhetsaggregat

9.1.4 Sammanställning investeringskostnad och LCC

I Tabell 9-25 till Tabell 9-27 visas en sammanställning för de olika hustyperna som använts i den ekonomiska jämförelsen mellan central- och lägenhetsaggregat. I Figur 9-13 och Figur 9-14 redovisas investeringskostnaderna, totalt och per lägenhet. I Figur 9-15 och Figur 9-16 redovisas livscykelkostnaderna för fallet med centrallaggregat med roterande växlare, totalt och per lägenhet. I Figur 9-17 och Figur 9-18 redovisas livscykelkostnaderna för fallet med centrallaggregat med plattväxlare, totalt och per lägenhet.

Tabell 9-25 Sammanställning investeringskostnad och LCC-kostnad för radhus

(r)=rotor (p)=plattväxlare	Investerings- kostnad totalt (kr ex. moms)	Investerings- kostnad per lägenhet (kr ex. moms)	LCC-kostnad totalt (kr ex. moms)	LCC-kostnad per lägenhet (kr ex. moms)
Radhus gem.kanaler (r)	619 429	103 238	751 297	125 216
Radhus gem.kanaler (p)			793 110	132 185
Radhus sep.kanaler (r)	591 467	98 578	723 335	120 556
Radhus sep.kanaler (p)			765 148	127 524
Radhus utspädning (r)	575 363	95 894	707 231	117 872
Radhus utspädning(p)			749 044	124 841
Radhus lägen- hetsagg.	318 034	53 006	600 891	100 149

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

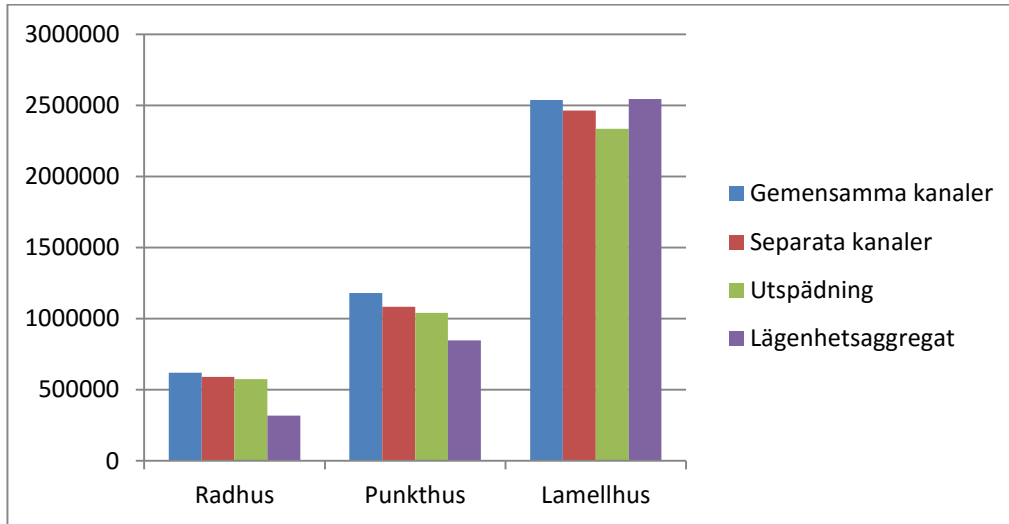
Tabell 9-26 Sammanställning investeringskostnad och LCC-kostnad för Punkthus

Punkthus gem.kanaler (r)	1 180 372	73 773	1 497 762	93 610
Punkthus gem.kanaler (p)			1 691 912	105 745
Punkthus sep.kanaler (r)	1 082 881	67 680	1 400 271	87 517
Punkthus sep.kanaler (p)			1 594 420	99 651
Punkthus utspädning (r)	1 039 937	64 996	1 357 327	84 832
Punkthus utspädning(p)			1 551 477	96 967
Punkthus lä- genhetsagg.	848 090	53 006	1 602 377	100 149

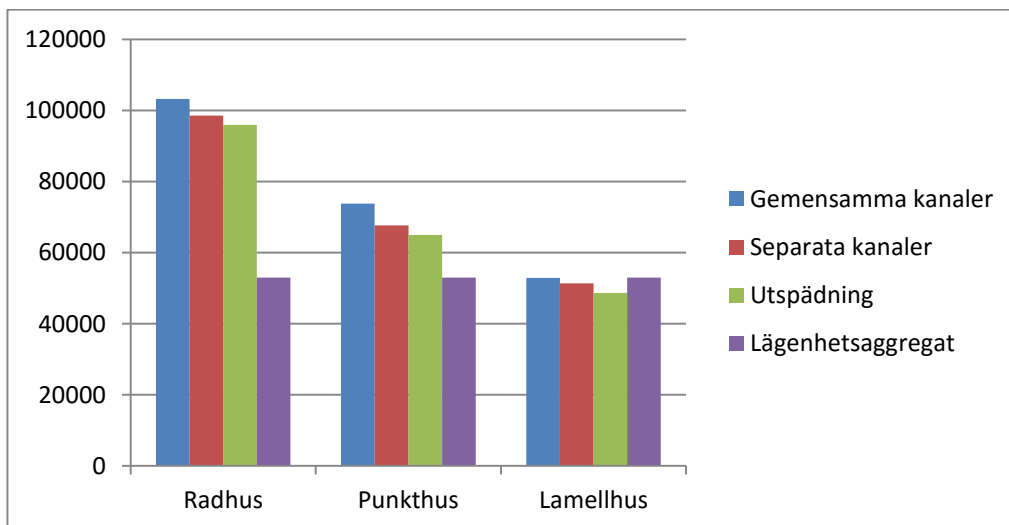
Tabell 9-27 Sammanställning investeringskostnad och LCC-kostnad för lamellhus

Lamellhus gem.kanaler (r)	2 536 634	52 847	3 514 658	73 222
Lamellhus gem.kanaler (p)			3 746 966	78 062
Lamellhus sep.kanaler (r)	2 464 198	51 337	3 442 222	71 713
Lamellhus sep.kanaler (p)			3 674 530	76 553
Lamellhus utspädning (r)	2 335 366	48 653	3 313 390	69 029
Lamellhus utspädning(p)			3 545 698	73 869
Lamellhus lä- genhetsagg.	2 544 288	53 006	4 807 131	100 149

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

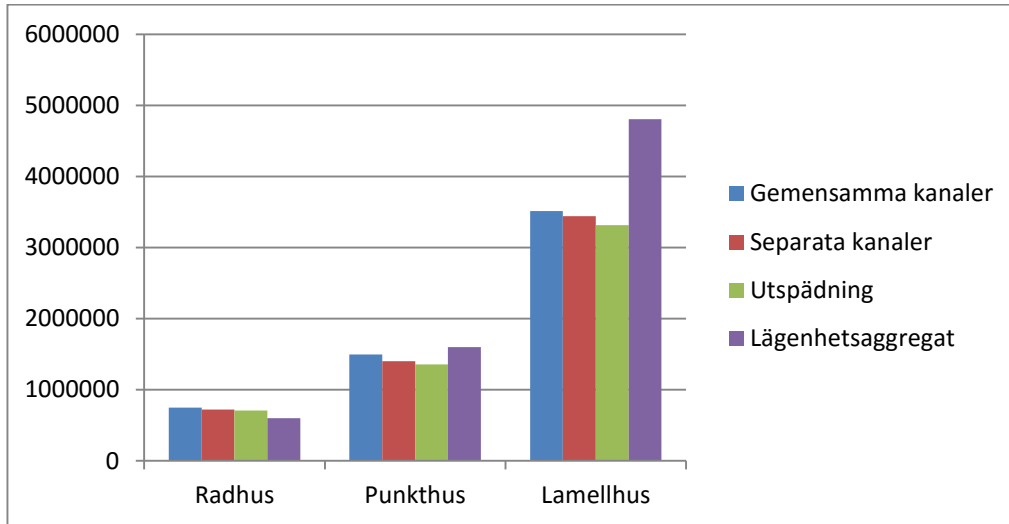


Figur 9-13 Investeringsskostnad

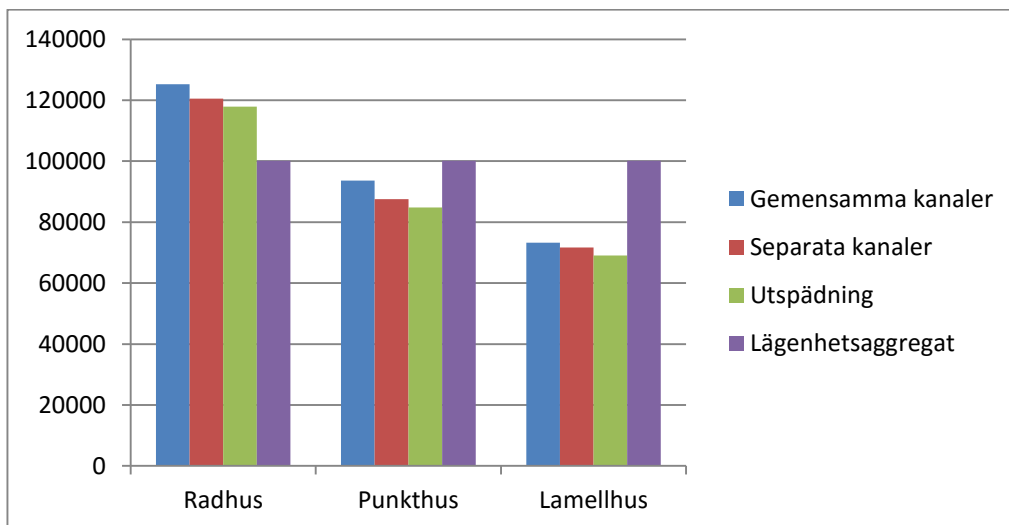


Figur 9-14 Investeringsskostnad/lägenhet

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

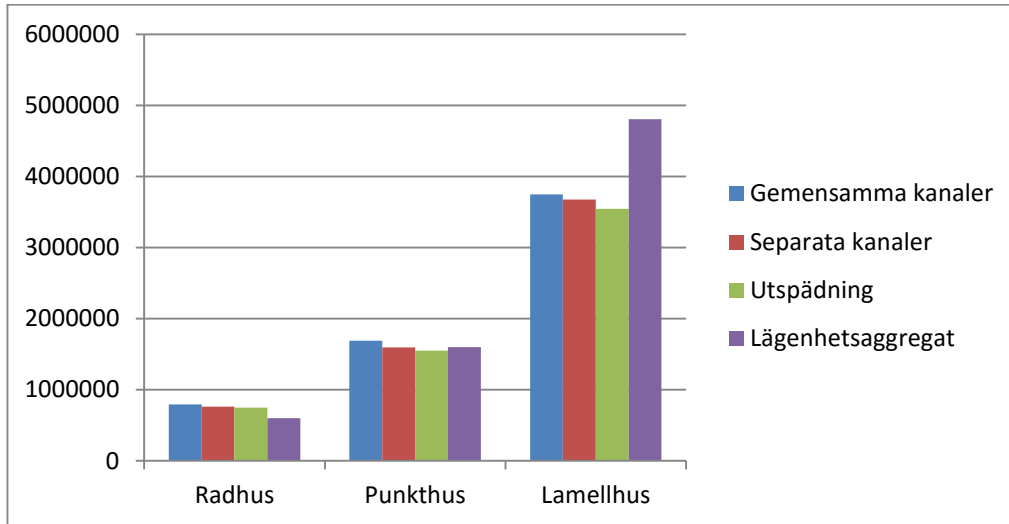


Figur 9-15 Livscykelkostnad (roterande växlare)

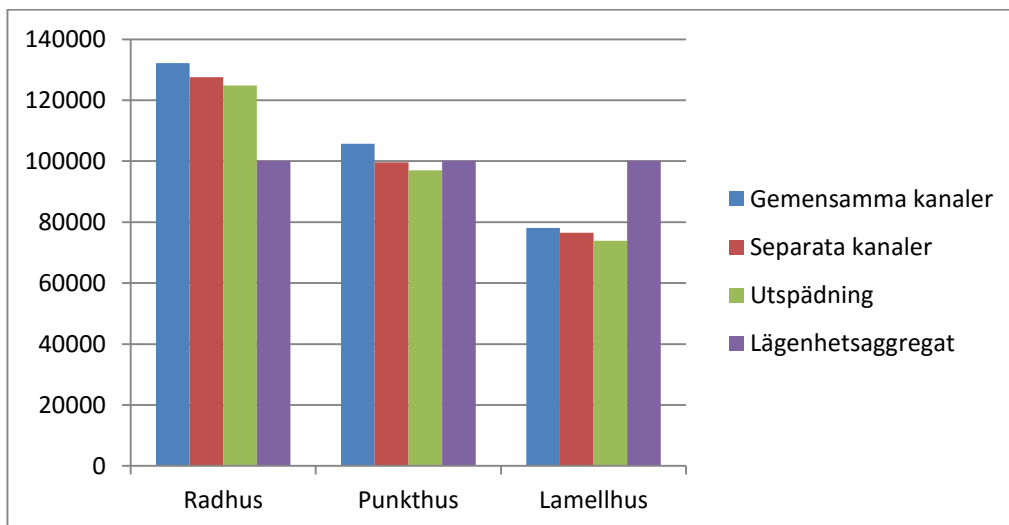


Figur 9-16 Livscykelkostnad/lägenhet (roterande växlare)

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Figur 9-17 Livscykelkostnad (plattväxlare)



Figur 9-18 Livscykelkostnad/lägenhet (plattväxlare)

9.2 Brand

Ur brandgasspridningssynpunkt är ett system med separata kanaler från brandcellen ut i det fria det säkraste systemet. Används gemensamma kanaler till till- och frånluften är det nödvändigt med brandgasspjäll för att förhindra spridning av brandgaser till övriga brandceller.

9.3 Isolering

9.3.1 Kondensisolering

Det krävs kondensisolering till både av- och uteluftskanalerna. Fall med centralaggregat, när fläktrummet är placerat på vind, blir inte sträckan som behöver kondensisoleras så lång, eftersom att sträckan mellan takhuv och fläktrum är kort.

För lägenhetsaggregaten har det stor betydelse var aggregatet placeras i lägenheten, i det fall kanaler mynnar på ytterväggen. Är aggregatet placerat nära en ytterväg behövs en mindre mängd isolering, jämfört med om aggregatet är placerat i ett utrymme som ej gränsar mot en yttervägg..

9.3.2 Brandskyddsisolering

Om kanalerna ska brandskyddsisoleras eller inte, beror på vilken typ av skydd mot brandspridning som väljs. Vid fläkt i drift behöver en verifiering utföras för att bestämma storlek på brandgasflöde och temperatur på brandgaserna.

Ett lägenhetsaggregat kräver bara brandisolering i de fall schaktet inte uppfyller brandklassningen. När ett centralt aggregat med ”fläkt i drift”-funktion används, krävs det alltid brandisolering, dels inne i fläktrummet men även ute på exempelvis vinden vinden. Vilken klass isoleringen ska ha beror på brandgastemperaturen.

9.4 Drift

Lägenhetsaggregaten ger fler servicepunkter vid filterbyten jämfört med ett centralt aggregat. Många små filter blir dyrare än ett större, dels i inköp men även i tid för att utföra bytet om det inte är lägenhetsinnehavaren själv som gör bytet. Att byta filter på ett centralt aggregat är inget som en lägenhetsinnehavare ska göra, bytet ska göras av personal med nödvändig kunskap för detta.

Brandgasspjällen ska kontrolleras en gång om året och på backströmningsskydden görs stickprovskontroller vart tredje år.

Kontrollen av brandgasspjällen underlättas om det är möjligt att kontrollera spjällen från trapphuset, för att slippa tillstånd för att gå in i lägenheterna.

9.5 Energi

Avseende energi är det möjligt att komma ner i väldigt låga SFP-tal med ett centralt aggregat. Eftersom det finns flera olika aggregatstorlekar att välja mellan, är det lättare att optimera SFP-talet i förhållande till aggregatpriset. Med lägenhetsaggregat handlar det ofta om två olika storlekar som det finns att välja mellan, det blir därför svårare att optimera SFP-talet.

Jämförs eftervärmningen på aggregattyperna, levereras lägenhetsaggregaten med ett elbatteri i standardutförande och centralaggregaten levereras med vätskebatteri som standard.

Om lägenhetsaggregat med ett vätskebatteri använd, blir det många anslutningar till värmesystemet jämfört med en anslutning om ett centralt aggregat används. För att få rätt temperatur på vattnet i eftervärmningsbatteriet, krävs det shuntventiler och en cirkulationspump till varje aggregat.

Med lägenhetsaggregaten är det enkelt att styra aggregaten för hemma- och bortaläge, det vill säga en sänkning av luftflödet i bostaden när ingen person vistas där. Växlingen mellan hemma- och bortaläget kan ske automatiskt med hjälp av en närvarogivare eller manuellt med en tryckknapp. Med centralaggregat krävs det motoriserade spjäll för att få till en lösning med hemma- och bortaläge.

9.6 Ljud

Med lägenhetsaggregat hamnar aggregatet i bostaden, det finns då risk för högre ljudnivåer jämfört med när aggregatet är placerat utanför bostaden. Det är viktigt att tänka på aggregatets placering, i förhållande till bostadens sovrum och utrymmen med hårda ljudkrav. Undvik att sätta aggregatet på en sovrumsvägg, måste det ändå ske ska väggen utföras på ett sådant sätt att vibrationsljud inte riskerar att överföras till sovrummet.

Även med ett centralt aggregat finns det risk för att ljud från aggregatet förs vidare till bostäderna. Dels ljud från fläktrummet via väggar och kanaler, men även ljud från avluftshuven om avluftskanalen är dåligt ljuddämpad. Det är viktigt att det vid byggnationen av fläktrummet tas hänsyn till risken för att ljud överförs v. Det är viktigt att väggar, golv och tak uppfyller kraven på ljudreducering. Ljudreducering sker på olika sätt, exempelvis med väggar och tak klädda med speciella akustikskivor.

Ljuddämpare placeras efter varje injusteringspjäll, för att reducera ljud som alstras i spjället. På lägenhetsaggregatet placeras ljuddämpare på till- och frånluften, för att minimera ljudet från aggregatet ute i kanalsystemet. Vid centralaggregatet sitter det ljuddämpare direkt efter aggregatet för att dämpa ljudet från aggregatet till systemet.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

I fallet med separata kanaler kan det behövas ljuddämpare på tilluftskanalerna för att minimera risken för överhörning mellan lägenheterna via kanalsystemet. I fallet med gemensamma kanaler krävs ljuddämpare i varje lägenhet, då det kommer att sitta injusteringsspjäll till varje lägenhet samt att överhörning kan bli ett problem, eftersom sträckan mellan lägenheterna blir betydligt kortare jämfört med när separata kanaler används.

I fallet med lägenhetsaggregat är risken för överhörning via ventilationssystemet mycket liten, eftersom systemen inte är sammankopplade.

9.7 Sammanställning av jämförelse

I Tabell 9-28 redovisas en sammanställning av olika faktorer som påverkar i valet mellan central- och lägenhetsaggregat. I tabellen tas även en del faktorer som inte behandlats tidigare eller bara nämnts kort tidigare i rapporten, men finns med här eftersom frågorna ändå kan dyka upp vid ett eventuellt aggregatval.

Tabell 9-28 Sammanställning av jämförelse

	Lägenhetsaggregat	Centralaggregat
Värmeväxlare		
Roterande	Finns	Risk för att lukt sprids mellan bostäder. En roterande växlare bygger mindre än en motsömsväxlare.
Plattväxlare	Finns	Eliminerar risken för luktöverföring mellan lägenheter. En plattväxlare eller motströmsväxlare tar mer plats än en roterande växlare detta gör att det kan krävas ett större fläktrum om plattväxlare väljs.
Imkanal	Kan lösas med separat fläkt eller kopplas på aggregatet efter växlaren.	Löses med separata köksfläktar. Bör ej kopplas in på frånluftssystemet.
Brand	Varje aggregat betjänar en separat brandcell och är även placerad i denna. Avlufts- och utluftskanaler som ska upp till taket måste placeras i brandklassade schakt när de passerar en annan brandcell.	Aggregatet betjänar flera brandceller. Därför måste någon typ av skydd för att förhindra spridning av brand och brandgaser mellan brandcellerna väljas. Exempelvis fläkt i drift med backströmningsskydd eller brandgasspjäll.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Schakt	Schakt kan behövas till ute- och avluftskanaler som ska upp till tak.	Schakt till ute-och avluftskanaler kan behövas beroende på var fläktrummet placeras. Schakt till till-och frånluftskanaler behövs om kanalerna inte gjuts in i väggarna.
Livslängd	Livslängden på ett lägenhetsaggregat räknar man är ca 20 år.	Livslängden på ett aggregat räknar man är ca 20 år
Styr & regler	Oftast någon form av kontrollpanel där det går att ställa in inblåsnings-temperatur, forcerings-läge och kamin läge ifall en sådan finns i bostaden	Styr till brandspjäll, avstängningsspjäll. Brandgasfläktar och rökdetektorer. Ingen möjlighet för den boende att styra ventilationen. Betydligt mer omfattande styr installation jämfört med ett lägenhetsaggregat. Det är möjligt att koppla upp aggregaten för fjärrstyrning över internet.
Utrymme	Platsen aggregatet tar beror lite på var det placeras. Place-ras det i köket över spisen, tar det i princip samma plats som en spisfläkt hade tagit. Place-ras det i en klädkammare så kan aggregatet i vissa fall behöva placeras lågt för at ljuddämpare skall få plats	Kräver ett särskilt utrymme. Ett fläktrum kan vara placerat i källaren eller på vin-den/taket. Matningarna till kanalerna till varje lägenhet blir stora och behöver oftast samordnas med övriga installationer för att få plats.
Ute- och avluft	Uteluftskanalen kan mynna i fasaden i de flesta fall, undantaget om det skulle ligga nära en hårt trafikerad väg.	Eftersom dessa kanaler ska ta hela det sammanlagda flödet, så kommer kanalernas dimension att bli stora jämfört med det övriga systemet. För att slippa för stora schakt genom huset så är det önskvärt att dessa kanaler mynnar så nära fläktrummet som möjligt.
Antal lägenheter	Eftersom det blir ett aggregat i varje lägenhet så kommer aggregatkostnaden per lägenhet att vara lika stor oavsett antalet lägenheter.	Ju fler lägenheter desto lägre blir aggregatkostnaden per lägenhet.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Isolering	Kondensisolering på av- och uteluftskanalen. Brandisoler- ing vid genom-brott i schakt, om öppna schakt används.	Kondensisolering på av- och uteluftskanalen. Brandisole- ring på kanaler som passerar andra brandceller än de som betjänas. Exempelvis kanaler på vind.
Drift & skötsel	Drift & skötsel kan antingen lämnas över på den boende, exempelvis i en bostadsrätt. Eller skötas av fastighetsäga- ren i en hyresfastighet. Filter- byte ska ske 2 gånger/år.	Filterbyten och service av aggregatet bör ske av personal med relevantutbildning och kunskap om luftbehandlings- aggregat.
Användarvänlighet	En kontrollpanel där det oft- ast går att ställa in inblås- ningstemperatur i olika steg samt flöde. Även larm om något skulle vara fel.	Ska skötas av kunnig perso- nal. Möjlighet till många in- ställningar. Kan även kopplas upp via nätverk via exempel- vis DUC för övervakning på distan.
Energi	Hög verkningsgrad på vär- meväxlaren. Aggregaten le- vereras med elbatteri i stan- dardutförande. Finns även med vätskebatteri.	Hög verkningsgrad på värme- växlare. Standard är att ag- gregaten levereras med väts- kebatteri

9.8 Intervjuer

För att undersöka hur det ser ut idag vid nybyggnation av bostäder, vid valet mellan centralaggregat och lägenhetsaggregat har det gjorts tre intervjuer. Intervjuerna har gjorts med en beställare, en projektör och en tillverkare. I avsnitt 9.8.1 redovisas en sammanfattning av frågorna och svaren från intervjuerna.

9.8.1 Sammanfattning av intervjuer

Är central- eller lägenhetsaggregat vanligast vid nybyggnation?

Centralaggregat är vanligast enligt samtliga tillfrågade, anledningen till detta är, enligt beställaren, främst ur skötselsynpunkt vid service och filterbyten. När lägenhetsaggregat används det blir det ett stort antal servicepunkter att utföra service på vilket blir dyrt.

Enligt projektören är det antalet servicepunkter och tillgängligheten till aggregaten som gör att det blir ett centralt aggregat i de flesta fallen. När centralaggregat används har den som och sköter driften av anläggningen lättare att styra och övervaka systemet, jämfört med att ha lägenhetsaggregat.

Enligt tillverkaren så är det ungefär 70-80% centrala aggregat och 20-30% lägenhetsaggregat i de projekt som de är involverade i. De lägenhetsaggregat som säljs idag används främst vid renoveringsprojekt där det suttit lägenhetsaggregat tidigare.

Kostnader för centralaggregat kontra lägenhetsaggregat?

Det beror lite på hur man sätter sin kalkyl enligt tillverkaren. Om man bara räknar kostnader för aggregaten och kanalerna eller om man också tar hänsyn till kostnaderna för att bygga huset. Byggekostnaderna kan ju variera beroende av hur stora schakt som behövs byggas för kanalerna. Men generellt sett så är det dyrare att bygga med lägenhetsaggregat.

Enligt beställaren är det viktigt att ha med hela livscykeln när kostnaderna för olika lösningar jämförs. Exempelvis kan filterbyten på lägenhetsaggregat göra att livscykelkostnaden skenar iväg snabbt.

När används de olika aggregaten? Vid vilka hustyper?

Enligt tillverkaren används lägenhetsaggregat ofta vid renovering, då det tidigare suttit ett lägenhetsaggregat och man vill slippa merkostnaden med att dra nya schakt och kanaler utanför lägenheterna. Är det radhus som byggs så är lägenhetsvisa aggregat att föredra. I stora komplexa byggnader med långa kanaldragningar, kan det också vara ett alternativ med lägenhetsaggregat.

Påverkar det om dett är hyres- eller bostadsrätt?

Enligt samtliga intervjuade är lägenhetsaggregat aldrig ett alternativ när det gäller hyresrätter. Enligt tillverkaren är det tillgängligheten till lägenheterna vid filterbyten som. Väldigt krävande om man ska ordna med tillträde till alla lägenheter två gånger om året, för att byta filter.

Enligt tillverkaren så går båda aggregaten bra när det är bostadsrätt, då kan den boende sköta filterbyten på aggregatet själv.

Individuell reglering?

Projektören märker inte av någon efterfrågan på individuell reglering av luftflödet i lägenheten, däremot efterfrågan på individuell mätning av värme- och vattenförbrukning. Anledningen till varför det inte efterfrågas tros vara extrakostnaden för ett system där individuell reglering för varje lägenhet är möjligt.

Beställaren är av åsikten att den boende inte ska kunna reglera själv, detta för att kunna garantera att hygienkraven på 0,35 l/s m² uppfylls. Om den boende själv betalar för elen och värmen till värmebatteriet i ett lägenhetsaggregat, så kommer den boende snart inse att det går att spara pengar på att dra ner eller stänga av ventilationen.

Kan den boende sköta aggregatet?

Beställaren anser inte att den boende själv ska utföra service och skruva med aggregatet. Detta för att säkerställa att anläggningen fungerar på lång sikt.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Tillverkaren anser att det går att lämna över filterbyte på en bostadsrättsinnehavare, då det är väldigt enkelt. När det kommer till service så är det inte några direkta servicepunkter mer än att kontrollera så att ev. remmar är spända.

De projekt projektören varit inblandad i har det varit den boende som skött sitt aggregat om det varit en bostadsrätt, oftast radhus.

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

10 Diskussion och slutsatser

I detta kapitel redovisas de slutsatser som går att dra av förra kapitlet, kapitel 9. Det finns även en diskussionsdel där egna tankar ges mer utrymme.

10.1 Slutsatser

Några slutsatser som kan dras av genomgången av systemen i resultatdelen är följande:

I den mindre byggnaden, radhus med 6 lägenheter är lägenhetsaggregatet det alternativ med lägst investeringskostnad och LCC-kostnad. Det billigaste alternativet med centralaggregat är nästan dubbelt så dyrt, sett till investeringskostnaden. När LCC-kostnaden jämförs, är centralaggregatet ungefär 20 % dyrare. Se Figur 9-13 och Figur 9-15.

I Punkthuset med 16 lägenheter, är det återigen lägenhetsaggregatet som har lägst investeringskostnad. Centralaggregatet är nästan 25 % dyrare än alternativet med lägenhetsaggregat. I jämförelsen av LCC-kostnad är förhållandet nu omvänt, nu är det alternativet med lägenhetsaggregat som är det dyraste alternativet. Alternativet med lägenhetsaggregat är dyrare än samtliga alternativ med centralaggregat, nästan 20 % högre LCC-kostnad jämfört med det billigaste alternativet med centralaggregat. Se Figur 9-13 och Figur 9-15

Vid jämförelsen av de olika systemen i den största byggnaden, lamellhuset med 48 lägenheter, är det nu ett alternativ med centralaggregat som har den lägsta investeringskostnaden. Alternativet med lägenhetsaggregat har ungefär 10 % högre investeringskostnad, jämfört med det billigaste alternativet med centralaggregat. När LCC-kostnaderna jämförs, visar det sig att alternativet med lägenhetsaggregat nu är 45 % dyrare än det alternativ med centralaggregat med lägst LCC-kostnad. Se Figur 9-13 och Figur 9-15

Det är tydligt att antalet lägenheter som byggs har stor betydelse för vilket system som är det bästa alternativet. Anledningen till detta är behovet av ett fläktrum för alternativen med centralaggregat, vilket innebär att kostnaden för fläktrummet per lägenhet minskar när antalet lägenheter ökar.

I Figur 9-17 jämförs lägenhetsaggregatet med centralaggregat med en sämre verkningsgrad, mellan 60-70 % verkningsgrad. Jämförelsen visar att centralaggregatet fortfarande har en lägre LCC-kostnad, jämfört med lägenhetsaggregatet både i punkthusafallet och i fallet med lamellhus. I fallet med punkthus har dock alternativet med gemensamma till- och frånluftskanaler en högre LCC-kostnad jämfört med lägenhetsaggregat.

När det gäller underhållet av systemet så blir det med lägenhetsaggregatet fler servicepunkter jämfört med centralaggregatet vid filterbyte. Detta visar sig i den årliga kostnaden för drift och underhåll i LCC-kostnaden på lägenhetsaggregaten. Det krävs också en viss kunskap för att utföra dessa åtgärder så det är kanske inte möjligt att ålägga de boende en sådan uppgift. Det är viktigt att filterbyten verkligen görs för att växlarna ska behålla sin verkningsgrad, och fläktarna sitt SFP-tal. Görs inte detta leder det till ökade livscykelkostnader på grund av ökad energianvändning. Det är också underhållet som får stor inverkan på de höga LCC-kostnaderna för alternativen med lägenhetsaggregat.

Vad gäller skydd mot brandgasspridning så finns det flera olika lösningar för de system som kan tänkas vara aktuella. Fallet med utspädning är det alternativ av centralaggregat som är billigast med de antaganden som gjorts i denna rapport. Men vilket system som ska användas beror på hur många brandceller som är anslutna och vilka brandgastemperaturer som kan uppstå.

Ljud från lägenhetsaggregaten kan upplevas som störande beroende på ljudnivå. Det är viktigt att ha ljudnivån i åtanke vid val av aggregat, så att inte de boende upplever ljud från aggregaten som störande. Det är inte bara ljud från aggregaten som kan vara störande, även vibrationer som uppstår kan orsaka andra ljud. Ett felaktigt monterat lägenhetsaggregat, kan exempelvis ge upphov till vibrationer i köksskåp med följden att porslinet i skåpet börjar skramla. Även i de fallcentralaggregaten används kan ljud från aggregaten påverka de boende. Dels genom dåligt ljudisolerade väggar i fläktrummet, men också via kanalsystemet. Ljud via kanaler mellan lägenheterna måste beaktas, så kallad överhörning.

Det framgår av de intervjuer som redovisades i avsnitt 9.8 att centralaggregat är det vanligaste systemet och den systemtyp som framförallt beställaren fördrar att jobba med. Underhållet och filterbytena på lägenhetsaggregaten ansågs vara den största nackdelen, vilket innebar stora kostnader i det långa perspektivet. Enda gången som beställaren och projektören förordade lägenhetsaggregat var vid byggnation av radhus.

10.2 Diskussion

Viktigt att inte välja ett för litet luftbehandlingsaggregat i ett centralt system. Stora skillnader i SFP-tal har stor betydelse för drifekonomin. Ett för litet aggregat ger ett högt SFP-tal och det krävs således mer energi för att flytta samma mängd luft. En dyrare investering i byggskedet kan ge en lägre LCC-kostnad.

I de investerings- och livscykelkostnader som redovisas i resultatdelen ingår det inte några kostnader för schakt. Dessa kostnader kan vara av betydande storlek, för att få en mer korrekt kalkyl så bör en beräkning av kostnader för schakt ingå vid en objekt-specifik utredning av vilket system som är lämpligast.

Väljs lägenhetsaggregat är det möjligt att på ett enkelt sätt få till en lösning med hemma- och bortaläge, eftersom systemen är helt avskilda från varandra. En liknande funktion med centralaggregat skulle kräva variabelflödesspjäll till varje lägenhet, för att kompensera för de varierande tryckuppsättningar i systemet som uppstår.

Så vad avgör egentligen valet av lösning? Det beror på vem det är som bygger huset. Är det beställaren som ska äga och drifva anläggningen får LCC-kostnaden stor betydelse. Är det en byggnad som byggs och sedan ska säljas direkt, så är ju investeringskostnaden det allra viktigaste. Är det ventilationsentreprenören, som bara bryr sig om vad ventilationskomponenterna kostar och inte bryr sig om byggkostnader för fläktrummet? I slutändan är det svårt att säga att det ena systemet är bättre än det andra, ett centralt aggregat ger en lägre LCC-kostnad jämfört med ett lägenhetsaggregat när det är många lägenheter som ska byggas. Lägenhetsaggregat passar bäst i situationer med ett litet antal lägenheter. Även i fall då man vill ha en enkel anläggning utan för mycket komponenter för brandskyddet kan ett t system med lägenhetsaggregat vara aktuellt eller att beställaren absolut inte vill ha något fläktrum.

11 Litteraturförteckning

- Backvik , B., Fagergren, T., & Jensen, L. (2008). *Installationsbrandskydd*. Stockholm: Brandskyddslaget.
- Backvik, B., & Orestål, U. (2003). *Ventilation, Byggvägledning 7*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Berndtsson, L. (2005). *Individuell mätning av värme och varmvatten i lägenheter*. Stockholm: Boverket.
- Björk , C., Kallstenius, P., & Reppen, L. (1983). *Så Byggdes husen 1880-1980*. Stockholm: Stockholms stadsbyggnadskontor och Statens råd för byggnadsforskning.
- Björk, C., & Reppen, L. (2000). *Så byggdes staden*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Boverket. (2008). *BBR 2008*. Karlskrona.
- Boverket. (2008). *Individuell mätning och debitering i flerbostadshus*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2009). *Regelsamling för funktionskontroll av ventilationssystem, OVK*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2014). *Individuell mätning och debitering vid ny- och ombyggnad*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2014). *Svenska byggkostnader i en internationell jämförelse*. Karlskrona: Boverket.
- Boverket. (2015). *BBR 22(konsoliderad tom BFS 2015:3)* . Karlskrona: Boverket.
- Calectro AB. (2008). *Handbok för rökdetektering i ventilationssystem*. Göteborg: Calectro AB.
- Danielsson, T., Fagergren, T., Larsson, D., Olander, M., Sedin, G., Söderberg, U., o.a. (2012). *Brandskydd, byggvägledning 6*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Elmroth, A. (2009). *Byggvägledning 8 Energihushållning och värmeisolering*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Enberg, H. (2006). *Minimikrav på luftväxling*. Lilla Edet: H. Enberg Ventilationskonsult AB.
- Fläktwoods. (2009). *Teknisk handbok - Luftbehandlingsteknologi*. Sollentuna: Fläktwoodsgrupp.
- Forum för energieffektiva byggnader. (2009). *FEBY Kravspecifikation för passivhus*. Energimyndigheten.
- Föreningen V. (2000). *Eleffektivitet hos fläktar och luftbehandlingsaggregat - Beräkning och kontroll av SFPv-värden*. Stockholm: Föreningen V.
- Hansson, B., Olander, S., & Persson, M. (2009). *kalkylering vid bygg och fastighetsutveckling*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Jansson, U., Berggren , B., & Sundqvist, H. (2008). *Energieffektivisering vid renovering av rekordårens flerbostadshus*. Lund: Avd för Energi och ByggnadsDesign, LTH/ Lunds Universitet.
- Jensen, L. (1999). *Utvärdering av Hälsingborgshems system för komfortdebitering*. Lund: Avdelningen för installationsteknik Lunds tekniska högskola,.
- Kjellström, F., & Appelgren, J. (2011). *LCC-Analys av ftx-system*. Uppsala: Uppsala Universitet.

- Kretz, M. (6-7 2010). Egenvärmehus med ny typ av FTX-aggregat. *Energi & Miljö*, ss. 16-18.
- Nevander, L., & Elmarsson, B. (2008). *Fukthandbok*. Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Näslund, E. (den 27 06 2008). *FTX-matchen*. Hämtat från Byggindustrin: http://www.byggindustrin.com/almedalen-2008/ftx-matchen__5409 den 05 05 2011
- Ohlson, H., Genberg, H., Backvik, B., & Fagergren, T. (2006). *Brandskydd Byggvägledning 6*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Olsson-Jonsson, A., & Ekstrand-Tobin, A. (den 04 04 2006). *Ventilation*. Hämtat från Fönster fukt och innemiljö: <http://www-v2.sp.se/energy/ffi/ventilation.asp> den 06 05 2011
- Orestål, U. (1992). *Ventilation förr och nu*. Stockholm: AB Svensk Byggtjänst.
- Persson, A., Rydstrand, C., & Hedenskog, P. (2005). *Allt eller inget – Systemgränser för byggnaders uppvärmning*. Eskilstuna: Statens energimyndighet.
- Persson, T. (2008). *Koldioxidvärdering av energianvändning*. Eskilstuna: Statens energimyndighet.
- Reuterhäll, V. (2009). *Ombyggnad av självdrag till*. Lund: Lunds Universitet.
- Siggeisen, S. (2010). *Individuell mätning och debitering av energianvändning i flerbostadshus*. Lund: Lunds universitet.
- Skärvad, P.-H., & Olsson, J. (2007). *Företagsekonomi 100*. Lund: Liber.
- Sköldberg, H., Unger, T., & Olofsson, M. (2006). *Marginaler och miljövärdering av el*. Stockholm: Elforsk.
- Socialstyrelsen. (1999). *Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – ventilation*. Stockholm: Socialstyrelsen.
- Socialstyrelsen. (2008). *Buller- Höga ljudnivåer och buller inomhus*. Stockholm: Socialstyrelsen.
- Statens energimyndighet. (2011). *Långsiktsprognoz 2010*. Stockholm: Statens energimyndighet.
- Warfvinge, C. (2003). *Installationsteknik AK för V*. Lund: Avdelningen för installationsteknik.
- Wikells. (2015). *Sektionsfakta 15/16*. Växjö: Wikells byggberäkningar AB.

Bilagor

I. Aggregatkörningar Radhus



Envistar Flex	Energi
Projekt	exjobb
Aggregat	Radhus
Storlek	060 0,24/0,24 m³/s

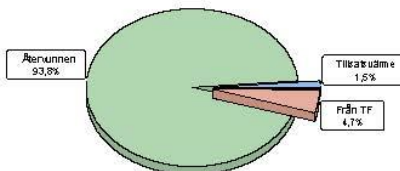


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÅNLUFT	
Luffflöde	0,24	0,24	m³/s
Totaltryck	376	360	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	47,5	48,0	%
Årsmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Driftstid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygn
Värmeåtervinnare	Roterande VVX	Temperaturverkningsgrad	86,9 %

ENERGIÅTERVINNING

Totalt behov	32 795 kWh (100%)
Tillsatsvärme	484 kWh (1,5%)
Återvunnen	30 775 kWh (93,8%)
Årsenergiverkningsgrad	93,8 %
Från TF	1 535 kWh (4,7%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	86,7 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfläkt	1 664 kWh/år		
Frånluftsfläkt	1 840 kWh/år		
Kompressorer	0 kWh/år		
Totalt	3 504 kWh/år		
Driftskostnad	Erforderliga effekter		
El till fläktar	4 205 SEK/år	Tillsatsvärme (17,3->19,3°C)	0,6 kW
Tillsatsvärme	340 SEK/år	El till fläktar	0,4 kW (nto)
Totalt	4 544 SEK/år		

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)

Projekt

exjobb

Aggregat

Radhus

Storlek

060 0,24/0,24 m³/s



Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningsflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,50	kW/m ³ /s
--------	-----------------------	------	----------------------

MÅTT OCH VIKT

Bredd	890/940	mm
Höjd	1 155	mm
Längd	2 130	mm
Vikt	399	kg

GRUNDDATA

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata	Flöde	0,24 m ³ /s
	Renblåsningsflöde inkl läckage	0,04 m ³ /s
Utdata	Tvårsnittshastighet	0,8 m/s
	Spjäll	1 Pa
	Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	64 Pa
	Begynnelsestryckfall	(38) (24) Pa
	Sluttryckfall	(118) (104) Pa
	Roterande VVX	81 Pa
	Luftvärmare vätska	4 Pa
	Inbyggnadsförlust	12 Pa
	Summa internttryck	176 Pa
	Extern tryckfall	200 Pa

FLÄKTAR

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata	Totalt statiskt tryck	376 Pa
	Fläktvarvtal	2 162 2 175 r/m
	Totalverkningsgrad	47,5 48,0 %
	Fläkteff dim tryck	0,19 0,21 kW
	Fläkteff rent filt	0,17 0,19 kW
	Motoreffekt	0,50 0,50 kW
	Motorström vid 230V 1-fas	2,2 2,2 A
	Maxvarv	2 920 2 920 r/m
	Reservkapacitet	59 59 %
	Fläkttyp	025-EC-0042 025-EC-0042
	K-faktor för flödesmätning	51,43 51,43

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex	<i>Energi</i>
Projekt	exjobb
Aggregat	Radhus Plattväxlare
Storlek	060 0,24/0,24 m³/s

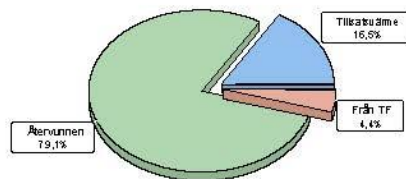


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÅNLUFT	
Luffflöde	0,24	0,24	m³/s
Totaltryck	342	312	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	45,6	46,8	%
Årsmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Driftstid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygr
Värmeåtervinnare	Korsström	Temperaturverkningsgrad	72,3 %

ENERGIÅTERVINNING

Totalt behov	32 795 kWh (100%)
Tillsatsvärme	5 399 kWh (16,5%)
Återvunnen	25 941 kWh (79,1%)
Årsenergiverkningsgrad	79,1 %
Från TF	1 454 kWh (4,4%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	70,8 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfäkt	1 577 kWh/år
Frånluftsfäkt	1 402 kWh/år
Kompressorer	0 kWh/år
Totalt	2 979 kWh/år

<u>Driftskostnad</u>		<u>Erforderliga effekter</u>	
El till fläktar	3 575 SEK/år	Tillsatsvärme (5,5->19,4°C)	4,0 kW
Tillsatsvärme	3 780 SEK/år	El till fläktar	0,3 kW (nto)
Totalt	7 354 SEK/år		

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)



Projekt exjobb
Aggregat Radhus Plattväxlare
Storlek 060 0,24/0,24 m³/s

Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningssflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,25	kW/m²/s
--------	-----------------------	------	---------

MÄTT OCH VIKT

Bredd	890	mm
Höjd	1 155	mm
Längd	2 680	mm
Vikt	427	kg

GRUNDDATA

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata Flöde	0,24	0,24 m³/s
Utdata Tvärsnittshastighet	0,8	0,8 m/s
Spjäll	1	1 Pa
Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	78	64 Pa
Begynnelsestryckfall	(38)	(24) Pa
Sluttryckfall	(118)	(104) Pa
Plattvärmväxlare	37	35 Pa
Luftvärmare vätska	14	Pa
Inbyggnadsförlust	12	12 Pa
Summa interntryck	142	112 Pa
Externt tryckfall	200	200 Pa

FLÄKTAR

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata Totalt statiskt tryck	342	312 Pa
Fläktyrvtal	2 074	1 995 r/m
Totalverkningsgrad	45,6	46,8 %
Fläkteff dlm tryck	0,18	0,16 kW
Fläkteff rent filt	0,16	0,14 kW
Motoreffekt	0,50	0,50 kW
Motorström vid 230V 1-fas	2,2	2,2 A
Max varv	2 920	2 920 r/m
Reservkapacitet	64	68 %
Fläkttyp	025-EC-0042	025-EC-0042
K-faktor för flödesmätning	51,43	51,43

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

II. Aggregatkörning lamellhus 8 vån



Envistar Flex		Energi	
Projekt	exjobb		
Aggregat	Lamellhus 8 vån rotor		
Storlek	240	1,92/1,92	m ² /s

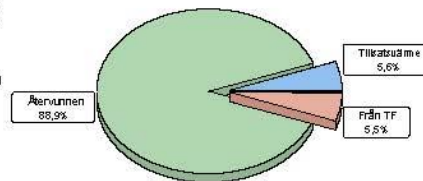


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÅNLUFT	
Luffflöde	1,92	1,92	m ³ /s
Totaltryck	578	665	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	62,0	62,3	%
Årsmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Driftstid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygr
Värmeåtervinnare	Roterande VVX	Temperaturverkningsgrad	81,0 %

ENERGÅTERVINNING

Totalt behov	262 356 kWh (100%)
Tillsatsvärme	14 774 kWh (5,6%)
Återvunnen	233 119 kWh (88,9%)
Årsenergiverkningsgrad	88,9 %
Från TF	14 463 kWh (5,5%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	80,9 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfläkt	15 680 kWh/år
Frånluftsfläkt	19 184 kWh/år
Kompressorer	0 kWh/år
Totalt	34 864 kWh/år

Driftskostnad

El till fläktar	41 837 SEK/år
Tillsatsvärme	10 342 SEK/år
Totalt	52 179 SEK/år

Erforderliga effekter

Tillsatsvärme (15,2->19,2°C)	9,4 kW
El till fläktar	4,0 kW (nto)

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)

Projekt exjobb
Aggregat Lamellhus 8 vån rotor
Storlek 240 1,92/1,92 m³/s



Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningsflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,94	kW/m ² /s
--------	-----------------------	------	----------------------

MÅTT OCH VIKT

Bredd	1 400/1 450	mm
Höjd	1 882	mm
Längd	2 570	mm
Vikt	785	kg

GRUNDDATA

		<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata	Flöde	1,92	1,92 m ³ /s
	Renblåsningsflöde inkl läckage		0,13 m ³ /s
Utdata	Tvårsnittshastighet	2,0	2,0 m/s
	Spjäll	5	5 Pa
	Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	115	91 Pa
	Begynnelsestryckfall	(75)	(51) Pa
	Sluttryckfall	(155)	(131) Pa
	Roterande VVX	208	208 Pa
	Luftvärmare vätska	24	Pa
	Inbyggnadsförlust	26	29 Pa
	Tillsatsstrykning för optimal renblåsning		132 Pa
	Summa internttryck	378	465 Pa
	Extern tryckfall	200	200 Pa

FLÄKTAR

		<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata	Totalt statiskt tryck	578	665 Pa
	Fläkthastighet	1 513	1 620 r/m
	Totalverkningsgrad	62,0	62,3 %
	Fläkteff dim tryck	1,79	2,19 kW
	Fläkteff rent filt	1,67	2,06 kW
	Motoreffekt	2,82	2,82 kW
	Motorström vid 400V 3-fas	4,3	4,3 A
	Maxvarv	1 780	1 780 r/m
	Reservkapacitet	39	25 %
	Fläkttyp	EC500R63D	EC500R63D
	K-faktor för flödesmätning	12,81	12,81

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex	<i>Energi</i>
Projekt	exjobb
Aggregat	Lamellhus 8 vån plattväxlare
Storlek	240 1,92/1,92 m³/s

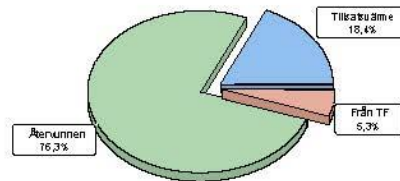


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÅNLUFT	
Luffflöde	1,92	1,92	m³/s
Totaltryck	557	482	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	61,9	61,3	%
Årmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Driftstid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygr
Värmeåtervinnare	Korsström	Temperaturverkningsgrad	69,4 %

ENERGIÅTERVINNING

Totalt behov	262 356 kWh (100%)
Tillsatsvärme	48 191 kWh (18,4%)
Återvunnen	200 187 kWh (76,3%)
Årsenergiverkningsgrad	76,3 %
Från TF	13 978 kWh (5,3%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	68,2 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfläkt	15 155 kWh/år
Frånluftsfläkt	13 228 kWh/år
Kompressorer	0 kWh/år
Totalt	28 383 kWh/år

<u>Driftskostnad</u>		<u>Erforderliga effekter</u>	
El till fläktar	34 060 SEK/år	Tillsatsvärme (5,4->19,2°C)	31,8 kW
Tillsatsvärme	33 734 SEK/år	El till fläktar	3,2 kW (nto)
Totalt	67 794 SEK/år		

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)

Projekt exjobb
Aggregat Lamellhus 8 vån plattväxlare
Storlek 240 1,92/1,92 m³/s



Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningssflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,56	kW/m ² /s
--------	-----------------------	------	----------------------

MÄTT OCH VIKT

Bredd	1 400	mm
Höjd	1 882	mm
Längd	3 870	mm
Vikt	993	kg

GRUNDDATA

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata Flöde	1,92	1,92 m ³ /s
Utdata Tvärsnittshastighet	2,0	2,0 m/s
Spjäll	5	5 Pa
Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	115	91 Pa
Begynnelsestryckfall	(75)	(51) Pa
Sluttryckfall	(155)	(131) Pa
Plattväxlar	169	160 Pa
Luftvärmare vätska	42	Pa
Inbyggnadsförlust	26	26 Pa
Summa internt tryck	357	282 Pa
Extern tryckfall	200	200 Pa

FLÄKTAR

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata Totalt statiskt tryck	557	482 Pa
Fläktvarvtal	1 497	1 437 r/m
Totalverkningsgrad	61,9	61,3 %
Fläkteff dim tryck	1,73	1,51 kW
Fläkteff rent filt	1,61	1,39 kW
Motoreffekt	2,82	2,82 kW
Motorström vid 400V 3-fas	4,3	4,3 A
Max varv	1 780	1 780 r/m
Reservkapacitet	41	47 %
Fläkttyp	EC500R63D	EC500R63D
K-faktor för flödesmätning	12,81	12,81

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

III. Aggregatkörning Punkthus 4 vån



Envistar Flex	<i>Energi</i>
Projekt	exjobb
Aggregat	Punkthus 4 vån rotor
Storlek	100 0,64/0,64 m ² /s

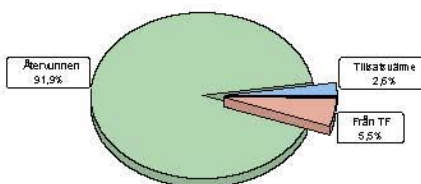


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÅNLUFT	
Luftflöde	0,64	0,64	m ³ /s
Totaltryck	500	516	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	53,4	54,8	%
Årsmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Driftstid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygr
Värmeåtervinnare	Roterande VVX	Temperaturverkningsgrad	84,8 %

ENERGÅTERVINNING

Totalt behov	87 452 kWh (100%)
Tillsatsvärme	2 240 kWh (2,6%)
Återvunnen	80 364 kWh (91,9%)
Årsenergiverkningsgrad	91,9 %
Från TF	4 848 kWh (5,5%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	84,6 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfäkt	5 256 kWh/år
Frånluftsfäkt	5 782 kWh/år
Kompressorer	0 kWh/år
Totalt	11 038 kWh/år

Driftskostnad

El till fläktar	13 246 SEK/år
Tillsatsvärme	1 569 SEK/år
Totalt	14 814 SEK/år

Erforderliga effekter

Tillsatsvärme (16,5->19,2°C)	2,1 kW
El till fläktar	1,3 kW (nto)

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)

Projekt exjobb
Aggregat Punkthus 4 vån rotor
Storlek 100 0,64/0,64 m³/s



Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningsflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,83	kW/m ² /s
--------	-----------------------	------	----------------------

MÅTT OCH VIKT

Bredd	1 020/1 070	mm
Höjd	1 285	mm
Längd	2 130	mm
Vikt	463	kg

GRUNDDATA

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata	Flöde	0,64 m ³ /s
	Renblåsningsflöde inkl läckage	0,06 m ³ /s
Utdata	Tvårsnittshastighet	1,5 m/s
	Spjäll	5 Pa
	Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	111 Pa
	Begynnelsestryckfall	(71) Pa
	Sluttryckfall	(151) Pa
	Roterande VVX	136 Pa
	Luftvärmare vätska	23 Pa
	Inbyggnadsförlust	25 Pa
	Tillsatsstrykning för optimal renblåsning	72 Pa
	Summa internttryck	300 Pa
	Externt tryckfall	200 Pa

FLÄKTAR

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata	Totalt statiskt tryck	500 Pa
	Fläktarytal	2 643 r/m
	Totalverkningsgrad	53,4 %
	Fläkteff dim tryck	0,60 kW
	Fläkteff rent filt	0,56 kW
	Motoreffekt	0,72 kW
	Motorström vid 230V 1-fas	3,1 A
	Maxvarv	2 750 r/m
	Reservkapacitet	11 Pa
	Fläkttyp	EC280R63D / EC310R63D
	K-faktor för flödesmätning	38,71 / 31,03

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex		Energi	
Projekt	exjobb		
Aggregat	Punkthus 4 vån plattväxlare		
Storlek	100	0,64/0,64	m³/s

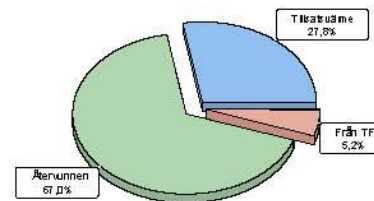


FÖRUTSÄTTNINGAR

	TILLUFT	FRÄNLUFT	
Luffflöde	0,64	0,64	m³/s
Totaltryck	460	377	Pa
Temperatur	20,0	22,0	°C
Totalverkningsgrad	52,6	51,4	%
Årmedeltemp	7,1 °C	Dimensionerande utetemperatur	-14 °C
Energipris el	1,20 SEK/kWh	Energipris tillsatsvärme	0,70 SEK/kWh
Drifttid	8 760 tim/år	Driftstyp	Heldygr
Värmeåtervinnare	Korsström	Temperaturverkningsgrad	60,5 %

ENERGÅTERVINNING

Totalt behov	87 452 kWh (100%)
Tillsatsvärme	24 337 kWh (27,8%)
Återvunnen	58 590 kWh (67,0%)
Årsenergiverkningsgrad	67,0 %
Från TF	4 525 kWh (5,2%)
Från komp.	0 kWh
Årstemperaturverkningsgrad	59,5 %



ENERGI FÖR DRIFT

Tilluftsfläkt	4 906 kWh/år
Frånluftsfläkt	4 117 kWh/år
Kompressorer	0 kWh/år
Totalt	9 023 kWh/år

Driftskostnad		Erforderliga effekter	
El till fläktar	10 828 SEK/år	Tillsatsvärme (2,9->19,3°C)	12,5 kW
Tillsatsvärme	17 037 SEK/år	El till fläktar	1,0 kW (nto)
Totalt	27 864 SEK/år		

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation



Envistar Flex

Tekniska data

1 (3)

Projekt exjobb
Aggregat Punkthus 4 vån plattväxlare
Storlek 100 0,64/0,64 m³/s



Detta aggregats specifika fläkteffekt (SFPv) är beräknat med rena filter. Vid återvinning med rotor är renblåsningssflöde och eventuell tillsatsstrykning medräknad.

SPECIFIK FLÄKTEFFEKT (SFPv)

Utdata	Totalt för aggregatet	1,47	kW/m²/s
--------	-----------------------	------	---------

MÄTT OCH VIKT

Bredd	1 020	mm
Höjd	1 285	mm
Längd	2 830	mm
Vikt	506	kg

GRUNDDATA

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Indata Flöde	0,64	0,64 m³/s
Utdata Tvärsnittshastighet	1,5	1,5 m/s
Spjäll	5	5 Pa
Filter Finfilter F7 / Finfilter M5	111	75 Pa
Begynnelsestryckfall	(71)	(35) Pa
Sluttryckfall	(151)	(115) Pa
Plattväxelväxlare	80	72 Pa
Luftvärmare vätska	39	Pa
Inbyggnadsförlust	25	25 Pa
Summa internttryck	260	177 Pa
Extern tryckfall	200	200 Pa

FLÄKTAR

	<i>Tilluft</i>	<i>Frånluft</i>
Utdata Totalt statiskt tryck	460	377 Pa
Fläktyrvtal	2 590	1 952 r/m
Totalverkningsgrad	52,6	51,4 %
Fläkteff dlm tryck	0,56	0,47 kW
Fläkteff rent filt	0,52	0,42 kW
Motoreffekt	0,72	1,27 kW
Motorström vid 230V 1-fas	3,1	5,6 A
Max varv	2 750	2 850 r/m
Reservkapacitet	16	68 %
Fläkttyp	EC280R63D	EC310R63D
K-faktor för flödesmätning	38,71	31,03

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

IV. Aggregatkörning lägenhetsaggregat

Skriva ut ProCASA

http://procasa.swegon.com/sw/skriva-ut?print_out=print_datasheet



v2.4

Projektdata

Projekt	Exjobb Lägenhetsaggregat		
Kund			
Konstruerad av			
Ort			
Tilluftsflöde	40 l/s	144 m³/h	
Totalt tryckfall i tilluftskanal	80 Pa		
Frånluftsflöde	40 l/s	144 m³/h	
Totalt tryckfall i avluftskanal	80 Pa		
Förbigång för kök	20 l/s	72 m³/h	
Användning av förbigång	0 l/d		

Aggregatspecifikation

Aggregattyp	R85B		
		Tilluft	Frånluft
Fläktar, effektförbrukning		28 W	32 W
SFP totalt		1.5 kW / (m³/s)	
Fläktar, årlig energianvändning		526 kWh	

Akustikdata

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lwa
Ljud till tilluftskanal	62	61	51	50	48	44	38	26	53
Ljud till frånluftskanal	56	46	42	37	29	19	12	0	39
Ljud till kanal för förbigång från kök	59	57	49	44	39	31	24	0	47
Ljud till omgivningen	47	45	36	28	27	0	0	14	34
Ljud till omgivningen med rumsabsorption i 10 kvadratmeters rum									30

Tekniska specifikationer

Vikt	50 kg		
Värmeväxlare	Rotor		
Filter	Tilluft	Frånluft	
Filterklass	F7	F7	
Mått	276*126*96	276*126*96	
Förvärmning			
Eftervärmning	Elektrisk värmare		

Central- eller lägenhetsaggregat för bostadsventilation

Skriva ut ProCASA

http://procasa.swegon.com/sw/skriva-ut/print_out=print_datasheet



ProCASA **E**^{cert}

v2.4

Använd energi för uppvärmning av luft

Använd energi utan värmeåtervinning	5127 kWh
Temperaturverkningsgrad för värmeväxlare	80 %
Tester och mätningar genomförda enligt EN-13141-7:2010 och EN-308:1997	

Använd energi med värmeåtervinning

Förvärmning	0 kWh
Eftervärmning	204 kWh
Uppvärmning av tilluft	1057 kWh
Uppvärmning av infiltrationsluft	5 kWh
TOTALT	1265 kWh

Årsverkningsgrad för energianvändning	75 %
---------------------------------------	-------------

