

Bilagor till utredningen:

Utredning om införande av indirekt evaporativ kyla inom LSFs fastigheter med tappkallvatten som köldmedium

-

Ett alternativ/komplement till konventionell kyla med fjärrkyla eller mekanisk kyla.

Innehåll Bilagor

Bilaga 1: Förslag till rekommendation om justering i riktlinje R20 VVS & kyla angående Stadsvatten för kylning	3
Bilaga 2 Uppföljning av energianvändning före och efter energieffektivisering för kv. Väderkvarnen 20, 2009 respektive 2013	7
Bilaga 3: Energiberäkningar för alternativen 0-E	8
Bilaga 4: LCC-beräkningar för 6 studerade luftbehandlingssystem	10
Fjärrkyla med vätskekopplade batterier = referensalternativ	10
A: Fjärrkyla med korsströms-VVX i metall.....	10
B: Mekanisk kyla korsströms-VVX i metall.....	11
C: Indirekt evaporativ kyla för ett Adsolair med dubbel plattvärmeväxlare korsströms-VVX i polypropylén	11
D: Indirekt evaporativ kyla för ett Adconair motströmströms-VVX i polypropylén.....	12
E: Indirekt evaporativ kyla för ett Adonair Pro motströmströms-VVX i polypropylén.....	12
Bilaga 5: Beräkning av kylbehov för kylsystemlösningar enligt indatafil från NKS med korrigering enligt BELOKs rumsklimatkrav	15
Bilaga 6: LCA-beräkningar för emissioner för el- , fjärrvärme- och stadsvatten	17
Bilaga 7: Beräkning av totalt koldioxidutsläpp för kylsystem-lösningar och tillhörande emissioner för el- och fjärrvärme-användning	21
Bilaga 8: Styr-och övervakning för LOCUMs fastigheter.	22
Bilaga 9: Datakörning för kyla för ett Adconair Pro luftbehand-lingsaggregat...	26

Bilaga 1: Förslag till rekommendation om justering i riktlinje R20 VVS & kyla angående Stadsvatten för kylning

Rekommendation om ändring

Idag står det:

Allmänt

Stadsvatten skall inte användas för kylning. Undantag kan endast medges för nödkylning till kritisk processutrustning.

Kylning av byggnader och processer

För att åstadkomma en god flexibilitet vid val av anordningar för kylproduktion skall kylning av byggnader och processer alltid ske med hjälp av vattenburen kyla.

Förslag till förtydligande/förändring

Stadsvatten får inte användas för direkt kylning.

Möjligheterna att utnyttja vattnets förmåga att kyla bör dock undersökas för t.ex. adiabatiska processer där vattnets övergångsmotstånd utnyttjas mellan t.ex. flytande och gas fas.

Bakgrund

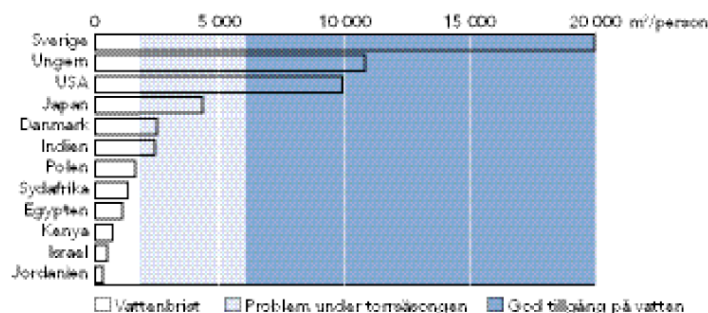
- Vattentillgången är mycket god i Sverige – se sammanfattning om vattenanvändningen i Sverige nedan från bl.a. Svenskt Vatten.
- Meningen i R20 syftar främst till att det funnits vätskeburna kylsystem som kylts helt med stadsvatten, vilket är mycket ineffektivt och kräver stora vattenmängder för att uppnå låg kyleffekt.
- Betydligt mer effektiva lösningar finns (den evaporativa /adiabatiska kyltekniken) där små mängder vatten ändrar fas från flytande till gas och på så vis tar upp stora mängder värmeenergi.
- För att vi ska nå de tuffa energikrav som ställs behöver kylenergi i flera fall produceras med dessa processer. Den levererade frikylan får då frånräknas de tuffa krav som ställs från energikraven i Miljöbyggnad
- Lösningar finns idag som ger full kyleffekt utan att dra köldbärare, vilket avsevärt minskar installerade kyleffektbehov till reducerade investeringskostnader.
- Den av Sweco utförda LCA beräkningen visar att de adiabatiska processerna har väsentligt lägre CO₂ belastning jämfört med tillförd luftburen kyla producerad med a) kylmaskin, b) fjärrkyla.
- Den jämförande LCC beräkningen visar att de högeffektiva adiabatiska processerna är mer ekonomiska än de konventionella alternativen som kräver köldbärare och har sämre värmeeffektivitet.

Potential med s.k. indirekt evaporativ kylning

- Evaporativ kylning gynnas av BBR och Miljöbyggnad då energin frånräknas. De hårda kraven för energi kräver stor andel frikyla.
- Byggs systemen efter erfarenheter och rekommendationer från Menerga m.fl. fungerar de väl utan risk för legionella eller annan tillväxt med lågt servicebehov.
- Tekniktävling för kontorsanpassade lösningar för distribution till köldbärarnät kommer att utvärderas av Belok företagen från hösten 2014. Tekniken bygger på sådana högttemperatursystem som föreskrivs av Locum för att kyla t.ex. rumskylare.

Sammanfattning om vattenanvändningen i Sverige

Den mängd vatten som årligen används är bara en halv procent av vad man teoretiskt skulle kunna ta ut. Till och med det tätast befolkade området, Stockholm med förorter, tar ut bara tre procent av det genomsnittliga flödet ur Mälaren. Inget vatten förbrukas – det lånas, används, återförs och finns kvar på olika ställen i det hydrologiska kretsloppet¹.



Diagrammet visar hur mycket vatten varje invånare har tillgång till per år i några olika länder. När tillgången är mindre än 1 700 m³ talar man om vattenbrist, och när varje person har tillgång till mindre än 1 000 m³ kallas det kronisk vattenbrist.

Figur hämtat från källan i fotnot 1

1

[http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Utbildning%20och%20Rekrytering/Fakta%20om%20Vatten%20och%20Avlopp%20i%20Sverige%20\(svenska\).pdf](http://www.svensktvatten.se/Documents/Kategorier/Utbildning%20och%20Rekrytering/Fakta%20om%20Vatten%20och%20Avlopp%20i%20Sverige%20(svenska).pdf)

I Sverige står industrin för 79 procent av vattenförbrukningen, där skogsindustrin är den bransch som konsumerar mest. Viktigaste skälet till att arbeta med industriens vattenbesparing i Sverige är att minska utsläppsvolymer (Nordström, 2005).²

Vattenanvändningen både inom industrin och för hushåll har minskat och minskar. Största orsaken till minskningen av hushållens förbrukning per person är användning av vattensnålare tvätt- och diskmaskiner, ökad användning av mindre WCspolcisterner, ett höjt energipris, installation av vattenbesparande kranar och duscharmaturer etc

Ändå har vattenförbrukningen i Sverige en väsentlig miljöpåverkan eftersom uppvärmning av vatten kräver energi.³



Utveckling av tätorternas vattenförbrukning. Vattenproduktionen är drygt 20 procent högre än vattenförbrukningen på grund av förluster i ledningsnät.

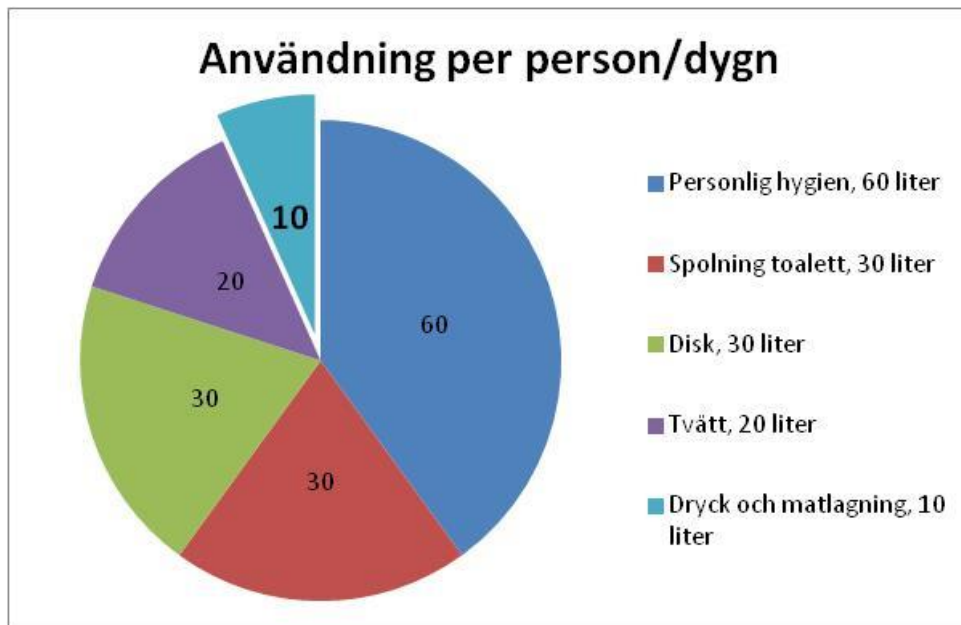
Figur 2¹ nedan Anger att läckaget är så stort som 20%

Endast 6% av förbrukningen per person och dag används till livsmedel eller tillagning⁴.

² boken Nordström 2005 - Dricksvatten: för en hållbar utveckling

³ http://www.bioenv.gu.se/digitalAssets/1338/1338242_elin-karlberg.pdf

⁴ <http://www.vattenfall.se/sv/spara-vatten.htm>



1.2 Vattenhushållning – en viktig faktor i energihushållning

Sveriges vattentillgång är i genomsnitt 20 000 m³ per person och år. Beräknad vattenresurs för att inte hindra planering och tillväxt av tätorter och företag är 5000 m³/person,år (Nordström, 2005).

Uppvärmning av varmvatten utgör cirka tjugo procent av den totala energianvändningen i svenska hushåll (FOI, 2005; Vattenfall, 2011). Cirka 58 liter varmvatten används per person och dag i lägenhet (Energimyndigheten, 2009). Då inkommande vatten ska värmas från 10° C till 55° C krävs en energimängd på 52,5 kWh/m³

Bilaga 2 Uppföljning av energianvändning före och efter energieffektivisering för kv. Väderkvarnen 20, 2009 respektive 2013

Månad	Värme (MWh)			Kyla (MWh)			Kallvatten (m³)			Fastighetsel (MWh)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Januari	393.0	385.5	276.3	0	0	0	1,801.0	1,733.1	1,389.8	103.6	99.4	38.7
Februari	361.6	338.4	257.0	0	0	0	1,785.0	1,389.2	1,364.7	93.5	79.1	50.3
Mars	285.2	374.4	203.4	0	0	0	1,833.8	1,725.3	1,402.0	103.3	107.8	55.7
April	314.3	272.7	204.6	0	0	0	1,918.6	1,592.8	1,362.6	99.3	93.5	53.9
Maj	134.0	186.7	127.6	0	0	0	1,677.0	1,776.6	1,693.6	102.6	104.9	55.7
Juni	101.2	80.5	56.6	0	0	0	1,916.1	1,557.1	1,484.5	98.7	101.5	54.1
Juli	63.2	55.6	55.6	0	0	0	1,818.3	1,961.9	2,732.4	102.3	104.2	72.8
Augusti	67.5	57.8	31.0	0	0	0	1,802.1	1,994.8	1,320.6	102.3	100.6	40.5
September	130.8	110.7	80.6	0	0	0	1,829.0	1,926.0	1,744.7	100.6	83.9	48.5
Oktober	164.9	172.2	141.5	0	0	0	1,801.9	1,830.9	1,732.7	100.9	53.4	50.0
November	291.0	240.4	176.3	0	0	0	1,680.0	1,811.6	1,730.8	98.6	54.3	50.0
December	356.7	256.7	233.1	0	0	0	1,888.3	1,496.0	1,628.1	104.1	53.4	57.9
Summa:	2,663.6	2,531.5	1,843.7	0	0	0	21,751.1	20,795.3	19,586.6	1,209.7	1,035.9	627.9
Utfall	-5.0 %			0 %			-4.4 %			-14.4 %		
Utfall	-27.2 %			0 %			-5.8 %			-39.4 %		

Månad	Värme (MWh)			Kyla (MWh)			Kallvatten (m³)			Fastighetsel (MWh)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Januari	214.3	243.9	240.9	0	0	0	1,211.1	1,728.8	1,133.5	45.5	62.8	57.2
Februari	213.1	223.1	211.9	0	0	0	1,248.6	1,649.7	1,027.0	47.2	62.7	51.5
Mars	216.1	207.9	201.1	0	0	0	1,573.8	2,036.9	1,191.3	55.2	78.8	57.8
April	146.1	156.4	140.4	0	0	0	1,475.7	1,103.6	999.1	51.7	50.6	54.2
Maj	102.0	88.6	65.2	0	0	0	1,875.5	1,871.0	1,161.5	53.9	63.2	59.8
Juni	56.9	35.1	38.5	0	0	0	1,852.8	1,591.1	1,411.8	47.4	63.1	57.2
Juli	36.0	27.3	26.4	0	0	0	1,486.4	1,594.1	1,371.0	46.6	63.6	61.0
Augusti	50.0	29.1	28.5	0	0	0	2,198.8	1,290.8	1,315.8	58.3	64.4	61.6
September	90.0	64.5	---	0	0	---	1,437.1	1,213.5	---	51.3	60.5	---
Oktober	136.1	121.5	---	0	0	---	1,949.7	1,201.8	---	54.6	62.1	---
November	185.3	169.5	---	0	0	---	1,791.4	1,072.0	---	53.8	60.6	---
December	238.3	228.2	---	0	0	---	1,719.0	1,105.7	---	61.3	60.1	---
Summa:	1,684.3	1,595.0	952.9	0	0	0	19,819.8	17,459.0	10,826.4	626.9	752.7	518.5
Utfall	-5.3 %			0 %			-11.9 %			20.1 %		
Prognos	-5.8 %			0 %			-25.3 %			-9.6 %		

Bilaga 3: Energiberäkningar för alternativen 0-E

0 Fjärrkyla för vätskekopplat luftbehandlingssystem inkl. beräkning av elenergiförbrukning för glykolåtervinningskretsen

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 60% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997
Temperaturverkningsgrad årsmedel: 55% (*Vanligt värde i drift inom Locum är ca 40 %*)

Värmeenergianvändning: 170,0 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 81,9 MWh/år

Elenergianvändning för glykolåtervinningskretsen: 7,0 MWh/år

Kylenergianvändning med fjärrkyla: 27 MWh/år

A Fjärrkyla för luftbehandlingssystem med plattvärmeväxlare

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 66% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997

Temperaturverkningsgrad årsmedel: 60%

Värmeenergianvändning: 135,0 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 94,1 MWh/år

Kylenergianvändning med fjärrkyla: 27 MWh/år

B Mekanisk kyla för luftbehandlingssystem med plattvärmeväxlare

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 66% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997

Temperaturverkningsgrad årsmedel: 60%

Värmeenergianvändning: 135,0 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 94,1 MWh/år

Elenergianvändning för kompressorkylanläggning: 9,0 MWh/år

C Indirekt evaporativ kyla för luftbehandlingssystem Adsolair med dubbla plattvärmeväxlare och eftervärmabatteri

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 74% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997

Temperaturverkningsgrad årsmedel: 74%

Värmeenergianvändning: 43,0 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 66,9 MWh/år

Elenergianvändning för cirkulationspump: 1,0 MWh/år

Vattenanvändning för indirekt evaporativ kyla: 67,5 m³/år

D Indirekt evaporativ kyla för luftbehandlingssystem Adconair med motströmsplattvärmeväxlare och eftervärmabatteri

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 83% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997

Temperaturverkningsgrad årsmedel: 83%

Värmeenergianvändning: 1,7 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 56,0 MWh/år

Elenergianvändning för cirkulationspump: 1,0 MWh/år

Vattenanvändning för indirekt evaporativ kyla: 54 m³/år

E Indirekt evaporativ kyla för luftbehandlingssystem Adconair Pro med motströmsplattvärmeväxlare och eftervärmabatteri och luft-/vatten-VVX i frånluft innan motströms-VVX

Temperaturverkningsgrad vid dimensionerande förutsättningar: 83% enligt definitionen för tilluftstemperaturverkningsgrad, EN 308:1997

Temperaturverkningsgrad årsmedel: 83%

Värmeenergianvändning: 1,7 MWh/år

Elenergianvändning för fläktar: 60,9 MWh/år

Elenergianvändning för cirkulationspump: 1,0 MWh/år

Vattenanvändning för indirekt evaporativ kyla: 54 m³/år

Bilaga 4: LCC-beräkningar för 6 studerade luftbehandlingssystem

Nedan redovisas alla LCC-kostnader för de alternativa systemlösningar som studerats.

Fjärrkyla med vätskekopplade batterier = referensalternativ

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	405 000 kr
Driftkostnad värmeenergi=	119 000 kr/år (η_{temp} , årsmedel=55 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	81 900 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}=1,89 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad fjärrkyla=	35 100 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	20 250 kr/år
LCC-kostnad=	4 432 681 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	429 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	25 526 kg/år

A: Fjärrkyla med korsströms-VVX i metall

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	432 000 kr
Driftkostnad värmeenergi=	94 500 kr/år (η_{temp} , årsmedel= 60 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	94 100 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}=2,15 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad fjärrkyla=	35 100 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	21 600 kr/år
LCC-kostnad=	4 322 853 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	429 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	23 309 kg/år

B: Mekanisk kyla korsströms-VVX i metall

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	537 000kr
Driftkostnad värmeenergi=	94 500kr/år (η_{temp} , årsmedel= 60 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	94 100 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}=2,15 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad kyla=	9 000 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	26 850 kr/år
LCC-kostnad=	4 116 319 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	1 130 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	24 009 kg/år

C: Indirekt evaporativ kyla för ett Adsolair med dubbel plattvärmeväxlare korsströms-VVX i polypropylén

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	490 000 kr
Driftkostnad värmeenergi=	30 100 kr/år (η_{temp} , årsmedel= 74 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	66 900 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}= 1,52 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad vatten=	1 350 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	24 500 kr/år
LCC-kostnad=	2 497 004 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	5 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	12 052 kg/år

D: Indirekt evaporativ kyla för ett Adconair motströmströms-VVX i polypropylén

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	590 000 kr
Driftkostnad värmeenergi=	1 190 kr/år (η_{temp} , årsmedel=83 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	57 000 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}= 1,28 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad vatten=	1 080 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	29 500 kr/år
LCC-kostnad=	2 052 634 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	4 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	7 297 kg/år

E: Indirekt evaporativ kyla för ett Adonair Pro motströmströms-VVX i polypropylén

Följande in- och utdata har erhållits för detta alternativ:

Investeringskostnad=	800 000 kr
Driftkostnad värmeenergi=	1 190 kr/år (η_{temp} , årsmedel=83 %)
Elenergiförbrukning fläktar=	62 000 kr/år ($\text{SFP}_{\text{årsmedel}}= 1,39 \text{ kW/m}^3/\text{s}$)
Driftkostnad vatten=	1 080 kr/år
Underhållskostnad, 5% Inv.=	40 000 kr/år
LCC-kostnad=	2 509 337 kr
Emission av $\text{CO}_{2,\text{kyla}}$ =	4 kg/år
Total emission av $\text{CO}_{2,\text{värme,kyla,el}}$ =	7 912 kg/år

Sammanställning av kostnader från ovanstående resultat i tabellform

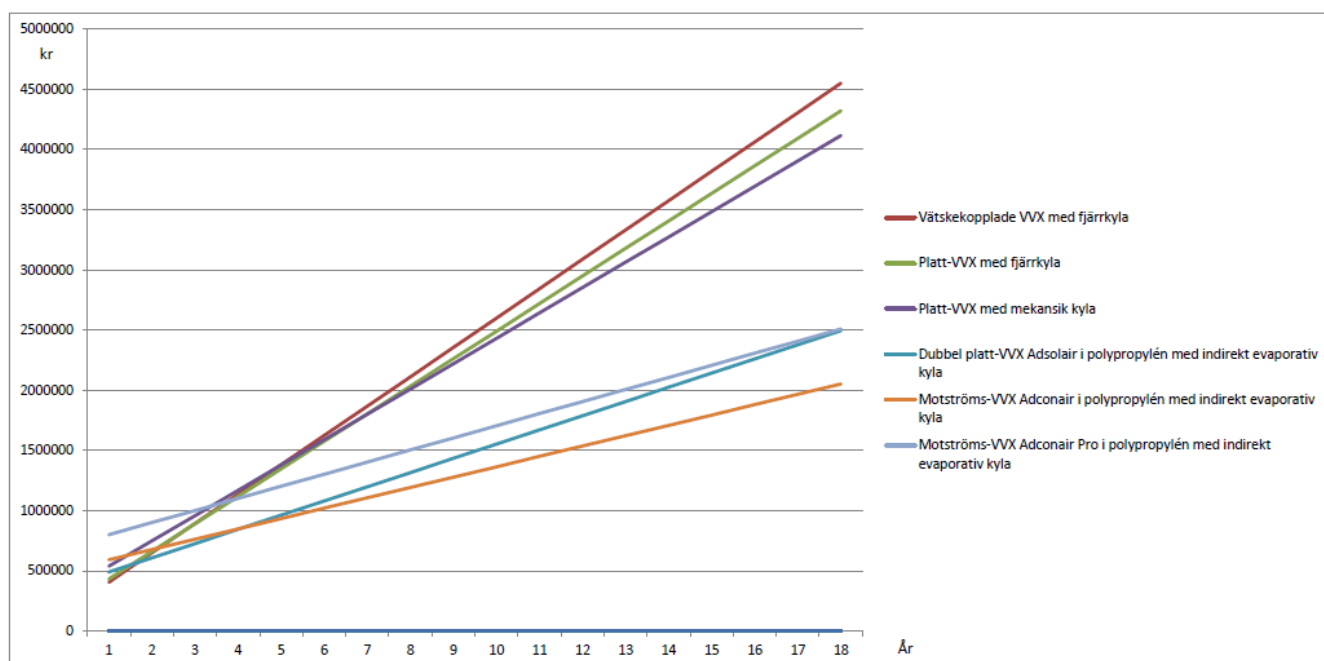
System-lösning	Investe-ring	Värme-energi	El-energi	Kyl-energi	LCC-kostnad	CO _{2,kyla}	CO _{2,tot}
	kr	kr/år	kr/år	kr/år	kr	kg/år	kg/år
Vätskekopplat med fjärrkyla	405 000	119 000	88 900	35 100	4 551 681	429	25 526
Platt-VVX med fjärrkyla	432 000	94 500	94 100	35 100	4 322 853	429	23 309
Platt-VVX med mek. kyla	537 000	94 500	94 100	8 544	4 116 319	1130	24 009
Dubbel platt-VVX evaporativ kyla Adsolair	490 000	30 100	66 900	1 350	2 497 004	5	12 052
Motströms-VVX evaporativ kyla Adconair	590 000	1 190	57 000	1 080	2 052 634	4	7 297
Motströms-VVX evaporativ kyla Adconair Pro*	800 000	1 190	61 900	1 080	2 509 337	4	7 912

I nuvärdessumman för beräknade LCC-kostnader ingår också service- & underhållskostnader som antas uppgå till 5% av investeringskostnaden per år och uppräknas med 2% realt.

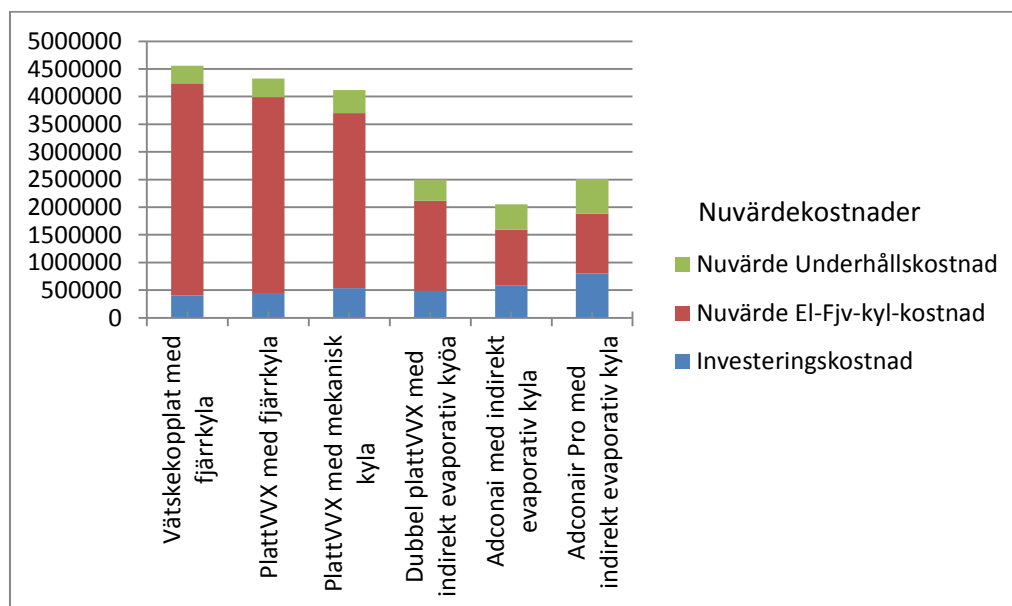
*Anmärkning:

Adconair Pro kan till skillnad från Adconair klara lägre inblåsnings-temperaturer eftersom den har en vatten/luft-VVX i frånluften som ytterligare sänker frånluften innan den anträder motströms-VVX. Därav det totalt högre elenergiebehovet sfa. det högre tryckfallet totalt sett över aggregatet. I undersökt exempel för Huddinges del ökar elenergiebehovet med 8%. Elanvändningen (genomsnittligt tryckfall) per år är dock fortfarande lägre än ordinära alternativ med platt-VVX och kylbatteri.

Akkumulerade kostnader sfa år

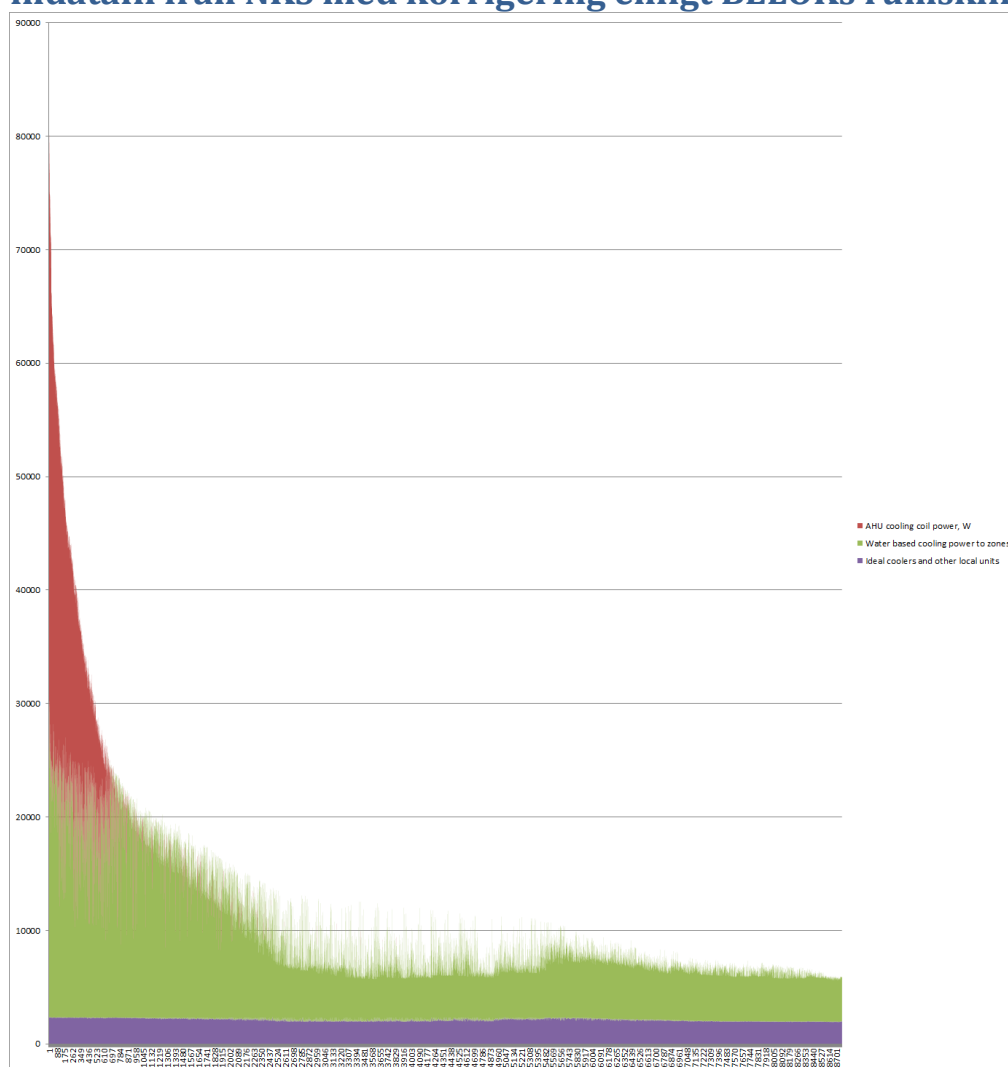


Ovanstående graf visar på inbördes förhållanden map. ackumulerade årskostnader för de olika studerade alternativen för luftbehandlingssystem med olika systemlösningar för kyla.



Stapeldiagram som visar nuvärdekostnader redovisat med investering, driftskostnader (el+fjärrvärme+kyla) samt underhållskostnader för de olika studerade alternativen för luftbehandlingssystem med olika systemlösningar för kyla.

Bilaga 5: Beräkning av kylbehov för kylsystemlösningar enligt indatafil från NKS med korrigering enligt BELOKs rumsklimatkrav

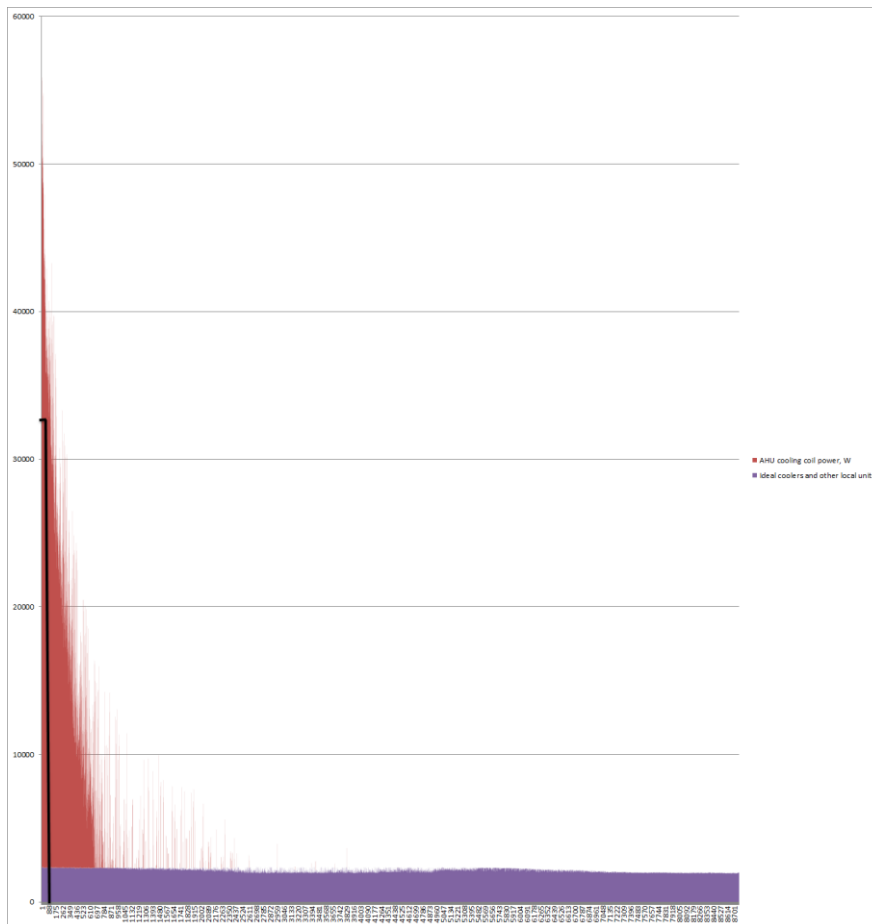


Varaktighet för NKS för ett representativt vårdplan med $A_{temp}=2523 \text{ m}^2$.

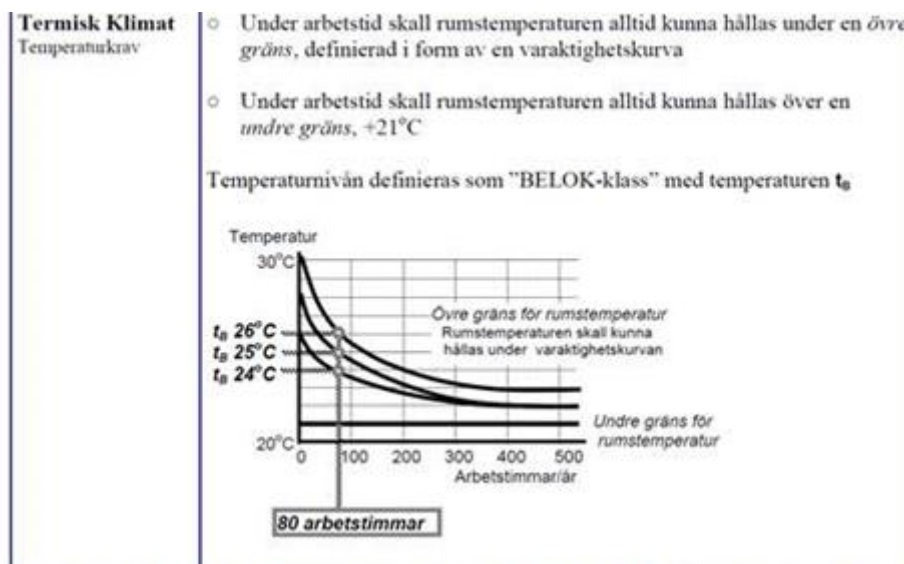
Kylasten består av följande komponenter:

- AHU cooling coil power, W
- Water based cooling power to zones
- Ideal coolers and other local units

Resultande kylbelastning då eliminering av "Waterbased cooling power to zones" tas bort fås nedanstående varaktighetsdiagram.



$A_{temp}=2523 \text{ m}^2$. Ger en maximal specifik kyleffekt på $51,7/2523=20,5 \text{ W/m}^2$.
Kompenserat med avkall på rumsklimat enligt BELOKs definition nedan för $t_B=25^\circ\text{C}$ med varaktigheten 80h/år



Termiskt klimat för temperaturkrav $T_B=25^\circ\text{C}$ med avvikelse under 80 timmar/år enligt BELOK's krav för inneklimat.

Bilaga 6: LCA-beräkningar för emissioner för el-, fjärrvärme- och stadsvatten



PM

2014-10-28

Koldioxidutsläpp för kylsystemlösningar

Inledning

Syfte

Utredningen redovisar beräknade emissionsfaktorer (kg CO₂/kWh) för el, fjärrvärme, fjärrkyla och dricksvatten i syfte att bedöma koldioxidutsläppen för fyra olika kylsystem.

Tillvägagångssätt och avgränsningar

Fjärrvärme och fjärrkyla består av många olika lokala nät med olika förutsättningar. För att få en så rättvisande bild som möjligt av miljövärdet på en orts fjärrvärme och fjärrkyla ska det aktuella systemets specifika värden användas i stället för genomsnittliga branschvärde¹. Bedömningen avser därför Fortum Värme AB år 2013 med nätområde Stockholm. Statistik har hämtats från Fortums Miljöbokslut 2013. Redovisade värden i bokslutet inkluderar distribution till slutkund².

Koldioxidutsläpp från rening av dricksvatten grundar sig på Stockholm Vattens årsredovisning för år 2013. Uppgifter om elanvändning för distribution i ledningsnät har kompletterats av Bo Wallin³.

För att beräkningarna ska vara jämförbara har emissionsfaktorn 0,1255 kg CO₂/kWh för nordisk elmix använts. Värdet utgör medelvärde för perioden 2005-2009 och avser utsläpp från produktion och distribution⁴.

¹ Svensk Fjärrvärme & Svensk Energi, "Miljövärdering 2012, Guide för allokering i kraftvärmeverk och fjärrvärmeverkens elanvändning"

² Enligt uppgift från Fortums miljöchef Ulf Wikström, telefonsamtal 2014-10-21.

³ Bo Wallin, Stockholm Vatten, är enhetschef för ledningsnät Teknik, mejl 2014-10-23.

⁴ Energimyndigheten 2012, "Emissionsfaktor för nordisk elproduktionsmix".

1 (4)

Sweco Systems AB

BIH c:\users\sehan\appdata\local\microsoft\windows\temporary internet files\content.outlook\us6zvmth\pm koldioxidutsläpp för kylsystem_rev.docx

memo04.docx 2013-06-14

Beräkningsförutsättningar

Produktion av fjärrvärme

Fjärrvärme från Fortum, nätområde Stockholm, levererade 8 152 000 000 kWh (8 152 GWh) fjärrvärme år 2013.

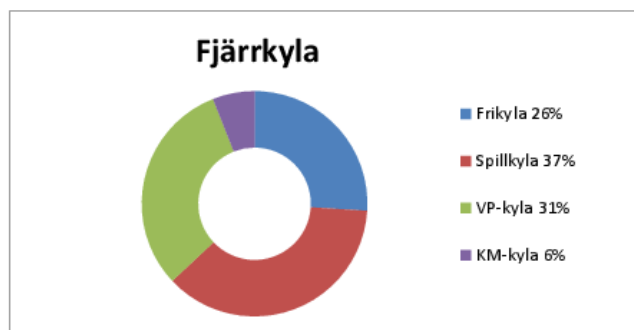
Emissionsfaktorn för året var 0,0820 kg CO₂/kWh. Faktorn inkluderar såväl egna utsläpp som indirekta utsläpp för inköpt energi⁵.

Produktion av fjärrkyla

Fortums fjärrkyla produceras som frikyla, spillkyla, värmepumpskyla och kylmaskinskyla. Elförbrukningen i produktionsprocessen sker för kylmaskinskyla. För övriga produktionssätt tillförs el endast för distribution.

Andelar tillförd energi i Fortums fjärrkylaproduktion 2013 redovisas i figur 1.

Figur 1



Källa: Fortum, Miljöbokslut 2013

El till produktion och distribution samt total mängd levererad fjärrkyla för 2013 anges i tabell 1.

Tabell 1 Elanvändning för fjärrkylaproduktion och distribution samt levererad kyla inklusive energiförluster i distribution⁶

⁵ Fortum, Miljöbokslut fjärrvärme 2013

⁶ Fortum miljöbokslut fjärrkyla 2013

Elförbrukning, kWh	54 000 000
Levererad fjärrkyla, kWh	426 000 000

All el som används i Fortums fjärrkylaproduktion uppges vara ursprungsmärkt "fömybar el". Koldioxidutsläppen per kWh använd el i Fortums fjärrkylaproduktion antas därmed i realiteten vara 0 kg/kWh.

Då insats till fjärrkylaproduktion och distribution istället baseras på nordisk elmix med emissionsfaktor 0,1255 kg CO₂/kWh blir emissionsfaktorn för produktionen 0,0159 kg CO₂/kWh.

Produktion av dricksvatten

Stockholm Vatten innefattar ett antal vattenreningsverk som renar och levererar dricksvatten till Stockholmområdet. Statistik över elförbrukning och leveransvolym för år 2013 redovisas i tabell 2.

Tabell 2 Elanvändning för produktion och distribution samt volym levererat dricksvatten

Elförbrukning, kWh	66 257 000
Levererad volym, m ³	115 700 000

Kylsystemen

Erhållna uppgifter om de fyra kylsystem som ska utvärderas med avseende på utsläpp av koldioxid är följande.

1. Vätskekopplat system med fjärrkyla: Kylbehov(fjärrkyla) = 27MWh
2. Kylbehov(mekanisk kyla) = 27MWh/år; COP = 3 för kylmaskin.
3. Dubbel platt-VVX, polypropylén med indirekt evaporativ kyla = 27MWh/år.
Specifik vattenförbrukning för indirekt evaporativ kyla är 2,5 m³/MWh.
4. Motströms-VVX, polypropylén med indirekt evaporativ kyla = 27MWh/år.
Specifik vattenförbrukning för indirekt evaporativ kyla = 2,0 m³/MWh.

Resultat

Sammanställning av beräknade emissionsfaktorer för el, fjärrvärme, fjärrkyla och dricksvatten med ovan förutsättningar redovisas i tabell 3.

Tabell 3

	Emissionsfaktor CO ₂
El	0,1255 kg/kWh
Fjärrvärme	0,0820 kg/kWh
Fjärrkyla	0,0159 kg/kWh
Dricksvatten	0,0719 kg/m ³

Årligt koldioxidutsläpp för respektive kylsystem baserat på användning av nordisk elmix framgår nedan:

Kylsystem	CO ₂ -utsläpp, år
Vätskekopplat system med fjärrkyla	429,3 kg ⁷
Mekanisk kyla med kylmaskin	1 129,5 kg ⁸
Dubbel platt-VVX med indirekt evaporativ kyla	4,8 kg ⁹
Motströms VVX med indirekt evaporativ kyla	3,9 kg ¹⁰

Henrik Banche
Sweco Systems Helsingborg

⁷ 27 000 kWh * 0,0159 kg CO₂/kWh = 429,3 kg CO₂, år

⁸ 9 000 kWh * 0,1255 kg CO₂/kWh = 1 129,5 kg CO₂, år

⁹ 67,5 m³ * 0,0719 kg CO₂/m³ = 4,8 kg CO₂, år

¹⁰ 54,0 m³ * 0,0719 kg CO₂/m³ = 3,9 kg CO₂, år

4 (4)

PM
2014-10-

memo04.docx

B:\c:\users\sehani\appdata\local\microsoft\windows\temporary internet files\content\outlook\us8zvmh\pm koldioxidutsläpp för kylsystem_rev.docx

Bilaga 7: Beräkning av totalt koldioxidutsläpp för kylsystem-lösningar och tillhörande emissioner för el- och fjärrvärme-användning

Total beräkning av emission av CO₂

Specifika emissioner

CO ₂ ,värme	0,082 kg/kWh
CO ₂ ,el	0,1255 kg/kWh
CO ₂ ,fjärrkyla	0,0159 kg/kWh
CO ₂ mekanisk kyla	0,1255 kg/kWh
CO ₂ indirekt evaporativ kyla	0,0719 kg/m ³
Kylenergi	27000 kWh/år
COP=3. Kompressorel	9 000 kWh/år

Elenergi fläktar	88 900 kWh/år	Fjärrvärme	170 000 kWh/år		
Elenergi fläktar	94 100 kWh/år	Fjärrvärme	135 000 kWh/år		
Elenergi fläktar	94 100 kWh/år	Fjärrvärme	135 000 kWh/år		
Elenergi fläktar + pump	67 900 kWh/år	Fjärrvärme	43 000 kWh/år	Vattenförbr.	67,5 m ³ /år
Elenergi fläktar + pump	57 000 kWh/år	Fjärrvärme	1 700 kWh/år	Vattenförbr.	54 m ³ /år
Elenergi fläktar + pump	61 900 kWh/år	Fjärrvärme	1 700 kWh/år	Vattenförbr.	54 m ³ /år

Alternativ	Utsläpp CO ₂ ,totalt
Referensalternativ	25 526 kg/år
Alternativ A	23 309 kg/år
Alternativ B	24 009 kg/år
Alternativ C	12 052 kg/år
Alternativ D	7 297 kg/år
Alternativ E	7 912 kg/år

Bilaga 8: Styr-och övervakning för LOCUMs fastigheter.

Systemintegratören Trebor har utifrån LOCUMs projekteringsanvisningar sammanställt nedanstående krav och förutsättningar på luftbehandlingsanläggningar utrustade med intern styrfunktion.

- *Signallista med de komponenter (temperaturer, styrventilslägen, motorfrekvenser/fläktvarvtal etc.) där behov finns att visa i LOCUMs överordnade styrsystem och PLC skärmar*
- *Att man manuellt kan styra alla motoriserade enheter såsom (fläktmotorer och spjäll) från PLC eller DHC t.ex. när man behöver justera flödet temporärt etc.*
- *Justera tidkanaler från PLC och överordnat (DHC).*

Exempel på att leverantören Menerga svarar upp till detta då beställaren efterfrågar det framgår av utdragen nedan för information och påverkan av styrparametrar för DUC och HDC.

Styrning av aggregat:

Aggregatet startar/stoppas genom tidkanal.

Börvärde temperatur, kanaltryck och tidkanal ställs via Menergas styrenhet HMI eller via överordnad styr.

Styrning fläktar:

Manuell start/stopp sker via Menergas styrenhet HMI.

Vid stopp av aggregatet stänger alla spjäll.

M350.3 = Spjällmotor uteluft

M350.4 = Spjällmotor bypass uteluft

M350.6 = Spjällmotor bypass frånluft

M350.8 = Spjällmotor avluft

Till- och frånluftsfläkt förreglar varandra (konfliktlarm).

Brandlarm:

Aggregatet kan stoppas via brandlarmscentral. Samtliga spjäll stänger, se avsitt [Styrning fläktar](#).

Ingen automatisk återstart av aggregat. Återstart av aggregat sker med kvittering av brandlarm via Menergas styrenhet HMI

Luftmängdsreglering med solVent-system:

Fläktarna i aggregatet är tryckstyrda för att kunna hålla ett konstant luftflöde.

Ärvärdet visas i m³/h på Menergas styrenhet HMI.

Inställning av börvärde luftmängd görs via Menergas styrenhet HMI.

Tilluftstemperaturreglering via B340.2, B330.5.1:

Tilluftsgivarens är- och börvärde visas i displayen på Menergas styrenhet HMI.

Tilluftstemperaturen hålls konstant. En PI-regulator jämför tilluftstemperaturen (är-värde) med det inställda bör-värdet. Vid en regleringsavvikelse blir värme- eller kylsteg aktiverade. Bör-värdet för tilluftstemperaturen ställs in via överordnad styr.

Vid start av aggregat när utetemperaturen B330.5.1 understiger 12°C öppnar PVV-ventilen 100% under ca en minut för att inte frysskyddet skall lösa ut.

Tilluftstemperaturen regleras via B340.2 med följande sekvens:

Värmesteg 2: Styrventilen Y360.1 öppnar steglöst för uppvärmning.

Värmesteg 1: Spjäll M350.3 uteluft och M350.8 avluft är öppna.

Spjäll M350.4 bypass uteluft och M350.6 bypass frånluft är stängda. Luften går igenom rekuperatorn.

Värmesteg 0: Spjäll M350.4 bypass uteluft och M350.6 bypass frånluft stänger steglöst, M350.8 avluftspjäll och M350.3 uteluftspjäll öppnar steglöst.

Kylsteg 1: Spjäll M350.4 bypass uteluft och M350.6 bypass frånluft öppnar steglöst, M350.8 avluftspjäll öppnar 100%, uteluftspjäll M350.3 stänger steglöst och vid stängt läge erhålls 100% frikylning.

Kylsteg 3: Den adiabatiska (evaporativa) kylan tillåts då den "våta temp." (fukt/temp) frånluft understiger utetemperaturen med 4K.

Spjäll M350.3 uteluft och M350.8 avluft är öppna.

Spjäll M350.4 bypass uteluft och M350.6 bypass frånluft är stängda.

Kylsteg 4: När den adiabatiska (evaporativa) kylan inte räcker till öppnar styrventil Y360.3 steglöst för kylning med kylbatteri.

Adiabatisk kylning

När den adiabatiska kylningen startas av regulatorn, stängs bypass-uteluft- och bypass-frånluftspjället, och uteluftspjället öppnas. Ventilen för kondensavloppet stängs, och färskvattenventilen öppnas. När kondensskaret är fyllt startar pumpen för den adiabatiska kylningen och färskvattenventilen stängs.

Stoppas den adiabatiska kylningen av regulatorn, behålls vattnet i kondensskaret i en timme, därefter töms kondensskaret och hela rörsystemet om inget kylbehov föreligger.

Växlarrengöring

För rengöring av aggregatets växlare stannar aggregatets fläktar, tömmer kondensskaret, fyller på rengöringsvätska och vatten samt starta pumpen och sköljer växlaren. Efter reningsprocessen töms kondensskaret samt utför en rensolning utan rengöringsvätska. Rengörings processen startas av en tidkanal, i Menergas Controller samt ändring av inställningar av spoltid och mängd rengöringsvätska. Genom denna process förhindras smutspartiklar i vattenomloppet.

Fri nattkylning

Den fria nattkylningen aktiveras via tidkanal 8 i Menergas styrenhet HMI. Vid leverans är tidkanalen alltid deaktiverad. För att aktivera fri nattkylning måste tidkanal 8 ställas in.

Följande villkor måste uppfyllas för fri nattkylning:

1. Kanal 8 av internt vecko-ur aktiveras.
Standardtider: PÅ = kl. 03:00, AV = kl. 08:00, vid leveranstillfället är tidpunkterna ställt in på kl. 00:00.
2. Utetemperatur > 12°C
3. Utetemperatur minst 3 K under rumstemperatur
4. Rumstemperatur 1 K över börvärde dagdrift.
5. Aktiveras via årskanal 1, aktiveras mellan 15.05 – 15.09.

Anläggningen går med 100 % uteluft till dess att rumstemperaturen 1 K ligger under börvärdet på dagdrift. För en standardinstallation utan rumsgivare startar fri nattkylningsfunktionen med att köra aggregatet ca 5 minuter för att mäta om det finns ett kylbehov i lokalen. Startar anläggningen på morgonen innan dagdrift spärras värmeregulatorn i 3 timmar.

Rumskylåtervinning

Är frånluftstemperaturen ca. 2 K lägre än utetemperaturen på sommaren kopplar anläggningen automatiskt om från frånluft till rumskylåtervinning.

Uteluftstemperaturen avkyls i rekuperatorn från den kalla frånluftstemperaturen.

Avfrostning plattvärmväxlare

Aggregatet är utrustat med 2st temperaturgivare som mäter yttemperaturen på växlarens avluftsida.

Avfrostningsregleringen blir aktiv när yttemperaturen på VVX/rekuperatorn, dvs en av de båda temperaturgivarna (den med lägst värde) är < 0°C.

Bypass uteluft spjället under rekuperatorn öppnas. Tilluftstemperaturen, hålls konstant genom tillufts-min begränsningen. Så fort yttemperaturen på rekuperatorn i avluften, överskrider 1°C avslutas avfrostningsregleringen.

Innan slutet av en tidsintervall från 8000s ... 4000s (beroende av 0°C > ner till > -20°C) görs en jämförelse med de båda yttemperaturgivarna i VVX/rekuperatorn. Om en av dessa båda givarna visar ett värde < 0°C startar avfrostnings cykeln, annars startar omedelbart ett nytt tidsintervall, 8000s ... 4000s.

Avfrostningscykeln varar i 300s, med öppet bypass uteluftspjäll med reducerade luftmängder till 33 % på till och frånluft.

Under avfrostningscykeln sänks temperaturbörvärdet för tilluften till 20°C.

Frysskydd

Vid stoppat aggregat övervakas temperaturen bakom PVV-batteriet av givaren B330.3 för tilluftstemperaturen. Sjunker temperaturen under 10°C öppnas styrventil Y360.1 och C-pump M105.2 startas (endast i automatisk drift).

Frysskyddet F211.1 stoppar aggregatet om temperaturen i tilluftsdelen understiger 5°C. Då öppnar styrventilen Y360.1 samt C-pump M105.2

startar. När temperaturen överstiger 8°C startar aggregatet och styrventilen stänger, C-pump M105.2 stannar. Larm kvarstår för kvittering.

Vibrationslarm

Vid obalans i fläktjul reagerar vibrationsvakterna först med B-larm vid mindre vibrationer, A-larm vid kraftigare vibrationer och stoppar aggregatet. Gäller för direktdrivna kortslutna asynkrona växelströmsmotorer. Gäller ej för EC-motorer som är matade med likström och varvtalsstyrning.

Filterövervakning

Aggregatet är utrustat med luftfilter i uteluft och frånluft. Filtren är tryckövervakade, och man kan läsa av respektive tryckfalls ärvärde i styrenheten. När ärvärdet överstiger 250 Pa larmar aggregatet med ett B-larm. Fläktarna i aggregatet är tryckstyrda för att kunna hålla ett konstant luftflöde oavsett tryckfall i filtren.

Överordnad styr Modbus gränssnitt

Aggregatet är utrustat med ett Modbus gränssnitt som styr börvärde för temperatur, fukt och tidkanal för dagdrift.

Skall man styra tidkanal från överordnad styr är det viktigt att man tar bort drift tiderna i tidkanal 1 i Menergas styrenheten/HMI, annars jobbar dessa parallellt med varandra.

Skulle kommunikationen falla eller sända orimliga värden återgår börvärdesinställningarna för temperatur till projekterade förinställda börvärden i HMI.

Teckenförklaring

B330.2 Temp givare frånluft
B330.3 Temp.givare tilluft efter PVV och PKV batterierna
B330.5 Tryckgivare uteluftluftsfilter
B330.5.1 Temp.givare uteluft i aggregat
B330.2 Tempgivare frånluft innan VVX
B330.8 Ytemperaturgivare 1 VVX avluft
B330.8.1 Ytemperaturgivare 2 VVX avluft
F211.1 Frysskyddstermostat
M100.1 Tilluftsfläkt
M101.1 Frånluftsfläkt
M105.2 C-Pump PVV
M115.2 C-Pump PVV
M350.3 Spjällmotor Uteluft
M350.4 Spjällmotor Bypass uteluft
M350.6 Spjällmotor Bypass frånluft
M350.8 Spjällmotor Avluft
N101.2 Tryckgivare frånluftsfilter
B330.6 Tryckgivare frånluftsfilter (fettavskiljare)
Y360.1 PVV-styrventil + ställdon
Y360.3 PKV-styrventil + ställdon

Bilaga 9: Datakörning för kyla för ett Adconair Pro luftbehandlingsaggregat.

Förutsättningar för denna körning:

$$T_{tilluft}=19\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Till- \text{ och frånluftsflöde}=5\text{m}^3/\text{s}$$

Uteluftens dimensionerande tillstånd för kyla: $T_{ute}=27\text{ }^{\circ}\text{C}$; $RH_{uteluft}=50\text{ }\%$; 10,2 gr/kg;

Frånluftens dimensionerande tillstånd för kyla: $T_{frånluft}=23\text{ }^{\circ}\text{C}$;

$$RH_{frånluft}=60\text{ }\%; 10,7\text{ gr/kg}$$

Värmeväxlare motström Adconair Pro									
Material	Polypropylen								
Evaporativ Temperaturverkningsgrad	96	96	96	96	96	96	96	96	%
Uteluftstemperatur	20,3	21,3	22,3	23,3	24,3	25,3	26,3	27,3	°C
Uteluftsfukt	64	61	57	59	54	49	47	44	%
Tillufts temp	17,1	17,3	17,6	17,8	18	18,3	18,6	18,2	°C
Tillufts fukt	79	78	76	83	80	76	75	76	%
Uteluft volymström	17816	17873	17922	18005	18053	18095	18146	18222	m³/h
Ute-/tilluft normluftflöde	18000	18000	18000	18001	18000	18000	18000	18000	m³/h
Ute tilluft massflöde	5,87	5,87	5,86	5,86	5,86	5,86	5,85	5,86	kg/s
Uteluft tilluft tryckförluster	121	121	121	121	121	121	121	121	Pa
Ute tilluft effekt	19,4	24,2	28,2	33,1	38	42	46,1	54,3	kW
Ute tilluft kondensatmängd	0	0	0	0	0	0	0	0	kg/h
Frånlufts temperatur	23	23	23	23	23	23	23	23	°C
Frånluftsfukt	55	56	58	59	60	62	64	61	%
Avlufts temp	19,5	20,3	21,1	21,9	22,7	23,5	24,3	24,9	°C
Avlufts fukt	87	84	82	79	77	75	72	69	%
Frånluft volymström	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000	m³/h
Frånluft-avluft-standardluftflöde	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000	m³/h
Frånluft-avlufts massflöde	5,87	5,87	5,86	5,86	5,86	5,86	5,85	5,86	kg/s
Frånluft-avlufts tryckfall	132	131	131	131	131	131	131	131	Pa
Frånluft-avluftseffekt	19,4	24,2	28,2	33,1	38	42	46,1	54,3	kW
Frånluft-avlufts kondensatmängd	0	0	0	0	0	0	0	0	kg/h