

VVC-förluster i kontor och lokaler - mätningar i 11 byggnader



Slutrapport
2016-11-29

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
1 Inledning och bakgrund	5
1.1 Värmebehov för varmvatten	6
1.2 Värmebehov för varmvattencirkulation	6
2 Undersökta fastigheter	7
2.1 Fleminggatan 2	8
2.2 Jakobsgatan 20	8
2.3 Hantverkargatan 25	8
2.4 Entré Lindhagen, Hus C	9
2.5 Entré Lindhagen, Hus B	9
2.6 Fraktalen 1 (del av Torsplan 1)	9
2.7 Hällsättra 3	9
2.8 Lillsättra	10
2.9 Farsta sim- och idrottshall	10
2.10 Mariehällsskolan	10
2.11 Sjöstadsskolan	10
3 Mätningar	11
3.1 Mätaravläsningar	11
3.2 Mätinstrument och mätnoggrannhet	12
4 Resultat	14
4.1 Uppmätta VVC-förluster och varmvattenanvändning	14
4.2 Värmebehov vid separata elberedare	15
4.3 Vattenanvändning	16
4.4 Temperaturer på inkommande kallvatten	17
5 Slutsatser och kommentarer	19
6 Källor	20
Bilagor (Separat dokument)	21

Bilaga 1:	Fleminggatan 2, Kv Klamparen	21
Bilaga 2:	Jakobsgatan 20, Kv Loen.....	21
Bilaga 3:	Hantverkargatan 25, Kv Murmästaren.....	21
Bilaga 4:	Entré Lindhagen, Hus C.....	21
Bilaga 5:	Entré Lindhagen, Hus B	21
Bilaga 6:	Torsplan 1, Fraktalen 1	21
Bilaga7:	Hällsättra 3, Kontor och lager	21
Bilaga 8:	Lillsättra, Kontor och lager.....	21
Bilaga 9:	Farsta sim- och idrottshall.....	21
Bilaga 10:	Mariehällsskolan.....	21
Bilaga 11:	Sjöstadsskolan	21

Förord

Syftet med detta projekt är att kartlägga VVC-förluster i kontor och andra lokalbyggnader samt att identifiera faktorer som inverkar på förlusternas storlek. Projektet har tillkommit på initiativ av Jan-Ulric Sjögren, Energicentrum, Stockholms stad och finansieras av Energimyndigheten och Stockholms Stad. Projektet har fått stöd och råd av en referensgrupp bestående av:

- Jan Ulric Sjögren, Energicentrum, Stockholms Stad (Projektledare)
- Bengt Bergqvist, Energianalys AB (Utredare)
- Göran Werner, BeBo/WSP Group
- Jimmy Ekström, Lundbergs Fastighets AB
- Jonas Gräslund, Skanska
- Magnus Härdling, Sisab
- Mark Kretz, EMTF
- Mattias Eriksson, KLP Fastigheter
- Mikael Yllman, Statens Fastighetsverk
- Mikael Zivkovic, NCC
- Roland Siggesson, Corem Property Group
- Roland Jonsson, HSB
- Tommy Nielsen, Fastighetskontoret, Stockholms Stad
- Ugur Göker, Fastighetskontoret, Stockholms Stad

Totalt har 11 byggnader valts ut i samråd med utvald referensgrupp fastighetsägare, vilka visat intresse av att delta i projektet.

Byggnad

Kv Klamparen, Fleminggatan 2
Kv Loen, Jakobsgatan 20
Kv Murmästaren, Hantverkargatan 25
Entré Lindhagen Hus C, Warfvinges Väg
Entré Lindhagen Hus B, Lindhagensgatan
Fraktalen 1, Torsplan 1
Hällsättra 3, Stensätravägen 5
Lillsättra, Storsättra gränd 5
Farsta Sim- och idrottshall
Mariehällsskolan, Annedal
Sjödalskolan, Hammarby Sjöstad

Fastighetsägare

Fastighetskontoret, Stockholms Stad
Statens Fastighetsverk
Lundbergs Fastighets AB
Skanska Fastigheter
Skanska Fastigheter
KLP Fastigheter
Corem Property Group
Corem Property Group
Fastighetskontoret, Stockholms Stad
Sisab
Sisab

Sammanfattning

Uppmätta VVC-förluster i de sex studerade kontorsbyggnaderna är ungefär lika stora som uppmätt värmebehov för varmvatten, ca 1,5 till 3 kWh/m², år är ungefär lika stora som uppmätt värmebehovet för varmvatten.

Detta beror på att varmvatten inte används så mycket i lokaler samt att under nätter och helger står lokalerna tomma. VVC-förlusterna förekommer däremot dygnet runt. I en av två studerade lagerbyggnader med kontor var VVC-förlusterna fyra gånger så stora som värmebehovet för varmvatten.

Användningen av varmvatten var i regel endast 10-20% i förhållande till kallvattnet. I de två studerade skolorna samt i sim/idrottshallen utgjorde varmvattnet ca 30% av kallvattenanvändningen. Detta kan jämföras med flerbostadshus där varmvattenanvändningen normalt utgör ca 40% i förhållande till kallvattnet.

I lager- och kontorsbyggnader kan det vara intressant att överväga installation av separata elberedare i anslutning till våtgrupper. Då kan energianvändningen för varmvattenberedning kanske halveras. Extra värmeförluster från elberedare verkar kompenseras av värmetillskott till kallvattenrör före dessa separata varmvattenberedare.

Kontorsbyggnader och andra lokaler används huvudsakligen endast under arbetstid. För att minska VVC-förluster kan en möjlighet vara att stänga av VVC-pumpen nattetid och helger. Beakta dock risken för Legionella-tillväxt om denna åtgärd vidtas.

Vid genomgång av fjärrvärmeundercentraler noterades att vissa rörsträckor vid fjärrvärmväxlare delvis saknade värmeisolering.

1 Inledning och bakgrund

I kontorshus och liknande lokalbyggnader är användningen av varmvatten liten. Jämfört med t ex flerbostadshus förekommer dusch, bad eller diskning nästan inte alls. Viss duschning förekommer kanske i samband med anställda som cyklar till arbetsplatsen på morgonen eller t ex i samband med motionspass. Användning av varmvatten i förhållande till kallvatten kan dock antas vara mycket mindre jämfört med t ex bostadshus.

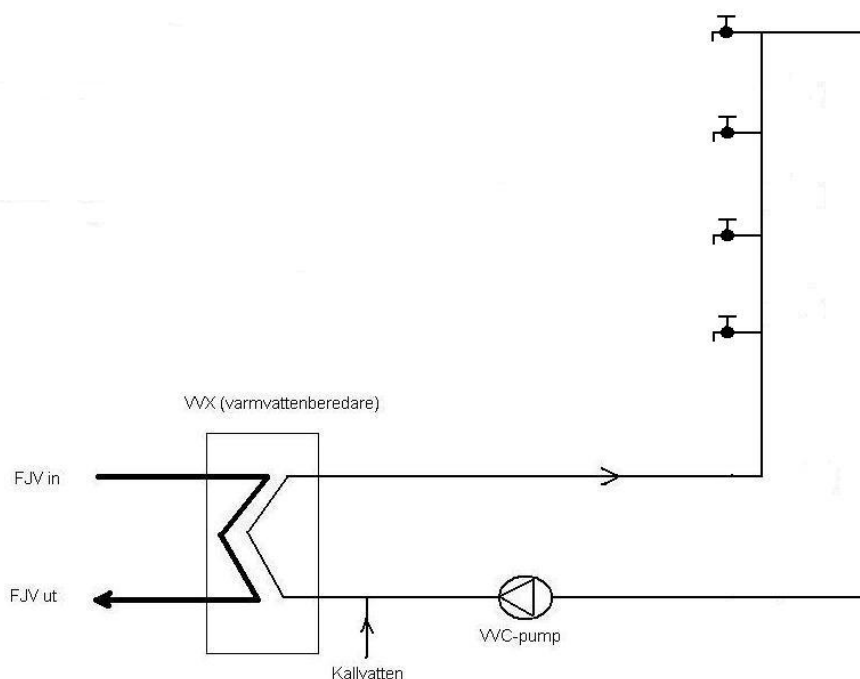


Bild 1.1 Varmvattencirkulationssystem (VVC) installeras för att minska väntetider på varmvatten.

I ett tidigare genomfört projekt har VVC-förluster i 12 flerbostadshus kartlagts. Detta projekt genomfördes på uppdrag av Stockholms stad och BeBo (Beställargruppen Bostäder). VVC-förlusterna kan variera i mycket större grad än de ca 4 kWh/m²,år som ofta antas som schablonvärde vid energiberäkningar. Resultaten från detta projekt visade variationer på 2,3 till 23 kWh/m²,år. I flerbostadshus var varmvattenandelen ungefär 40% av totala vattenanvändningen.

Eftersom varmvattenanvändningen kan antas vara mycket liten i kontorshus är det viktigt att VVC-förlusterna begränsas. VVC-förlusterna kan annars vara minst lika stora som värmebehovet för varmvattenberedning.

Ett alternativ till konventionell varmvattenberedning kan vara att installera elberedare för varmvatten hos olika förbrukare/hyresgäster. Fraktalen 1 (Torsplan 1) är ett sådant alternativ med elberedare i kontorshus som finns med bland de 11 studerade fastigheterna.

1.1 Värmebehov för varmvatten

I "Byggvägledning 8 – Energihushållning och Värmeisolering" anges att värmeåtgången för uppvärmning av varmvatten brukar sättas till 55 kWh/m³. Detta värde har använts som schablonvärde för beräkning av energibehov för varmvatten i samtliga studerade byggnader.

I Sveby's riktlinjer för brukarindata för energiberäkning i kontor anges 2 kWh/m²,år som riktvärde för värmebehov – varmvatten.

Eftersom inkommande kallvattentemperatur är lägre vintertid än sommartid åtgår ca 5-10% mer värme vintertid och 5-10% mindre värme sommartid jämfört med årsgenomsnittet enligt mätningar gjorda av Svenska Bostäders flerbostadshus i Husby, Järva, Västerort (enligt Pia Hedenskog, SB).

1.2 Värmebehov för varmvattencirkulation

VVC-förluster verkar kunna vara större eller minst lika stora som värmebehovet för varmvatten i kontorsbyggnader. Enligt mätningar som Skanska utfört på kontorshus, bland annat på Kista Entré, uppgick värmebehovet för varmvattenberedning ligger VVC-förlusterna vid ca 3 kWh/m²,år vilket också redovisas i Sveby's riktlinjer för brukarindata-kontor. Med dagens bästa teknik borde det dock vara möjligt att komma ned i 1-2 kWh/m²,år.

Detta kan jämföras med det schablonvärde på 4 kWh/m²,år som brukar användas för VVC-Förluster vid energiberäkning av nya flerbostadshus.

2 Undersökta fastigheter

Totalt omfattar detta projekt undersökning av 11 olika fastigheter med totalt 11 fjärrvärmeundercentraler.

Fastighet	Fastighetsägare	Verksamhet	Atemp, m ² (Uppvärmad area)
Fleminggatan 2 Kv Klamparen	Stockholms stad Fastighetskontoret	Kontor	32070
Jakobsgatan 20 Kv Loen	Fastighetsverket	Kontor	26117
Hantverkargatan 25 Kv Murmästaren	Lundbergs	Kontor	14112
Entré Lindhagen Hus C	Invesco	Kontor	21244
Entré Lindhagen Hus B	Alecta	Kontor	17660
Torsplan 1 (Fraktalen 1)	KLP Fastigheter AB	Kontor	22360
Hällsättra 3	Corem Property Group	Lager, kontor	12725
Lillsättra	Corem Property Group	Lager, kontor	8499
Farsta sim- och idrottshall	Stockholms stad Fastighetskontoret	Sim- och idrottshall	9950
Mariehällsskolan	Sisab	Skola	6540
Sjöstadsskolan	Sisab	Skola	10208

Nedan ges en kort beskrivning av de olika fastigheterna.

2.1 Fleminggatan 2



Bild 2.1 Fleminggatan 2, Kv Klamparen. Kv Klamparen är en kontorsbyggnad med total bruttoarea 39753 m². Total uppvärmd area $A_{temp}=32070$ m².

2.2 Jakobsgatan 20



Bild 2.2 Jakobsgatan 20, kv Loen. Fastigheten omfattar kontorsbyggnad som bland andra hyresgäster inrymmer finansdepartementet. Total uppvärmd area $A_{temp}=26117$ m².

2.3 Hantverkargatan 25



Bild 2.3 Hantverkargatan 25, kv Murmästaren. är en kontorsbyggnad. Total uppvärmd area $A_{temp}=14112$ m².

2.4 Entré Lindhagen, Hus C



Bild 2.4 Hus C består av kontorsbyggnad med kontorslokaler samt garage. Total uppvärmd area $A_{temp}=21244 \text{ m}^2$.

2.5 Entré Lindhagen, Hus B



Bild 2.5 Hus B består av kontorsbyggnad med kontorslokaler samt garage. Total uppvärmd area $A_{temp}=17660 \text{ m}^2$.

2.6 Fraktalen 1 (del av Torsplan 1)



Bild 2.6 Torsplan 1, består av två fastigheter: Fraktalen 1, kontor, plan 4-12, $A_{temp}: 22360 \text{ m}^2$.

(Fraktalen 3, handel och garage plan 1-3, $A_{temp}: 13513 \text{ m}^2$.)

Denna studie omfattar endast kontorsdelen dvs. fastigheten Fraktalen 1.

2.7 Hällsättra 3



Bild 2.7 Hällsättra 3 omfattar totalt ca 10350 m^2 fördelat på 6698 m^2 lager, 1430 m^2 kontor, 1430 m^2 kontor 1215 m^2 industri samt 1007 m^2 handel.

Total LOA: 10350 m^2 . Total uppvärmd area, A_{temp} , uppgår till 12725 m^2 .

2.8 Lillsätra



Bild 2.8 Lillsätra omfattar totalt ca 7111 m² fördelat på 4024 m² lager och 3087 m² kontor.

Total LOA: 7111 m². Total uppvärmd area, A_{temp} uppgår till 8499 m².

2.9 Farsta sim- och idrottshall



Bild 2.9. Fastigheten omfattar Hus 1, Hus 2, Hus 3 och Hus 4, se bild 1.2.

Total bruttoarea, BTA= 10 475 m². Uppvärmad area, A_{temp}. bedöms uppgå till 9950 m².

Fjärrvärmeundercentral placerad i källarplan i Hus 1.

2.10 Mariehällsskolan



Bild 2.10 Mariehällsskolan stod klar 2014 och startade med elever från förskoleklass till årskurs 4. Skolan är uppförd som miljöbyggnad i silverklass enligt Sweden Green House Buildings klassificeringssystem.

Total uppvärmd area, A_{temp} uppgår till 6540 m².

2.11 Sjöstadsskolan



Bild 2.11 Sjöstadsskolan är en kommunal grundskola som startades hösten 2006 och har förskola, grundskola, grundsärskola, fritidsverksamhet och en särskild undervisningsgrupp. Det går ca 900 barn och elever i Sjöstadsskolan.

Total uppvärmd area, A_{temp} uppgår till 10208 m².

3 Mätningar

Mätningar av VVC-förluster påbörjades under hösten 2015 och pågick till hösten 2016.

Mätningarna har omfattat:

- Avläsning av installerade mätare för kallvatten och varmvatten.
- Loggning av VVC-flöden över STAD-ventil samt temperaturer på varmvatten och VVC under en vintervecka samt en sommarvecka. Med mätinstrumentet TA Scope.
- Loggning av temperatur på varmvatten och VVC med temperaturloggers, typ Tinytag, under en vintervecka samt en sommarvecka.
- Loggning av temperaturer på kallvatten med temperaturloggers typ Tinytags under längre perioder, 3-10 månader.

Några mer ingående mätningar på elanvändning för drift av pumpar för varmvattencirkulation, VVC-pumpar har inte utförts. Visserligen är dessa pumpar i kontinuerlig drift, 8760 timmar/år med effekterna för aktuella VVC-pumpar ligger mellan 30 till 100 W och därför blir årlig elenergi endast ca 200 till 900 kWh/år, pump vilket ger specifik elenergianvändning mindre än 0,1 kWh/m²,år. För fastigheten kvarteret Klamparen uppmättes momentan driveffekt till 33 W vilket motsvarar en årlig elanvändning på ca $33 \cdot 8760 / 1000 = 290$ kWh/år motsvarande ca $290 / 32070 = 0,009$ kWh/m²,år.

3.1 Mätaravläsningar

	Bild 3.1.1 Avläsning av kallvattenmätare ger kallvattenanvändning mellan avläsningstillfällena. Temperaturen på ingående kallvatten har också loggats.
	Bild 3.1.2 Avläsning av varmvattenmätare ger varmvattenanvändning mellan avläsningstillfällena. Temperaturen på ingående kallvatten och utgående varmvatten har också loggats med temperaturloggar typ Tinytags.

3.2 Mätinstrument och mätnoggrannhet



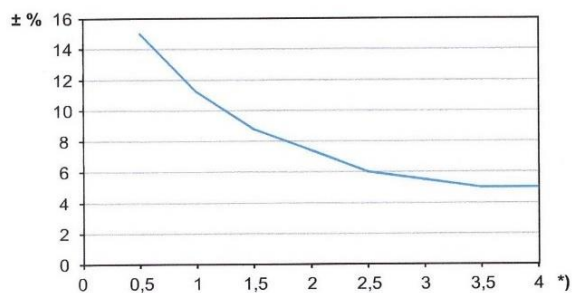
Bild 3.2.1 STAD-Ventil. Denna injusteringsventil har mätuttag som möjliggör flödes- och temperaturmätning. Viktigt att ventilen är rätt monterad och inte felvänd om mätfel ska kunna minimeras till ca 5%.

Avvikelse av flödet vid olika inställningar

Kurvan (fig. 4) gäller för ventiler monterade vid specificerad flödesriktning (fig. 5) och med normala röranslutningar. Dessutom bör montering av armatur och pumpar undvikas omedelbart före ventilen.

Ventilen kan monteras med omvänd flödesriktning. Givna flödesuppgifter gäller även för denna riktning men avvikelserna kan bli större, (max 5% ytterligare).

Fig. 4



*) Inställning, antal varv.

Fig. 5

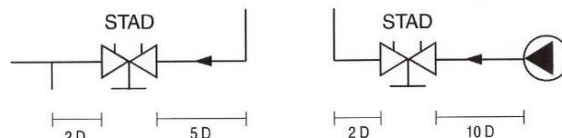


Bild 3.2.2 Mätnoggrannhet vid flödesmätning med TA Scope över STAD-Ventil



- Har egen processor och minne samt batteri för loggning på egen hand.
- Två DTS anslutningar DT för effekt loggning
- Sensor är av samma typ som i TA-CBI^{II}. Piezo-electrisk
- Förbättrad A/D omvandling ökar stabiliteten
- Förbättrad kalibrations algoritm
- **Noggrannhet Dp: ± 0.1 kPa eller 1% av uppmätt värde**

Bild 3.2.3 Differenstryckgivare (DpG) till TA Scope. För mätning av VVC-förluster (flöde och temperaturfall)



- PT100, klass 1/3
- A/D omvandling
- Förlängningskabel finns upp till 5m
- Mätområde: -20°C till 120°C
- Individuellt kalibrerad
- Multipunktskalibrering sparas i givaren
- **Noggrannhet: bättre än $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$**
(0.1°C)

Bild 3.2.4 Temperaturgivare till till TA Scope.



Bild 3.2.5 Mätning av VVC-flöde och temperatur i VVC-krets med TA Scope.



Bild 3.2.6 Temperaturlogger, typ Tinytag, har använts för mätning av temperaturer på kall- och varmvatten samt VVC.

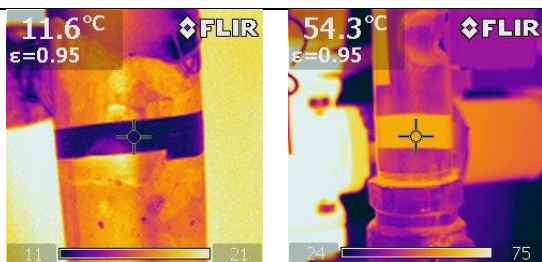


Bild 3.2.7 Värmekamera har använts för momentan mätning av temperaturer på kallvatten, varmvatten, VVC och värmesystems fram- och returledning. Tejp har använts för att nå emissionstal 0,95.

Värmekamera: Flir modell I50.

4 Resultat

4.1 Uppmätta VVC-förluster och varmvattenanvändning

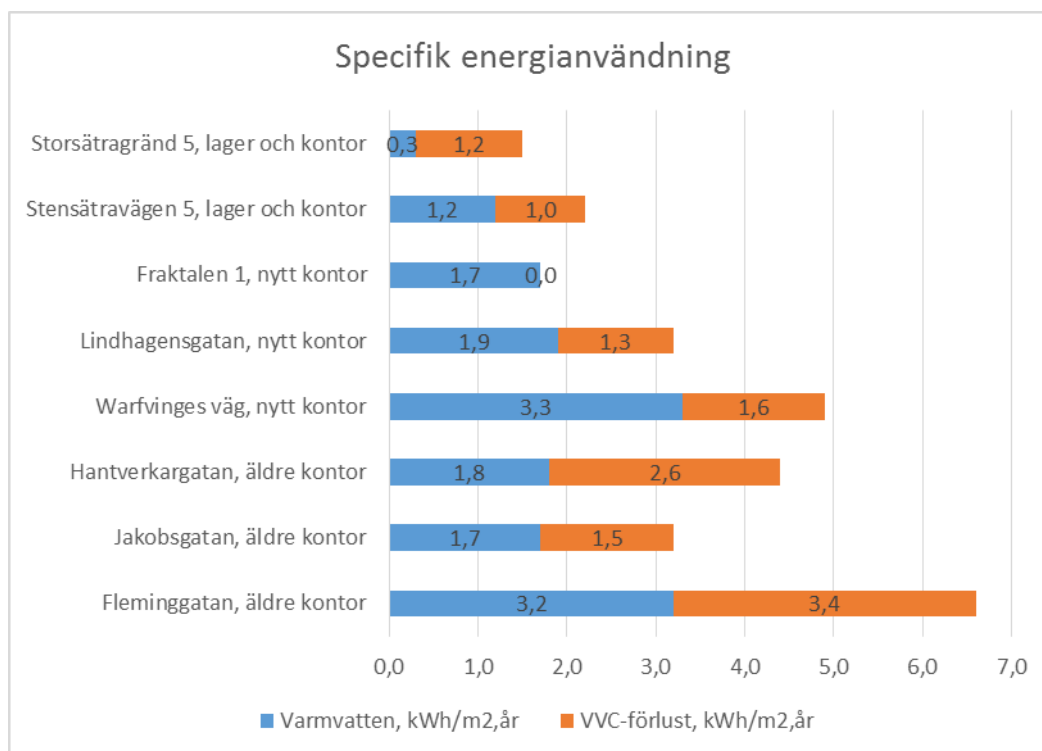


Bild 4.1.1 Uppmätta VVC-förluster för kontorsbyggnader och kontor/lager. VVC-förlusterna varierar mellan 1-3,4 kWh/m². Fastigheten Fraktalen 1 (Del av Torsplan 1) har elberedare för varmvattenvärmning. Fastigheterna Storsätragränd 5 och Stensätragränd 5 utgörs i huvudsak av lagerlokaler.

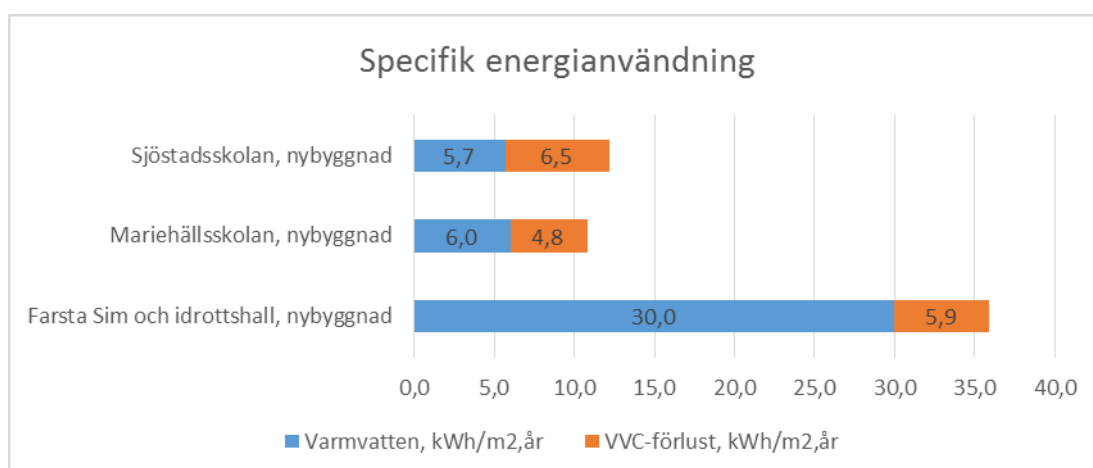


Bild 4.1.2 Uppmätta VVC-förluster i två nybyggda skolor samt en sim- och idrottshall.

4.2 Värmebehov vid separata elberedare.

I fastigheten Fraktalen 1, del av byggnaden Torsplan 1, har 22 st. separata elberedare placerats i fläktrum på varje våningsplan. Varje varmvattenberedare är placerad i nära anslutning till tappställen. Därför behövs ingen varmvattencirkulationskrets, VVC.



Bild 4.2.1. Elvarmvattenberedare har installerats på varje våningsplan i kontorsdelar. Totalt finns 22 elberedare som sammalagt betjänar uppvärmda arean $A_{temp} = 22360 \text{ m}^2$. Av dessa beredare är 16 st mindre (denna bild) och 6 st något större (se bild 1.5). Varje beredare betjänar i genomsnitt ca 1000 m^2 kontor vardera.



Bild 4.2.2. Flödesmätare, VV



Bild 4.2.3. Elenergimätare.

4.3 Vattenanvändning

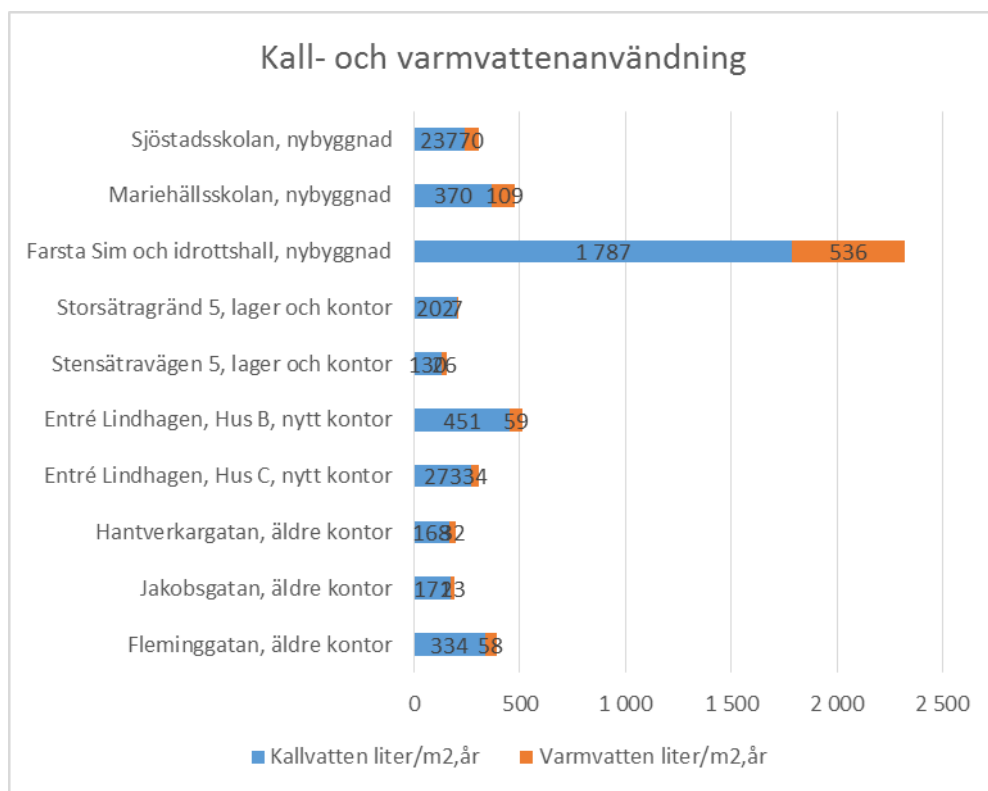


Bild 4.3.1 Kall- och varmvattenanvändning, liter/m², år.

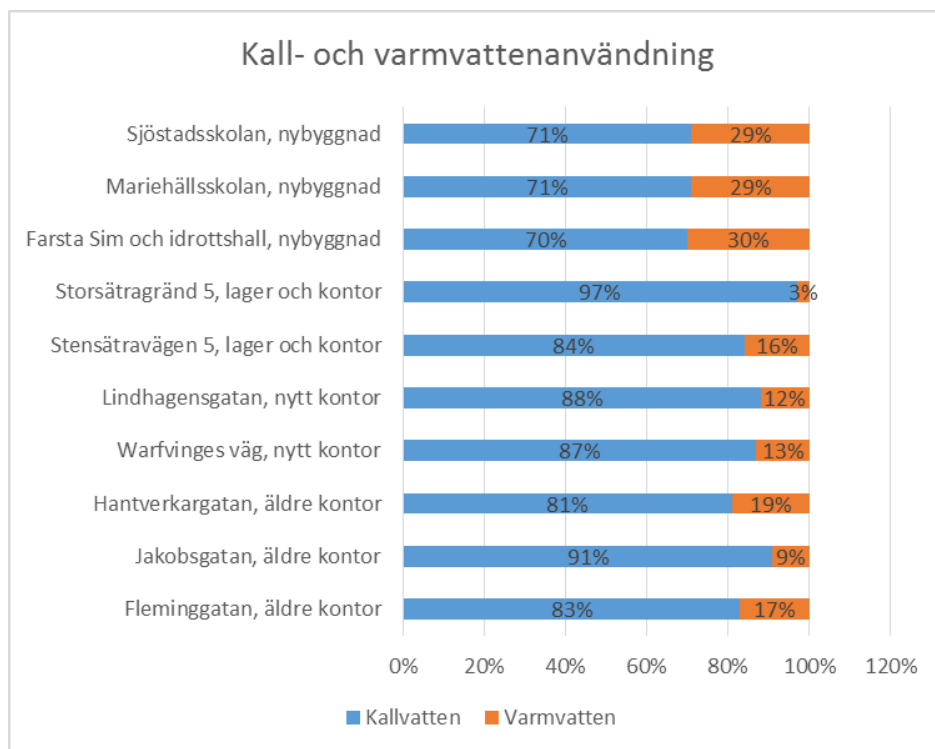


Bild 4.3.2 Kall- och varmvattenanvändning, % av inkommande kallvattenmängd.

4.4 Temperaturer på inkommande kallvatten

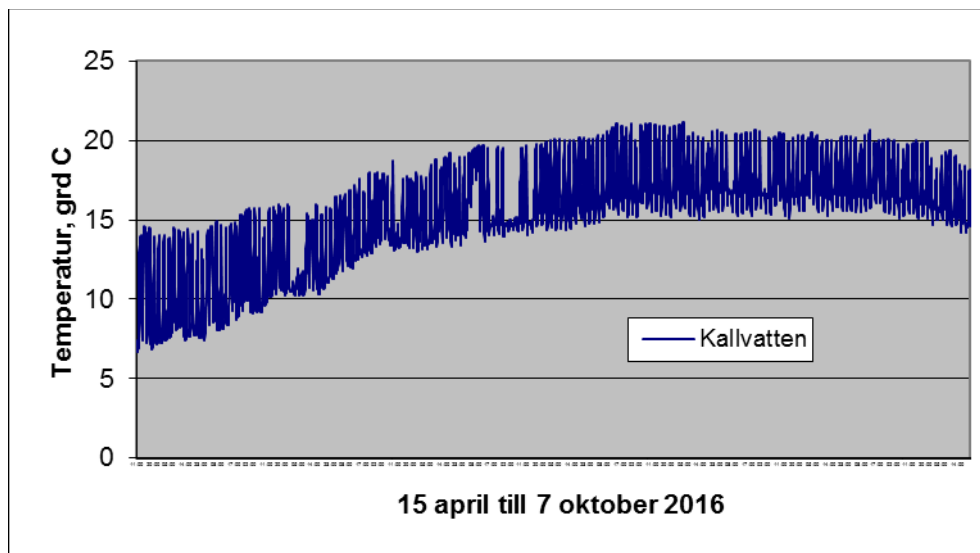


Bild 4.4.1 Jakobsgatan 20, kv Loen. Loggning av inkommande kallvattentemperatur. Nattetid sker ingen eller ringa varmvattenanvändning och då stiger tillfälligt temperaturen på det stillastående kallvattnet i röret ca 5-7°C.

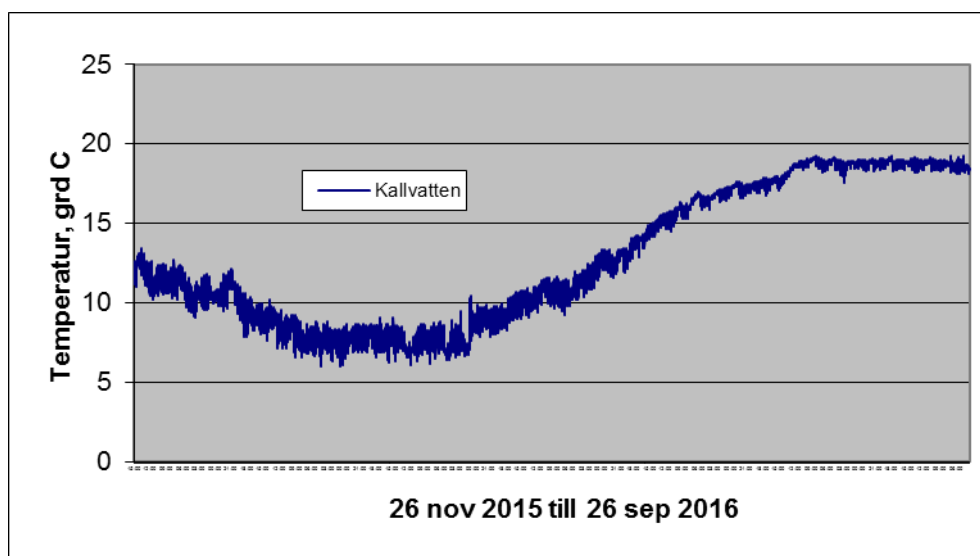


Bild 4.4.2 Stensättravägen 5, Hällsättra. Loggning av inkommande kallvattentemperatur.

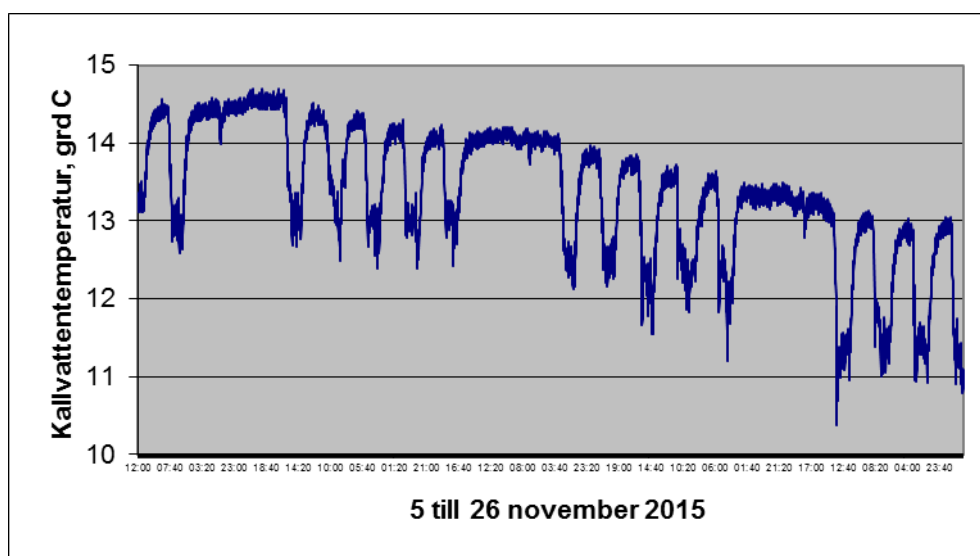


Bild 4.4.3 Storsätragränd 5, Lillsätra. Loggning av inkommande kallvattentemperatur under perioden 5-26 november 2015. Nattetid och helger sker ingen tappning och då stiger vattentemperaturen i röret.

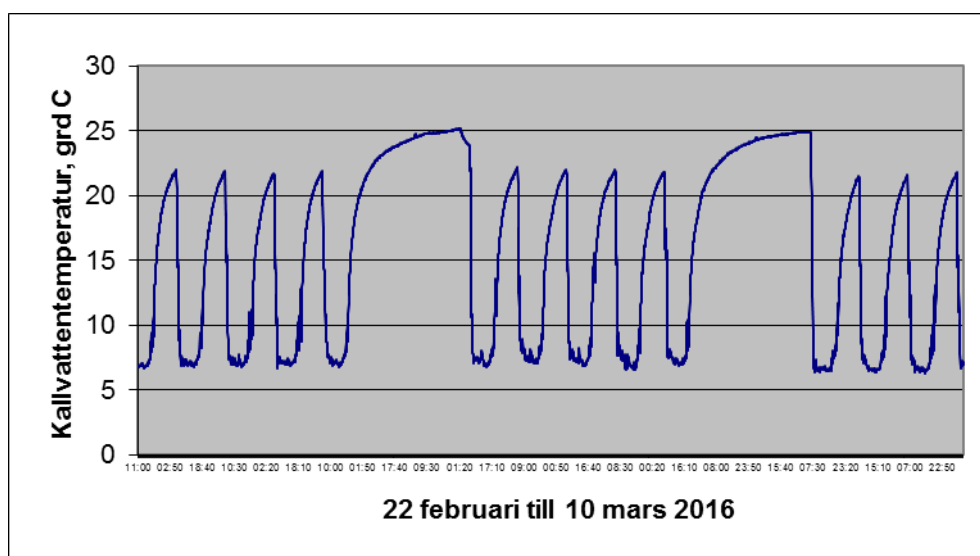


Bild 4.4.4 Mariehällsskolan. Loggning av inkommande kallvattentemperatur under perioden 22 februari till 10 mars 2016. Nattetid och helger sker ingen tappning och då stiger vattentemperaturen i röret.

Som framgår av redovisade mätningar nedan framgår att temperaturen på inkommande kallvatten är ca 8-10°C varmare på sommaren jämfört med på vintern. På vintern kan vattnet behöva värmas drygt 50°C medan det kanske räcker med knappt 40°C på sommaren. Det specifika värmebehovet för varmvattenvärmning kommer därför att variera mellan ca 45-60 kWh/m³, det lägre värdet sommartid och det högre vintertid.

5 Slutsatser och kommentarer

Uppmätta VVC-förluster i de sex studerade kontorsbyggnaderna är ungefär lika stora som uppmätt värmebehov för varmvatten, ca 1,5 till 3 kWh/m², år.

Se till att VVC-system har god värmeisolering så att VVC-förluster minimeras.

Kontorsbyggnader och andra lokaler används huvudsakligen endast under arbetstid. För att minska VVC-förluster kan en möjlighet vara att stänga av VVC-pumpen nattetid och helger. Beakta dock risken för Legionella-tillväxt innan denna åtgärd vidtas. För att förhindra tillväxt av Legionella-bakterier kan temperaturen på varmvatten höjas tillfälligt t ex innan VVC-pumpen stängs av.

I byggnader typ lagerbyggnader, t ex Storsätragränd 5, kan VVC-förlusterna vara 4 ggr så stora som värmebehovet för varmvatten. Detta beror att användningen av varmvatten är liten, endast 0,3 kWh/m², år för Storsätragränd 5. I denna typ av byggnader kan det vara intressant att överväga installation av elberedare i anslutning till våtgrupp i kontorsdelen istället.

I fastigheten Fraktalen 1 har VVC-förlusterna eliminerats genom att elberedare installerats på varje våningsplan. Här tillkommer naturligtvis extra värmeförluster från varje varmvattenberedare. Men dessa varmvattenberedare är belägna ganska långt ifrån anslutningspunkt för inkommande kallvatten. Därför kommer kallvattnet att värmas upp innan det når fram till varje elberedare. Speciellt nattetid och helger eftersom detta kallvatten då är stillastående. Genomförda mätningar visar att de extra värmeförlusterna kompenseras av den förvärmning som kallvattnet till beredarna får.

I denna studie har ingen studie eller jämförelse gjorts av den klimatpåverkan och resursanvändning som de olika energislagen fjärrvärme och el har.

6 Källor

Bergqvist, B: Kartläggning av VVC-förluster i flerbostadshus. Energimyndighetens Beställargrupp för Energieffektiva Flerbostadshus. BeBo-rapport (2014).

Boverket: Termiska beräkningar. Rumsklimat, värmeisolering, transmissionsförluster och omfördelningsberäkning. Handbok. 2003.

Elmroth, A: Energihushållning och Värmeisolering. Byggvägledning 8. En handbok i anslutning till Boverkets Byggregler, 2009.

Granroth, M och Matsson, L-O: Vatten och Avlopp, Byggvägledning 10. En handbok i anslutning till Boverkets Byggregler, 2013.

Gräslund, J: Sammanställning av tappvarmvattenanvändning i kontorshus, PM 09-05-27.

Hoel, T: Undersökelse av varmt tappevannsforbruk i en boligblokk. LTH. Institutionen för värme- och kraftteknik. 1995

Kempe, P: Installationssystem i energieffektiva byggnader. Svenska Byggbranschens utvecklingsfond. Projekt 12541 (2013)

Kretz, M: Ta det kallt vid kranen så blir det mindre VVC-förluster. Energi och Miljö, nr 2, 2014.

Sjögren, Jan-Ulric: Användning av kall- och tappvarmvatten i flerbostadshus. Energi och Miljö, nr 11 - 2007.

Wollerstrand, J och Persson, T: Injustering av VVC-kretsar, Svensk Fjärrvärme, Forskning och Utveckling, rapport 2004:118.

VVS Företagens Teknikhandbok 2015.

Bilagor (Separat dokument)

- Bilaga 1: Fleminggatan 2, Kv Klamparen
- Bilaga 2: Jakobsgatan 20, Kv Loen
- Bilaga 3: Hantverkargatan 25, Kv Murmästaren
- Bilaga 4: Entré Lindhagen, Hus C
- Bilaga 5: Entré Lindhagen, Hus B
- Bilaga 6: Torsplan 1, Fraktalen 1
- Bilaga 7: Hällsättra 3, Kontor och lager
- Bilaga 8: Lillsättra, Kontor och lager
- Bilaga 9: Farsta sim- och idrottshall
- Bilaga 10: Mariehällsskolan
- Bilaga 11: Sjöstadsskolan