



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ

LCC på ventilationssystemet på en skola
En undersökning huruvida VAV eller CAV är mest ekonomiskt i längden

Håkan Dahlberg

Juni 2013

15 hp - Högskoleingenjörsexamen

Energisystem

Energisystemingenjörsprogrammet

Examinator: Nawzad Mardan

Handledare: Ulf Larsson

Sammanfattning

Vid projektering idag ställs konstruktören ofta inför valet att projektera för antingen ventilation med konstanta flöden, eller med variabla flöden. Vidare kan även flödena varieras manuellt eller automatiskt. Det konstruktören måste ta hänsyn till är investeringskostnaden, men även potentiella energi- samt kostnadsbesparingar över tid. Många gånger är det svårt att veta hur energianvändningen påverkas av de olika systemvalen varför det är svårt att välja det mest optimala systemet.

Detta arbete undersöker livscykelkostnaden, LCC, med nuvärdeskostnaden på en skola i Uppsala med tre olika system, antingen konstant ventilationsflöde, CAV med timer, manuellt styrd variabel ventilation, VAV, eller automatisk VAV med styrning på temperatur och CO₂. Huvudanledningen till det är att skolor består av en mängd olika klassrum och lokaler som inte alltid används under skoltiden, risken finns alltså att skolan överventileras med ett traditionellt CAV. Johansson (2005) visade att VAV mycket väl vara ekonomiskt försvarbart just i skolor varför syftet med detta arbete är att se hur det föreligger i detta aktuella fall, och vilken av lösningarna som är mest ekonomisk.

Skolan simuleras med programvaran VIP Energy 2.0.8, ett simuleringsprogram för energibalansberäkning, där de tre olika driftfallen undersöks och hur energibehovet förändras men varierad ventilationsgrad. Även temperaturerna i klassrummen simuleras och beaktas. Kostnaderna för de olika installationerna presenteras där det visar sig mer avancerade system är betydligt dyrare. Den billigaste lösningen kostar 450 000 kr medan den dyraste kostar 680 000 kr. Vidare diskuteras kalkylräntan, energipris och energiprisförändringarna, och där används två olika kalkylräntor, 5 % och 10 %. Ett Sverigepris på energi presenteras, men även ett Europa-anpassat alternativ där elpriset antas dyrare. Realenergipriset antas öka med 3 % per år.

Resultatet visar att de energivinster man gör med de mer avancerade variabla systemen som försvinner de på grund av de dyrare investeringskostnaderna. I vissa fall visar det som däremot att en manuell VAV styrning på ventilationen kan vara ekonomisk försvarbar.

Ett problem som dock uppstår med sänkt ventilation under sommarhalvåret är innetemperaturer som överstiger de högstanivåer som Socialstyrelsen satt.

Abstract

When designing today, the building designer is often faced with the choice of planning for either ventilation with constant flow or variable flow. Furthermore the flows can be varied manually or automatically. The building designer has to take into account the cost of the investment, but also potential energy- and cost savings over time. Many times it is difficult to know how energy is affected by the various systems making it difficult to choose the most optimal system.

This work investigates the LCC present value at a school in Uppsala with three different systems, either CAV with timer, manually controlled VAV or automatic VAV with is controlled by temperature and CO₂. The main reason is that schools consist of a variety of classrooms and facilities that are not always used during school time, the risk is that schools can be over ventilated with a traditional CAV. Johansson (2005) showed that VAV can be financially feasible in schools why the purpose of this thesis is to see how it is in this current case, and which solution is the most economical.

The school is simulated with software VIP Energy 2.0.8 where the three different operating conditions are investigated and how energy changes with varied ventilation rate. The temperatures in the classrooms are also simulated and observed. The costs of the various installations are presented where it appears more advanced systems are significantly more expensive. The cheapest solution costs 450 000 SEK while the most expensive costs 680 000 SEK. Furthermore the thesis also discuss the cost of capital, energy price and energy price changes, and where two different discount rates, 5% and 10%, is used. A Sweden Price on energy is presented, but also a Europe-adapted option where electricity price is predictable more expensive. Real energy prices are expected to increase by 3% per year.

The results show that the energy savings due to the more advanced variable systems is marginalized because of the expensive investment costs. In some cases it shows that a manual control of ventilation VAV may be economic considerations.

A problem arises, however, with reduced ventilation during the summer months as the temperatures exceeds the maximum levels Socialstyrelsen made.

Förord

Detta arbete är ett examensarbete inom energisystem på Högskolan i Gävle. Omfattningen är 15 hp och leder till en högskoleingenjörsexamen inom energisystem.

Jag slutför nu mina studier på Högskolan i Gävle med detta examensarbete. Det har varit en lärorik period där jag träffat många intressanta och trevliga personer som hjälpt mig mot min examen. Jag vill tacka min handledare Ulf Larsson som hjälpt mig med infallsvinklar.

Jag vill även tacka Sweco Systems i Uppsala, och då i synnerhet Anna Maria Schyllert och Rein Hamberg, som låtit mig göra mitt arbete i anslutning till dem. Jag vill även tacka Christer Wallgren på Sauter Automation som tog sig tid att hjälpa mig med kostnader.

Slutligen ett stort tack till min fru Merike och mina barn Aron och Vera som stått ut med mig och min frånvaro.

Ordlista

BBR	Boverkets byggregler. Föreskrifter och rekommendationer för byggnader i Sverige.
CAV	Constant air volume. Innebär att ventilationsflödet är konstant, däremot finns möjlighet att variera temperaturen och luftfuktigheten på luften.
ECB	European Central Bank. Europeiska centralbanken.
Kalkylränta	Räntesats som används i investeringskalkyler. Ska motsvara eventuell avkastning om pengarna skulle investeras på annat sätt.
LCC	Life-cycle cost. Livscykelkostnadsanalys. En sammanställning av kostnader och intäkter under ett systems livslängd.
Nuvärdeskostnad	Resultatet i nuvärdesmetoden.
Nuvärdesmetoden	En metod för att beräkna LCC.
U-värde	Värmemotstånd/isolerförmåga.
VAV	Variable air volume. Innebär att ventilationsflödet anpassas för att uppnå ett börvärde som kan vara CO ₂ -halt eller temperatur, eller en kombination. Kan ske med automatik eller manuellt.
VIP Energy 2.0.8	Datorprogramvara för simulering av energibalans i byggnader.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	8
2	Syfte	9
3	Teori	10
3.1	Arbetsförmåga	10
3.2	Allergi.....	10
3.3	Ekonomi	10
4	Metod	11
4.1	Modellen.....	11
4.1.1	Klimatskal	11
4.1.2	Internlaster.....	12
4.1.3	Ventilation	12
4.1.4	Krav på termisk komfort	13
4.2	Kostnad för systemen	13
4.3	Kalkylränta	13
4.3.1	En lägre kalkylränta.....	13
4.3.2	En högre kalkylränta	14
4.4	Energipriser	14
4.4.1	Ett svenskt energipris	14
4.4.2	Ett Europa-anpassat energipris	15
4.5	Kritik mot metoden	15
4.5.1	Byggnaden.....	15
4.5.2	Simuleringen	16
4.5.3	Investeringskostnad	16
4.5.4	Ränta och energipris	16
5	Resultat.....	17
5.1	Kostnader	17
5.1.1	Låg kalkylränta med svenskt energipris	17
5.1.2	Hög kalkylränta med svenskt energipris	18
5.1.3	Låg kalkylränta med Europa-anpassat energipris.....	19
5.1.4	Hög kalkylränta med Europa-anpassat energipris	20
5.2	Specifik energianvändning	21
5.3	Temperatur	21
6	Diskussion	24
6.1	Slutsats	25
6.2	Förslag framtida forskning	25

7	Referenser.....	26
8	Bilagor.....	27
8.1	Resultatfil – VIP, CAV	27
8.2	Resultatfil – VIP, Manuell VAV	27
8.3	Resultatfil – VIP, VAV CO ₂	27

1 Bakgrund

Vid projektering idag ställs konstruktören ofta inför valet att projektera för antingen ventilation med konstanta flöden, eller med variabla flöden. Vidare kan även flödena varieras manuellt eller automatiskt. Det konstruktören måste ta hänsyn till är investeringskostnaden, men även potentiella energi- samt kostnadsbesparingar över tid. Många gånger är det svårt att veta hur energianvändningen påverkas av de olika systemvalen varför det är svårt att välja det mest optimala systemet. Vidare måste även hänsyn tas till eventuell påverkan på det mentala planet som kan komma av bristfällig ventilation så som förhöjd nivå av CO₂ samt förhöjda temperaturer. Dessa svårigheter har många gånger gjort att endast beprövade metoder och systemlösningar använts.

2 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka LCC med nuvärdeskostnaden på en skola i Uppsala med tre olika system, antingen CAV med timer, manuellt styrd VAV eller automatisk VAV med styrning på temperatur och CO₂. Huvudanledningen till det är att skolor består av en mängd olika klassrum och lokaler som inte alltid används under skoltiden, risken finns alltså att skolan överventileras med ett traditionellt CAV. Traditionellt har fokus varit att minska investeringskostnaden, och inte så mycket fokus har legat på kostnaden över tid. Men som Johansson (2005) visade kan VAV mycket väl vara ekonomiskt försvarbart just i skolor varför syftet med detta arbete är att se hur det föreligger i detta aktuella fall, och vilken av lösningarna som är mest ekonomisk.

2.1 *Avgränsningar*

Avgränsningarna har valt så att systemgränserna är inom skolan vid givna data för den aktuella skolan. Det är endast tre driftsfall som beaktas med en livslängd på 20 år.

3 Teori

Ventilationen påverkar mer än endast energianvändningen och ekonomin i en byggnad. Den påverkar inomhusklimatet och välbefinnandet hos de som uppehåller sig där. Den påverkar även personers förmåga att prestera på topp. Ventilationen bidrar även till bortförsel av fukt och allergena ämnen. Studier visar att människor är upp till 90 % inomhus (Leach et al.).

3.1 Arbetsförmåga

Angående påverkan av det mentala planet visade Wargocki och Wyon (2007) att skillnaden mellan 20 °C och 25 °C i skolan innebar att eleverna var snabbare, men inte med färre fel, med att lösa två numeriska uppgifter och två språkbaserade uppgifter i favör för 20 °C. Eleverna rapporterade även en signifikant lägre grad av huvudvärk vid lägre temperaturer. De visade vidare att olika flöden hade inverkan på elevernas förmåga att lösa uppgifter. Skillnaden mellan 5 l/s och elev och 10 l/s och elev innebar att eleverna var snabbare, men inte med färre fel, med att lösa fyra numeriska uppgifter.

3.2 Allergi

Ytterligare aspekter att beakta är de som Bornehag et al. fann (2004) i en studie om barn och allergier. De fann i de 390 bostäderna som undersöktes en korrelation mellan allergiska symptom hos barnen samt graden av ventilation. Högre ventilation resulterade i färre allergiska barn.

3.3 Ekonomi

Aktacir et al. (2006) undersökte skillnaden på att använda sig av konstanta flöden (CAV) med variabla flöden (VAV) på en byggnad i Adana, Turkiet. De använde sig av en LCC för att beräkna nuvärdeskostnaden i åtta olika fall. De fann i alla fall att nuvärdeskostnaden var lägre för VAV än för CAV, men hur stor skillnaden var berodde på antalet timmar byggnaden användes. En längre tid, mellan 08:00 och 24:00, visade att redan efter fyra år hade VAV en lägre nuvärdeskostnad. Men när de använde sig av tiden mellan 08:00 och 17:00 tog det mer än tio år för VAV att få en lägre nuvärdeskostnad varför de inte såg det som ekonomiskt försvarbart. De satte 15 år som livslängd på båda systemen.

4 Metod

En inledande litteraturstudie genomfördes där fokus låg på energianvändning i byggnader med olika ventilationssystem. Vidare undersöktes vad som kan vara problematiskt med sänkt ventilation, hur brukarna av byggnaden påverkades.

Programvaran VIP Energy 2.0.8, som är ett program för energibalansberäkning, användes för att bygga upp en modell på skolan där alla relevanta aspekter togs med, därefter kunde ventilationen simuleras mellan olika driftsfall som i sin tur resulterade i årsanvändningen av energi och hur den varierade med de olika driftfallen. Alla parametrar finns med i bilagorna för de olika driftfallen. Tre typer av system simulerades, en med konstanta flöden efter branchpraxis, en med manuell forceringsknapp i klassrumen samt en med CO₂-givare. En LCC med nuvärdeskostnaden upprättades med olika kalkylräntor som specificeras senare. Energiprisförändringen gällande el och fjärrvärme diskuteras senare i rapporten.

4.1 Modellen

Skolan i två plan simuleras med data från tabell 1. A_{temp} är den golvarea den specifika energianvändningen beräknas efter.

Tabell 1: Grundläggande indata

A_{temp} [m ²]	1200
Klimatfil	Uppsala
Verkningsgrad värmepump	80 %

4.1.1 Klimatskal

Klimatskalet som simuleras är det som visas i tabell 2.

Tabell 2: U-värden

U-värde:	U-värde [W/m ² K]
Yttervägg	0,175
Yttertak	0,110
Grund 300 mm isolering 0 – 1 m	0,171
Grund 300 mm isolering 1 – 6 m	0,126
Fönster	1,200
Dörrar	1,200

4.1.2 Internlaster

Antalet personer som befinner sig i skolan antas till 30 % av de 300 som specificeras som maximala antalet. Varje person antas generera 100 W. Värdet avrundas till närmsta heltal och presenteras i tabell 3.

Tabell 3: Internlaster

Personvärme:

Medeleffekt/m² 7 W/m²

4.1.3 Ventilation

Specificeringen av ventilationen är det som skiljer sig i de tre olika fallen. För konstanta flöden används branschpraxis som stipulerar 0,35 l/s*m² samt ytterligare 7 l/s*300. För den manuella VAV antas en närvarograd på 30 % av ovanstående praxis vilket resulterar i 0,35 l/s*m² samt ytterligare 7 l/s*300*0,3. I fallet CO₂-styrning används ekvation 1:

Ekvation 1

$$q_v = \frac{\dot{m} * 10^6 * n}{C - C_{in}} \text{ [l/s]}$$

q_v = Ventilationsflöde [l/s]

\dot{m} = Alstring av föroreningar [l/s]

C = Eftersträvad högsta halt av CO₂ [ppm]

C_{in} = Bakgrunds nivå CO₂ [ppm]

n = Antal personer

En sittande person antas alstra 18 liter CO₂/h vilket motsvarar 0,005 l/s. Bakgrunds nivån antas till 400 ppm. CO₂ i lokalen hålls som mest 1000 ppm. Närvarograden antas även i detta fall till 30 %.

$$q_v = \frac{0,005 * 10^6 * 300 * 30 \%}{1000 - 400} = 750 \text{ l/s}$$

Andel ventilation i de tre olika varianterna visas i tabell 4.

Tabell 4: Ventilationsgrad

Ventilation:

Ventilation/elev

Branschpraxis	2520	l/s	28 l/s*elev
VAV – manuell	1050	l/s	11,7 l/s*elev
VAV – CO ₂	750	l/s	8,3 l/s*elev

Även vädring är en faktor som måste beaktas och som schablonmässigt antas vara som i tabell 5.

Tabell 5: Vädring

Vädring:

Schablonpåslag	4 kWh/m ² ,år
----------------	--------------------------

4.1.4 Krav på termisk komfort

Enligt gällande svensk lagstiftning. Inomhustemperatur: lägst 21 °C högst 24 °C (26 °C sommartid).

4.2 Kostnad för systemen

Kostnaderna för installation, projektering och underhåll måste beräknas från fall till fall för en rättvisande bild. Följande kostnader, tabell 6, har beräknats och antagits med hjälp av budget för en liknande skola i Uppsala, Christer Wallgren från Sauter Automation AB samt studier från Aktacir, M.A et al. (2006) samt Johansson (2005). Det kan mycket väl finnas variationer, men det är just skillnaden som är intressant, det vill säga merkostnaden för de olika systemen.

Tabell 6: Inköpskostnader

	CAV timer [SEK]	VAV – manuell [SEK]	VAV – CO ₂ [SEK]
Aggregat	200 000	200 000	200 000
Kanaler	250 000	280 000	300 000
Automation	0	50 000	50 000
Frekvensomriktare	0	30 000	30 000
VAV styrenheter	0	0	100 000
Summa	450 000	560 000	680 000

4.3 Kalkylränta

4.3.1 En lägre kalkylränta

Som den lägre kalkylräntan används 5 %. Anledningen till den kalkylräntan är för att energimyndigheten rekommenderar en kalkylränta på 6 % medan Boverket å sin tur rekommenderar

en kalkylränta på 4 % (Fahlberg et al. 2011). Dagens räntor vid bundna lån motiverar även denna lägre kalkylränta.

4.3.2 En högre kalkylränta

Som den högre kalkylräntan används 10 % då Fahlberg et al. (2011) förespråkar 8 – 12 % som en högre kalkylränta. Även om dagens ränteläge medger den lägre kalkylräntan kan den högre användas som ytterligare en säkerhet vid riskbedömningen vid nya projekt.

4.4 *Energipriser*

4.4.1 Ett svenskt energipris

4.4.1.1 Elektricitet

Ett medelvärde från 2008-2012 genom Vattenfall, tabell 7, används som grund för uppskattningen av det stabila elpriset. Elpriset kan antas följa Sveriges inflationsmål på 2 % samt ytterligare 3 %, summa 5 %.

Tabell 7: Svenska historiska elpriser 2008 - 2012 [öre/kWh]

	2008	2009	2010	2011	2012	Medelvärde 2008 - 2012
Januari	51,3	53,4	77,4	69,0	39,2	
Februari	45,4	50,9	102,3	63,2	52,4	
Mars	38,1	48,6	66,5	62,2	31,0	
April	49,6	46,7	51,6	54,3	32,7	
Maj	45,6	44,0	45,3	54,4	32,1	
Juni	63,7	47,3	46,5	49,9	29,5	
Juli	65,6	45,6	49,5	42,3	16,9	
Augusti	71,3	46,7	47,8	44,6	28,0	
September	80,0	45,6	53,7	35,4	30,7	
Oktober	69,1	45,6	54,4	34,5	35,9	
November	62,6	47,2	60,3	45,6	35,2	
December	56,7	59,2	90,9	35,3	44,8	
Medel	58,3	48,4	62,2	49,2	34,0	50,4

På detta medelvärde om 50,4 öre/kWh lades skatt på 29,30 öre/kWh och därefter 25 % moms. Till detta tillkom 20 öre/kWh i överföringsavgift. Summan blev 119,6 öre/kWh på en årsbasis.

4.4.1.2 Fjärrvärme

Det historiska fjärrvärmepriset [öre/kWh] i Uppsala mellan 2004-2012 för ett större flerfamiljshus med en förbrukning på 1000 MWh visas i tabell 8 (Svensk Fjärrvärme, 2013). För 2007 fanns ingen data.

Tabell 8: Svenska historiska fjärrvärmepriser 2004 - 2012 [öre/kWh]

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Ökning
60,88	63,38	64,25		70,00	72,75	74,69	76,25	78,20	3,16 %

Med tanke på eventuella felmarginaler kan samma antagande som för elpriset göras, nämligen att det kan antas följa Sveriges inflationsmål på 2 % samt ytterligare 3 %, summa 5 %.

4.4.2 Ett Europa-anpassat energipris

4.4.2.1 Elektricitet

Elpriset november 2012 var i Sverige (Vattenfall, 2013) 35,2 öre/kWh. På det lades skatt på 29,30 öre/kWh och därefter 25 % moms. Till detta kommer 20 öre/kWh i överföringsavgift. Summan var då: 100,6 öre/kWh. Priset i Tyskland var under samma period 0,25983 €/kWh (Europe's energy portal, 2013) vilket motsvarade 224 öre/kWh med en växlingskurs på 8,62 som gällde november 2012. Att anta att priset skulle vara lika högt är ett extremfall varför 50 % pålägg på det stabila energipriset kommer användas i denna rapport trots elpriset i Tyskland är mer än dubbelt så dyrt. Priset följer ECB inflationsmål på 2 %, samt ytterligare 3 %, summa 5 %.

4.4.2.2 Fjärrvärme

Fjärrvärme som sådan är ett lokalt medium för energi varför ingen eller en knapp inverkan kan antas följa av ett Europa-anpassat energipris varför det antas vara samma som för det svenska energipriset.

4.5 Kritik mot metoden

Kritiken och bristerna i metoden kan delas upp i fyra olika delar som alla var för sig kan innebära problem i sig och inverka på en ökad osäkerhet. Läsaren bör ha detta klart för sig varför de presenteras här och tydliggörs.

4.5.1 Byggnaden

Byggnadsmodellen har byggts upp som en skalbyggnad där rummets förhållanden räknats ut som andelar av den totala inneslutande volymen. Internlast och vädring har antagits med vedertagna schabloner, men det är fortfarande teoretiska värden. För verkliga värden måste en befintlig byggnad mätas upp under ett helt verksamhetsår.

4.5.2 Simuleringen

För simuleringen har ett förhållandevis enkelt program använts, dock ett kompetent sådant. Möjligen skulle andra program ge andra resultat. Vidare har ingen egentlig CO₂-styrning använts i simuleringen då programmet saknar den funktionen, varför en enklare CO₂-balansberäkning använts med en närvaro på 30 %. Även närvaron på 30 % kan vara en fråga för diskussion, men det är dock en närvarograd som använts i litteraturen för närvaro i skolor. När VIP ska simulera frikyla/nattkyla gör den det endast till den maximala temperaturen som angetts, i detta fall 26 °C varför grafen för temperaturen ser klippt ut. Ingen extra elenergi till fläktarna används dock.

4.5.3 Investeringskostnad

Kostnaderna för investeringarna är antagna på ett kvalificerat sätt med hjälp från tillverkarsidan, entreprenadsidan och litteraturen. Men sådana kostnader måste alltid kalkyleras för varje unikt objekt varför de kan variera mycket. En stor del i en LCC är just investeringskostnaderna varför skillnader slår stort i resultatet. Därför måste även denna del i bedömningen beaktas med eftertanke.

4.5.4 Ränta och energipris

Kalkylräntan är även en del som får en LCC att slå olika med år varför den bör väljas noggrant vid beräkningarna. Här kan en känslighetsanalys rekommenderas om det visar sig att kalkylräntan har en stor inverkan på resultatet.

Energipriset kan vara svårt att bedöma över en sådan lång period som 20 år. Att den kommer öka verkar de flesta vara överrens om, men med hur mycket? Proportionellt eller exponentiellt? Även det innebär en osäkerhet. I detta arbete har en proportionell ökning antagits, men om istället en exponentiell ökning använts kommer de energibesparande åtgärderna att bli mer ekonomiskt försvarbara.

5 Resultat

Resultaten presenteras dels som nuvärdeskostnaden som om kostnaden för systemet betalades direkt och summeras med följande energikostnader under 20 år. Resultaten presenteras även i form av årliga utbetalningar i det fall att investeringskostnaden för systemet lånas av en bank med en löptid på 20 år. Även den specifika energianvändningen samt eventuella problem med temperaturer tas upp.

5.1 Kostnader

Diagram 1, 3, 5 och 7 visar nuvärdet på de olika alternativen. De startar med investeringskostnaderna och ökar med driftskostnaderna som tar hänsyn till kalkylränta och energiprisförändringar. De visar alltså den totala mängden pengar som använts. Nuvärdet på y-axeln och år på x-axeln

Diagram 2, 4, 6 och 8 visar de årliga utbetalningarna i det fall investeringskostnaderna lånas. I de årliga utbetalningarna inbegriper ränta, amortering och drift.

5.1.1 Låg kalkylränta med svenskt energipris

Här syns det i diagram 1 att en manuell VAV enligt nuvärdesmetoden blir ekonomisk efter ca 9 år och CO₂-styrd VAV efter 15 år. Om årliga utbetalningar däremot i diagram 2 beaktas ter sig båda VAV-metoderna intressanta, dock är den manuella fördelaktig.

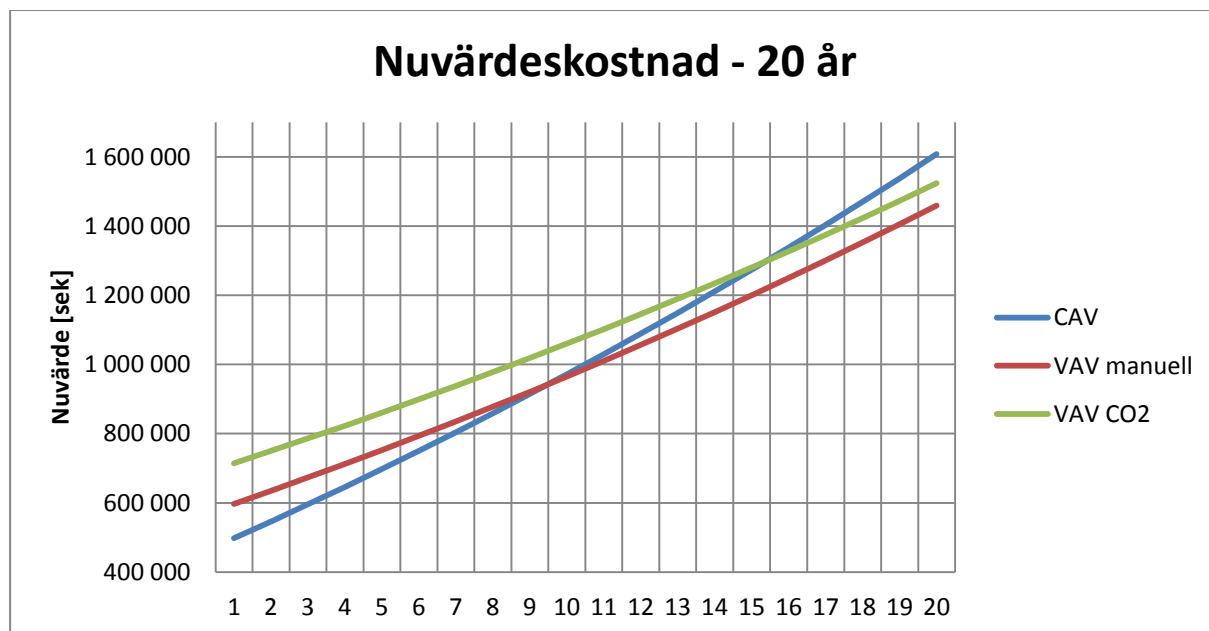


Diagram 1: Nuvärdeskostnad – låg kalkylränta, svensk energipris

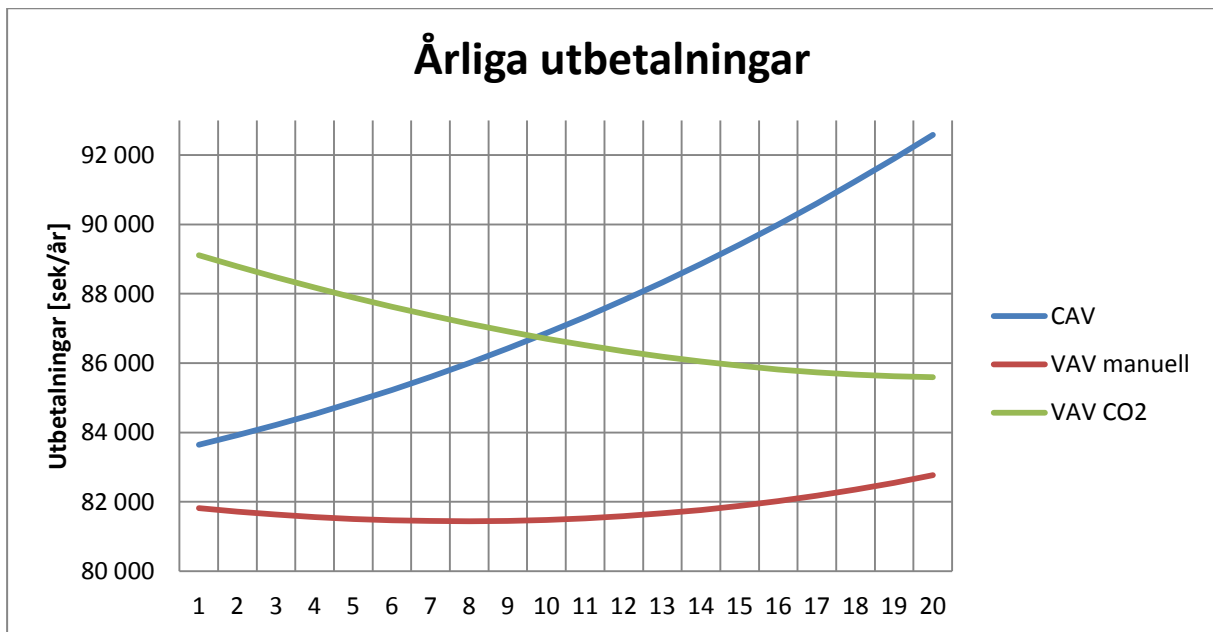


Diagram 2: Årliga utbetalningar – låg kalkylränta, svensk energipris

5.1.2 Hög kalkylränta med svenskt energipris

Med samma energipris som tidigare, men med en högre kalkylränta bli läget ett annat. Här tar det ca 13 år för manuell VAV och CO₂-styrd VAV kommer aldrig ifatt enligt diagram 3. Med årliga utbetalningar i diagram 4 är resultatet liknande. Jämfört med 5.1.1 ger kalkylräntan ger ett stort utslag i resultatet.

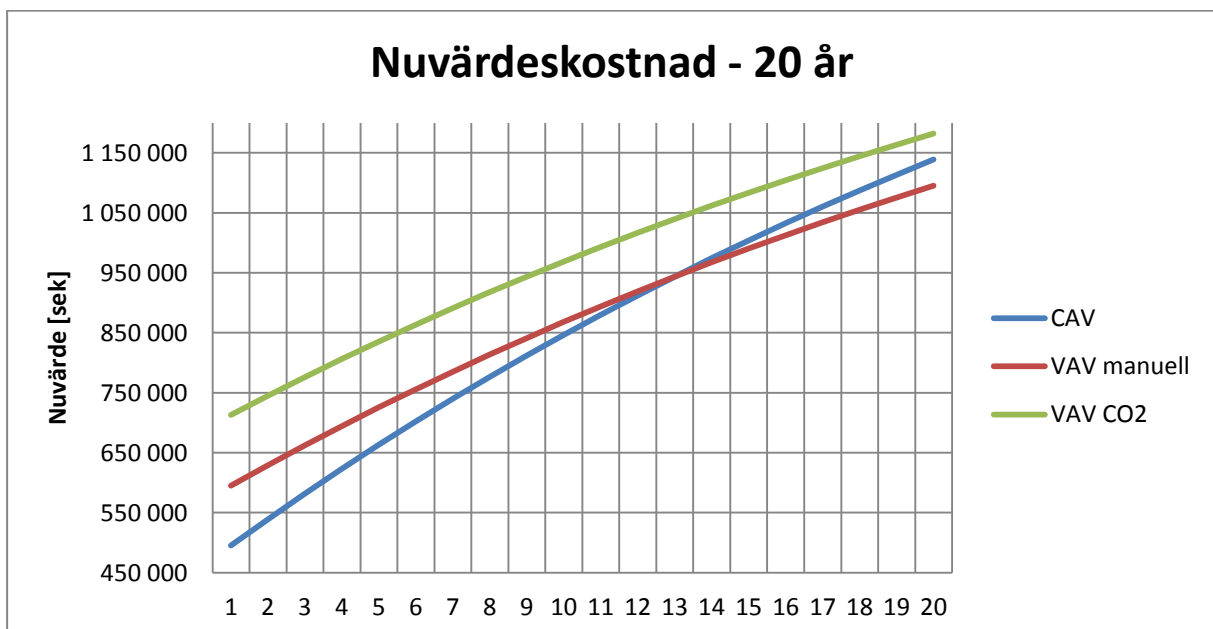


Diagram 3: Nuvärdeskostnad – hög kalkylränta, svensk energipris

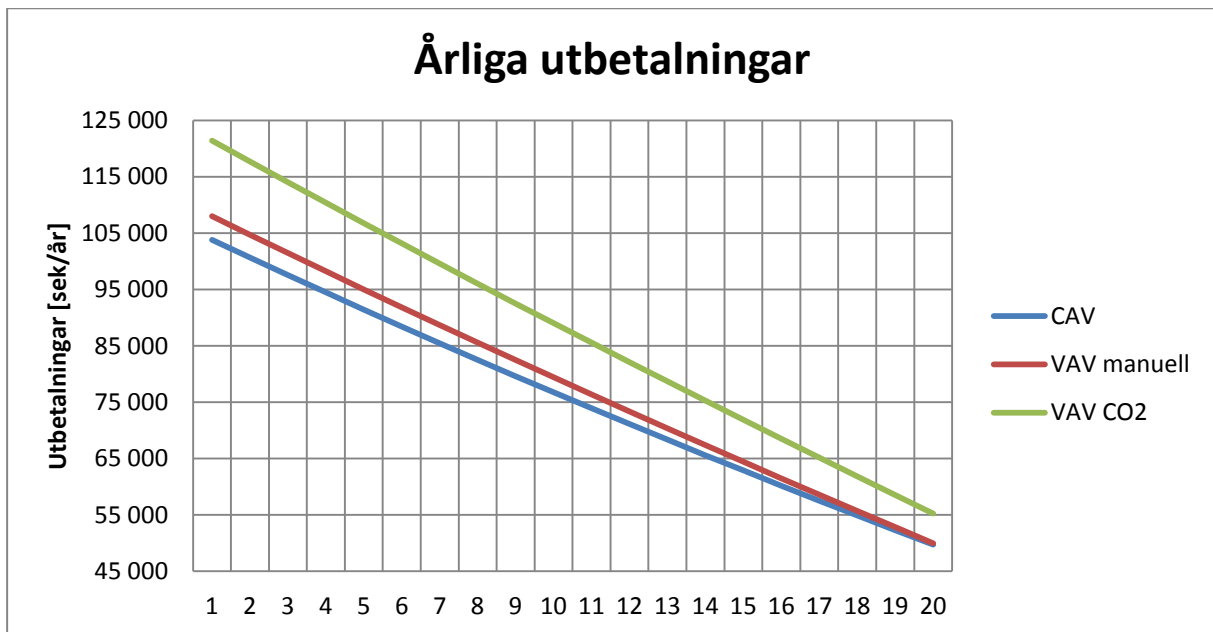


Diagram 4: Årliga utbetalningar – hög kalkylränta, svensk energipris

5.1.3 Låg kalkylränta med Europa-anpassat energipris

När kalkylräntan är låg och energipriset högt visar det sig mest fördelaktigt med VAV enligt diagram 5. Manuell VAV ligger på ca 6,5 år och CO₂-styrd VAV på 11 år. Sett till utbetalningarna i diagram 6 är båda VAV bättre än CAV, dock är den manuella VAV bäst igen.

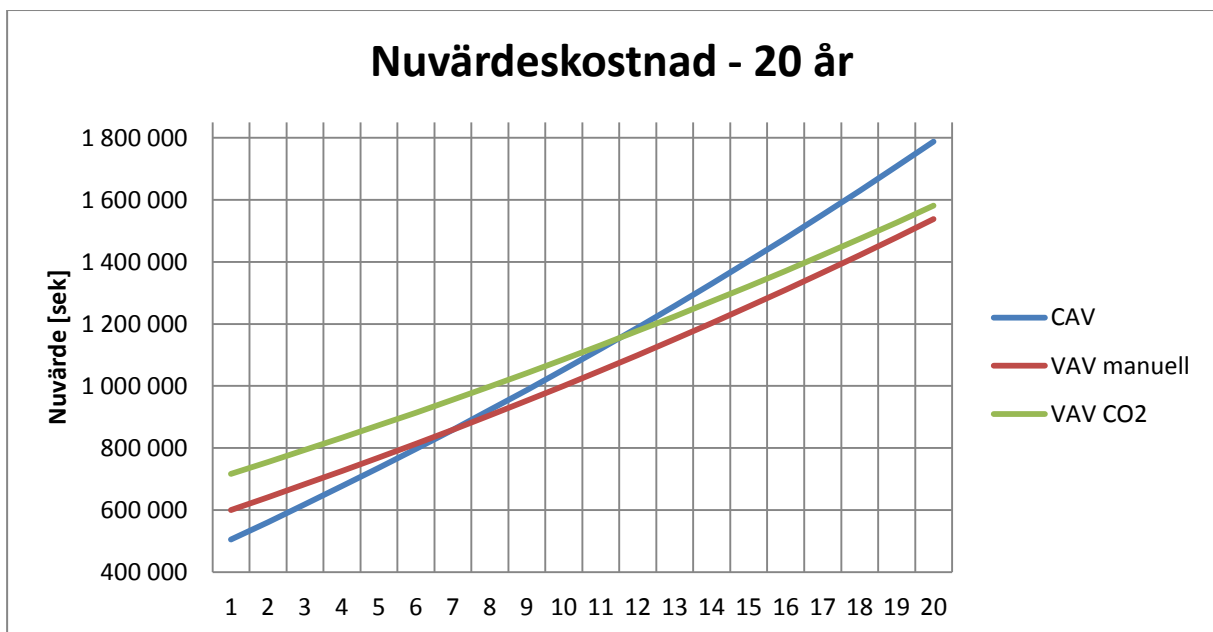


Diagram 5: Nuvärdeskostnad – låg kalkylränta, Europa-anpassat energipris

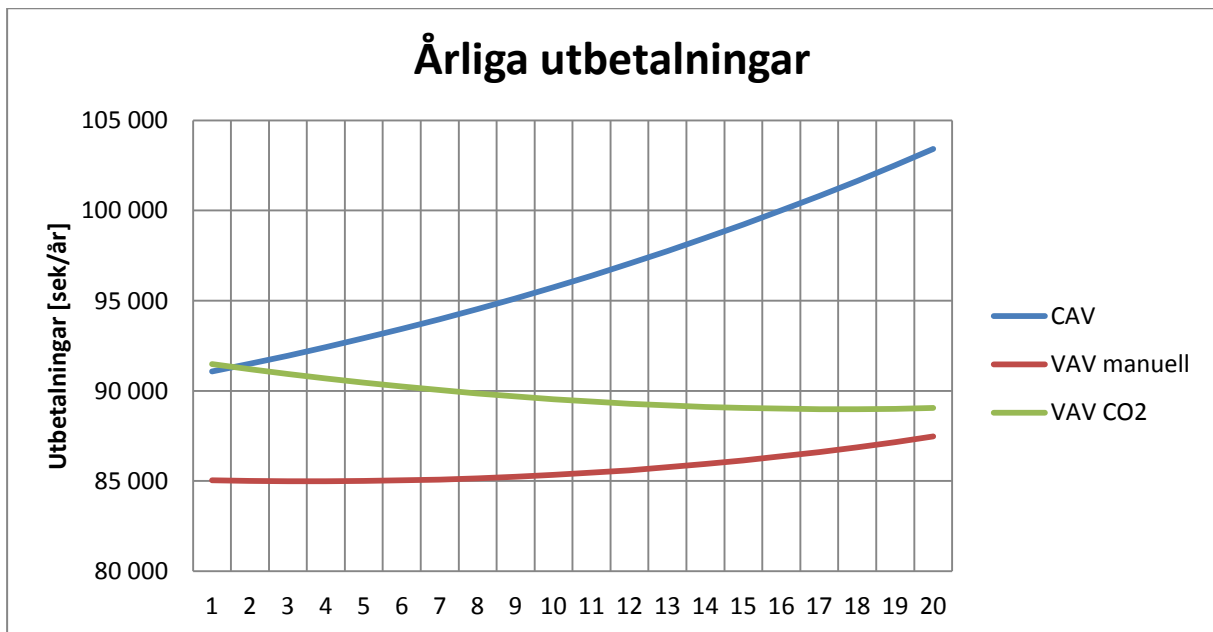


Diagram 6: Årliga utbetalningar – låg kalkylränta, Europa-anpassat energipris

5.1.4 Hög kalkylränta med Europa-anpassat energipris

Vid höga energipriser och hög kalkylränta tar det ca 8 år för manuella VAV och ca 16 år för CO₂-styrd VAV enligt diagram 7. Utbetalningarna i diagram 8 för CAV och manuell VAV ter sig lika medan CO₂-styrd VAV är kostsammast.

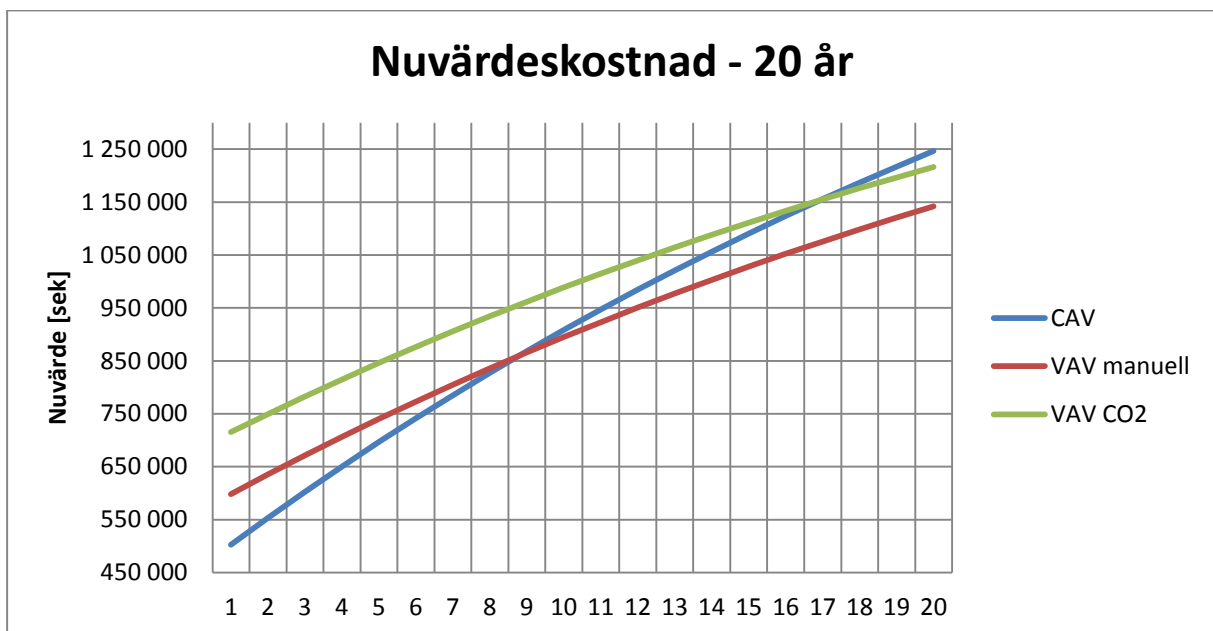


Diagram 7: Nuvärdeskostnad – hög kalkylränta, Europa-anpassat energipris

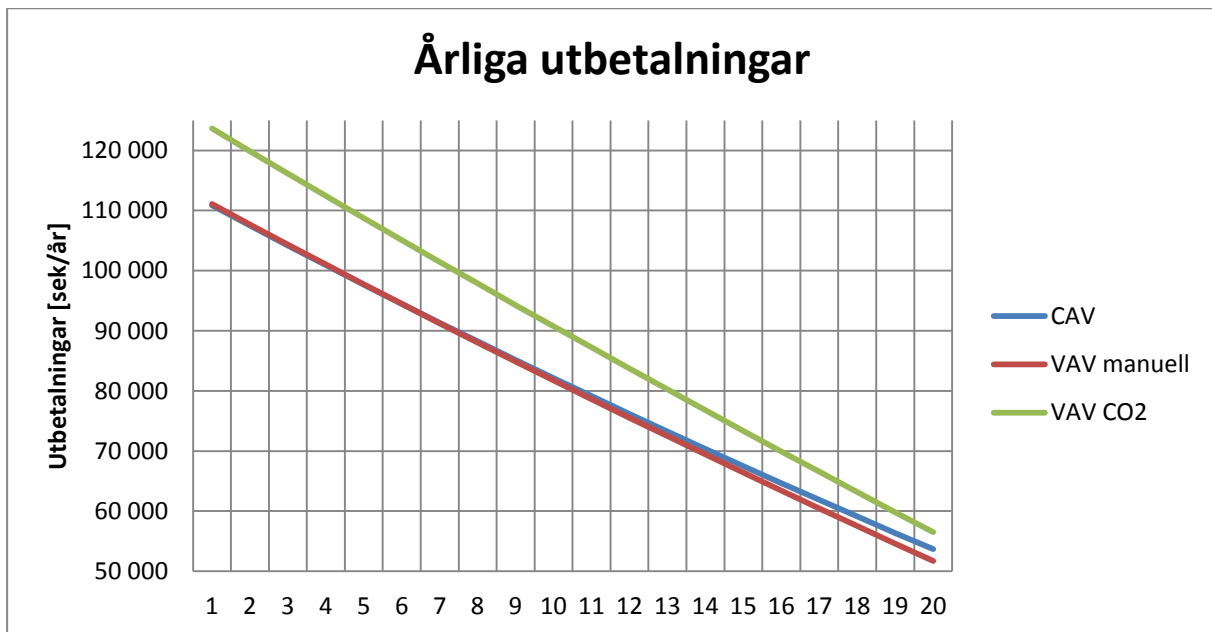


Diagram 8: Årliga utbetalningar – hög kalkylränta, Europa-anpassat energipris

5.2 Specifik energianvändning

Den specifika energianvändningen i tabell 9 förändras med fördel till lägre ventilationsflöden.

Observera att denna specifika energianvändning inte tar upp alla energianvändning som ska tas upp i den specifika energianvändningen. Men den inbördes skillnaden är intressant.

Tabell 9: Specifik energianvändning

CAV	VAV – manuell	VAV – CO ₂
47 kWh/år*m ²	39 kWh/år*m ²	37 kWh/år*m ²

Detta innebär om en byggnad som ska byggas har problem med att klara de krav som BBR ställer kan en annan systemlösning med ventilationen hjälpa till med att reducera den specifika energianvändningen.

5.3 Temperatur

För att klara kravet på 26 °C sommartid simulerades alla tre system med att försöka hålla temperaturen under 25 °C för trögheten i systemets skull. All kylning sker passivt medelst forcering och frikyla. Ingen temperaturreglering sker under sommarlovet. Puckeln i mitten är sommarlovet. Y-axeln betecknar temperaturen och x-axeln betecknar ett helt år med början från januari till vänster till december till höger.

Det framkommer tydligt att en sänkning i ventilationen innebär högre temperaturer. I bild 1 syns det fyra staplar (tillfällena, längre eller kortare) bortsett från sommarlovet då temperaturen överstiger 26 °C. I bild 2 syns det tolv staplar och bild 3 visar också tolv staplar, dock något bredare än bild 2. I regel syns det dock att temperaturer i närheten av 26 °C är betydligt mer frekvent med minskad ventilation.

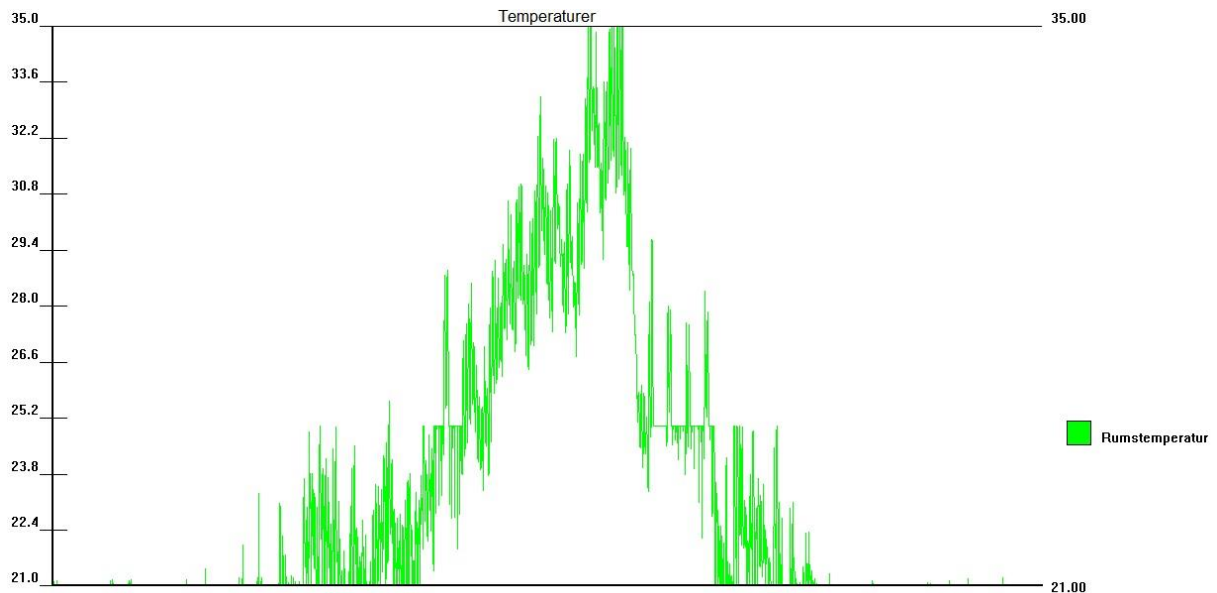


Bild 1: Innetemperaturer under året, januari till december. – CAV

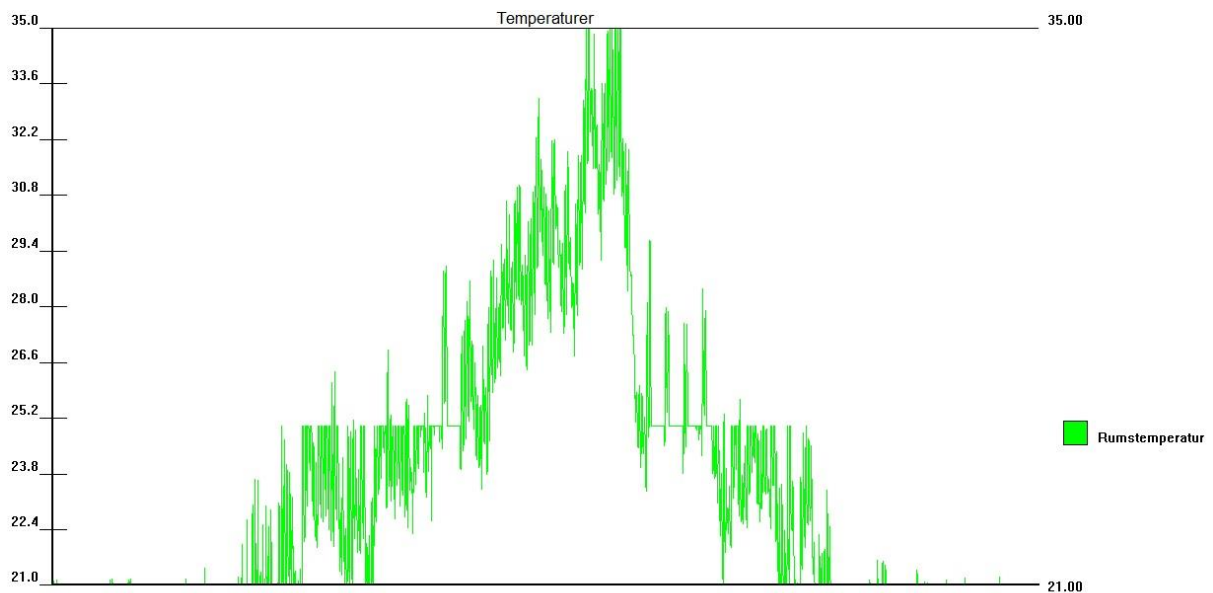


Bild 2: Innetemperaturer under året, januari till december. – VAV manuell

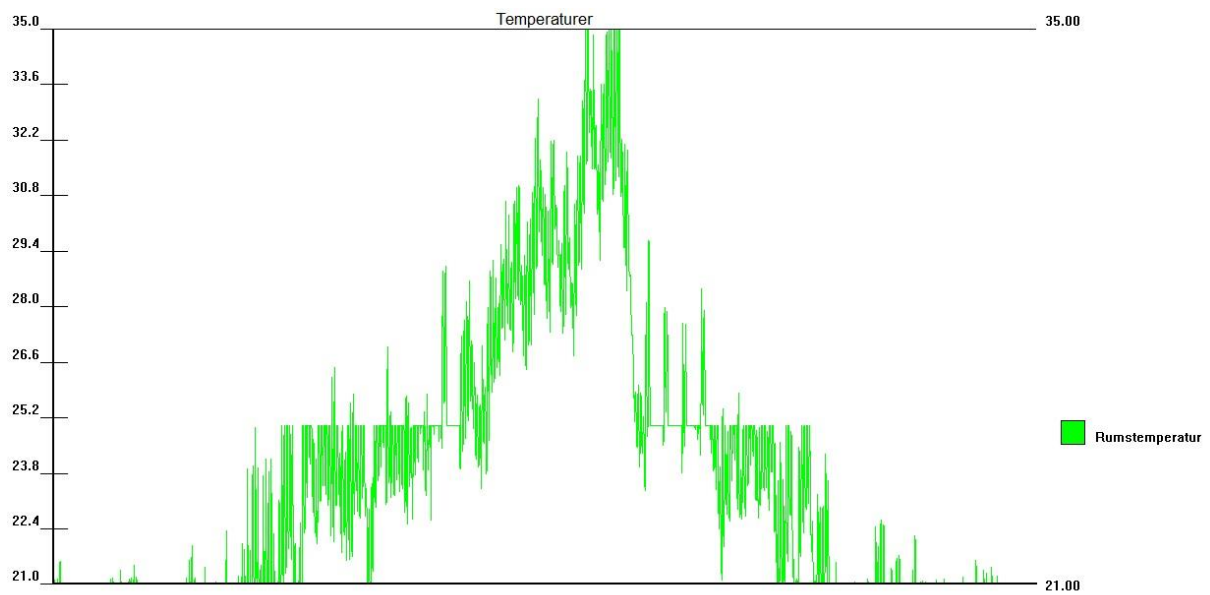


Bild 3: Innetemperaturer under året, januari till december. – VAV CO₂

6 Diskussion

När det kommer till att tolka resultaten gäller det att beakta de ekonomiska aspekterna såväl som komfort samt prestation när det gäller en skola. Arbetets syfte var i första hand det ekonomiska varför det kommer diskuteras till störst del. Men även flöden och temperaturer diskuteras.

När det gäller det ekonomiska finns det två typer av resultat; nuvärdesmetoden samt utbetalningsmetoden. Båda metoderna har lite olika resultat. Vanligen när en kommun bygger en skola är det budgeterar så de kan betala den direkt, vilket talar för nuvärdesmetoden. Utbetalningsmetoden antar istället att kommunen lånar pengar till investeringen som de amorterar under en period av 20 år. Ser vi till nuvärdesmetoden ser vi att behovsstyrd ventilation främjas av höga energipriser och låga kalkylräntor. Men även med höga energipriser och låg kalkylränta tar det ca 7 år för nuvärdet för den manuella VAV att understiga traditionell CAV. För CO₂-styrd VAV tar det ca 11,5 år. Under dessa 20 år passerar aldrig manuell VAV CO₂-styrd VAV, varför manuellt styrd VAV är lämpligare än CO₂-styrt. Men även så tar det 7 år för den manuella VAV vilket kan vara lång tid för en beställare att acceptera. Anledningen till resultatet är merkostnaderna vid de mer avancerade VAV-systemen som väger tyngre än energikostnaderna.

Om fallet med utbetalningsmetoden används blir läget ett annat. I detta fall då investeringskostnaden delas upp under 20 år väger energikostnaderna tyngre, och det trots räntekostnaderna för lånen. Här påverkar dock kalkylräntan mer vilket visar sig i att de olika resultaten inom samma kalkylränta ser snarlika ut på diagrammen. I diagram 2 och 6 med låg kalkylränta manuell VAV mest ekonomiskt med god marginal. I diagram 4 är det faktiskt CAV som är mest fördelaktigt medan i diagram 8 är det med liten marginal bättre med manuell VAV. I diagram 2 och 6 ser vi att trenden för CO₂-styrt pekar mot lägre kostnader, men inte inom tidsperioden 20 år. Även här är anledningen till merkostnaderna för de avancerade systemen överstiger besparingarna med sänkt ventilation.

Varför ger inte behovsstyrd ventilation ett tydligare och bättre resultat? En av anledningarna framkom under simuleringarna. Årsverkningsgraden på värmeväxlaren var betydligt lägre med minskad ventilation varför besparingarna inte var proportionella med den minskade användningen. Ytterligare en anledning har även den med värmeväxlaren att göra. Det är effektiviteten på den. Växlaren hade en momentan verkningsgrad på 80 %, och i fallet med CAV en årsverkningsgrad på 55 %. I båda fallen med behovsstyrd ventilation var årsverkningsgraden lägre.

Ytterligare något att nämna är flöden och temperaturen i skolmiljön. Som det togs upp i bakgrunden så visade Wargocki och Wyon (2007) att elevernas prestation ökade om temperaturen låg närmare 20 °C

än 25 °C, samt flöden på 10 l/s*elev hellre än 5 l/s*elev. Som syns i resultaten under 5.3 syns det att högre flöden ger lägre temperaturer invändigt. Tabell 4 anger flödena per elev i de olika fallen, och där uppnår endast manuell VAV samt CAV de undersökta 10 l/s*elev.

Till sist några ord om specifika energianvändningen. Dessa värden som presenteras i tabell 9 är lägre än de faktiska då inte allt beaktas då det främst innehåller värden som har med ventilation och internlast att göra. Men relativt stämmer de. Största skillnaden är 10 kWh/år*m². Detta kan få inverkan om byggnaden ska miljömärkas då olika krav ställs upp, så det kan vara ett incitament vid just miljöbedömning.

6.1 Slutsats

Slutsatsen i detta arbete är att det kan löna sig med VAV, men att med de stora merkostnaderna för installation tar bort fördelarna med den minskade energianvändningen. Med tiden kommer antagligen dessa merkostnader minska, men i nuläget är de kostsamma. Merkostnaden för den manuella VAV kan däremot vara ekonomisk försvarbar.

Rekommendation av denna rapport, med en avvägning mellan ekonomi, komfort och energiprestanda, i just detta fall med en skola av denna storlek och isoleringsgrad med endast frikyla, är en manuellt styrd VAV med forceringsknappar i de rum som behöver forceras så som lektions-salar.

6.2 Förslag framtida forskning

Eftersom denna skola endast använder sig av frikyla, och inte mekanisk kyla skulle det vara av intresse att se hur en liknande byggnad skulle simuleras med mekanisk kyla. Kan besparingen av den dyra kylan rättfärdiga merkostnaden av VAV?

Ytterligare undersökningar på andra skolor är även de önskvärda. Är det endast denna skola som det inte är ekonomiskt med CO₂-styrd VAV, eller skiljer det sig från skolor till skolor?

7 Referenser

- Aktacir, M.A et al.2005. Life-cycle cost analysis for constant-air-volume and variable-air-volume air-conditioning systems. *Applied Energy* 83, 2006. P. 606-627.
- Bornehag, CG et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case-control study. *Environmental Health Perspective* 2004;112(14) P. 1393-1397.
- Europe's energy portal, 2013. <http://www.energy.eu/> (hämtad 2013-05-26)
- Fahlberg, K. et al. 2011. Kommuner och klimatåtgärder – En litteraturstudie av det aktuella kunskapsläget om klimatåtgärdernas potentialer och kostnadseffektivitet. TRITA – IM 2011:18. 1402-7615 SKL Juni 2011.
- Johansson D. 2005. Modelling life cycle cost for indoor climate systems. Doctoral thesis, Building Physics, Lund University, Lund, Sweden, 2005 [TVBH-1014]
- Leach, J.A. et al. 1996. The Canadian human activity pattern survey: report of methods an population surveyed. *Chronic Dieases in Canada*. 1996; 17(3-4) p118-123.
- Svensk Fjärrvärme, 2013. Fjärrvärmepriser. <http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarmepriser/> (hämtad 2013-05-27)
- Vattenfall, 2013. Historik över Rörligt elpris. <http://www.vattenfall.se/sv/rorligt-elpris-historik.htm> (hämtad 2013-05-26)
- Wargocki, P., D.P. Wyon, B. 2007. The effects of Moderately Raised Classroom Temperatures and Classroom Ventilation Rate on the Performance of Schoolwork by Children. *HVAC&R Research*, Vol. 13, No. 2, March 2007. P. 193-220.

8 Bilagor

8.1 Resultatfil – VIP, CAV

8.2 Resultatfil – VIP, Manuell VAV

8.3 Resultatfil – VIP, VAV CO₂

Projekt: Datum:
 Beskrivning:
 Utfört av: Sign: Signatur
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\CAVTIM~1.VIP Företag:

KOMMENTARER

Användaruppgifter läser programmet in från filen Title.vpd när programmet startas. Uppgifterna i filen uppdateras under Katalogdata->Uppdatering av kataloger. Kryssrutan för användaruppgifter ska vara ifylld.

Projektamn och Beskrivning hämtar programmet från aktuell indatafil

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	20.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:70 SV:70 V:70 NV:70 N:70 NO:70 O:70 SO:70
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:20 SV:20 V:20 NV:20 N:20 NO:20 O:20 SO:20 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Ej Bostad
Ventilationsvolym	3600.0 [m³]
Golvarea	1200.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 [W/m*K]

Klimatdata

UPPSALA 2000-2009	Latitud	59.9	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	29.1	6.6	-20.2	°C
Vindhastighet	13.6	3.1	0.0	m/s
Solstrålning global	849.0	105.5	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	81.6	27.0	%

Aktuellt Hus

Byggedelstyper 1-dimensionella - Katalog

Byggedelstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta- U-värde W/m²K	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %
Tak Btg	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.100	0.010	0.50	70.00
	Lösssprutad ull	0.400	0.042	40	800				
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				
Vägg puts 195/50	KC-Bruk	0.010	1.000	1800	800	0.165	0.010	0.80	50.00
	Cellplast 36	0.050	0.036	25	1400				
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Reglar s600	0.195	0.045	87	961				
Grund	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Isodrän 60	0.200	0.042	55	1400	0.198	0.010	0.80	0.00
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\CAVTIM~1.VIP

Företag:

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Södervägg	Vägg puts 195/50	SÖDER	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Norrvägg	Vägg puts 195/50	NORR	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Västervägg	Vägg puts 195/50	VÄSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Östervägg	Vägg puts 195/50	ÖSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 0-1 m	96.0m ²	0.0	6.0		0	0.171 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 1-6 m	504.0m ²	0.0	6.0		0	0.126 W/m ² K
Grund	Tak Btg	TAK	600.0m ²	0.0	6.0		0	0.110 W/m ² K

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthets- faktor q50 l/s,m ²	Sol- skydd
Söder	2-Glas Energi Ar	SÖDER	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Norr	2-Glas Energi Ar	NORR	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Väster	2-Glas Energi Ar	VÄSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Öster	2-Glas Energi Ar	ÖSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	

Driftdata

Driftfalls- benämning	Verksam- hets- energi rumsluft W/m ²	Verksam- hets- energi rumsluft W/lgh	Verksam- hets- energi extern W/m ²	Fastig- hets- energi rumsluft W/m ²	Fastig- hets- energi extern W/m ²	Person- värme W/m ²	Tapp- varm- vatten W/m ²	Tapp- varm- vatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
Skola 22 Dag	8.00	0.00	0.00	1.00	0.40	8.00	4.50	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Natt	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Helg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	21.00

Drifttider

Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid	Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid
Skola 22 Dag	Måndagar	1 - 23	7 - 17		Tisdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	17 - 24		Onsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	0 - 7		Torsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Helg	Måndagar	24 - 33	0 - 24		Fredagar	==	Måndagar
Skola 22 Dag	Måndagar	34 - 53	7 - 17	Skola 22 Helg	Lördagar	1 - 53	0 - 24
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	17 - 24		Söndagar	==	Lördagar
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	0 - 7				

Ventilationsaggregat

Aggregat- benämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Reglerfall
Agg1	600.00	50.00	500.00	50.00	Mitt

Reglerfall

Reglerfall	Reglertyp	Utetemperatur L	Reglervärde L	Utetemperatur H	Reglervärde H
Mitt	Återvinning	0.00 °C	80.00 %	0.00 °C	80.00 %

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\CAVTIM~1.VIP

Företag:

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Aggregat-benämning	Vecko-dagar	Tilluft [l/s]	Frånluft [l/s]	Vecko-nummer	Starttid-Sluttid
Agg1					
	Måndagar	2520.0	2520.0	1 - 23	7 - 17
	Måndagar	2520.0	2520.0	34 - 53	7 - 17
	Tisdagar	==	Måndagar		
	Onsdagar	==	Måndagar		
	Torsdagar	==	Måndagar		
	Fredagar	==	Måndagar		

Värme och kyla

Värmesystem	Driftspunkt 1	Driftspunkt 2
Utetemperatur	-20.0	20.0
Framledningstemperatur	55.0	20.0
Returtemperatur	45.0	20.0
TAPPVARMVATTEN		
Kallvattentemperatur	8.0	[°C]
Varmvattentemperatur	55.0	[°C]

ÖVRIGT

El cirkpump värmesystem 0.00 % av energiförsörjning till rum och luft

Lägsta dimensionerande utetemperatur för uppvärmning -100.0 °C

Högsta dimensionerande utetemperatur för komfortkyla 100.0 °C

Passiv kyla

RESULTAT

Beräkningsdatum 2013-02-18 11:04:05

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

Period	Avgiven energi (23)	energi (24)	kWh (21)	(28)	(22)	Tillförd energi (27)	kWh (20)	(19)	(29)	(18)	(25)	(45)	(33)	(34)
	Trans-mission	Luft-läck-age	Venti-lation	Spill-vatten	Passiv kyla	Sol-energi fönster	Åter-vinning vent.	Åter-vinning VP	Åter-vinning tappvv.	Sol-fång-are	Person-värme	Process-energi till rum	Värme-försörj-ning	Elför-sörj-ning
Mån 1	6983	1687	14687	1134	0	175	10981	0	0	0	2016	3326	6723	1260
Mån 2	6479	1545	14187	1080	0	475	10512	0	0	0	1920	3168	6024	1195
Mån 3	6513	1436	13845	1242	0	2676	8714	0	0	0	2208	3643	4500	1354
Mån 4	4802	939	8627	1134	5	4800	2427	0	0	0	2016	3326	1757	1192
Mån 5	3890	682	6749	1188	739	5133	501	0	0	0	2112	3485	1239	1224
Mån 6	3911	651	889	162	326	5131	0	0	0	0	288	475	162	166
Mån 7	4263	676	0	0	16	5314	0	0	0	0	0	0	0	0
Mån 8	3373	510	2271	702	2452	3845	0	0	0	0	1248	2059	702	721
Mån 9	3396	576	6438	1188	477	3142	634	0	0	0	2112	3485	1261	1226
Mån 10	4370	842	8587	1134	0	1030	4054	0	0	0	2016	3326	3037	1231
Mån 11	5343	1158	12573	1188	0	199	8636	0	0	0	2112	3485	4500	1302
Mån 12	6457	1491	14172	1188	0	111	10378	0	0	0	2112	3485	5914	1312
Summa	59780	12195	103024	11340	4016	32030	56836	0	0	0	20160	33264	35819	12183

Projekt:
 Beskrivning:
 Utfört av:
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\CAVTIM~1.VIP

Datum:
 Sign: Signatur
 Företag:

Nyckeltal

	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	74.93	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	14.34	[Wh/m ² °C]
Medeltemperatur	21.00	[°C]
Medelvärde ventilation	604.11	[l/s]
Processenergi medel	3.26	[W/m ²]
Personvärme medel	1.92	[W/m ²]
Omslutningsarea	1800.00	[m ²]
Omsl. area x U-Värde(BBR16)	435.65	W/K
Luftläckage vid 50 Pa	1260.00	[l/s]
Invändigt tryck medel	-2.6	[Pa]
Specifik fläkteffekt	2.2	[kW/(m ³ /s)]
Omslutnings-/Golv-area	1.50	

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgivenenergi		
(23)Transmission	59780	49.82
(24)Luftläckage	12195	10.16
(21)Ventilation	103024	85.85
(28)Spillvatten	11340	9.45
(22)Passiv kyla	4016	3.35

Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	32030	26.69
(20)Återvinning ventilation	56836	47.36
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	33264	27.72
(25)Personvärme	20160	16.80
(34)Elförsörjning	12183	10.15
(33)Värmeförsörjning	35819	29.85

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMEFÖRSÖRJNING	35819	29.85	(15)Cirk.pump värme	541	0.45
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	(10)Cirk.pump solf.	0	0.00
(2)Värmesystem	24479	20.40	(12)Cirk.pump kyla	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	11340	9.45	(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00
(47+48)BYGGNADENSKYLBEHOV	0	0.00	(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00
(47)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(4)Ventilationsaggregat	0	0.00
(48)Kylning i rumsluft	0	0.00	(5)Värmesystem	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	12183	10.15	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	6350	5.29	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	5292	4.41	(8)Värmesystem	0	0.00

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\CAVTIM~1.VIP

Företag:

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00
(20)ÅTERVINNING VENTILATION	56836	47.36	(39)Fastighetsenergi rumsluft	2520	2.10
(51)Värmeväxling	56836	47.36	(46)Fastighetsenergi extern	1008	0.84
(50)Återluft	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	63187	52.66
(26)PROCESSENERGI	34272	28.56	(43)VÄRMESYSTEM	25020	20.85
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	30744	25.62	(44)TAPPVARMVATTEN	11340	9.45

Projekt: Datum:
 Beskrivning: Sign: Signatur
 Utfört av: Företag:
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVMAN~1.VIP

KOMMENTARER

Användaruppgifter läser programmet in från filen Title.vpd när programmet startas. Uppgifterna i filen uppdateras under Katalogdata->Uppdatering av kataloger. Kryssrutan för användaruppgifter ska vara ifylld.

Projektnamn och Beskrivning hämtar programmet från aktuell indatafil

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	20.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:70 SV:70 V:70 NV:70 N:70 NO:70 O:70 SO:70
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:20 SV:20 V:20 NV:20 N:20 NO:20 O:20 SO:20 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Ej Bostad
Ventilationsvolym	3600.0 [m³]
Golvarea	1200.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 [W/m*K]

Klimatdata

UPPSALA 2000-2009	Latitud	59.9	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	29.1	6.6	-20.2	°C
Vindhastighet	13.6	3.1	0.0	m/s
Solstrålning global	849.0	105.5	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	81.6	27.0	%

Aktuellt Hus

Byggdeltstyper 1-dimensionella - Katalog

Byggdeltstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta- U-värde W/m²K	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %
Tak Btg	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.100	0.010	0.50	70.00
	Lösssprutad ull	0.400	0.042	40	800				
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				
Vägg puts 195/50	KC-Bruk	0.010	1.000	1800	800	0.165	0.010	0.80	50.00
	Cellplast 36	0.050	0.036	25	1400				
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Reglar s600	0.195	0.045	87	961				
Grund	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Isodrän 60	0.200	0.042	55	1400	0.198	0.010	0.80	0.00
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVMAN~1.VIP

Företag:

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Södervägg	Vägg puts 195/50	SÖDER	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Norrvägg	Vägg puts 195/50	NORR	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Västervägg	Vägg puts 195/50	VÄSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Östervägg	Vägg puts 195/50	ÖSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 0-1 m	96.0m ²	0.0	6.0		0	0.171 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 1-6 m	504.0m ²	0.0	6.0		0	0.126 W/m ² K
Grund	Tak Btg	TAK	600.0m ²	0.0	6.0		0	0.110 W/m ² K

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthets- faktor q50 l/s,m ²	Sol- skydd
Söder	2-Glas Energi Ar	SÖDER	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Norr	2-Glas Energi Ar	NORR	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Väster	2-Glas Energi Ar	VÄSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Öster	2-Glas Energi Ar	ÖSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	

Driftdata

Driftfalls- benämning	Verksam- hets- energi rumsluft W/m ²	Verksam- hets- energi rumsluft W/lgh	Verksam- hets- energi extern W/m ²	Fastig- hets- energi rumsluft W/m ²	Fastig- hets- energi extern W/m ²	Person- värme W/m ²	Tapp- varm- vatten W/m ²	Tapp- varm- vatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
Skola 22 Dag	8.00	0.00	0.00	1.00	0.40	8.00	4.50	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Natt	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Helg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	21.00

Drifttider

Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid	Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid
Skola 22 Dag	Måndagar	1 - 23	7 - 17		Tisdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	17 - 24		Onsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	0 - 7		Torsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Helg	Måndagar	24 - 33	0 - 24		Fredagar	==	Måndagar
Skola 22 Dag	Måndagar	34 - 53	7 - 17	Skola 22 Helg	Lördagar	1 - 53	0 - 24
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	17 - 24		Söndagar	==	Lördagar
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	0 - 7				

Ventilationsaggregat

Aggregat- benämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Reglerfall
Agg1	600.00	50.00	500.00	50.00	Mitt

Reglerfall

Reglerfall	Reglertyp	Utetemperatur L	Reglervärde L	Utetemperatur H	Reglervärde H
Mitt	Återvinning	0.00 °C	80.00 %	0.00 °C	80.00 %

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVMAN~1.VIP

Företag:

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Aggregat-benämning	Vecko-dagar	Tilluft [l/s]	Frånluft [l/s]	Vecko-nummer	Starttid-Sluttid
Agg1					
	Måndagar	1050.0	1050.0	1 - 23	7 - 17
	Måndagar	1050.0	1050.0	34 - 53	7 - 17
	Tisdagar	==	Måndagar		
	Onsdagar	==	Måndagar		
	Torsdagar	==	Måndagar		
	Fredagar	==	Måndagar		

Värme och kyla

Värmesystem	Driftspunkt 1	Driftspunkt 2
Utetemperatur	-20.0	20.0
Framledningstemperatur	55.0	20.0
Returtemperatur	45.0	20.0
TAPPVARMVATTEN		
Kallvattentemperatur	8.0	[°C]
Varmvattentemperatur	55.0	[°C]

ÖVRIGT

El cirkumpump värmesystem 0.00 % av energiförsörjning till rum och luft

Lägsta dimensionerande utetemperatur för uppvärmning -100.0 °C

Högsta dimensionerande utetemperatur för komfortkyla 100.0 °C

Passiv kyla

RESULTAT

Beräkningsdatum 2013-02-18 11:04:53

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

Period	Avgiven energi kWh	energi kWh	kWh			Tillförd energi kWh	energi kWh							
	(23)	(24)	(21)	(28)	(22)	(27)	(20)	(19)	(29)	(18)	(25)	(45)	(33)	(34)
	Trans-mission	Luft-läck-age	Venti-lation	Spill-vatten	Passiv kyla	Sol-energi fönster	Åter-vinning vent.	Åter-vinning VP	Åter-vinning tappvv.	Sol-fång-are	Person-värme	Process-energi till rum	Värme-försörj-ning	Elför-sörj-ning
Mån 1	6983	1687	6120	1134	0	175	3630	0	0	0	2016	3326	6198	569
Mån 2	6479	1545	5911	1080	0	475	3454	0	0	0	1920	3168	5466	536
Mån 3	6578	1454	5930	1242	2	2676	2141	0	0	0	2208	3643	4107	597
Mån 4	5194	1043	4135	1134	639	4800	19	0	0	0	2016	3326	1439	498
Mån 5	4334	788	3380	1188	2348	5133	0	0	0	0	2112	3485	1211	509
Mån 6	3928	655	388	162	717	5131	0	0	0	0	288	475	162	69
Mån 7	4263	676	0	0	16	5314	0	0	0	0	0	0	0	0
Mån 8	3376	511	955	702	3340	3845	0	0	0	0	1248	2059	702	300
Mån 9	3791	667	3226	1188	1646	3142	0	0	0	0	2112	3485	1188	508
Mån 10	4552	878	3880	1134	20	1030	616	0	0	0	2016	3326	2566	537
Mån 11	5347	1158	5250	1188	0	199	2154	0	0	0	2112	3485	4382	583
Mån 12	6457	1491	5905	1188	0	111	3137	0	0	0	2112	3485	5613	587
Summa	61282	12554	45080	11340	8729	32030	15151	0	0	0	20160	33264	33033	5294

Projekt:
 Beskrivning:
 Utfört av:
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVMAN~1.VIP

Datum:
 Sign: Signatur
 Företag:

Nyckeltal

	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	74.93	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	14.34	[Wh/m ² °C]
Medeltemperatur	21.00	[°C]
Medelvärde ventilation	251.71	[l/s]
Processenergi medel	3.26	[W/m ²]
Personvärme medel	1.92	[W/m ²]
Omslutningsarea	1800.00	[m ²]
Omsl. area x U-Värde(BBR16)	435.65	W/K
Luftläckage vid 50 Pa	1260.00	[l/s]
Invändigt tryck medel	-2.6	[Pa]
Specifik fläkteffekt	2.2	[kW/(m ³ /s)]
Omslutnings-/Golv-area	1.50	

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgivenenergi		
(23)Transmission	61282	51.07
(24)Luftläckage	12554	10.46
(21)Ventilation	45080	37.57
(28)Spillvatten	11340	9.45
(22)Passiv kyla	8729	7.27

Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	32030	26.69
(20)Återvinning ventilation	15151	12.63
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	33264	27.72
(25)Personvärme	20160	16.80
(34)Elförsörjning	5294	4.41
(33)Värmeförsörjning	33033	27.53

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMFÖRSÖRJNING	33033	27.53	(15)Cirk.pump värme	443	0.37
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	(10)Cirk.pump solf.	0	0.00
(2)Värmesystem	21693	18.08	(12)Cirk.pump kyla	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	11340	9.45	(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00
(47+48)BYGGNADENSKYLBEHOV	0	0.00	(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00
(47)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(4)Ventilationsaggregat	0	0.00
(48)Kylning i rumsluft	0	0.00	(5)Värmesystem	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	5294	4.41	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	2646	2.21	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	2205	1.84	(8)Värmesystem	0	0.00

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVMAN~1.VIP

Företag:

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00
(20)ÅTERVINNING VENTILATION	15151	12.63	(39)Fastighetsenergi rumsluft	2520	2.10
(51)Värmeväxling	15151	12.63	(46)Fastighetsenergi extern	1008	0.84
(50)Återluft	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	17797	14.83
(26)PROCESSENERGI	34272	28.56	(43)VÄRMESYSTEM	22136	18.45
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	30744	25.62	(44)TAPPVARMVATTEN	11340	9.45

Projekt: Datum:
 Beskrivning:
 Utfört av: Sign: Signatur
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVCO2~1.VIP Företag:

KOMMENTARER

Användaruppgifter läser programmet in från filen Title.vpd när programmet startas. Uppgifterna i filen uppdateras under Katalogdata->Uppdatering av kataloger. Kryssrutan för användaruppgifter ska vara ifylld.

Projektnamn och Beskrivning hämtar programmet från aktuell indatafil

INDATA

Allmänt

Beräkningsperiod - Dag	1 - 365
Solreflektion från mark	20.00 %
Vindhastighet % av klimatdata	S:70 SV:70 V:70 NV:70 N:70 NO:70 O:70 SO:70
Luftryck	1000 hPa
Horisontvinkel mot markplan	S:20 SV:20 V:20 NV:20 N:20 NO:20 O:20 SO:20 °
Formfaktor för vindtryck	0:0.70 45:0.50 90:-0.60 135:-0.50 180:-0.50 TAK:-0.00
Vridning av byggnad	0 °
Verksamhetstyp	Ej Bostad
Ventilationsvolym	3600.0 [m³]
Golvarea	1200.0 [m²]
Markegenskap Värmeledningstal: Lera, dränerad sand , dränerat grus.	1.4 [W/m*K]

Klimatdata

UPPSALA 2000-2009	Latitud	59.9	grader	
	Högsta värde	Medelvärde	Lägsta värde	
Utetemperatur	29.1	6.6	-20.2	°C
Vindhastighet	13.6	3.1	0.0	m/s
Solstrålning global	849.0	105.5	0.0	W/m²
Relativ fuktighet	100.0	81.6	27.0	%

Aktuellt Hus

Byggdeltstyper 1-dimensionella - Katalog

Byggdeltstyp	Material Från utsida till insida	Skikt- tjocklek m	Värme- ledningstal W/m,K	Densitet kg/m³	Värme- kapacitet J/kgK	U-värde W/m²K	Delta- U-värde W/m²K	Otätthets- faktor q50 l/s,m²	Sol- absorp- tion %
Tak Btg	Trä Gran	0.020	0.140	500	2300	0.100	0.010	0.50	70.00
	Lösssprutad ull	0.400	0.042	40	800				
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				
Vägg puts 195/50	KC-Bruk	0.010	1.000	1800	800	0.165	0.010	0.80	50.00
	Cellplast 36	0.050	0.036	25	1400				
	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Reglar s600	0.195	0.045	87	961				
Grund	Gipsskiva	0.013	0.220	900	1100				
	Isodrän 60	0.200	0.042	55	1400	0.198	0.010	0.80	0.00
	Betong Normal RH	0.200	1.700	2300	800				

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVCO2~1.VIP

Företag:

Byggnadsdelar - Väggar, bjälklag

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Mängd Area m ² Längd m Antal st	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Angränsande temp °C	Andel av effekt- behov %	U- Psi- Chi- värde med mark och D-U
Södervägg	Vägg puts 195/50	SÖDER	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Norrvägg	Vägg puts 195/50	NORR	126.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Västervägg	Vägg puts 195/50	VÄSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Östervägg	Vägg puts 195/50	ÖSTER	84.0m ²	0.0	6.0		0	0.175 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 0-1 m	96.0m ²	0.0	6.0		0	0.171 W/m ² K
Grund	Grund	PPM 1-6 m	504.0m ²	0.0	6.0		0	0.126 W/m ² K
Grund	Tak Btg	TAK	600.0m ²	0.0	6.0		0	0.110 W/m ² K

Byggnadsdelar - Fönster, dörrar, ventiler

Benämning	Byggdeltyp	Orientering	Area m ²	Glas- andel %	Sol- transm. Total %	Sol transm. Direkt %	U-värde W/m ² K	Lägsta nivå m	Högsta nivå m	Otätthets- faktor q50 l/s,m ²	Sol- skydd
Söder	2-Glas Energi Ar	SÖDER	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Norr	2-Glas Energi Ar	NORR	54.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Väster	2-Glas Energi Ar	VÄSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	
Öster	2-Glas Energi Ar	ÖSTER	36.0	80	62	50	1.20	0.0	6.0	0.80	

Driftdata

Driftfalls- benämning	Verksam- hets- energi rumsluft W/m ²	Verksam- hets- energi rumsluft W/lgh	Verksam- hets- energi extern W/m ²	Fastig- hets- energi rumsluft W/m ²	Fastig- hets- energi extern W/m ²	Person- värme W/m ²	Tapp- varm- vatten W/m ²	Tapp- varm- vatten W/lgh	Högsta rums- temp °C	Lägsta rums- temp °C
Skola 22 Dag	8.00	0.00	0.00	1.00	0.40	8.00	4.50	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Natt	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	21.00
Skola 22 Helg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	21.00

Drifttider

Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid	Driftfalls- benämning	Vecko- dagar	Vecko- nummer	Tid
Skola 22 Dag	Måndagar	1 - 23	7 - 17		Tisdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	17 - 24		Onsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Natt	Måndagar	1 - 23	0 - 7		Torsdagar	==	Måndagar
Skola 22 Helg	Måndagar	24 - 33	0 - 24		Fredagar	==	Måndagar
Skola 22 Dag	Måndagar	34 - 53	7 - 17	Skola 22 Helg	Lördagar	1 - 53	0 - 24
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	17 - 24		Söndagar	==	Lördagar
Skola 22 Natt	Måndagar	34 - 53	0 - 7				

Ventilationsaggregat

Aggregat- benämning	Tilluft Fläkttryck Pa	Tilluft Verkn.gr %	Frånluft Fläkttryck Pa	Frånluft Verkn.gr %	Reglerfall
Agg1	600.00	50.00	500.00	50.00	Mitt

Reglerfall

Reglerfall	Reglertyp	Utetemperatur L	Reglervärde L	Utetemperatur H	Reglervärde H
Mitt	Återvinning	0.00 °C	80.00 %	0.00 °C	80.00 %

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVCO2~1.VIP

Företag:

Ventilationsaggregat - Drifttider och flöden

Aggregat-benämning	Vecko-dagar	Tilluft [l/s]	Frånluft [l/s]	Vecko-nummer	Starttid-Sluttid
Agg1					
	Måndagar	750.0	750.0	1 - 23	7 - 17
	Måndagar	750.0	750.0	34 - 53	7 - 17
	Tisdagar	==	Måndagar		
	Onsdagar	==	Måndagar		
	Torsdagar	==	Måndagar		
	Fredagar	==	Måndagar		

Värme och kyla

Värmesystem	Driftspunkt 1	Driftspunkt 2
Utetemperatur	-20.0	20.0
Framledningstemperatur	55.0	20.0
Returtemperatur	45.0	20.0
TAPPVARMVATTEN		
Kallvattentemperatur	8.0	[°C]
Varmvattentemperatur	55.0	[°C]

ÖVRIGT

El cirkpump värmesystem 0.00 % av energiförsörjning till rum och luft

Lägsta dimensionerande utetemperatur för uppvärmning -100.0 °C

Högsta dimensionerande utetemperatur för komfortkyla 100.0 °C

Passiv kyla

RESULTAT

Beräkningsdatum 2013-02-18 11:05:22

Detaljerat Resultat

Aktuellt hus med aktuell drift

Period	Avgiven energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh	energi kWh
	(23)	(24)	(21)	(28)	(22)	(27)	(20)	(19)	(29)	(18)	(25)	(45)	(33)	(34)
	Trans-mission	Luft-läck-age	Venti-lation	Spill-vatten	Passiv kyla	Sol-energi fönster	Åter-vinning vent.	Åter-vinning VP	Åter-vinning tappvv.	Sol-fång-are	Person-värme	Process-energi till rum	Värme-försörj-ning	Elför-sörj-ning
Mån 1	6985	1688	4375	1134	0	175	2072	0	0	0	2016	3326	6158	429
Mån 2	6483	1546	4231	1080	0	475	1958	0	0	0	1920	3168	5415	402
Mån 3	6637	1470	4338	1242	33	2676	1049	0	0	0	2208	3643	3945	442
Mån 4	5338	1082	3099	1134	1226	4800	0	0	0	0	2016	3326	1307	356
Mån 5	4374	798	2449	1188	3118	5133	0	0	0	0	2112	3485	1199	364
Mån 6	3927	655	277	162	808	5131	0	0	0	0	288	475	162	49
Mån 7	4263	676	0	0	16	5314	0	0	0	0	0	0	0	0
Mån 8	3376	511	682	702	3527	3845	0	0	0	0	1248	2059	702	215
Mån 9	3854	682	2370	1188	2255	3142	0	0	0	0	2112	3485	1188	363
Mån 10	4647	899	2891	1134	132	1030	191	0	0	0	2016	3326	2356	388
Mån 11	5366	1163	3790	1188	0	199	975	0	0	0	2112	3485	4272	438
Mån 12	6460	1492	4224	1188	0	111	1628	0	0	0	2112	3485	5590	442
Summa	61711	12663	32727	11340	11114	32030	7873	0	0	0	20160	33264	32294	3888

Projekt:
 Beskrivning:
 Utfört av:
 Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVCO2~1.VIP

Datum:
 Sign: Signatur
 Företag:

Nyckeltal

	Aktuellt hus Aktuell drift	
Inre värmekapacitet	74.93	[Wh/m ² °C]
Yttre värmekapacitet	14.34	[Wh/m ² °C]
Medeltemperatur	21.00	[°C]
Medelvärde ventilation	179.79	[l/s]
Processenergi medel	3.26	[W/m ²]
Personvärme medel	1.92	[W/m ²]
Omslutningsarea	1800.00	[m ²]
Omsl. area x U-Värde(BBR16)	435.65	W/K
Luftläckage vid 50 Pa	1260.00	[l/s]
Invändigt tryck medel	-2.6	[Pa]
Specifik fläkteffekt	2.2	[kW/(m ³ /s)]
Omslutnings-/Golv-area	1.50	

Energibalans

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
Avgivenenergi		
(23)Transmission	61711	51.43
(24)Luftläckage	12663	10.55
(21)Ventilation	32727	27.27
(28)Spillvatten	11340	9.45
(22)Passiv kyla	11114	9.26

Tillförd energi

(27)Solenergi genom fönster	32030	26.69
(20)Återvinning ventilation	7873	6.56
(29)Återvinning till tappvarmvatten	0	0.00
(19)Återvinning värmepump	0	0.00
(18)Solfångare	0	0.00
(45)Processenergi till rum	33264	27.72
(25)Personvärme	20160	16.80
(34)Elförsörjning	3888	3.24
(33)Värmeförsörjning	32294	26.91

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(33)VÄRMFÖRSÖRJNING	32294	26.91	(15)Cirk.pump värme	423	0.35
(1)Ventilationsaggregat	0	0.00	(10)Cirk.pump solf.	0	0.00
(2)Värmesystem	20954	17.46	(12)Cirk.pump kyla	0	0.00
(3)Tappvarmvatten	11340	9.45	(11)Kylmaskin komfortkyla	0	0.00
(47+48)BYGGNADENSKYLBEHOV	0	0.00	(37)KONDENSORVÄRME	0	0.00
(47)Kylning i ventilationsaggregat	0	0.00	(4)Ventilationsaggregat	0	0.00
(48)Kylning i rumsluft	0	0.00	(5)Värmesystem	0	0.00
(34)ELFÖRSÖRJNING	3888	3.24	(6)Tappvarmvatten	0	0.00
(35)Värmepump	0	0.00	(36)SOLFÅNGARVÄRME	0	0.00
(14)Tilluftsfläktar	1890	1.58	(7)Ventilationsaggregat	0	0.00
(13)Frånluftsfläktar	1575	1.31	(8)Värmesystem	0	0.00

Projekt:
Beskrivning:

Datum:

Utfört av:

Sign: Signatur

Projektfil: C:\Users\sehdah\Desktop\VAVCO2~1.VIP

Företag:

Specifikation av energiflöden

	Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²		Aktuellt hus Aktuell drift kWh	Aktuellt hus Aktuell drift kWh/m ²
(9)Tappvarmvatten	0	0.00	(41)Verksamhetsenergi extern	0	0.00
(20)ÅTERVINNING VENTILATION	7873	6.56	(39)Fastighetsenergi rumsluft	2520	2.10
(51)Värmeväxling	7873	6.56	(46)Fastighetsenergi extern	1008	0.84
(50)Återluft	0	0.00	(42)VENTILATIONSAGGREGAT	9763	8.14
(26)PROCESSENERGI	34272	28.56	(43)VÄRMESYSTEM	21376	17.81
(40)Verksamhetsenergi rumsluft	30744	25.62	(44)TAPPVARMVATTEN	11340	9.45