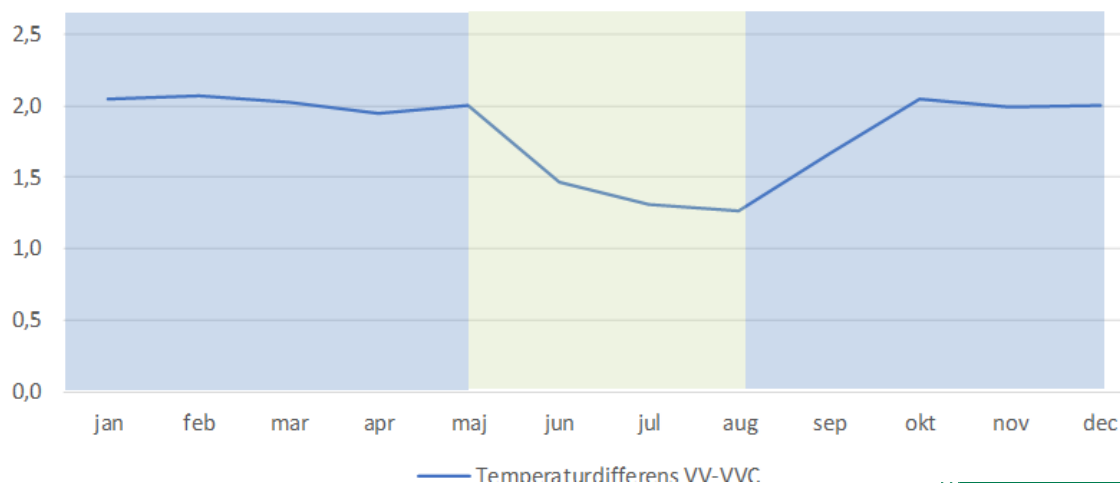




2021



VVC forskning Fördjupningsrapport

Medeltemperaturdifferens VV-VVC per månad



Jonatan von Seth
Gunnar Karlsen Sverige AB
2021-06-30

VVC forskning, fördjupningsrapport

Dokumentnamn		Projektorganisation	
Fördjupningsrapport – VVC forskning		Projektledare: Jonatan von Seth Handläggare: Stefan Carlsson	
Ort	Datum		
Malmö	2021-06-30		
Projektnamn			
VVC forskning			
P:\AVD\214-se\35 VVC forskning\14 Fördjupning rapport\fördjupningsrapport – VVC forskning 1.8			
Rapportens upprättare		Uppdragsgivare	
 Gunnar Karlson Sverige AB Box 505 50 202 15 Malmö		 NCC	
Innehåll <ul style="list-style-type: none">• Allmänt om projektet• Mätmetod• Sammanfattning• Innehållsförteckning• ID 01• ID 02• ID 08 och 55 – Quattro kulvert• ID 08• ID 55• ID 149		Gunnar Karlson Sverige AB Jonatan von Seth	
Rapporten distribuerad till:		Omfång	
Stephen Burke		56 sidor	

Upprättad av	Sign.	Datum	Utgåva	Rev. Datum	Sign.	Gunnar Karlson Sverige AB Telefon: 040-6310010 Fax: 040-187106 Internet: www.gk.se Besöksadress: Lockarpsv 6A Postadress: Box 50550, 202 15 Malmö
Jonatan von Seth	JvS	2021-06-30	1.0			
Godkänd av	Sign.	Projektnummer	Anm.			
Stefan Carlsson	SC					

Allmänt om projektet

Korthet: Fördjupning av tappvarmvatten- (VV) och tappvarmvattencirkulation (VVC) och deras energiförluster.

VVC-forsknings fördjupningsrapport är en del av forskningsarbetet som genomförs av Gunnar Karlson Sverige AB och NCC. Energieffektiviseringar i våra byggnader är ett ständigt aktuellt och relevant ämne. Effektiv energianvändningen kan uppnås genom exempelvis att isoleringsförmågan på klimatskalet samt ventilationssystemets prestanda förbättras. Dessa delar påverkar energianvändningen, reduceringen innebär att övriga delar, så som VVC-förluster utgör en allt synligare andel av den totala energianvändningen i byggnaden. Vid energiberäkningar i projekteringsstadiet är VVC-förlusterna ofta uppskattade och baserat på ett antagande om 4-5 kWh/m², A_{temp} och år. Tidigare forskning har visat på att VVC-förlusterna i byggnader kan variera så mycket som mellan 2 till 30 kWh/m² och år. Detta utgör en risk för att förväntad energiprestanda inte uppnås vid verifiering av byggnadens verkliga prestanda. Forskningen går ut på att mäta VVC-förlusterna genom 160 korttidsmätningar (under 3 dagar) samt 5 långtidsmätningar i olika byggnader runt om i Sverige för att få mer mätdata och genom detta en bättre förståelse av VVC-förlusterna. Det uppenbarade sig efter ca 100 mätningar att det fanns ett behov av fördjupning av VVC-flödet i några av mätningarna för att dels kunna verifiera "energiförlusterna" i VVC-kretsarna, dels för att inhämta mer information om byggnaderna och deras VVC-system genom återbesök.

Fördjupningens utsträckning av varje objekt är varierande på grund av olika faktorer så som byggnadens tillgänglighet (möjlighet att följa rörstråk fysiskt och på ritningar) och möjligheten att göra djupare analyser av data från mätningarna.

VVC forskning, fördjupningsrapport

Mätmetod

Fördjupningen består av 6 st utvalda objekt

- 2 st med hög VVC-förlust (kWh/m² och år).
Urvalet har bestått av att välja ut 2 av de med högsta VVC-förlusterna.
- 2 st slumpmässigt utvalda (de två första ID-nummer i tabell 1).
- 1 st med låg VVC-förlust (valde den första av ID-nummer med under 5 kWh/m²).
- 1 st som innehade intressanta tekniska lösningar/problem.

Metodiken för fördjupningen har varit att göra återbesök i de 6 st olika fastigheterna för att genomföra fördjupande mätningar och ägna mer tid på den okulära undersökningen samt ytterligare mätningar. Tillgängliga ritningar har studerats och loggfiler har granskats djupare. Om intressanta observationer som berör VVC-förlusterna observerats har det dokumenterats och lagts in i rapporten.

VVC-forskningen är anonym, därför har fastighetsbeteckningen ersatts med ID-nummer.

För att validera mätmetoden har VVC-förlusterna återigen mätts upp på samma mätpunkt, samma mätmetod, samma instrument som vid första besöket. Vid fördjupningen valdes det att logga flödet från VVC-ledningen över en kortare tidsintervall (40–60 min) istället för att mäta värdet momentant. Det har funnits antagande om att VVC-flödet ska vara konstant, vilket undersökningen i fördjupningen ville verifiera.

- Temperaturmätning genomfördes genom att logga ytemperaturen på ledningen med utanpåliggande givare. Givarna fick ett lager kontaktpasta applicerat under sig mot röret för att öka värmeöverföringen. Givarna isolerades med Armaflex eller med befintlig isolering för att minska omgivningens påverkan på mätarna. Temperaturen loggades 1 gång i minuten under ca 3 dagar. Sedan togs medeltemperaturen på dessa 3 dagar som ett mätvärde i uträkningen för VVC-förlusterna.
- Flödet mättes i fördjupningsstudien genom loggning av i minst 40 minuter med utanpåliggande ultraljudsmätare.

Sammanfattning

Fördjupningen visar att på samtliga utvalda objekten så finns det tekniska lösningar eller installationer som kan påverka beräkningen av VVC-förlusterna. Detta kan medföra att "energiförlusten" blir orimligt låga eller höga. Om de tekniska lösningar eller installationerna inte valideras innan beräkningarna, kan dessa tekniska lösningar eller installationerna resultera till en felkälla. I en mätning av VVC-förluster (kWh/m² och år) kan den faktiska VVC-förlusten per m² A_{temp} ge en ofullständig bild av VVC-förlusterna för byggnaden. Därför bör man undersöka VV- och VVC-ledningen i sin helhet och sedan mäta "energiförlusten" för att reducera risken för felaktigt resultat. Samt kommentarer till bedömd orsak till den eventuella låga/höga VVC-förlusten. Vid utredningen bör man vara observant på mätresultatet och dess rimlighet.

Vid kortidsmätningen förutsattes det att de tekniska installationerna var korrekt utförda. Fördjupningsarbetet visar att på alla utvalda objekt fanns det utföranden som kan påverka VVC-förlusterna i sådan grad att mätningens resultat inte kan anses tillhöra normen. Observationerna nedan i tabellen ger en förklaring till orsaken varför mätresultatet kan vara eventuellt påverkat. Mätningen som är utförd har mätt värden som speglar den aktuella verkligheten.

ID-nummer	Upptäckt vid fördjupning	Hur det påverkar beräkning av VVC-förlusterna	Åtgärd och dess påverkan
01	Blandare (montage/typ) som utger en risk för att kyla ner VV- och VVC temperaturen onödigt. Vid första och andra mätningen var blandaren slumpmässigt rätt inställd (blandarens handtag stod på 100 % kallvatten, hade blandaren stått lite mer på VV hade KV kylt ner VV-ledningen). Det hade eventuellt resulterat i lägre VVC-temperatur och därför en högre VVC-förlust då man beräknar VVC-förlust med hjälp av temperaturdifferensen mellan VV och VVC.	Påverkade inte mätningen, en möjlig riskfaktor.	Byta blandaren (rätt montage), inget tekniskt fel som påverkade mätningen upptäcktes.
02	Kopplingsbrunnar för KV, VV och VVC hade ingen fungerade dränering, vilket resulterade i ledningar låg periodvis under vatten. Vid återbesöket låg en kort bit (200 mm) av VV-ledningen (isolering och rör) under vatten. Kopplingsbrunnarna undersöktes inte under kortidsmätningen (första besöket).	Påverkade inte mätningen avsevärt, en möjlig riskfaktor. Då vattennivån har varit betydligt högre periodvis.	Alla 3 kopplingsbrunnar är efter mätningen dränerade. Liten påverkan på resultatet då enbart en av brunnarnas vattennivå nådde en VV-ledning.
08	Samisolerad VS, VV och VVC. Värmesystemet tar värmeenergi från VV och VVC. Vilket leder till större VVC-förluster.	Hög "energiförlust" för VVC-ledningen. En stor del av förlusterna går delvis till nytta i värmesystemet.	Ingen åtgärd som är ekonomiskt hållbar. Fastigheter med denna typ av kulvert kan förväntas ha högre VVC-förluster.
55	Samisolerad VS, VV och VVC. Värmesystemet tar värmeenergi från VV och VVC. Vilket leder till större VVC-förluster. Fastigheten har en fjärrvärmeväxlare för tappvarmvattensystemet, men två huvudstamledningar, en för "höghuset" och en för "låguset".	Hög "energiförlust" för VVC-ledningen hos låghuset. En stor del av förlusterna går delvis till nytta i värmesystemet.	Ingen åtgärd som är ekonomiskt hållbar. Fastigheter med denna typ av kulvert kan förväntas ha högre VVC-förluster.
17	VVC-ledningen går inte hela vägen till alla trapphus/lägenheter. Vilket gör att VVC-sträckan kortare och således även den möjliga VVC-förlusten. Fastigheten hade även problem med legionella som upptäcktes under mätningen.	Ger låg VVC-förlust sett per a-temp.	Förlänga VVC-ledningen, samt kommentar till låg VVC-förlust.
178	Flera huskroppar har lågt eller inget VVC-flöde.	Ger en felaktig bild av VVC-förlusterna då enbart delar av byggnaderna betjänas.	Installation av STAD-ventiler och byte av pumpar.

Tabell 1, Observationer och dess konsekvenser.

Innehållsförteckning

1	<i>ID 01 – Blandare som kan trycka KV in i VV</i>	5
2	<i>ID 02 – Vatten i kopplingsbrunnar</i>	13
3	<i>ID 08 och 55 – Quattro kulvert</i>	18
4	<i>ID 08 – Hög energiförbrukning och Quattro kulvert</i>	20
5	<i>ID 55 – Hög energiförbrukning och Quattro kulvert</i>	32
6	<i>ID 17 – Låg VVC-förlust och korta VVC-ledningar</i>	38
7	<i>ID 149 – Inget VVC-flöde längst bort</i>	44

Sammanställning första och andra mätningen

		Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	Åtgång kWh/år	A _{temp} m ²	åtgång / m ² kWh / m ²	Byggår	Flödesmätning (typ) Momentant/loggat flöde	Kommentar
ID 01	Omgång 1	2019-04-01	58,1	52,0	0,710	156 446	12 034	13,0	1924	Momentant	A _{temp} korrigerad.
	Omgång 2	2020-06-10	58,3	51,8	0,646	151 701	12 034	12,6		Loggat	
ID 02	Omgång 1	2019-04-02	51,5	48,8	0,780	74 146	3 011	24,6	1978	Momentant	Pumpinställning sänkt efter första besök. Vatten i brunnarna åtgärdat vid andra besöket.
	Omgång 2	2020-06-04	50,1	47,2	0,244	25 264	3 011	8,4		Loggat	
ID 08	Omgång 1	2019-02-05	50,0	45,0	0,170	30 709	525	58,5	2011	Momentant	Differens mellan omg. 1 och omg. 2 är att vid omg. 2 är VS-pump avstängd.
	Omgång 2	2020-06-10	50,5	47,6	0,220	23 050	525	43,9		Loggat	
ID 17	Omgång 1	2019-03-04	54,5	53,0	0,280	15 174	5 438	2,8	1999	Momentant	Efter upptäckten av Legionella (2019) byggdes delar av tappvarmvatten systemet om.
	Omgång 2	2020-11-19	54,5	52,9	0,290	16 763	5 438	3,1		Loggat	
	Omgång 3	2021-06-15	56,9	53,6	0,308	36 675	5 438	6,7		Loggat	
ID 55	Omgång 1	2020-05-09	51,6	42,8	0,330	104 916	8 408	12,5	2014	Loggat, hela systemet	Mätning av hela VVC-förlusten och även mätning av VVC-förlusten i höghusen och låghusen respektive. Quatro kulvert till låghusen och vanlig kulvert till höghusen. Vid mätning i juni 2021 var värmesystemet avstängt.
	Omgång 2	2020-05-13	51,5	43,0	0,331	101 646	8 408	12,1		Loggat, hela systemet	
	Omgång 3 (mätning av låghus och höghus)	2021-06-10	55,7	49,7	0,392	85 011	8 408	10,1		Loggat, hela systemet	
		2021-06-10	55,7	48,9	0,293	71 865	6 759	10,6		Loggat, <u>höghus</u> enbart	
		2021-06-10	55,7	44,1	0,100	41 761	1649	25,3		Loggat, <u>låghus</u> enbart	
ID 149	Omgång 1	2020-05-15	54,6	49,2	0,320	62 429	5 433	11,5	1951	Loggat	Pga ombyggnation efter upptäckten av legionella (2020) fanns ingen möjlighet till andra mätning.
	Omgång 2	-	-	-	-	-	-	-		-	

Tabell 2 Översikt över första och ytterligare besök (fördjupningsstudie).

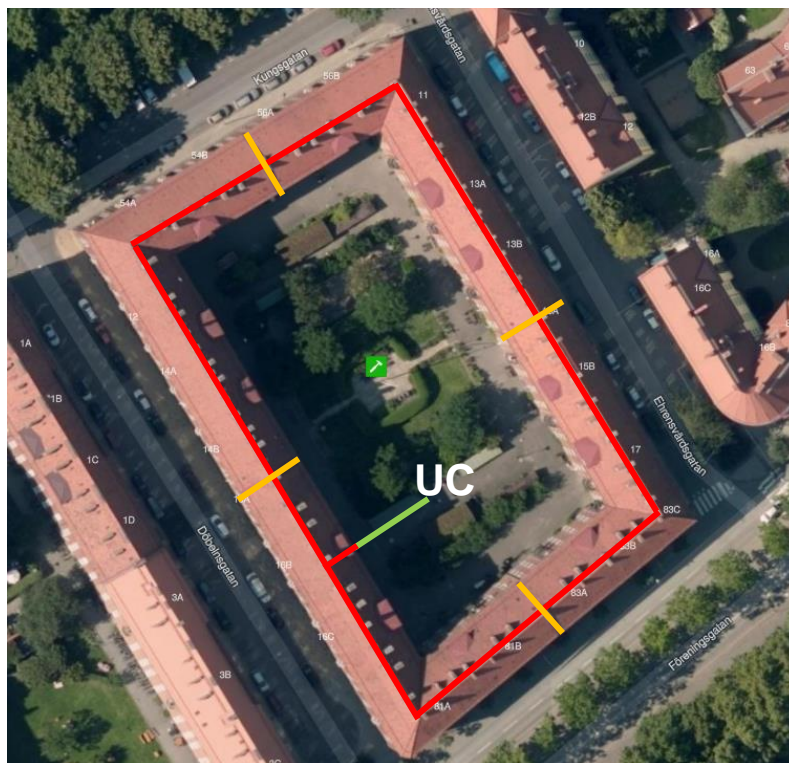
1 ID 01 – Blandare som kan trycka KV in i VV

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten är slumpmässigt utvald (en av de två första ID-nummer).

Byggnaderna är uppförd år 1924 – 1925 i fyra etapper och det finns fyra stycken huskroppar (4 st "L" formade sektioner, se orange linje som avskiljare) som är byggda i omgångar under åren 1924–1925. Byggnaderna har genomgått en VVC-ombyggnation år 1998 då drogs och isolerades nya VV-, VVC- och KV-ledningar. Även kulverten gjordes om. Vid första platsbesöket (2019-04-01) observerades inga större avvikelser, VVC-förlust på 13 kWh/m² ansåg rimlig för byggnaden.

Vid återbesöket (2020-06-10) mättes VVC-förlusten om. Differensen mellan första platsbesöket och andra platsbesöket var 0,4 kWh/m². Under återbesöket 2020 kontrollerades stamledningar, ritningar, m² A_{temp} och resultatet av en VVC-åtgärd 2016. Vid kontrollen av m² A_{temp} upptäcktes det att energideklarationen angav en något mindre yta, deklarationen angav 11 560 m², men genom att mäta om byggnaders area ökade A_{temp}en till 12 034 m² (474 m²). Energianvändningen minskade sett till m² med 0,5 kWh/m². Då den totala arean som betjänades ökade. Vid platsbesöket undersöktes även VVC-åtgärden 2016. Åtgärden 2016 var på grund av att VV och VVC-temperaturen vid olika trapphus var låg (36 - 40 °C). Det visade sig senare bero på en felaktig installerad blandare som kylde ner varmvattenledningen med tappkallvatten. Tappkallvatten blandades in i tappvarmvatten via blandaren istället för i undercentralen. Problemet åtgärdades genom att installera en ny blandare (2016). Efter åtgärden försvann problemet. Under återbesöket (fördjupningen, 2020) upptäcktes det att det gick att återskapa problemet med blandaren som var kopplad till tvättmaskinen. Vilket gav samma resultat som tidigare med den gamla blandaren. VV- och VVC-temperaturen i UC sjönk vid testomgången till (36 - 40 °C), även om blandaren var utbytt.

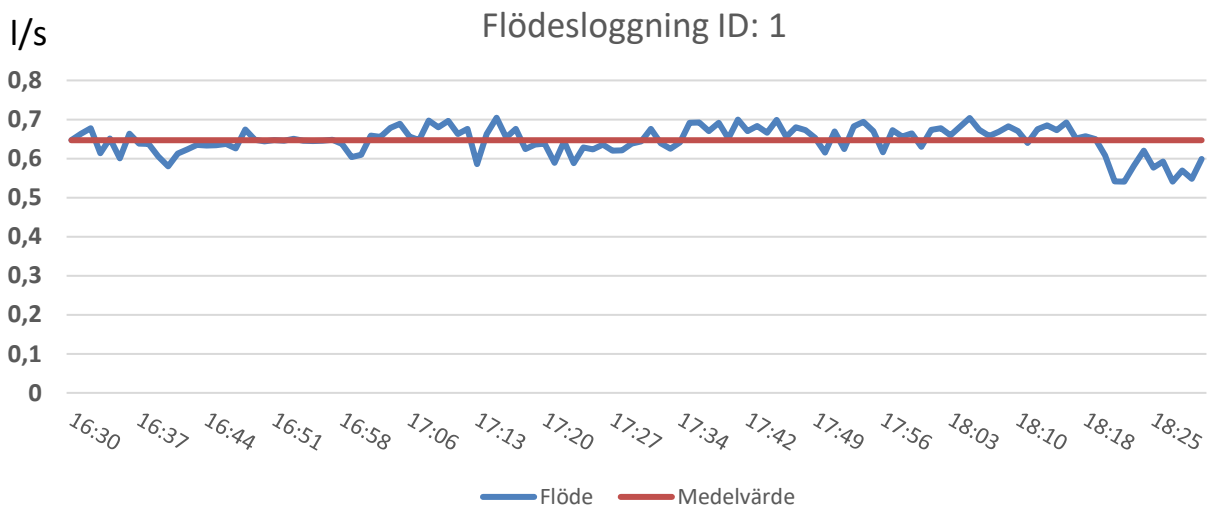


- = VV/VVC ledning
- = Kulvert för VV/VVC
- = Sektionsvägg

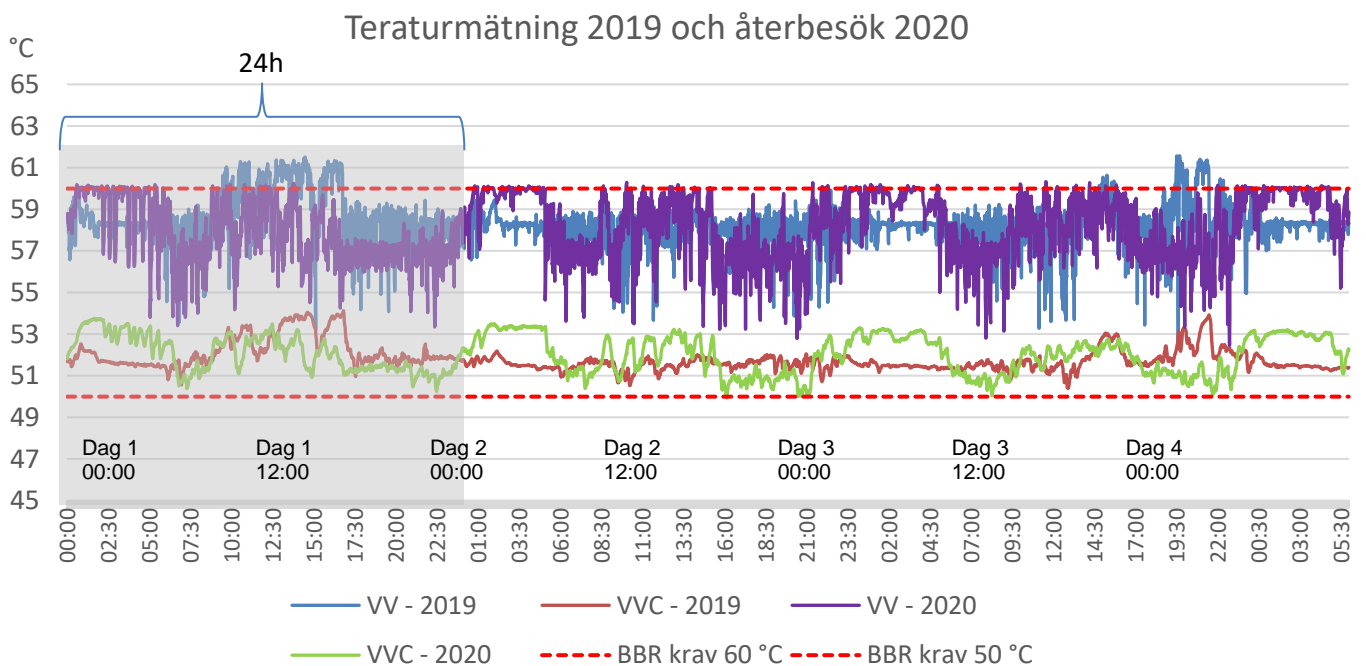
Resultat

Vid återbesöket 2020 användes samma mätpunkter som vid första besöket 2019. Undercentralen har inte genomgått någon förändring mellan första mätningen 2019 och återbesöket 2020. Temperaturer och flöden var snarlika (differens på 0,2 °C). Flödesloggningen av VVC-flödet visar svag variation av flödet under loggningen som varade i 60 minuter. Det upptäcktes att Atempen inte stämde och Atempen har därför korrigerats.

Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	Atemp m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår år	Flödesmätning (typ)
2019-04-01	58,1	52,0	0,71	156 446	12 034	13,0	1924	Momentant
2020-06-10	58,3	51,8	0,65	151 701	12 034	12,6		Loggat



Figur 1 Flödesloggning av VVC-ledningen 2020.



Felinstallerad blandare som kyler varmvattnet

Fastigheten hade mellan 2010 och 2016 problem med låga VV- och VVC-temperaturer i delar av byggnaden. De låga temperaturerna berodde på en blandare utan backventiler som alltid stod i "öppet" läge. Blandaren hade sedan en tvättmaskin ansluten till sig. KV (högre tryck) gick bakvägen och tryckte KV in i VV-ledningen (när tvättmaskinen inte var igång). Samma problem hade uppstått om kranen till blandaren var kopplad till en diskmaskin, handhållen dusch med "avtryckare". Lägenhetsinnehavaren bytte blandaren 2016 i egen regi vilket löste problemet. VVC-temperaturen höll sig stabil på ca 51 °C (UC).

Vid återbesöket (2020) stod blandaren på 100 % KV, för att testa om den nya blandaren hade samma problem som den gamla blandaren provades det att återskapa problemet genom att sätta blandaren i nära "mitten" läge (50 % KV och 50 % VV). Samma inställning som 2016 då det var problem med låga VVC-temperaturer (2010 – 2016). Det visade sig att påföljden att ha samma inställning var problemet kom tillbaka.

VVC-fördjupning (2020) visar att trots ny blandare är installerad kunde problemet återskapas genom att ställa den nya blandaren i 50 % KV och 50 % VV. Liknande resultat erhöles även vid ca 10 % KV och 90 % VV. Problemet uppstår när enheten till blandaren (tvättmaskinen i detta fall) inte används. Då går KV bakvägen in i VV-ledningen. Det är oklart varför det fylls på med KV i VV-ledningen. En bedömd orsak är att det tappas VV i andra lägenheter och istället för att fyllas på med KV i undercentralen fylls det i stället på med KV i VV-ledningen vid blandaren. Loggningen med 50 % KV och 50 % VV varade i ca 2 timmar (10:00 – 12:00) och ger inte en hel bild över förloppet. Föreningen består av över 120 lägenheter och mätningen skedde mitt under dagen, det är rimligt att anta att det tappas varmvatten kontinuerligt under mätningen någonstans i föreningen som utgjorde att KV gick in i VV-ledningen.

Bilderna nedan visar den äldre blandaren (figur 2) och den nya blandaren (figur 3). Båda blandarna ger upphov till samma problem. Kranen är i båda fallen i "öppet" läge, vilket är normalfallet för denna lägenhet då lägenhetsinnehavaren inte stänger kranen mellan tvätt omgångarna.



Figur 2 Foto av äldre blandaren.



Figur 3 Foto av nya blandaren.

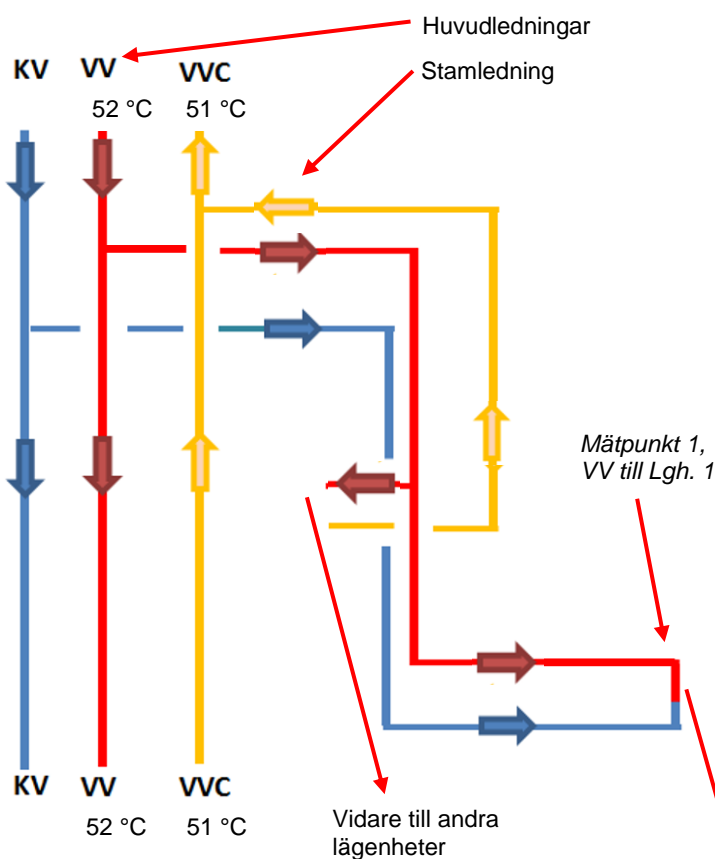
Undersökningen av problemet med blandaren bestod bland annat av temperaturloggning och loggning av flöde i 120 minuter. Nedan visas ett diagram och sedan en principskiss på temperaturmätningen och flödesmätningen. Uppmätt flöde vid VV-huvudledningen (mät punkt 1) är 0,08 l/s och uppmätt flöde vid VV-stamledningen (mät punkt 2) är 0,04 l/s – 0,05 l/s.

Beräkning av "energiförlusten" är när blandaren står i 50 % VV och 50 % KV är ca 38 000 kWh / år (inställningen som var 2010 till 2016). Dock handlar det inte om "energiförlust" utan enbart var VV fylls på. Dock kyls VV- och VVC-ledningen ner i onödan och på fel sätt vilket påverkar en energiberäkning om man utgår från att detta fenomen inte påverkar systemet (VVC temperaturen i undercentralen blir lägre om kallvatten trycks in i VV- och VVC). Att kallvatten kyls ner VV-ledningen ger även förloppet att övriga lägenheter behöver spola en längre tid för att få tappvarmvatten och tillika negativ energianvändning på den fronten.

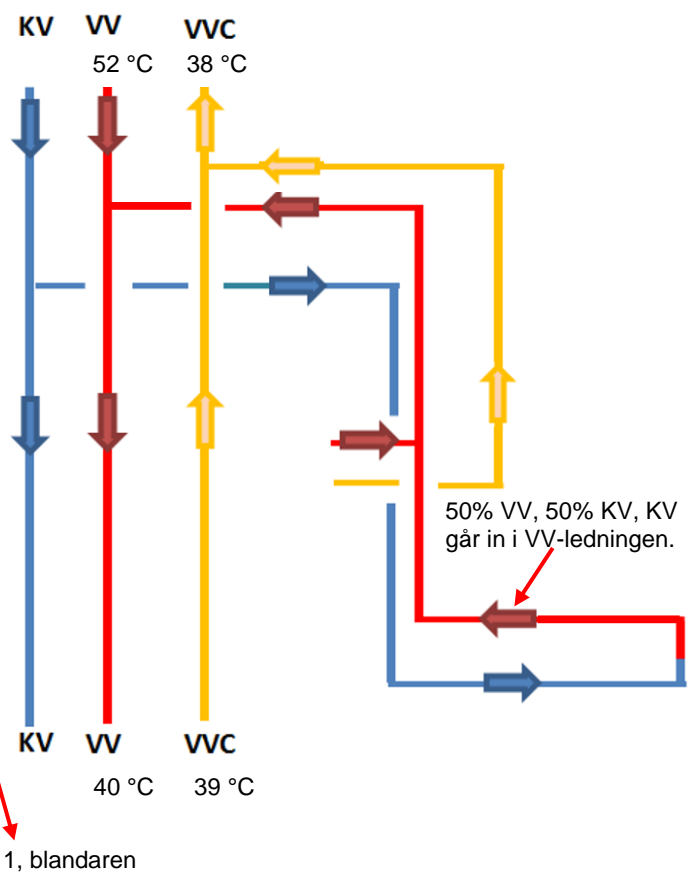
Vid en av lägenheterna gick det inte att få varmvatten över 50 °C under testperioden (120 minuter).

Temperatur vid:	Före stamledningen Medeltemperatur °C	Efter stamledningen Medeltemperatur °C	Differens °C
100 % KV 0 % VV	52,8	52,8	0
50 % KV 50 % VV	52,1	39,6	12,5

**Felaktig blandare
0% VV 100% KV (normalt)**



**Felaktig blandare
50% VV 50% KV (KV kyls ner VV)**



Bakgrund om mätningen (flöde- och temperaturdiagram)

För att få en systemförståelse loggades flöde med ultraljudsmätare på VV-ledningen. Temperaturloggning skede på flera mätpunkter för att få en uppfattning av problemet med blandaren. På följande platser sattes det upp temperaturmätning (loggning):

- Huvudledningen, både före och efter stamledningen till lägenheterna (VV och VVC).
- Stamledningen (VV) både stick till övriga lägenheter och VV-ledningen till blandaren.

VVC-ledning går inte fram till blandaren utan vikar av till "andra lägenheter" (se principskiss ovan). Givarna till ultraljudsmätaren var placerad så loggning av flöde skedde i VV-ledningen till blandaren.

Flödesdiagram

Diagrammet nedan (flöde) visar inledningsvis när blandaren står i 100 % KV (1). Under mätningen syns det tre variationer. Den första (2) beror på att blandaren ställdes i 50 % VV och 50% KV, detta varade i 10 minuter och ställdes sedan till 100 % VV och 0 % KV (3). Den andra variationen (4) beror på att blandaren ställs åter i 50 % VV och 50 % KV, denna inställning behålls tills mätningens slut. Den tredje variationen (4) beror på tvättmaskinen (som är kopplad till blandaren) startades, minusflödet betyder att VV går baklänges i ledningen. Med andra ord kommer kallvatten in i varmvattenledningen.

	Händelseförlopp 1	Händelseförlopp 2	Händelseförlopp 3	Händelseförlopp 4	Händelseförlopp 5	Händelseförlopp 6
Inställning	0% VV 100% KV	50% VV 50% KV	100% VV 0% KV	50% VV 50% KV	50% VV 50% KV	50% VV 50% KV
Tidpunkt	10:10 - 10:20	10:20 - 10:30	10:30 - 10:35	10:35 - 12:20	12:05 - 12:09	10:35 - 12:20
Händelse	Inställning före ändring av blandare.	Blandaren ställs i nytt läge.	Blandaren ställs i nytt läge.	Blandaren ställs i nytt läge.	Omgång tvätt startas.	Tvättmaskinen fyller ej på med mer vatten.

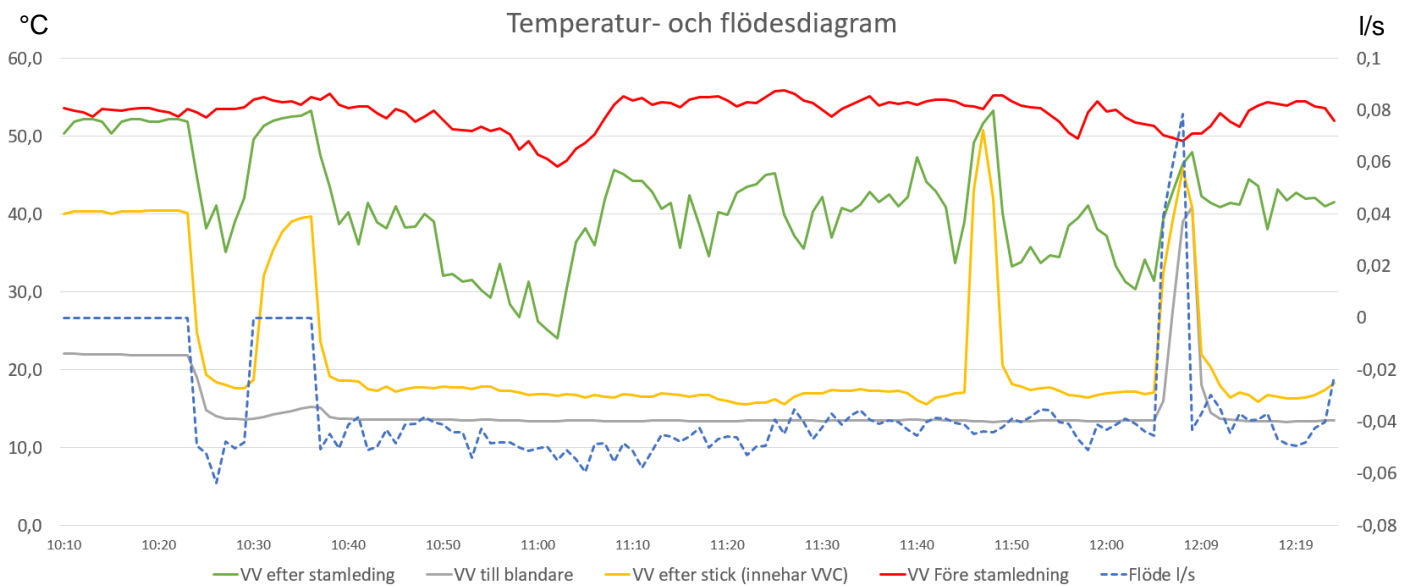


Flödes- och temperaturdiagram intrigerade

Genom att kombinera flödesloggning och temperaturloggning syns tydliga samband mellan olika inställningar på blandaren och dess påverkan på temperaturen.

Genom temperaturmätning på misstänkta VV-ledningar som kyls ner med tappkallvatten kan temperaturloggning användas för att få en indikation om ledningen kyls ner. För ett noggrannare och säkrare resultat bör dock ledningens flöde loggas. Vid korrekt mätning av flöde kan man avläsa om flödet ändrar riktning.

- Streckad blå linje representerar flödet på höger axel
- Ifyllda linjer representerar temperaturer på vänster axel.

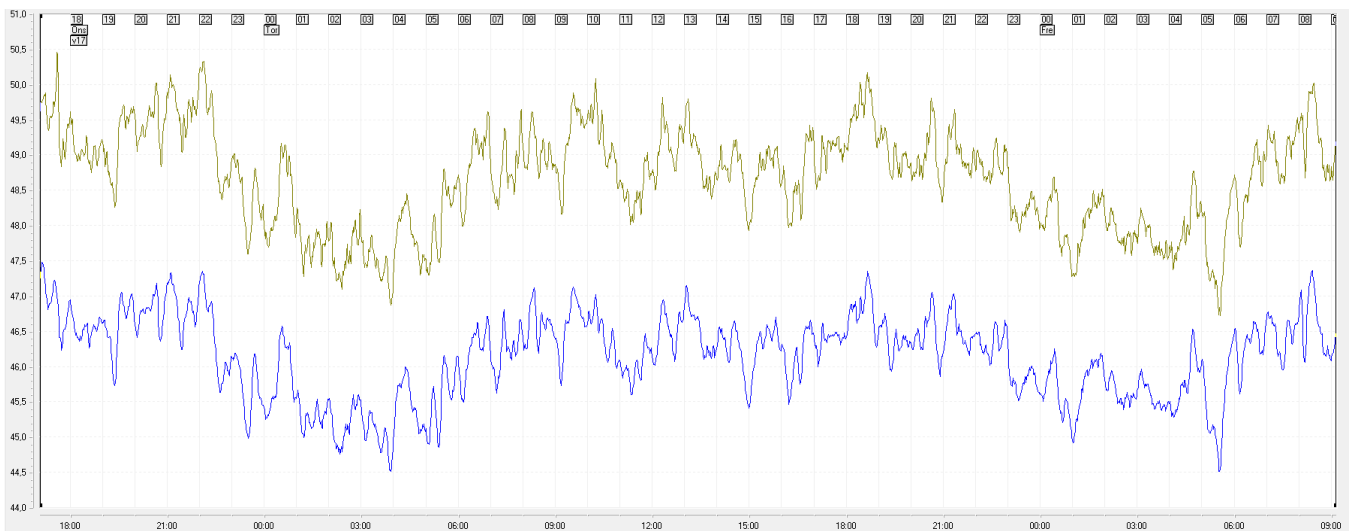


Temperaturfall vid genomföringar

När VVC-effektiviseringen genomfördes 1998 borrades det hål för rördragning mellan våningsplan och huskropparna (de är byggda i 4 omgångar). Håltagningen för rören vilka VV- och VVC-ledningar dimensionerades inte för att få plats med isolering. Håltagningen var enbart anpassad för rörstorleken. Efter rör genomföringen murades hålrummet mellan rör och vägg igen. Vid en av dessa genomföringar (bedömd 400 mm) har VVC-temperaturförlusterna uppmätts för att få en uppfattning om vikten att isolera genomföringar.

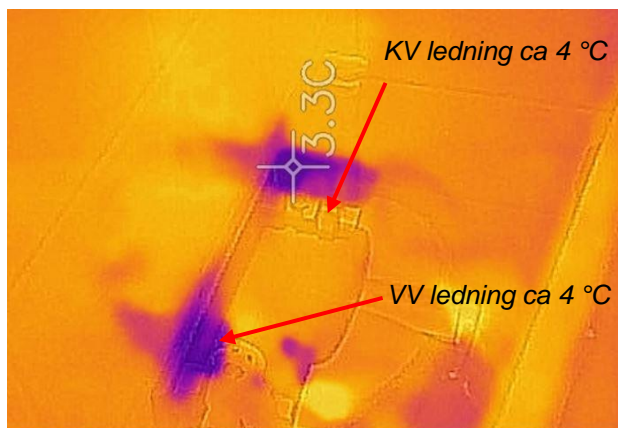
Temperaturloggnigen som visas i nedanstående diagram är mellan en stor genomföring som går mellan två huskroppar i en källare. Mätningen visar att genomföringen bidrar till en ökad energiförlust på ca 6 700 kWh per år.

	Före genomföring	Efter genomföring	Differens	Flöde	Energiförlust
	°C	°C	°C	l/s	kWh / år
Mätvärden:	48,6	46,1	2,5	0,075	6 700



Figur 4 Temperaturdiagram över temperaturdifferensen vid en rör genomföring via en vägg.

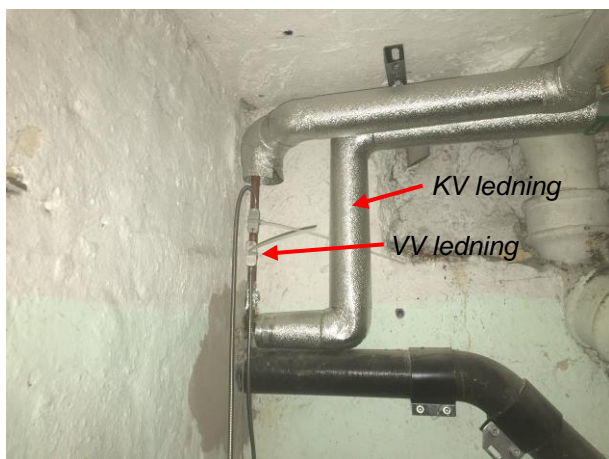
Foto ID 01



Felaktig blandare (montage/typ), från värmekamera.



Felaktig blandare (montage/typ), vanlig bild.



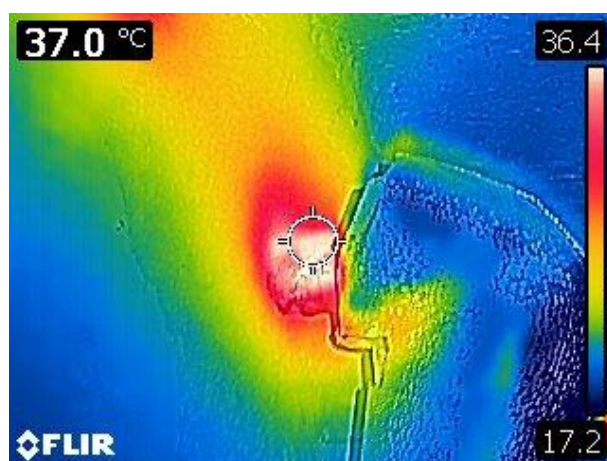
VV- och KV ledning till lägenhet.



Flödesmätning i undercentral, huvudledning VVC



VVC-pump, ej tryckstyrd.



Rör vid genomföring, omgivande väggar värms upp till ca 30 °C.

2 ID 02 – Vatten i kopplingsbrunnar

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten är slumpmässigt utvald (De två första ID-nummer).

Byggnaderna är uppförd 1978 och består av fyra 2-våningshus med loftgångstrappa. Byggnaderna innehåller 28 lägenheter. Fastighetens undercentral är placerad i en av byggnaderna. Det går sedan kulvert till gaveln av varje huskropp. Där går sedan VS, KV, VV, VVC under lägenheterna. VVC-ledningen har mätts i undercentralen men även före och efter kulvert som gick från undercentralen till de 3 olika husen. Alla 3 husen hade liknande sträckor (35 m) för VV och VVC. VVC-ledningarna samisolerade med VV-ledningen i kulverten. På övriga sträckor är de isolerade separat.

Under första platsbesöket (2018-11-27) konstaterades högt VVC-flöde, mellan första platsbesöket (2018) och återbesöket (2020) byttes VVC-pumpen. Inga andra förändringar i systemet ska vara genomförda.

Kopplingsbrunnarna innan varje husgavel hade en större mängd vatten i sig, vattennivån vid besöket nådde upp till ett av VV-rören i en av brunnarna. I samtliga brunnar syns lämningar av en högre vattennivå. Brunnens dränering var igensatt och släppte inte igenom något vatten. Under mätningen mellan brunnen med låg vattennivå och övriga brunnar kunde inte en markant skillnad på temperaturer avläsas. Det är dock rimligt att anta att när brunnen är fylld med vatten att det sker en påverkan. Isoleringen som omger VV- och VVC-rören är på flera ställen i brunnen fuktig och på andra ställen sprödet efter blivit blöt och sedan torkat.

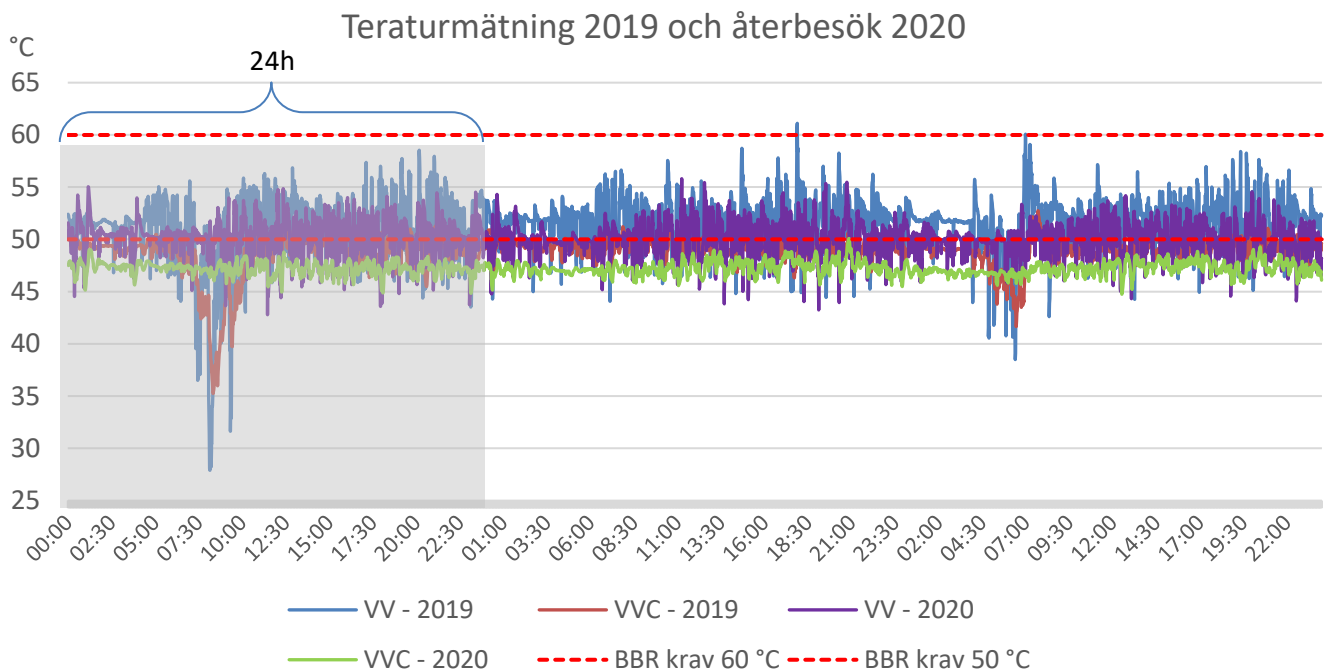
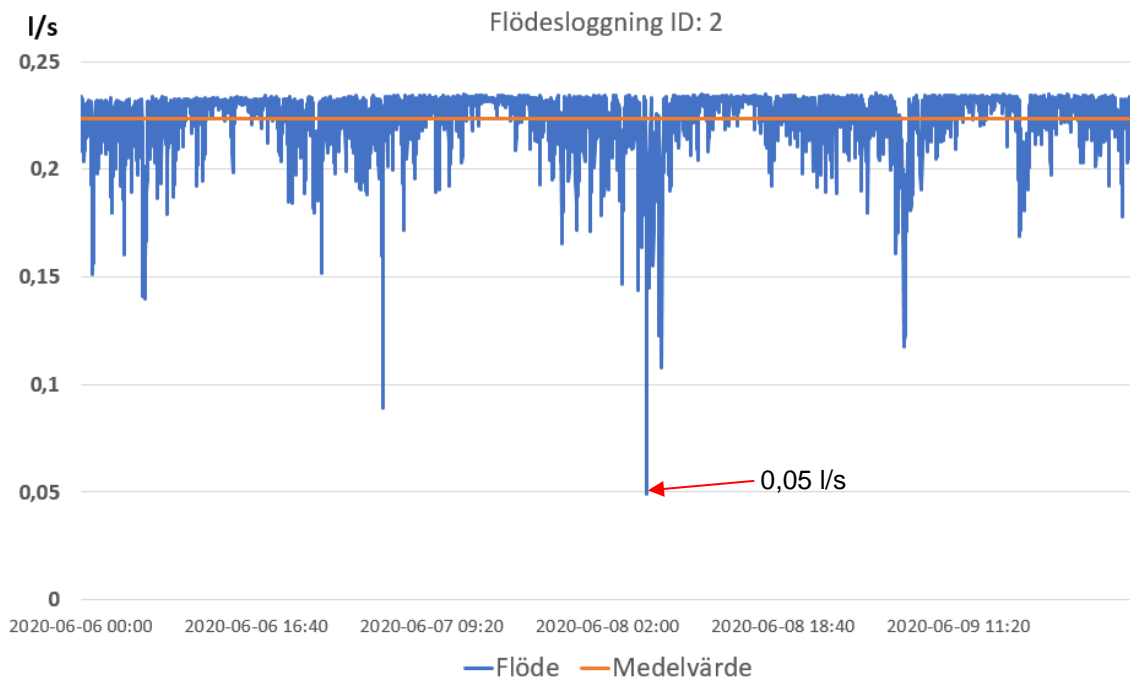


- = VV/VVC ledning
- = Kulvert för VV/VVC

Resultat

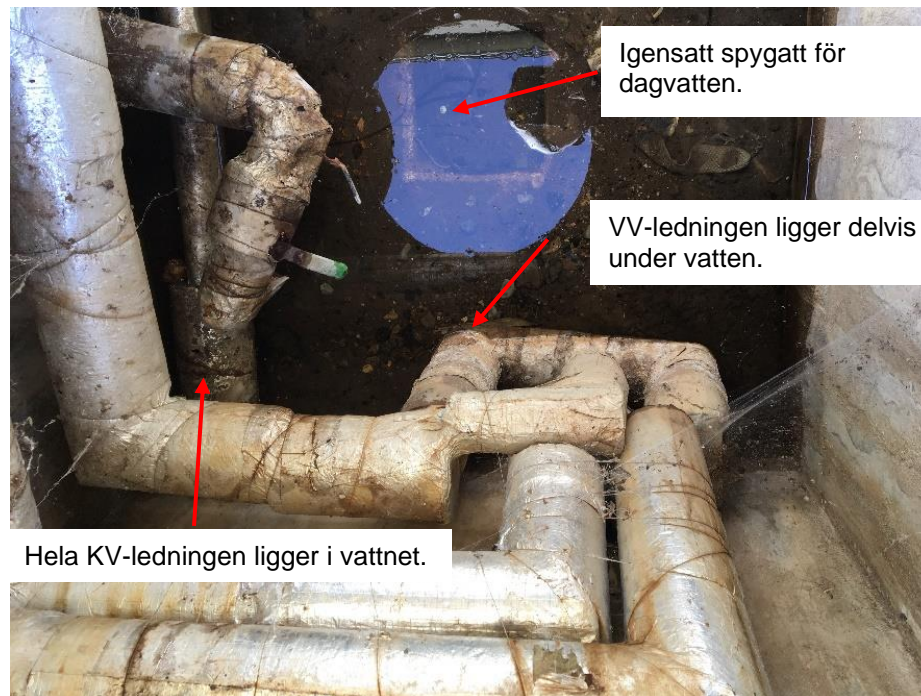
Vid återbesöket 2020 användes samma mätpunkter som vid första besöket 2018. Undercentralen har genomgått en flödesförändring vilket påverkar det uppmätta flödet. Eftersom kopplingsbrunnarna inte kontrollerades vid första besöket (2018) kan vatten i brunnen vara en orsak till ett högre flöde. Temperaturer från både besöken är snarlika (VV sänkt 1,4 °C och därmed VVC sänkt 1,6 °C). Flödesloggningen av VVC-flödet visar variation av flödet med lågpunkter i flödet under nätterna (0,05 l/s). Flödet går dock aldrig över 0,25 l/s. Pumpens inställning är inte på kontant flöde utan är varierande.

Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	Atemp m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår år	Flödesmätning (typ)	Kommentar
2018-11-27	51,5	48,8	0,78	74 146	3 011	24,6	1978	Momentant	Pumpflöde sänkt efter första besök.
2020-06-04	50,1	47,2	0,24	25 264	3 011	8,4		Loggat	

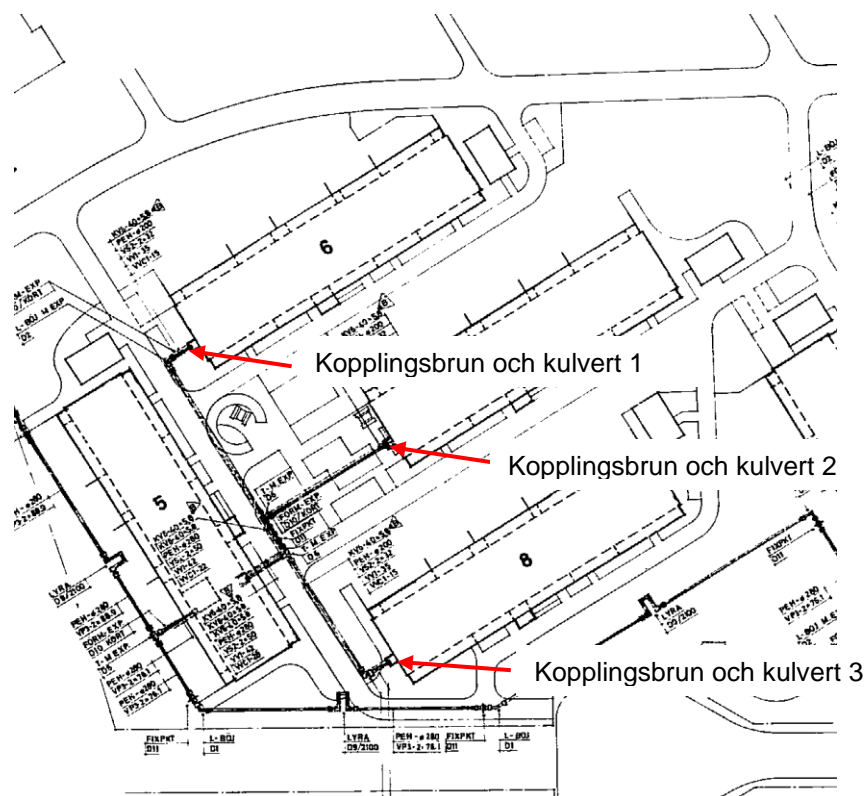


Vatten i kopplingsbrunnarna

Vid första besöket (2018) undersöktes inte kopplingsbrunnarna. Vid fördjupningsstudien (2020) upptäcktes det att alla 3 kopplingsbrunnar hade vatten i sig. Vattennivån nådde i en av brunnarna (kulvert 3) upp till VV-ledningen och dess isolering. Alla vattenbrunnarna har tidigare haft en högre vattennivå i brunnen (minst 1 meter), dessa syns då vattnet lämnat kvar "nivå" markeringar i brunnen. Vid alla 3 kopplingsbrunnar vid återbesöket nådde vattnet i brunnen över kallvattenledningen som var placerad längst ned i kopplingsbrunnen.



Figur 5 Foto på inkommande stamledning till kopplingsbrun 3



Diagram

För att undersöka "energiförlusterna" i de olika kulvertarna (3 st) så temperaturloggades VVC-ledningen i varje kulvertledning i undercentralen och i varje kopplingsbrunn. Delar av VV- och VVC-ledningarna är samisolerade, vissa partier är inte samisolerade. Vid utloppet från kulverten är VV- och VVC-ledningen samisolerad. I kopplingsbrunn 3 det fanns en högre vattennivå som nådde VV-ledningen. Mätningen visar att kulvertarna 1 samt 2 visar liknande temperaturförändringar. Medan kulvert 3 visar en temperaturökning på 2,1 °C. flödet är från kopplingsbrunn till undercentral.

Eftersom kulvertarna som går in i kopplingsbrunnarna ligger under tidigare vattennivå (oklart när vattennivån var högre, en möjlighet är under längre regnperioder så som hösten). Samt att de är inte tätade finns det risk för att det finns fukt i kulverten som kan påverka "energiförlusterna".

Det var ej möjligt att mäta fukthalten i kulverten vid besöket.

	Rörsträcka (m)	Medeltemperatur kopplingsbrunn VVC (°C)	Medeltemperatur i UC VVC (°C)	Temperaturförändring (°C)
Kulvert 1	37	52,6	48,5	4,1
Kulvert 2	30	52,1	48,6	3,5
Kulvert 3	37	46,8	48,9	2,1

Temperaturskillnaden mellan samisolerad (kulvert 1 och 2) och separat isolering (kulvert 3) är 5,3 °C.

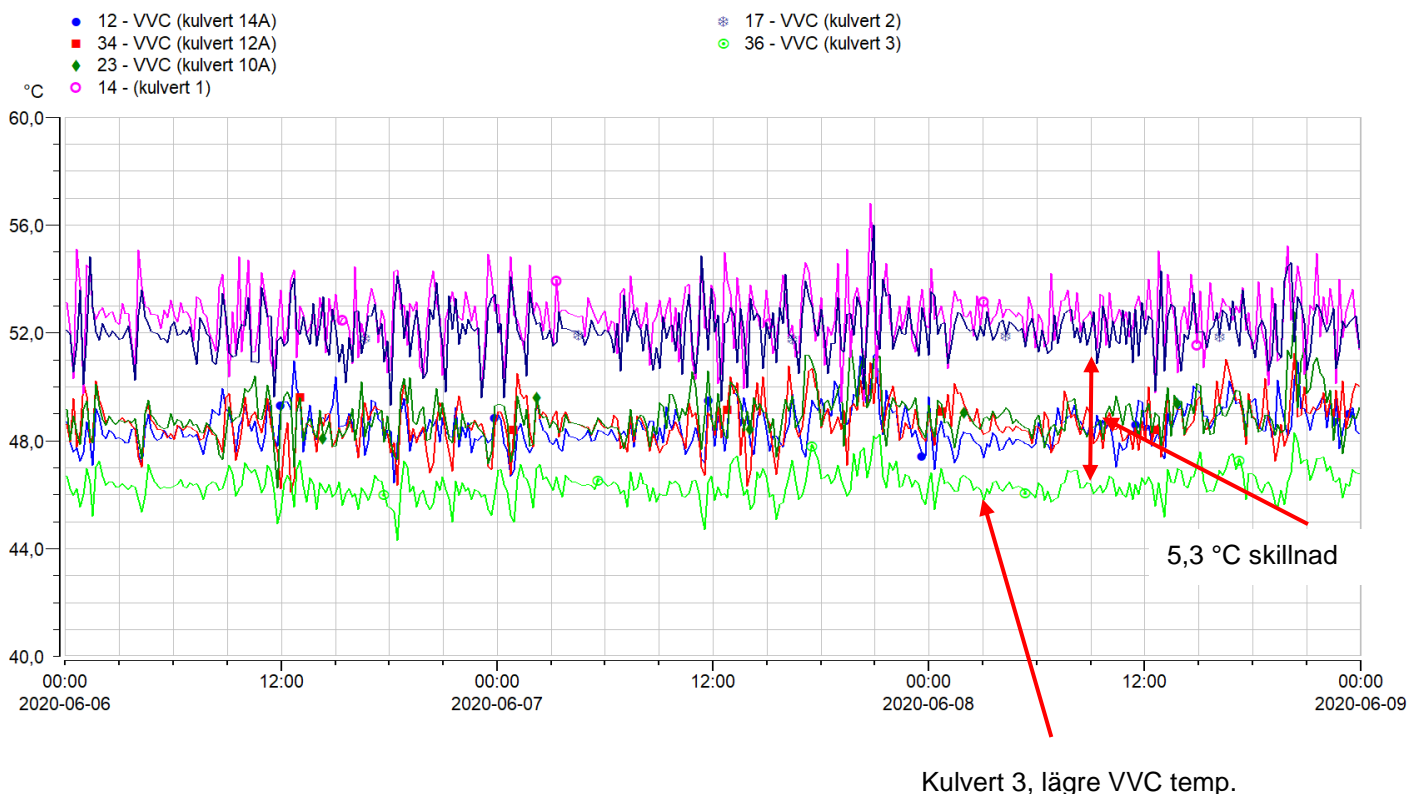


Foto ID 02

KV ledning ligger under vatten



Vattennivå i en av brunnarna.

KV ledning ligger under vatten



Vattennivå i en av brunnarna.



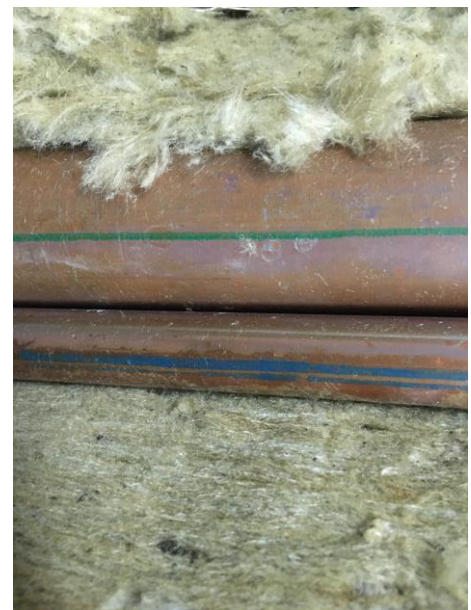
Kopplingsbrunn.



Undercentral, tryckstyrd VVC-pump.



VV- och VVC-ledning är på vissa områden samisolerade.



VV och VVC-ledningen ligger diktan varandra, koppar mot koppar.

3 ID 08 och 55 – Quattro kulvert

Bakgrund

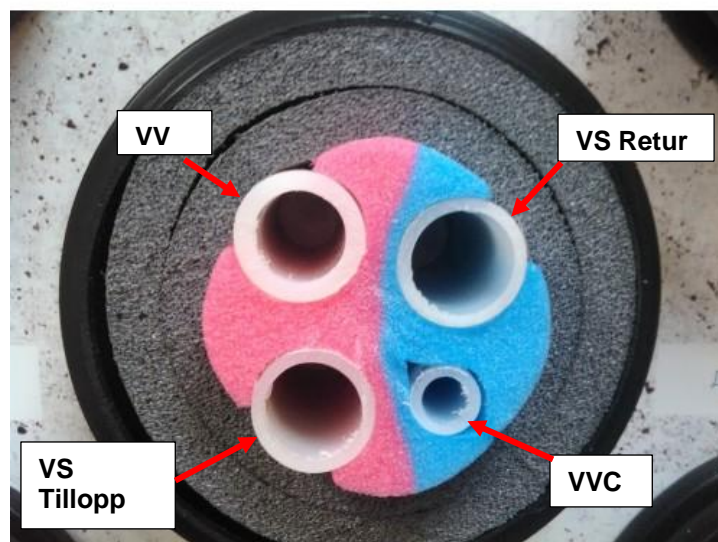
Efter återbesöket (2020) på ID 08 upptäcktes det att värmesystemet (VS) i kulverten fick värme från tappvarmvattensystemet. För att få en bredare förståelse gjordes två fördjupningar och återbesök på ID 08 och ID 55, (båda har kulvertssystem av likande typ) för att verifiera det tekniska förloppet. I båda fallen ökade temperaturen i VS retur till undercentralen cirka 1 - 2 °C genom ett samband där temperaturen i VVC sänktes cirka 2 - 3 °C. Värmesystemet värmdes upp av varmare omgivande rör (VV och VVC).

Kulverten

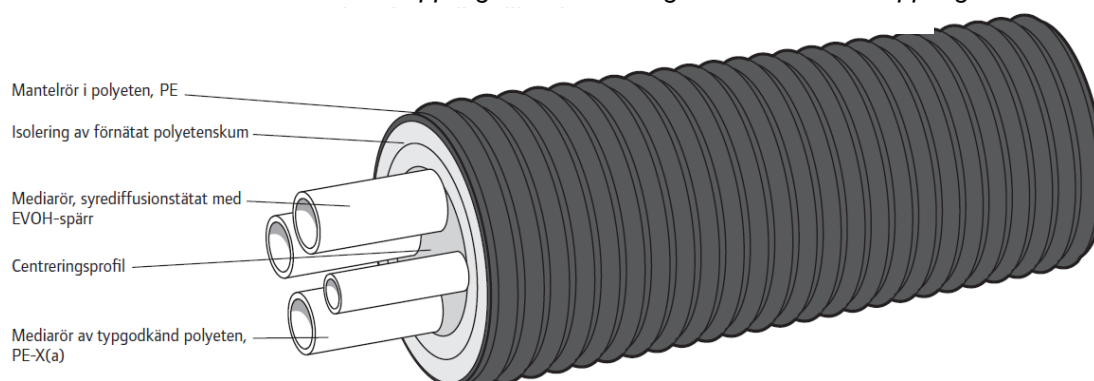
Kulverten är mellan 160 – 200 mm i diameter och består av 4 rör för ett kombinerat värme- och tappvattensystem. 2 rör för värmesystemet: värme sekundär till (VS-till) och värme sekundär retur (VS-retur) och 2 för VV och VVC. Kulverten som är installerad i ID 08 är en tidigare version av Uponor Ecoflex Quattro. Enligt Uponors egna VVS Handbok (edition 5) skriver Uponor på sidan 411 i VVS handboken Uponor värmeberäkningar. "De vanligaste användningsområdena är rörledning för lantbruk och villor. Ecoflex Quattro kan även användas för radhus och små lägenhetsobjekt. Det flexibla rörsystemet är lätt att hantera och installationen mellan byggnader går snabbt. Man kan montera ända upp till 200 meter utan skarvar".

Uponors Ecoflex Quattro system är snarlikt de som finns både på ID 08 och ID 55. Nedan beskrivs hur systemet är uppbyggt och fungerar. Enligt tillverkaren är mantelröret tillverkat av korrugerad Polyeten. Isoleringen för Ecoflex är tillverkad av förnätat polyetenskum. Det finns även en centreringisoleringsprofil med färgtema för tillopp (rött) och retur (blått). Tillverkarens beräkningar för värmeförluster tar inte hänsyn till faktorerna så som värmeöverföring mellan de olika systemen samt avsvajning av VV/VVC.

Se bilaga 1, "VVS handboken Uponor värmeberäkningar". Detta medför att vid projektering eller energieffektivisering kan "energiförlusterna" felberäknas om man inte avhandlar faktorer så som värmeöverföring mellan VV och VVC till VS-systemet (interna värmeförluster).



Figur 6 Principbild på rörfördelning i kulverten. Detta är hur inkopplingen ser ut i fastigheten och hur inkopplingen.



Beräkning av VVC-förluster med Quatro kulvert

Temperaturdifferensen mellan VVC och VV påverkas av värmesystemet, de stunder värmesystemet är inaktivt (inget värmebehov) minskar temperaturdifferensen mellan VV och VVC. Detta leder till att "energiförlusten" som beräknas på temperaturdifferensen mellan VV och VVC blir varierande under året. Under VVC-forskningens kortidsmätningar (3 dagar) och fördjupningen loggades temperaturer för VV och VVC under enbart 3 dagar.

Vid ID 08 loggades temperaturen under både 1 år (2019 - 2020) och under 3 dagar. Vid temperaturloggning över 1 år kunde VVC-förlusterna beräknas månadsvis med hjälp av avläsning av temperaturer *timvis*. Vid temperaturloggningen över 3 dagar kunde VVC-förlusterna beräknas med hjälp av avläsning av temperaturer *minutvis* och sedan göra ett antagande om att VV- och VVC-temperaturdifferensen är relativt jämn året ut. Nedan presenteras skillnaderna i VVC-förlusterna mellan första mätningen, återbesöket och temperaturmätning från 365 dagar. Resultatet visar att VVC-förlusterna är varierande beroende på när och hur man mäter.

För korrekt mätning av VVC-förlusterna för anläggningar med Quatro kulvert måste temperaturmätdata från VV- och VVC-systemet användas.

Då energiförlusterna (kWh / m²) påverkas av värmesystemets drifttider och värmebehov hos en Quatro-kulvert kan det ge en missledande bild att mäta energiförlusterna i februari och sedan anta att förlusterna är konstanta året ut.

Vid långtidsmätningen av energiförlusterna (kWh / m²) på VV- och VVC-systemet hos ID 08 kunde energiförlusterna per 10:e minut räknas ut, dag efter dag i ett år. Då framkom ett genomsnitt lägre energiförlust för tappvarmvattensystemet. Se tabell 3 nedan.

Mätningstyp	Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	Atemp m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår år	Kommentar
ID 08 3 dagar	2019-02-05	50,0	45,0	0,17	30 709	525	58,5	2011	Momentant flöde
ID 08 3 dagar	2020-06-12	50,5	47,6	0,22	23 050	525	43,9		Loggat flöde
ID 08 365 dagar	2019 - 2020	49,6	47,8	0,22	14 444	525	27,7		Månadsvis temp. mätning

Tabell 3 Jämförelse, mätning av VV- och VVC förluster under 3 dagar och 365 dagar.

4 ID 08 – Hög energiförbrukning och Quattro kulvert

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten är slumpmässigt utvald (den högsta VVC-förlusten sett per kWh / m² och år). Byggnaden som betjänas av undercentralen är uppförd 2011 och består av 1 huskropp och 1 byggnad för undercentral och soprum.

Vid återbesöket (2020-06-12) mättes VVC-förlusten om. Differensen i VVC-förluster mellan första platsbesöket och andra platsbesöket var 14,6 kWh / m². Den högra skillnaden i VVC-förluster beror främst på att under återbesöket stod värmesystemet stilla och under första besöket var värmesystemet aktivt. Eftersom VS-systemet var stängt skedde ingen cirkulation i systemet (pumpstop) vilket minskade VS-systemets möjlighet att erhålla värme från VV- och VVC-ledningarna då systemvätskan i värmesystemet inte cirkulerade.

Under återbesöket 2020 kontrollerades stamledningar och tekniska installationer. Det gjordes även temperaturmätningar före och efter kulvert via tillträde i lägenheter.

Kulverten består av en äldre variant av Uppnors Quattro kulvert och är möjligen orsaken till den höga VVC-förlusten.

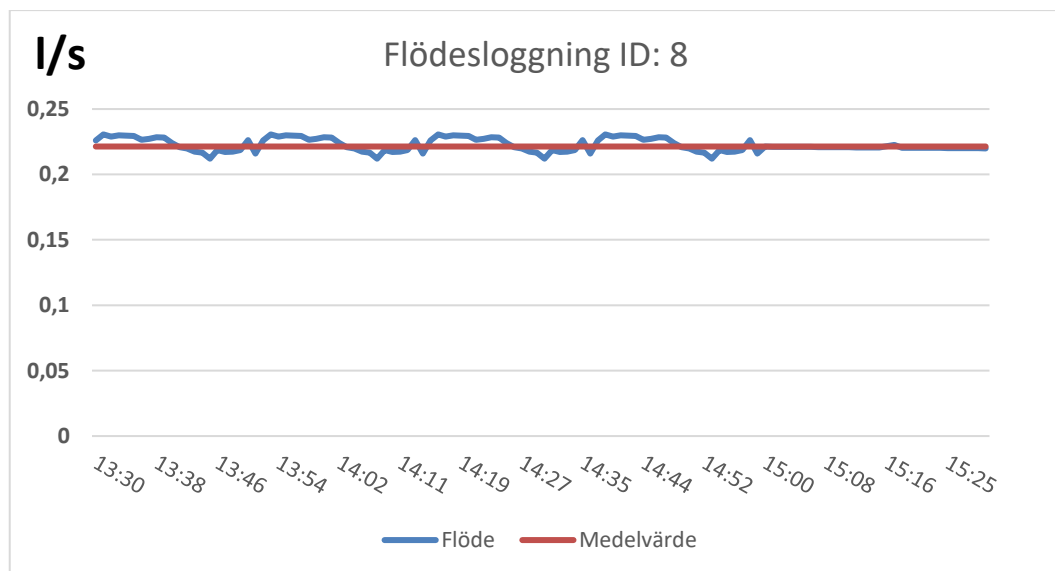


Figur 7 Karta och ledningar för ID 08

Resultat

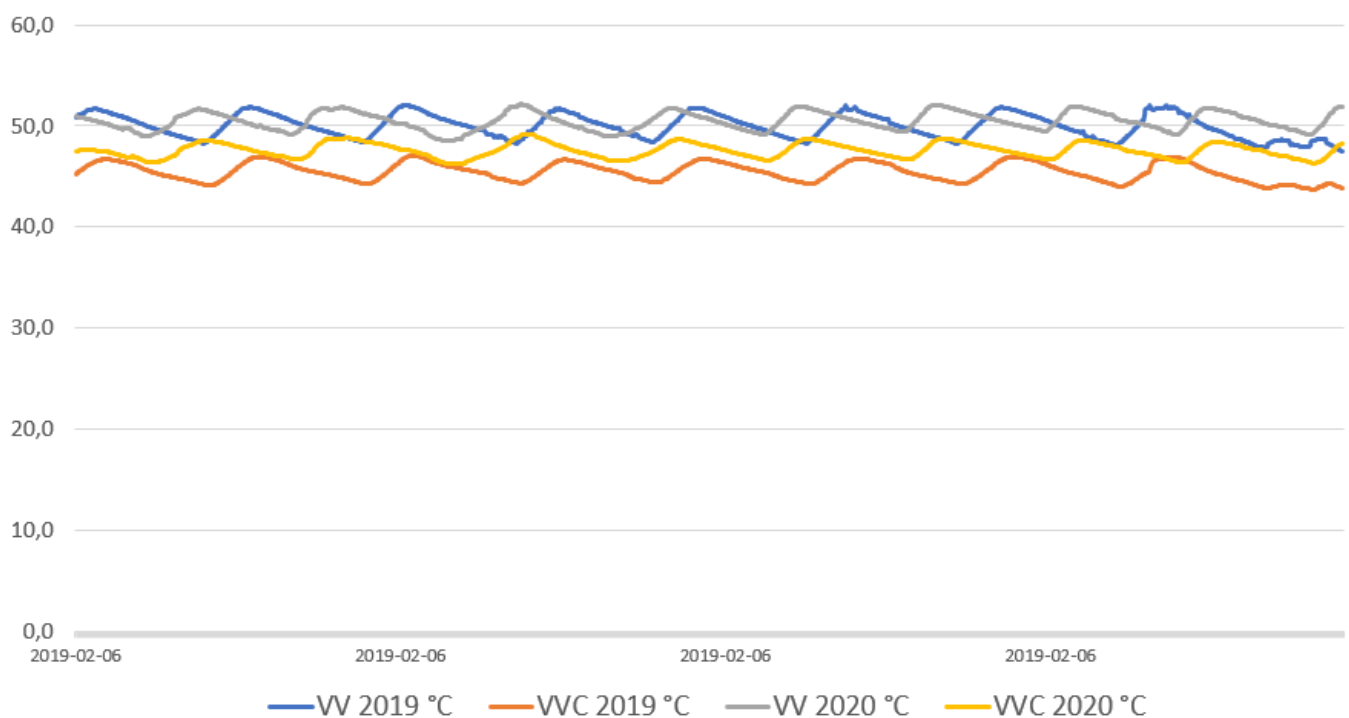
Vid återbesöket 2020 användes samma mätpunkter som vid första besöket 2019. Undercentralen har inte genomgått någon förändring mellan första mätningen 2019 och återbesöket 2020. Flödet var under mätningen (2020) relativt stabilt med svaga variationer (maximal differens på 0,02 l/s). Flödesloggningen av VVC-flödet visar svag variation av flödet under loggningen som varade 120 minuter.

Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	Atemp m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår år	Flödesmätning (typ)
2019-02-05	50,0	45,0	0,17	30 709	525	58,5	2011	Momentant
2020-06-12	50,5	47,6	0,22	23 050	525	43,9		Loggat



Figur 8 Flödesloggning av VVC-ledningen 2020.

Temperaturdigaram för 2019 och 2020



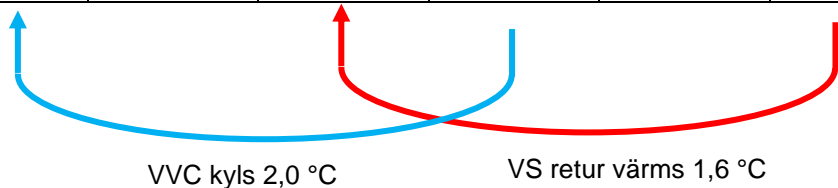
Quattro kulvert

Efter fördjupande arbete upptäcktes det att den troliga orsaken till den höga energiförbrukningen för tappvarmvattnet beror på hur kulverten används för att både transportera värmesystemets tillopp (VS till) och retur (VS retur) samt att transportera tappvarmvatten (VV) och tappvarmvattencirkulation (VVC). Eftersom tappvarmvattensystemet har högre temperatur än värmesystemet ger tappvarmvattensystemet värme till värmesystemet. Detta bidrar till att VS retur ökar ca 0,9 °C (maj) och 1,6 °C (november) från lägenheterna till undercentralen och VVC kylv ner ca 2,3 °C (maj) och 2 °C (november). Kulverten som går från undercentralen delar sig vidare i "stick" till varje lägenhet. Totalt fördelas kulverten till 5 lägenheter (se figur 7).

Nedan presenteras mätdata från temperaturmätningen som varade från maj 2019 till maj 2020. Värmesystemet är avstängt (inkl. pumpstopp) under maj månad och aktivt under november månad.

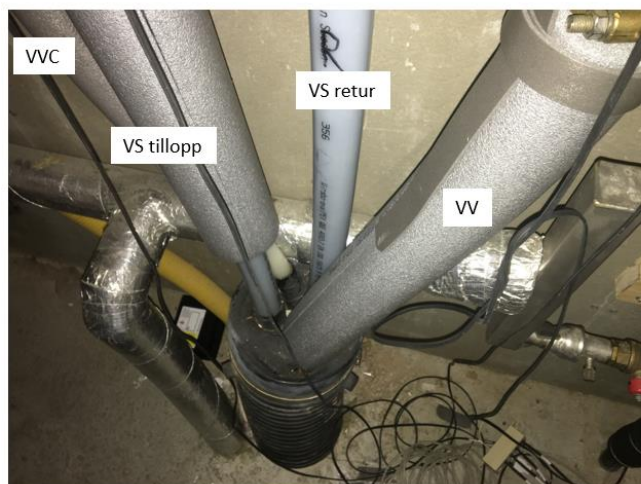
Tabell 4 Temperaturmätningar från lgh. 1 och undercentralen.

	VV UC °C	VVC UC °C	VS till UC °C	VS retur UC °C	VVC lgh. 1 °C	VS till lgh. 1 °C	VS retur lgh. 1 °C
Temperatur Medel över 14 dygn, maj	49,8	47,7	32,7	29,0	50,0	32,5	28,1
Temperatur Medel över 14 dygn, november	49,7	47,4	36,7	29,3	49,4	37,0	27,7



För att utreda "energiförlusterna" kontaktades fastighetens energiansvarig. Med hjälp av dennes förklaringar och foton kunde fastighetens kulvert ritas in. Efteråt gavs det tillträde till en lägenhet där det skedde temperaturmätningar under 1 år (lgh. 1). Temperaturmätningen bestod av att mäta värmesystemet och tappvarmvattensystemet både i undercentralen och i lägenheten. Foto "Kulvert i UC" visar hur rören kommer upp från kulverten i undercentralen och "kulvert i teknikrum i lägenhet" visar hur rören kommer upp från kulverten i lägenheten. Temperaturloggningen visar att under denna uppvärmningsperiod "tar" VS retur som går från lägenheten till undercentralen värme från varmare rör (främst VVC och VV).

Temperaturökningen för VS retur på en sträcka på ca 15 meter är 2,2 °C.
På samma sträcka tappar VVC ca 2,1 °C.



Kulvert i UC.



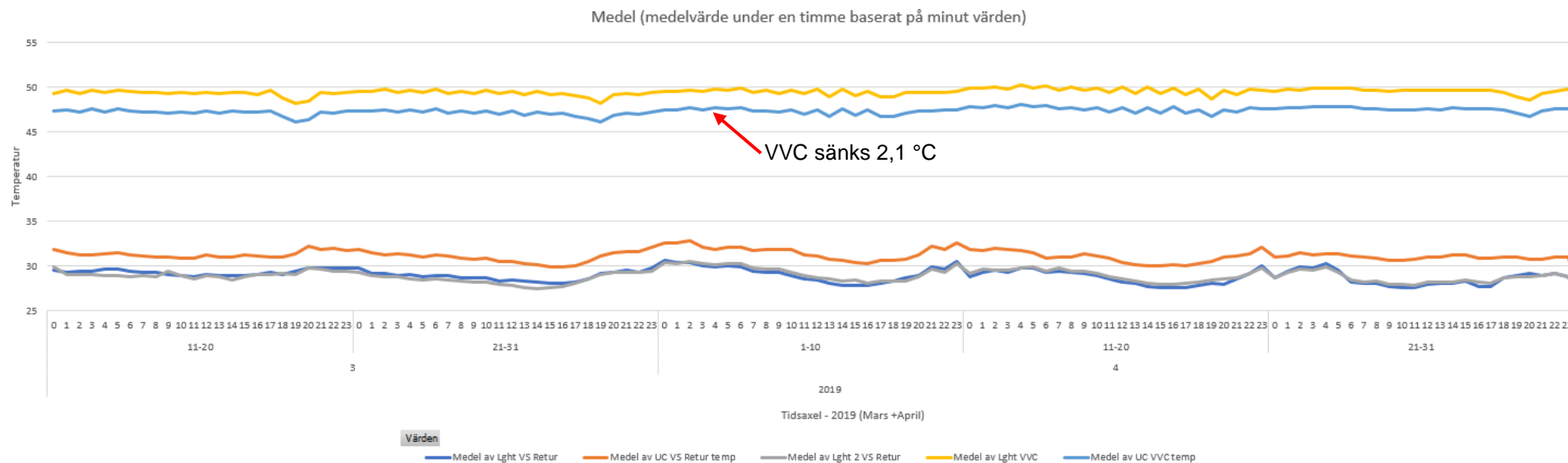
Kulvert i teknikrum i lägenhet

Figur 9 Foto på kulvert i UC och lägenhet.

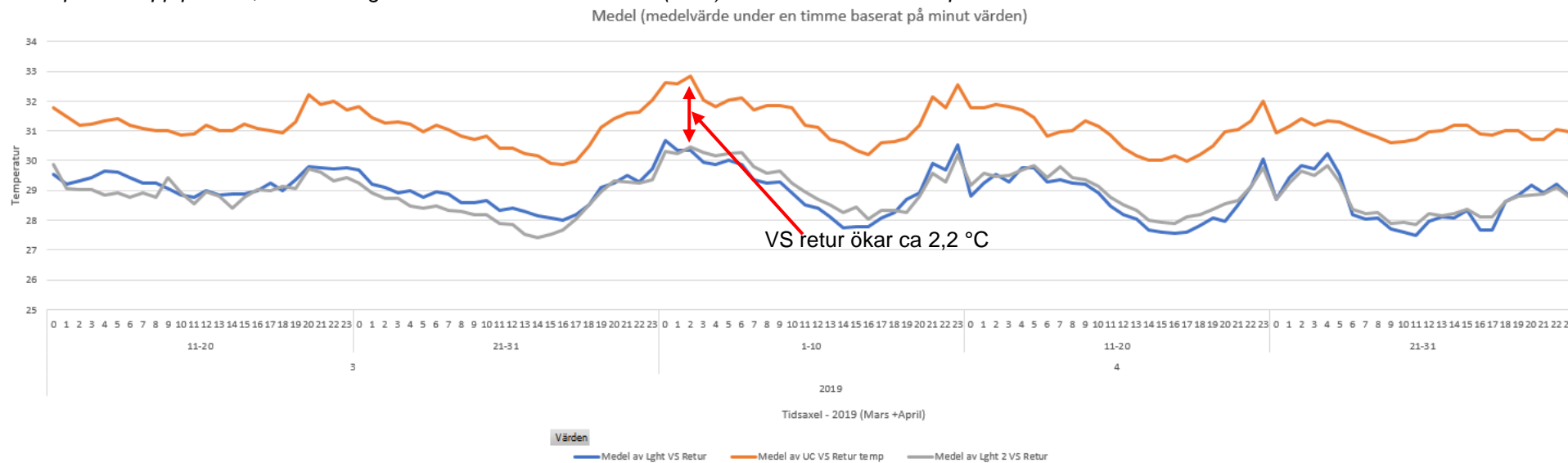
Energiförluster i en Quatro kulvert

En del av "energiförlusten" från VV- och VVC-ledningen är egentligen interna förluster som tas upp av främst VS-retur. Dock leder värmeöverföringen mellan rören till andra oönskade följder, nämligen:

- "Energiförluster" när uppvärmningsbehovet är litet.
- Uppvärmningen av VS-rören kan leda till att byggnadens uppvärmning blir större än vad som är önskvärt och leder till ökad energianvändning (vid bristfällig eller avsaknad styr och reglerfunktioner och termostventiler). Tillika problem med övertemperaturer under den varma årstiden.
- VV- och VVC-systemet kan använda ett uppvärmningssystem som inte är dimensionerad för förlusten (el-patron, ökad frekvens av start och stopp av kompressor på värmepump).
- Övertemperatur (hårdare belastning) av VV för att kompensera för värmeförlusterna till omgivande rör.
- Låga temperaturer i VVC-kretsen som kyls ner av omgivande rör.
- För värmepumpar kan COP-faktorn försämrans då kompressorn för varmvattnet (låg COP) arbetar oftare och kompressorn för värmesystemet (hög COP) minskar sin drifttid motsvarande.



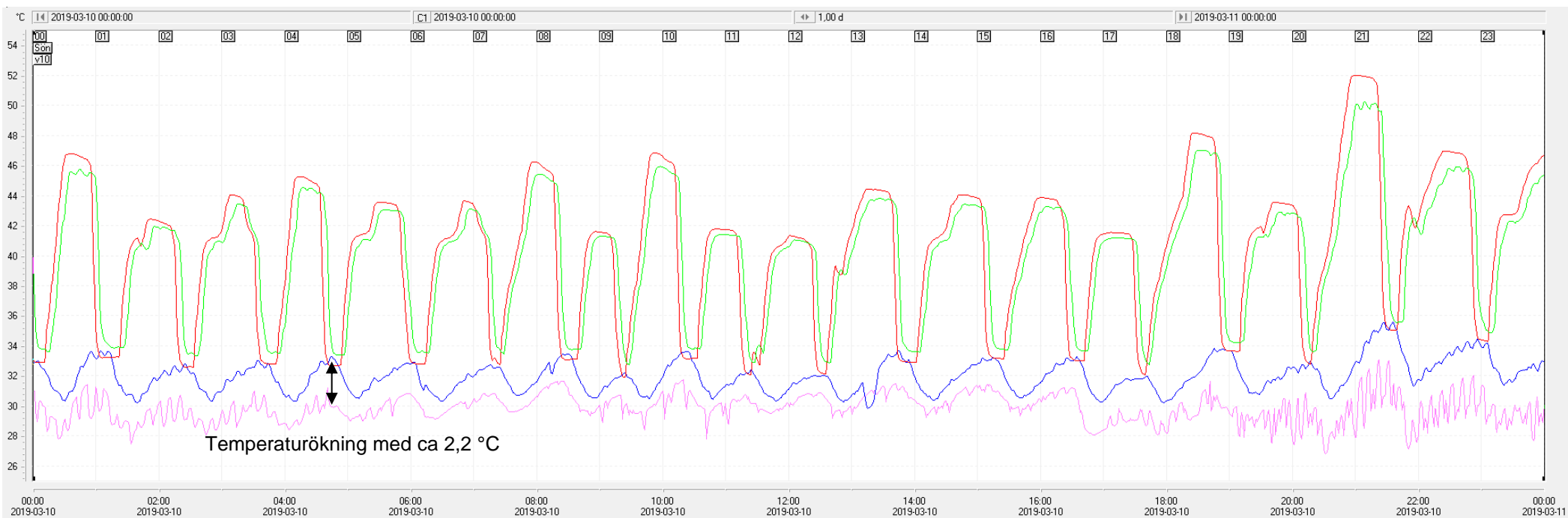
Figur 10 Diagram över temperaturskillnaderna mellan VS-retur (lägenhet/undercentral) och VVC lägenhet/undercentral. Temperaturtapp på ca 2,1 °C från lägenheterna till undercentralen (VVC). Mätdata från mars + april 2019.



Figur 11 Diagram över temperaturskillnaderna mellan VS-retur i lägenheter och VS retur i undercentralen. Temperaturökning på ca 2,2 °C från lägenheterna till undercentralen. Mätdata från mars + april 2019.

Under fördjupningen loggades även värmesystemet med ett par noggrannare temperaturloggrar med en mindre mätosäkerhet och tätare loggning (1 mät punkt per minut istället för 1 per 10 minuter). Den noggrannare temperaturloggningen visar att temperaturökningen för VS-retur är ca 2,2 °C (från lägenhet till undercentralen). Denna andra mätning ger samma resultat som långtidsmätningen (att VS-retur ökar ca 2,2 °C).

	VS tillopp (UC)	VS tillopp (lägenhet)	VS retur (UC)	VS retur (lägenhet)
Temperatur, medel under 24 timmar	40,3 °C	40,0 °C	32,0 °C	29,8 °C



Figur 12 Diagram över en temperaturloggning för värmesystemet från UC till lägenheter.

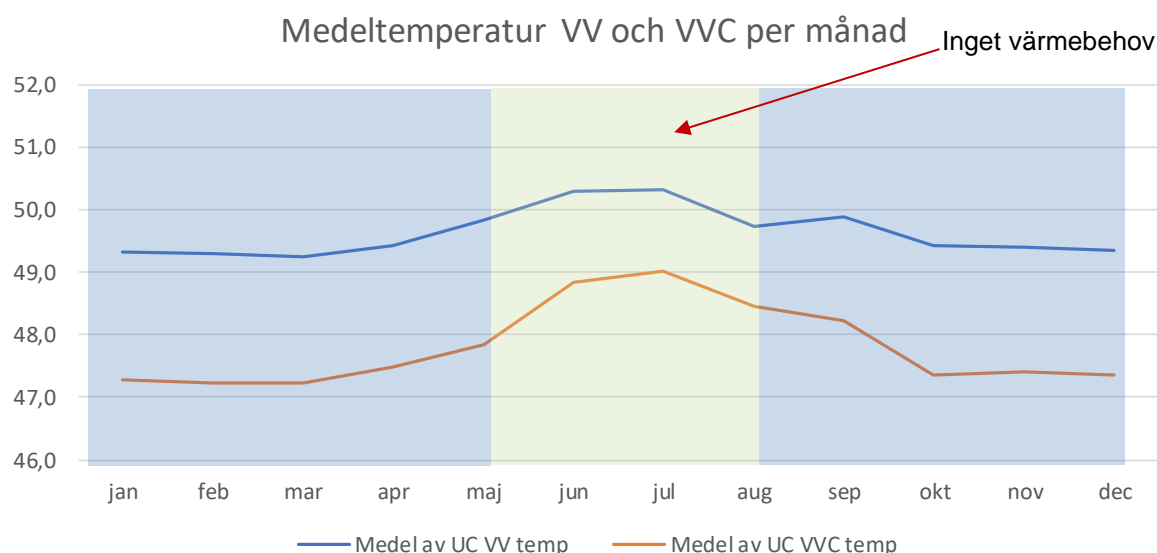
- VS till UC
- VS till lägenhet
- VS-retur UC
- VS-retur lägenhet på väg till UC

Skillnader i VVC-förluster när värmesystemet är på respektive avstängt.

Utanför uppvärmningssäsongen stängs värmesystemet för lägenhetsuppvärmning av och cirkulationspumpen för värmesystemet tas ur drift (manuellt). Under mätperioden mars 2019 – mars 2020 slogs värmesystemet av den 28:e maj 2019 och sattes i drift återigen den 18:e september 2019. Eftersom värmevattnet för tillopp och retur inte längre cirkulerar i kulverten kommer värmeförlusterna i tappvarmvattensystemet att minska. Detta fenomen märks på skillnaden i medeltemperatur mellan VV och VVC-krets vid olika tidpunkter.

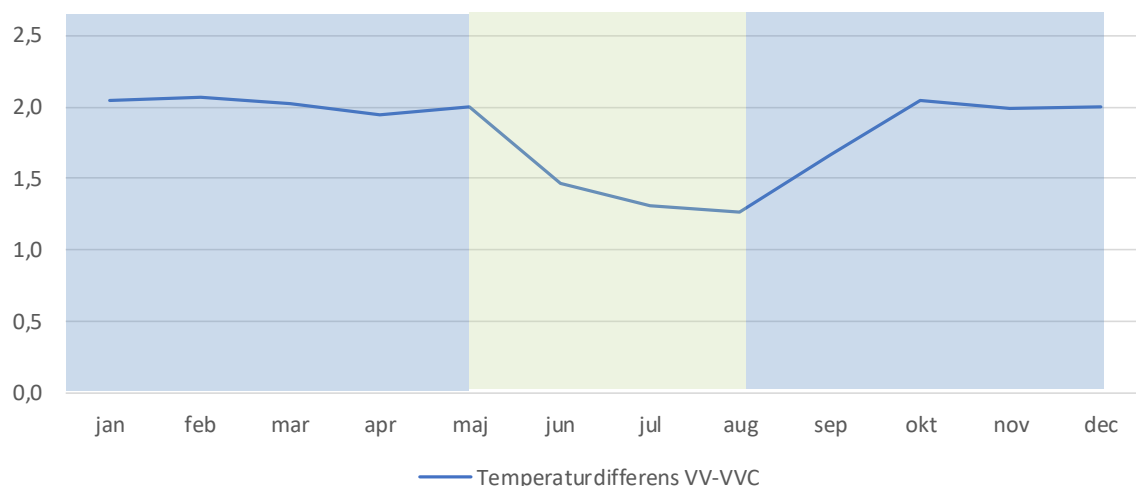
I nedanstående tabell visas skillnader i medeltemperatur i VV och VVC i undercentralen för varje månad under året då långtidsmätning ägde rum. Tabellen visas även som diagram. Under uppvärmningssäsongen är medeltemperaturdifferensen ca 2 °C mellan VV- och VVC-krets. Under sommarmånaderna är medeltemperaturdifferensen ca 1,3 – 1,5 °C mellan VV- och VVC-krets. I tabellen har effektförlusten och energiförlusten per månad beräknats. Den årliga "energiförlusten" för VVC-kretsen är beräknad till ca 14 400 kWh / år.

VS-cirkpump status	År	Månad	Medel av UC VV temp	Medel av UC VVC temp	Temperaturdifferens VV-VVC	Effektförlust (kW)	Energiförlust/månad (kWh)
I drift	2020	jan	49,33	47,29	2,04	1,85	1 377
I drift	2020	feb	49,30	47,24	2,07	1,87	1 259
I drift	2020/2019	mar	49,26	47,23	2,03	1,84	1 368
I drift	2019	apr	49,43	47,48	1,95	1,77	1 271
I drift t.o.m 28 maj	2019	maj	49,85	47,85	2,00	1,82	1 351
Ej i drift	2019	jun	50,29	48,83	1,46	1,33	955
Ej i drift	2019	jul	50,32	49,01	1,31	1,19	887
Ej i drift	2019	aug	49,73	48,47	1,27	1,15	856
Ej i drift t.o.m 18 sep	2019	sep	49,88	48,22	1,66	1,51	1 087
I drift	2019	okt	49,42	47,37	2,05	1,86	1 384
I drift	2019	nov	49,40	47,41	1,99	1,80	1 300
I drift	2019	dec	49,36	47,36	2,00	1,81	1 350
Medelvärde			49,63	47,81	1,82	1,65	1 204
Summa:							14 444



Figur 13. Månadsmedeltemperatur i VV- och VVC-krets. Blå zon representerar när värmesystemet är aktivt, grön zon representerar när värmesystemet är avstängt.

Medeltemperaturdifferens VV-VVC per månad



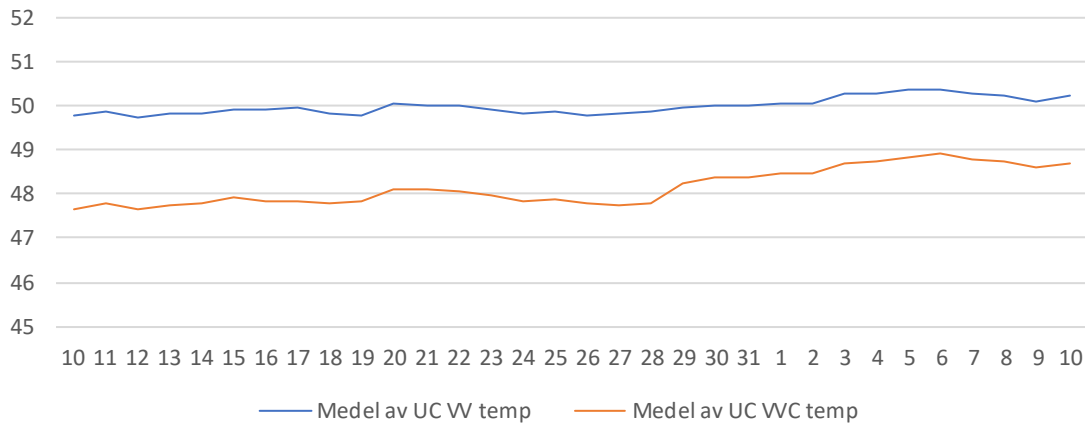
Figur 14. Temperaturdifferens mellan VV och VVC-krets per månad. Blå zon representerar när värmesystemet är aktivt, grön zon representerar när värmesystemet är avstängt.

Nedanstående tabell visas temperaturförändringarna i VV- och VVC-kretsen under maj månad 2019, (cirkulationspumpen stängdes av den 28:e maj). Temperaturerna som anges är medeltemperaturer per dygn. Tabellen visas även som diagram nedan. För att tydligt visa förändringen tas även dagar i juni månad med i tabell och diagram. Det är tydligt att temperaturdifferensen mellan VV och VVC minskar den 28:e maj, från ca 2 °C till 1,52 °C den 10:e juni.

År	Månad	Dag	Medel av UC VV temp	Medel av UC VVC temp	Temperaturdifferens VV-VVC
2019	maj	10	49,79	47,65	2,15
2019	maj	11	49,86	47,78	2,08
2019	maj	12	49,75	47,65	2,10
2019	maj	13	49,84	47,75	2,09
2019	maj	14	49,84	47,78	2,06
2019	maj	15	49,93	47,93	2,00
2019	maj	16	49,91	47,84	2,07
2019	maj	17	49,95	47,85	2,10
2019	maj	18	49,86	47,81	2,05
2019	maj	19	49,81	47,83	1,98
2019	maj	20	50,05	48,10	1,96
2019	maj	21	50,01	48,10	1,90
2019	maj	22	50,02	48,06	1,97
2019	maj	23	49,93	47,95	1,98
2019	maj	24	49,85	47,84	2,01
2019	maj	25	49,87	47,90	1,97
2019	maj	26	49,79	47,78	2,02
2019	maj	27	49,82	47,76	2,07
2019	maj	28	49,88	47,80	2,08
2019	maj	29	49,98	48,24	1,74
2019	maj	30	50,04	48,37	1,66
2019	maj	31	50,02	48,39	1,63
2019	juni	1	50,07	48,46	1,61
2019	juni	2	50,05	48,45	1,60
2019	juni	3	50,31	48,72	1,59
2019	juni	4	50,28	48,73	1,54
2019	juni	5	50,36	48,86	1,50
2019	juni	6	50,39	48,95	1,44
2019	juni	7	50,28	48,79	1,49
2019	juni	8	50,24	48,75	1,49
2019	juni	9	50,12	48,62	1,50
2019	juni	10	50,24	48,71	1,52
Medelvärde			49,94	48,06	1,88

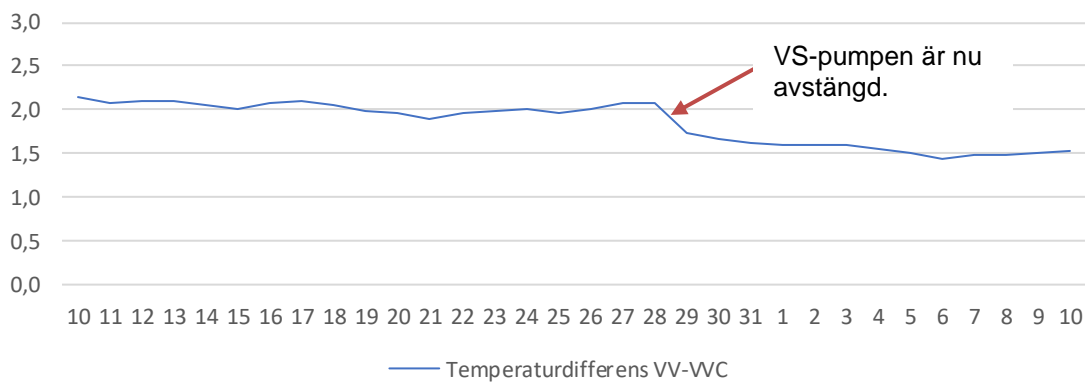
VS-pumpen är nu avstängd.

Dygnsmedeltemperaturer VV och VVC valda dagar i maj och juni 2019



Figur 15. Dygnsmedeltemperaturer i VV och VVC under maj och juni månad. Dygnsmedelvärden

Medeltemperaturdifferens för VV och VVC valda dagar i maj och juni dygnsvis 2019

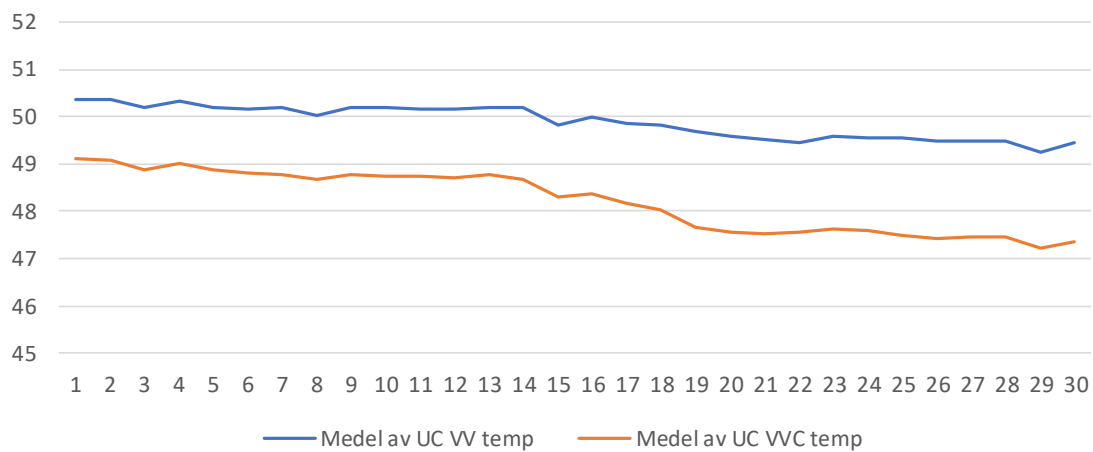


Figur 16. Medeltemperaturdifferens för VV och VVC maj. Dygnsmedeltemperatur

I nedanstående tabell visas temperaturförändringarna i VV- och VVC-kretsen under september månad 2019, då cirkulationspumpen sattes i drift den 18:e september. Temperaturerna som anges är medeltemperaturer per dygn. Tabellen visas även som diagram nedan. Det är tydligt att temperaturdifferensen mellan VV och VVC ökar den 18 september, från ca 1,5 °C till 2,06 °C den 18:e september.

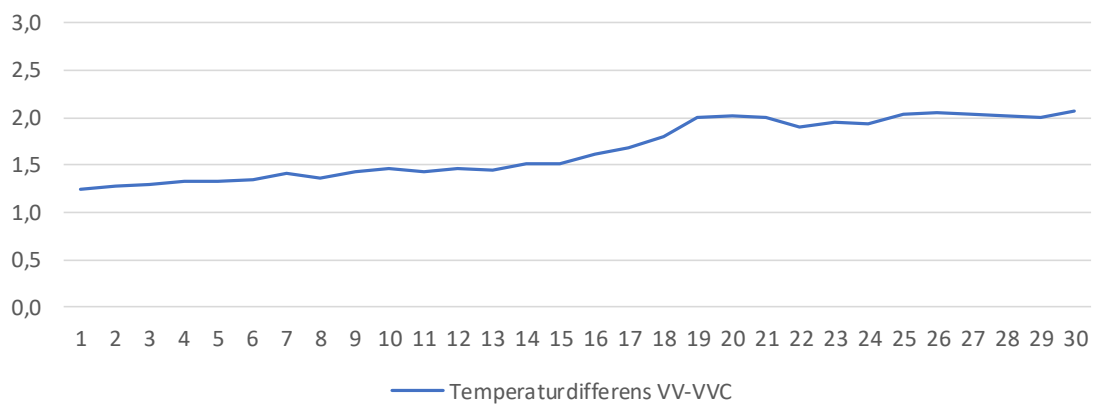
År	Månad	Dag	Medel av UC VV temp	Medel av UC VVC temp	Temperaturdifferens VV-VVC
2019	sep	1	50,36	49,12	1,24
2019	sep	2	50,36	49,09	1,27
2019	sep	3	50,19	48,89	1,30
2019	sep	4	50,34	49,02	1,32
2019	sep	5	50,20	48,87	1,32
2019	sep	6	50,15	48,81	1,34
2019	sep	7	50,19	48,79	1,40
2019	sep	8	50,03	48,66	1,37
2019	sep	9	50,20	48,76	1,43
2019	sep	10	50,21	48,75	1,46
2019	sep	11	50,17	48,75	1,42
2019	sep	12	50,17	48,72	1,45
2019	sep	13	50,20	48,76	1,44
2019	sep	14	50,18	48,67	1,51
2019	sep	15	49,81	48,30	1,51
2019	sep	16	49,98	48,37	1,61
2019	sep	17	49,84	48,15	1,69
2019	sep	18	49,83	48,03	1,80
2019	sep	19	49,68	47,68	2,01
2019	sep	20	49,59	47,57	2,02
2019	sep	21	49,52	47,52	2,00
2019	sep	22	49,46	47,55	1,91
2019	sep	23	49,59	47,64	1,95
2019	sep	24	49,54	47,60	1,94
2019	sep	25	49,54	47,51	2,04
2019	sep	26	49,48	47,43	2,05
2019	sep	27	49,48	47,45	2,03
2019	sep	28	49,48	47,47	2,01
2019	sep	29	49,25	47,24	2,01
2019	sep	30	49,44	47,37	2,06
		Medelvärde	49,88	48,22	1,66

Dygnsmedeltemperaturer VV och VVC september 2019



Figur 17. Dygnsmedeltemperaturer för VV och VVC, september månad.

Medeltemperaturdifferens för VV och VVC september dygnsvis 2019



Figur 18. Medeltemperaturdifferens för VV och VVC per dygn, september månad.

Foto ID 08

VVC flödet mättes på en kopparledning, vilket ger ett stabilare resultat.



Mätning av VVC-flöde.



VVC-pump, ej tryckstyrd.



VVC-flöde kontrollerades även vid en STAD-ventil.



VS-pump som finns till golvvärmen, finns en per hus. Aktiv under sommaren. Tryckstyrd.



Nergående kulvert till husen.



VVC-temperaturmätning via STAD-ventil.

5 ID 55 – Hög energiförbrukning och Quattro kulvert

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten består av en undercentral som betjänar både höghus och radhus (benämnd låghus). Höghusen och låghusen har separata kulvertar med egna VV, VVC, VS till- och VS returledningar och flöden. Fördjupningen fokuserar främst på låghusen. Fastigheten består av 3 höghus (undercentralen är placerat i det mittersta), samt 17 låghus uppdelat i 4 byggnader. Inkommande från Quattro kulverten sker i ett förråd som varje låghus disponerar. Vid första besöket (2020-05-09) uppmättes en hög energianvändning, 63,6 kWh / m². Efter kontroll av A_{temp} via energideklarationerna uppmärksammades att inlämnade uppgifter om fastigheten avvek något, enbart småhusens area hade räknats in och inte höghusen. Det är därför viktigt vid avvikande VVC-förluster att kontrollera arean som den fördelas på. Korrekt förlust var 12,5 kWh / m² för hela fastigheten. Efter Vid återbesöket (2020-05-13) mättes VVC-förlusten om. Differensen mellan första platsbesöket och andra platsbesöket var 0,4 kWh / m².

Dock genom en tredje mätning 2021 gick det att fördela VVC-förlusterna på höghusen och låghusen respektive. Mätningen visar att VVC-förlusterna för låghusen var ca 2,5 gånger så stor som hos höghusen. Höghusen hade en VVC-förlust på ca 10,6 kWh / m². Låghusen hade 25,3 kWh / m².

Efter fördjupande arbete bedöms att den troliga orsaken till den höga energiförbrukningen (låghusen) för VVC-systemet var samma som för ID 08, dvs hur kulverten används för att både transportera värmesystemets tillopp (VS tillopp) och retur (VS retur) samt att transportera tappvarmvatten (VV) och tappvarmvattencirkulation (VVC). Detta bidrar till att VS retur ökar ca 1,5 °C från lägenheterna till undercentralen och VVC kyls ner ca 2,3 °C. Under återbesöket 2020 kontrollerades stamledningar, ritningar och A_{temp}.



Resultat

Efter kartläggning av energiförlusten i objekt ID 08 (43,9 kWh / m², år) efterfrågades en fastighet som hade tekniskt liknande specifikationer (radhus, Uponor Ecoflex Quattro kulvert och nyproducerat). ID 55 hade samma specifikationer som eftersöktes.

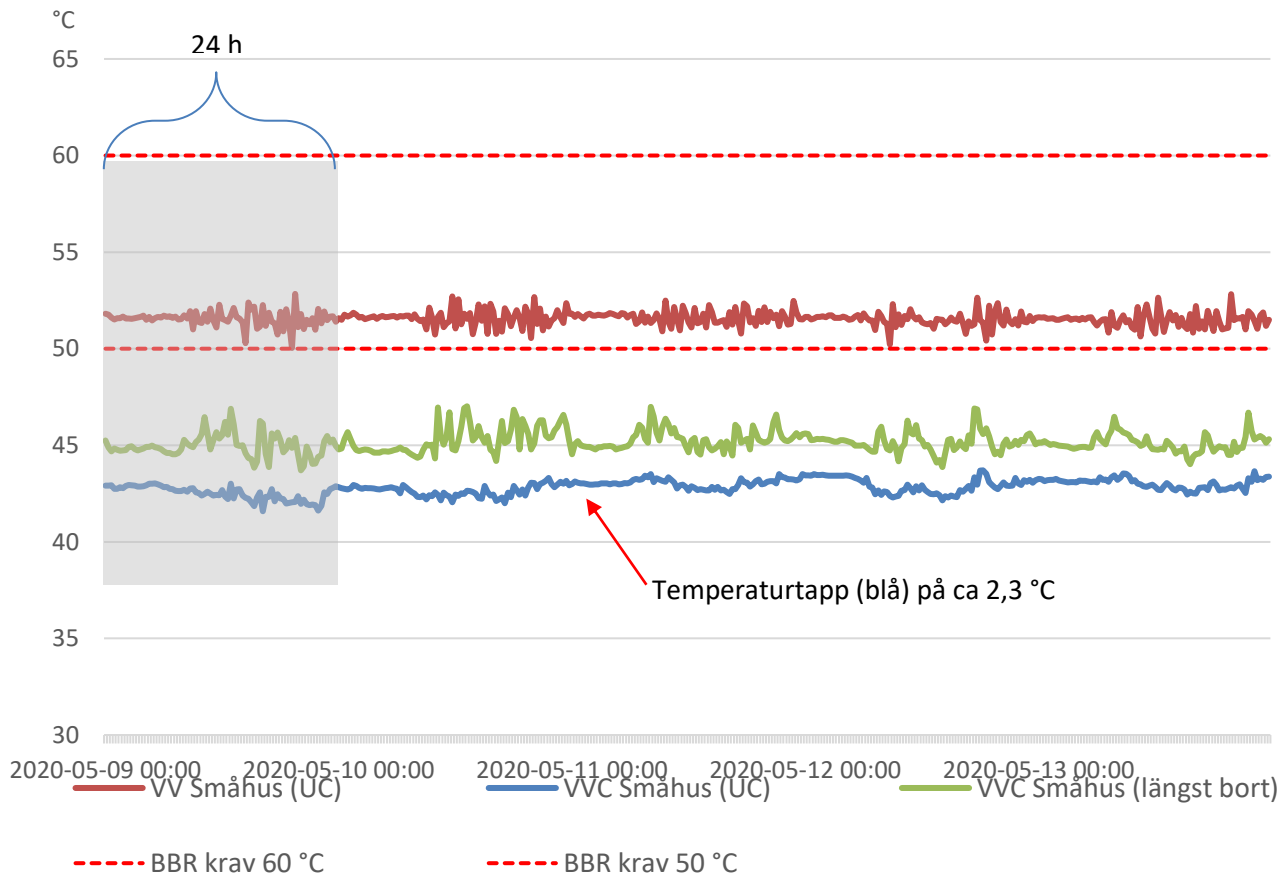
Efter fördjupande arbete bedöms att den troliga orsaken till den höga energiförbrukningen för VVC-systemet var samma som för ID 08, dvs hur kulverten används för att både transportera värmesystemets tillopp (VS tillopp) och retur (VS retur) samt att transportera tappvarmvatten (VV) och varmvattencirkulation (VVC). Detta bidrar till att VS retur ökar ca 1,5 °C från lägenheterna till undercentralen och VVC kyls ner ca 2,3 °C. Flödet innan VVC-pumpen är ganska konstant på ca 0,33 l/s. 74,6% av flödet går till höghusen och 25,4% går till låghusen (uppmätt).

Att VVC-temperaturen tappar 2,3 °C från längst bort till UC är inte anmärkningsvärt, temperaturtappet kan bero på termiska förluster och att VVC-ledningen blandas med annat VVC-vatten från andra VVC-ledningar. Däremot ser vi som i ID08 att det finns ett samband med att VVC-temperaturen sänks och att VS-systemets kretsar värms.

	VV UC °C	VVC UC °C	VS till UC °C	VS retur UC °C	VVC lgh. 1 °C	VS till lgh. 1 °C	VS retur lgh. 1 °C
Temperatur Medel över 14 dygn, maj	51,5 °C	42,7 °C	28,6 °C	28,4 °C	45 °C	29,1 °C	26,9 °C

VVC kyls 2,3 °C VS retur värms 1,5 °C

Teraturmätning 2020, VV och VVC UC samt VVC längst bort.



Figur 19 Diagram över en temperasturmätning, VV (UC), VVC (UC) och VVC (längst bort)

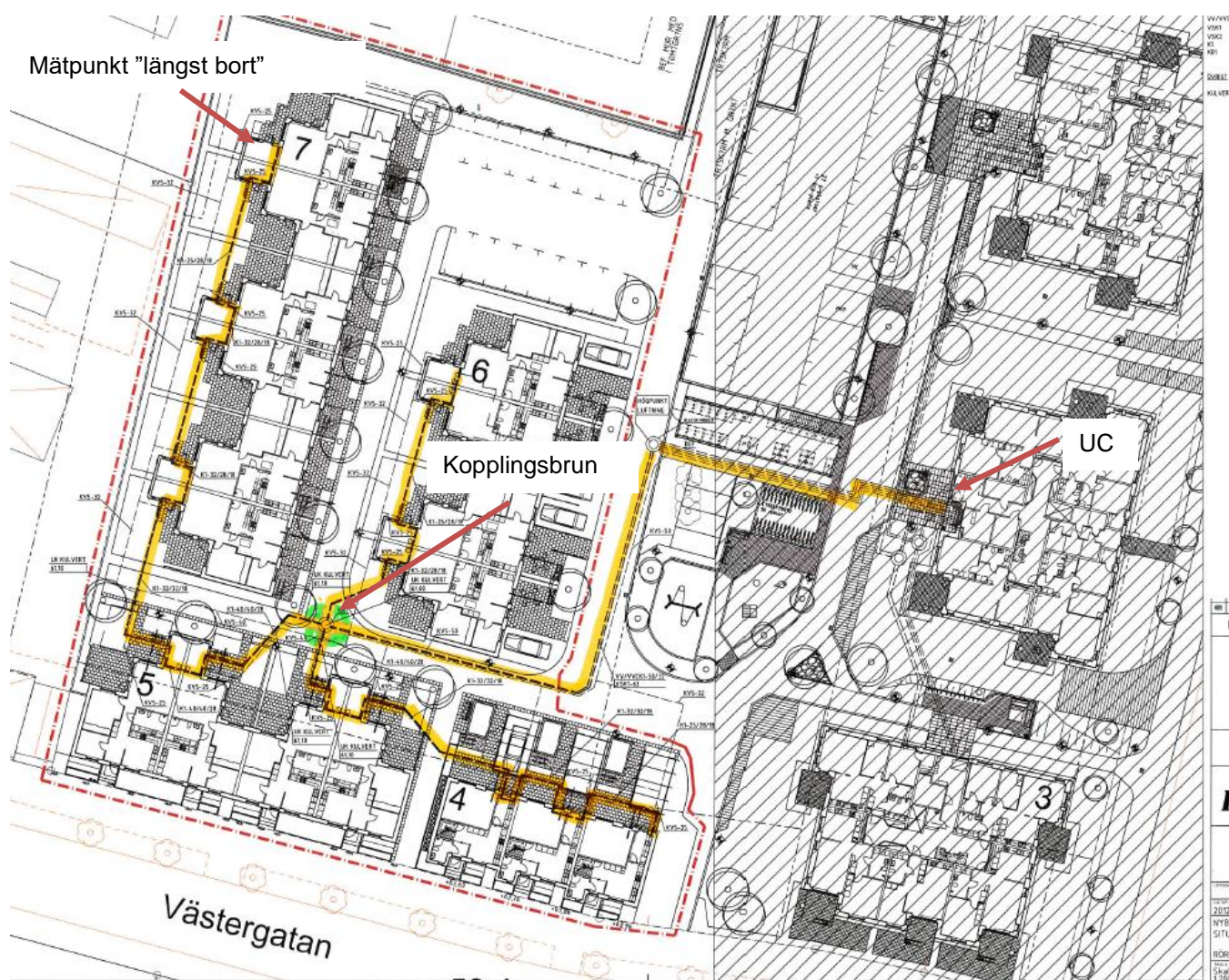
Det var ej möjligt att mäta vid kopplingsbrunnen markerat på ritningen nedan (grön cirkel). Däremot går det att observera genom ritningar och beskrivningar att följande råder:

- Mellan kopplingsbrunnen och undercentralen är VV och VVC samisolerade och är i separat kulvert från värmesystemet (ej samisolerade med värmesystemet).
- Från kopplingsbrunnen och framåt är VV, VVC, VS till och VS retur samisolerade.

Detta betyder att större delen av VVC-förlusten sker troligen mellan kopplingsbrunnen och mätpunkten längst bort. Från kopplingsbrunnen till undercentralen värms VVC-ledningen av intilliggande VV-ledning. Därför är det rimligt att anta att VVC-temperaturen i undercentralen är samma eller högre än den vid kopplingsbrunnen.

VVC-förlusterna borde ha mätts med hjälp av temperaturmätning i ett år och uppdelat mellan alla ledningar efter kopplingsbrunnen samt alla ledningar innan kopplingsbrunnen. Under fördjupningen var det inte ekonomiskt hållbart att gräva upp kopplingsbrunnen för att genomföra mätningen av kopplingsbrunnen. Därför saknas denna mätdata.

Vid diagrammet på föregående sida kan man även avläsa att VV-temperaturen i småhusen är cirka 45 °C, dvs tappar VV-framledning ca 7 °C innan den ska börja cirkulera tillbaka. Därför är det även viktigt i detta fall att få mätdata via kopplingsbrunnen.



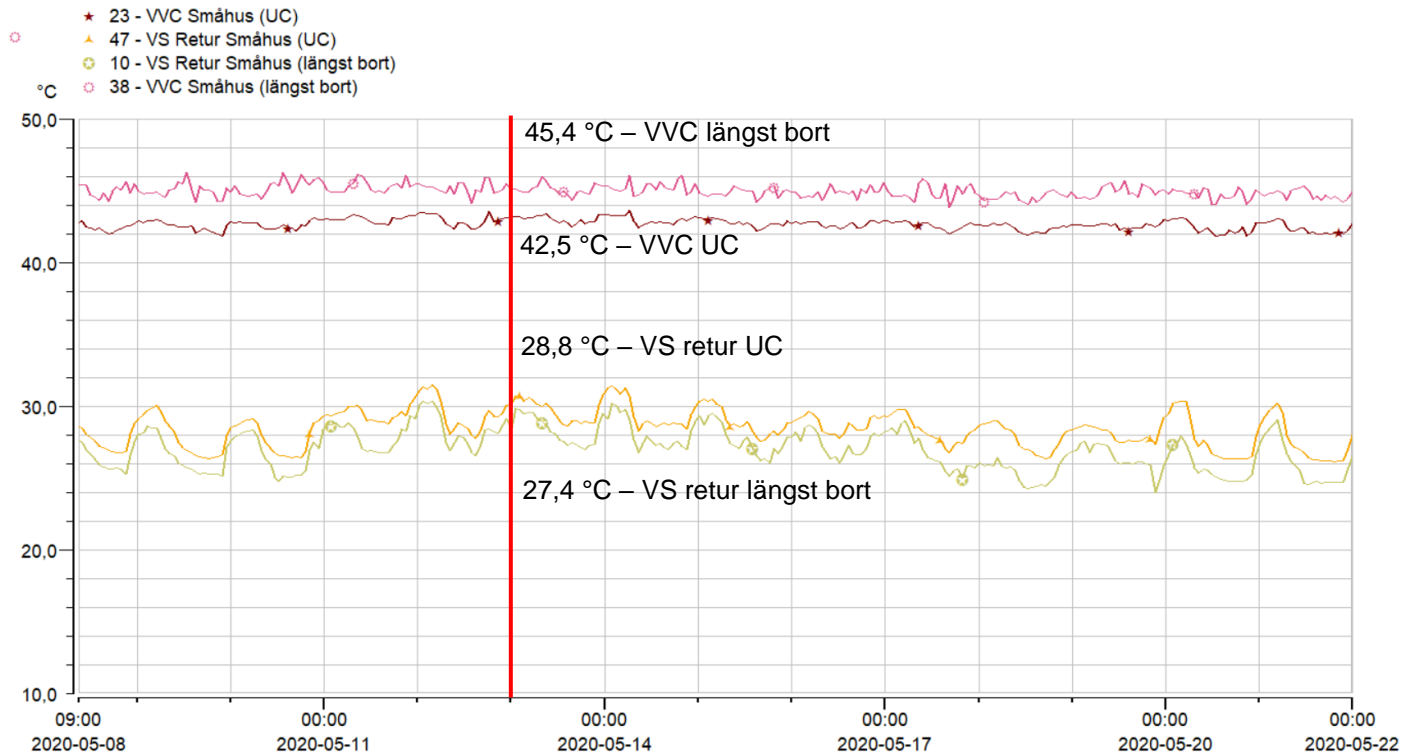
Nedan presenteras diagram över temperaturmätningen för ID 55.

Temperaturmätningen visar att VVC i UC och längst bort ligger under BBR:s krav på minst 50 °C.

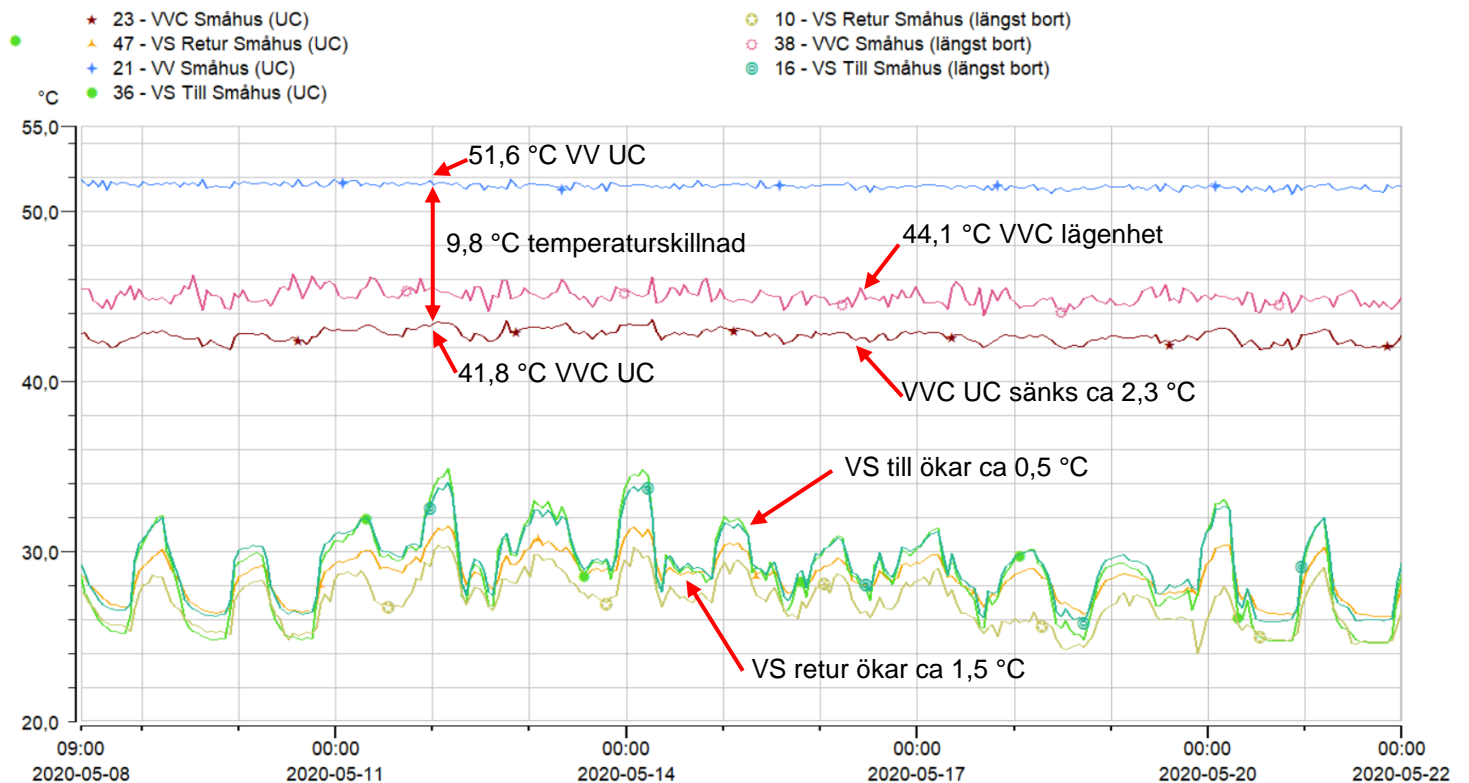
VV-ledningen från undercentralen (51,5 °C) till mätpunkten längst bort sänks 6,5 °C (51,5 °C till 45 °C).

VVC temperaturen från längst bort till undercentralen sänks 2,9 °C (45,4 °C till 42,5 °C).

VS till ökar med 0,5 °C (30,2 °C till 30,7 °C) VS retur ökar med 1,4 °C (27,4 °C till 28,8 °C). Den totala sträckan för Quattro kulverten är ca 95 meter.

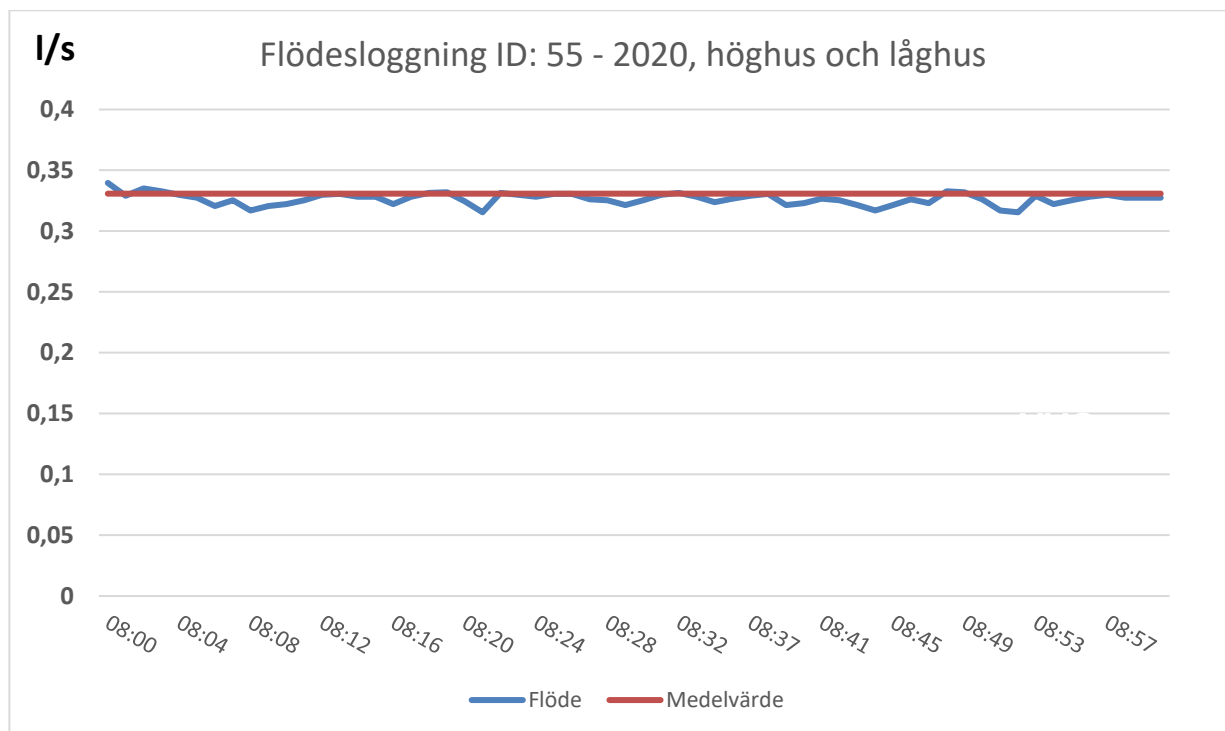


Nedan presenteras ett diagram över temperaturmätningen. Diagrammet visar hur kulverten påverkar temperaturerna. Mellan UC och mätpunkten längst bort finns fler påkopplingar på stamledningen som påverkar temperaturerna. Det finns dock ett mönster att det sker en temperaturutjämning mellan varmare rör (VV, VVC) och kallare rör (VS tillopp och VS retur).



Flödesloggning

Flödesloggningen visar att flödet för både höghusen och låghusen är relativt stabilt. Medelflödet för både höghusen och låghusen var vid besöket 2020 ca 0,33 l/s och vid 2021 ca 0,39 l/s.



Figur 20 Flödesloggning över fastigheten (ID 55) 2020 vid VVC-pumpen, flöde för både höghusen och låghusen.

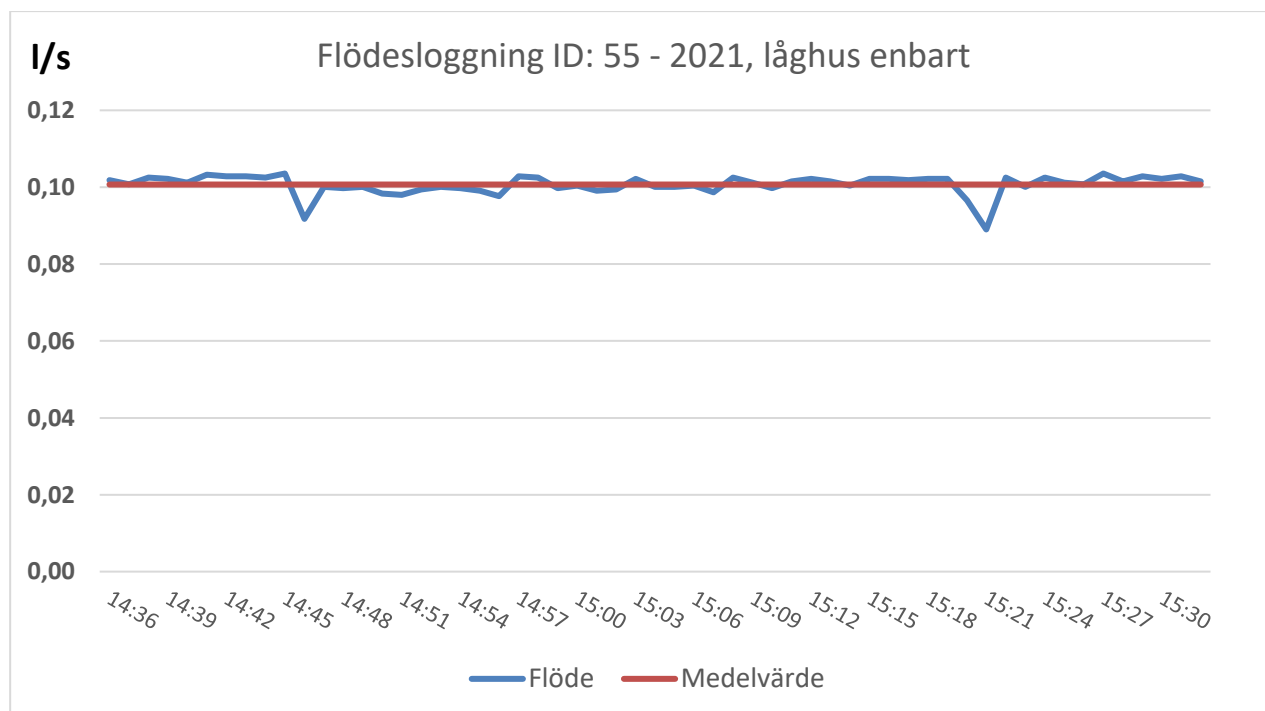


Foto ID 55



Ett av de benämna höghusen.



Ett av de benämna låghusen.



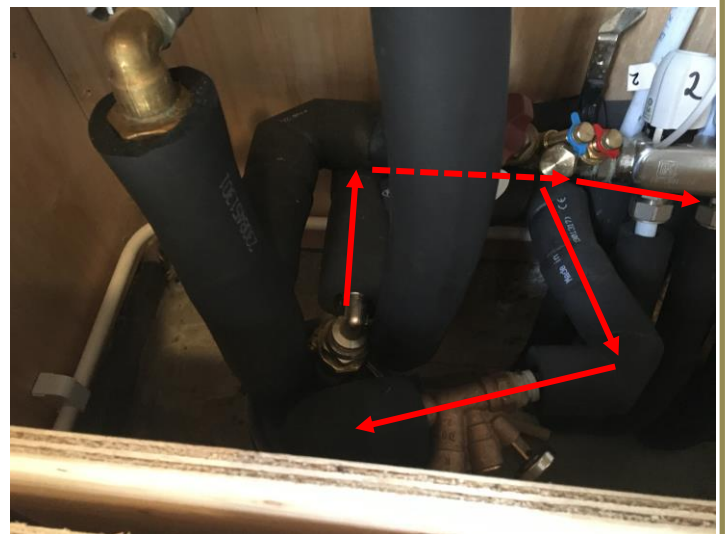
VVC-pump. Inställd för variabelt flöde.



VV och VVC kommer upp i UC samisolerat.



VV- och VVC-ledningar är inte samisolerade i höghusen.



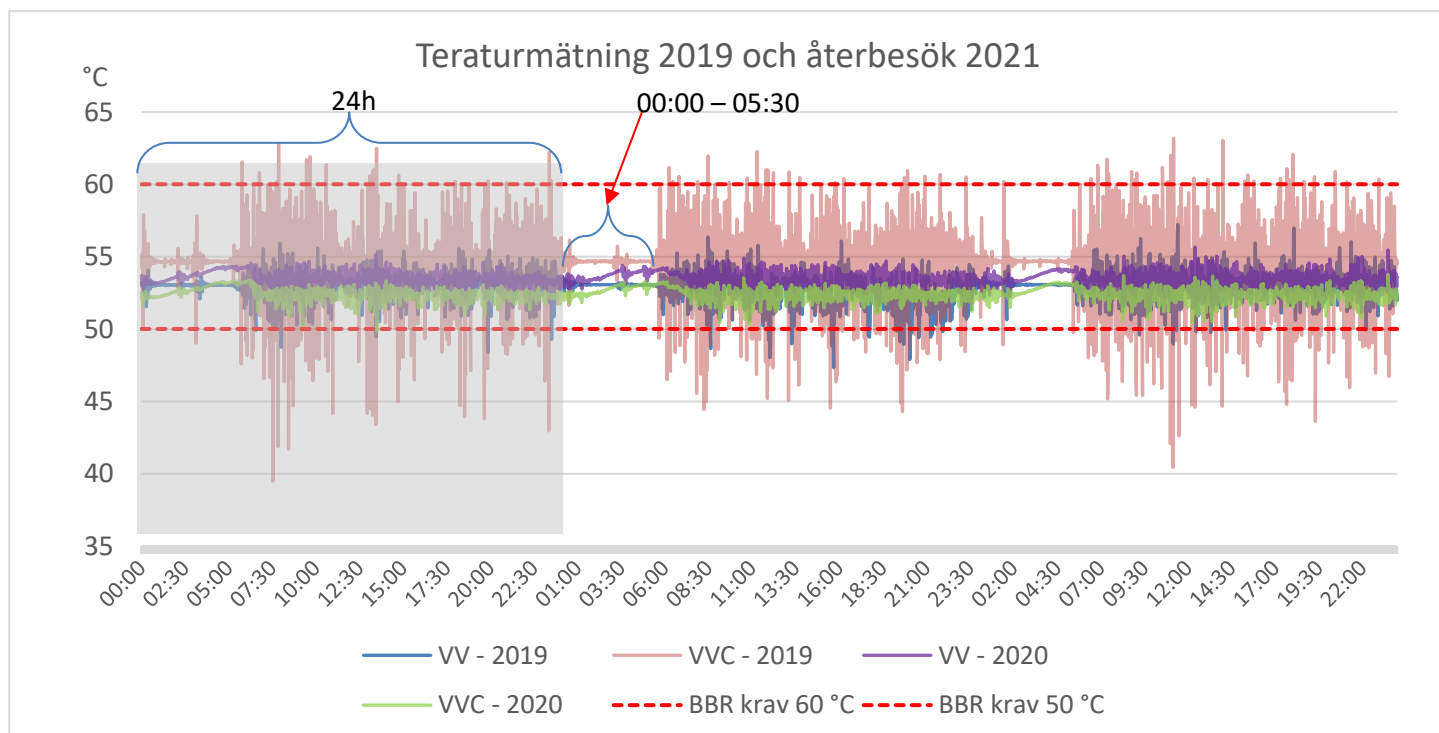
VV- och VVC-ledning i förråden i låghusen, röd pil. VVC går en kort bit i förrådet för att sedan vända.

6 ID 17 – Låg VVC-förlust och korta VVC-ledningar

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten var utvald då det var den första fastigheten med under 5 kWh/m² och år i VVC-förluster. Fastigheten hade 2,9 kWh/m² A_{temp}, år vid första platsbesöket. Fastigheten var från början en byggnad inom sjukvården (ca byggd ca 1980) och byggdes senare om till bostäder. Fastigheten består av 44 bostadslägenheter. Fastigheten är delvis suterrängvåning och vissa delar av fastigheten har 3 våningar. VV och VVC är inte samisolerade. Fastigheten har ett stabilt flöde och lågt temperaturfall. Fastighetens tappvarmvatten testades positivt för Legionella vid första platsbesöket vilket sedan åtgärdades med installation av väteperoxidanläggning och omkoppling av VVC-systemet. Efter granskning av ritningar för VV- och VVC-kretsen upptäcktes det att flera av VVC-kretsarna inte sträckte sig hela vägen till alla lägenheter och trapphus. VVC-ledningen sträckte sig enbart fram till det närmsta trapphuset för att sedan vända tillbaka till undercentralen. Då rörsträckan inte sträcker sig hela vägen till varje trapphus och därmed varje lägenhet minskar också avstånden där det kan ske värmeförluster. Konsekvenserna av detta blev att flera trapphus hade stillastående tappvarmvatten i långa sträckor eftersom VVC-flödet sakades. Det bedömdes att de korta VCC-ledningarna var orsaken till uppkomsten av Legionella. Det är oklart varför VVC-ledningen inte går hela vägen fram, dock testades om lägenheterna fick tappvarmvatten inom 30 sekunder (rådande lagkrav). Alla lägenheter fick varmvatten vid ca 30 sekunder.

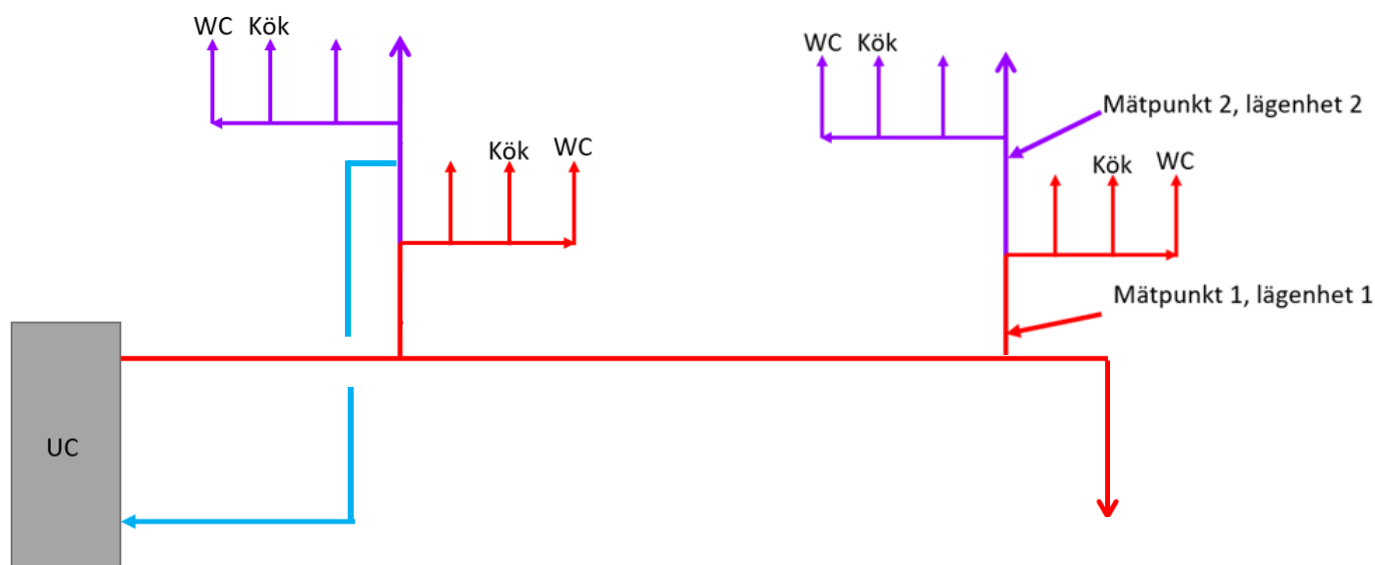
Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	A _{temp} m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår	Flödesmätning (typ)	Kommentar
2019-03-04	54,5	53,0	0,280	15 174	5 438	2,8	1999	Momentant	Efter upptäckten av Legionella
2020-11-19	54,5	52,9	0,290	16 763	5 438	3,1		Loggat	(2019) byggdes delar av
2021-06-15	56,9	53,6	0,308	36 675	5 438	6,7		Loggat	tappvarmvatten systemet om.



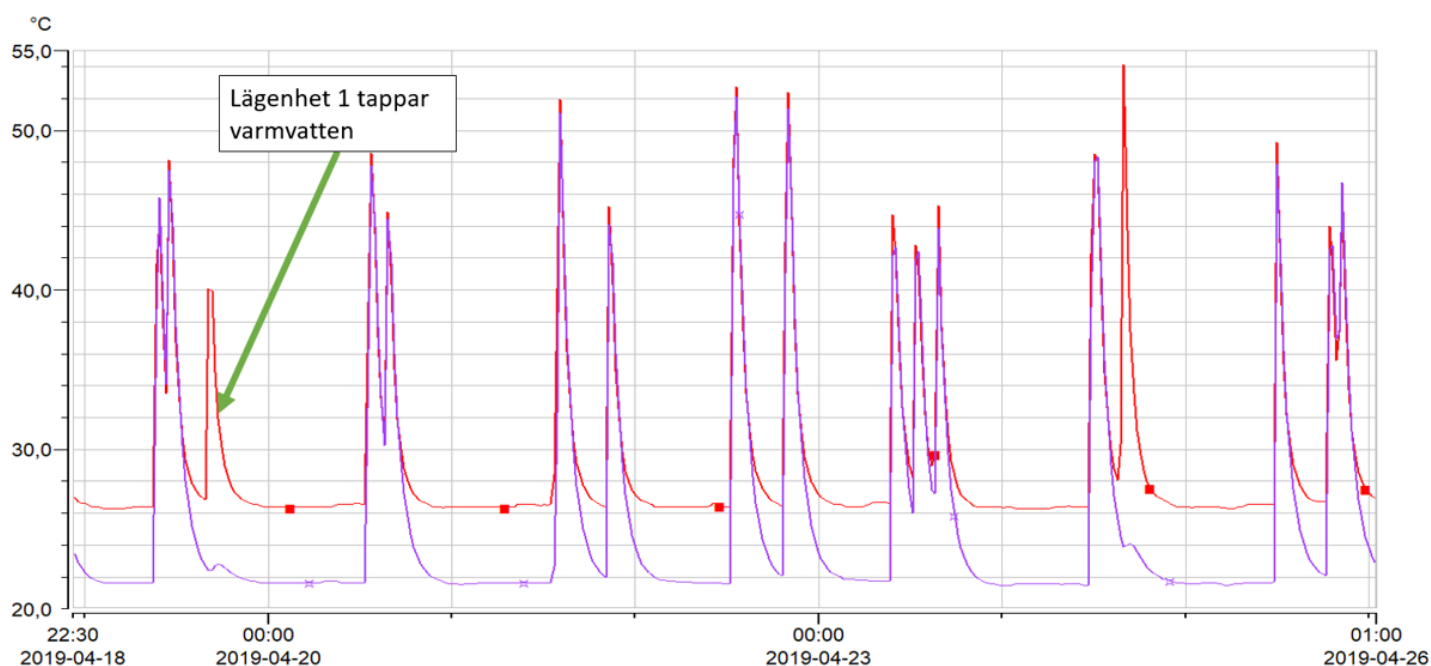
Resultat

Kort VVC-ledning

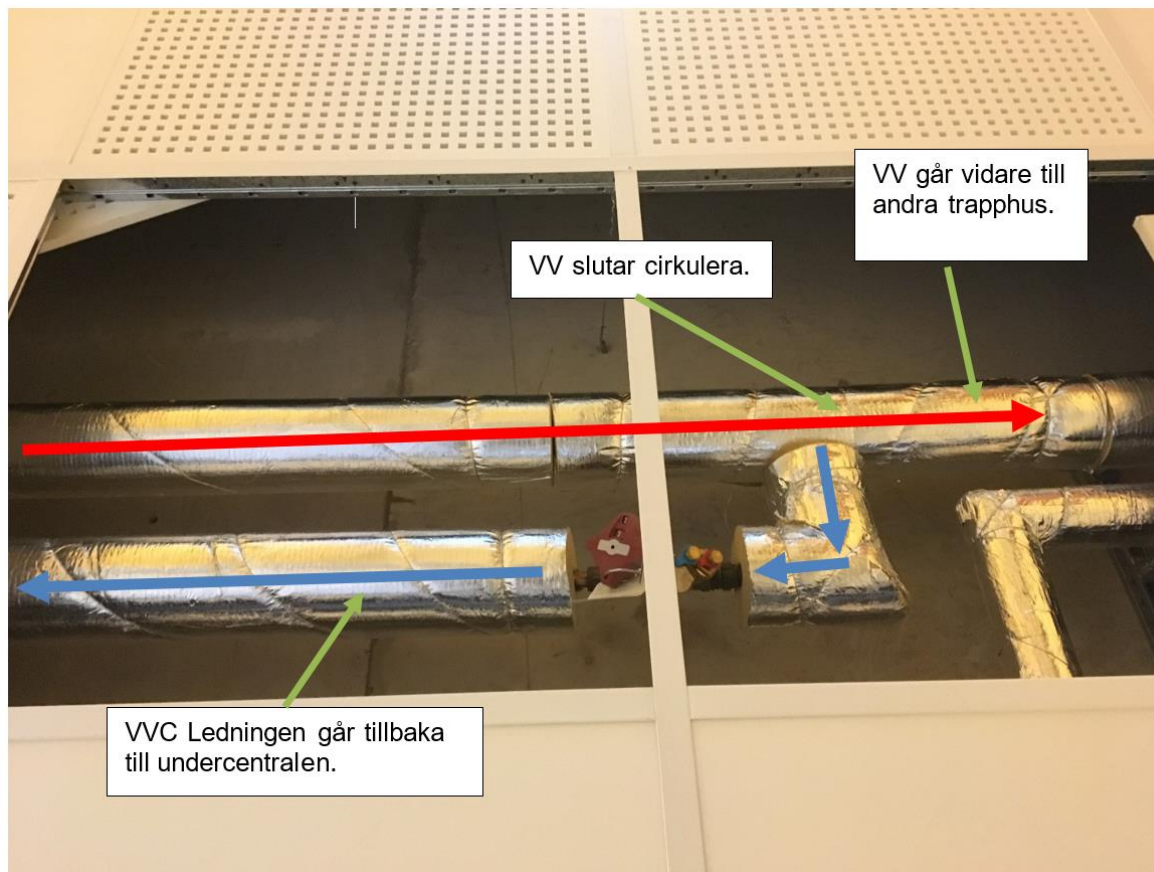
Fastighetens VVC-ledning sträcker sig inte hela vägen till och upp genom alla trapphus. För att undersöka konsekvensen av att inte använda sig av en VVC-ledning hela vägen sattes 2 st temperaturloggrar upp på olika delar av en VV-stamledning. En före lägenhet 1 (mätpunkt 1) som sitter i närheten av huvudstamledningen och en efter lägenhet 1 i närheten av lägenhet 2 (mätpunkt 2). Temperaturmätningen visar att stamledningen för varmvattnet under långa perioder är under BBR:s krav på minst 50 °C. Delar av stamledningen har en konstant temperatur på ca 27°C. Stamledningen innehåller inte cirkulerande vatten utan är troligen på grund av spridningsvärme från huvudstamledningen.



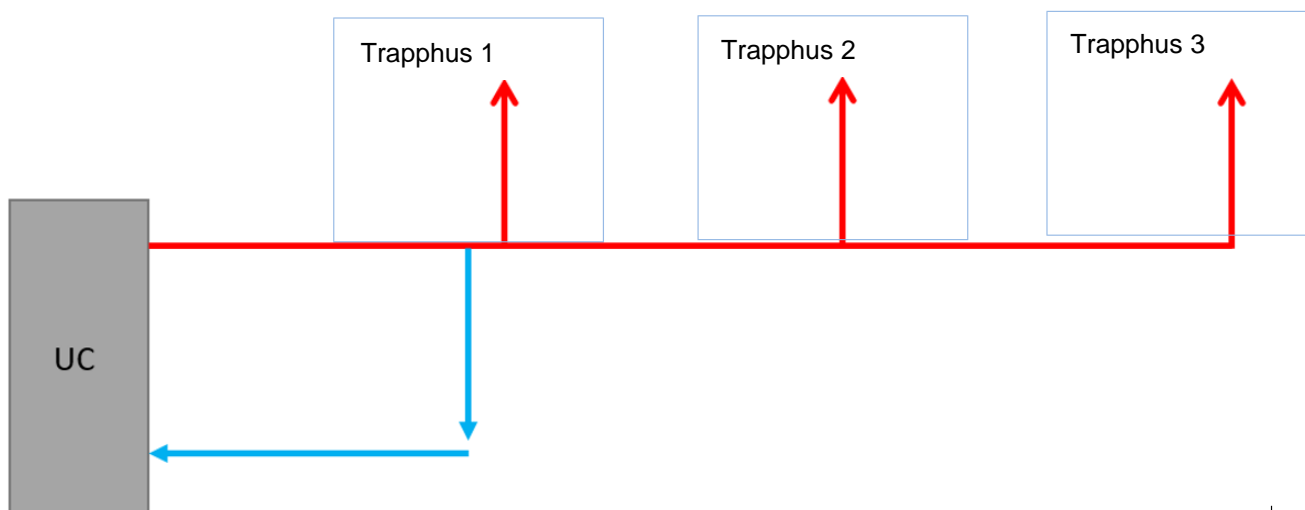
Figur 22 Principskiss på mätning av temperaturer.



Figur 21 Temperaturmätning på en VV stamledning. under längre perioder är VV under 50 °C.



Figur 23 Foto på retur av en av VVC-stammarna.



Figur 24 En principskiss av hur VVC-ledningen (blå) vänder tidigt och sträcker sig inte till trapphus 2 och 3.

Väntetid för att få varmt tappvarmvatten

För att testa hur lång tid det tog att få varmvatten för stamledningarna utrustades 7 lägenhetsinnehavare (olika delar av fastigheten) med följande: en bringare på 2 liter, temperaturlogger och stoppur. Tabellen nedan för tidtagningen är utförd av lägenhetsinnehavare och kan därför ha en större mätosäkerhet. Temperaturmätningen genomfördes genom att ha temperaturgivaren fast i bringaren, temperaturlogger mätte en mätpunkt i sekunden. Med den data från givaren kunde vi beräkna hur lång tid det innan tappvarmvattnet var minst 50 °C. Givaren till temperaturlogger var placerad i bringaren och var startad innan testet började. Mätningen visar att vid 5 av 7 mätpunkter kunde tappvarmvatten på 50 °C levereras inom 30 sekunder. Gällande byggregler då fastigheten byggdes om till bostäder (BFS 2002:19, BBR 10), anger att man ska ha tappvarmvatten inom ca 30 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s. Idag är det rekommendation på att tappvarmvatten ska levereras inom ca 10 sekunder vid ett flöde av 0,2 l/s. Det ska dock noteras att tappställe 118 och 202 var några sekunder från gällande krav och kan falla inom mätosäkerheten. Mätningen ger främst en indikation.

Tappställe (lägenhet)	Tidpunkt	Tid i sekunder innan man fick 2 liter tappvarmvatten	Beräknat flöde vid normen 0,2 liter / sekunden	Tid i sekunder innan tappvarmvattnet var 50 °C
1103	22:00	12	0,12	16
0009	22:00	13	0,13	23
1106	06:00	10	0,10	33
118	23:00	14	0,14	17
116	01:00	14	0,14	21
301	22:30	14	0,14	27
202	06:30	14	0,14	33



Figur 26 Ritning över fastigheten samt placering av UC och VVC-ledningar (gröna linjer).

Åtgärder mellan första och sista besöket

Efter första mätningen i byggnaden 2019 installerades en väteperoxidanläggning för att reducera legionella-problemet. VVC-ledningen som tidigare varit inkopplad på en shunt som blandar VV och VVC kopplades in till varmvattenberedaren. Detta påverkar mätningen mellan första och andra mätningen, främst VV och VVC-temperaturen. Fastigheten har även haft problem med läckage i VVC-ledningarna i nära anslutning till ökat flöde vid VVC-pumpen. Innan tredje besöket 2021 gjordes även en temperaturhöjning då VVC-temperaturen var för låg.

Foto



Före åtgärder med väteperoxidanläggning.



Åtgärder efter väteperoxidanläggning.



VVC-ledningen kopplades till varmvattenberedare efter fördjupningen.



Väteperoxidanläggning för bekämpning av legionella.

7 ID 149 – Inget VVC-flöde längst bort

Sammanfattning av återbesöket

Fastigheten var utvald då vid första besöket upptäcktes det att det fanns problem med VVC-flöden i delar av byggnaderna. Innan fastighetsägaren utförde en åtgärd så gjordes ett återbesök som bestod i fördjupning av tappvarmvatten systemet och problemen som uppstod. Fastigheten består av 4 undercentraler. Varje undercentral betjänar i sin tur 4 huskroppar. Totalt har fastigheten 16 byggnader. Fördjupningen baseras främst på en av undercentralerna (ID 149). Där mättes flödet mitt i natten för att minska påverkan av tappning av varmvattnet

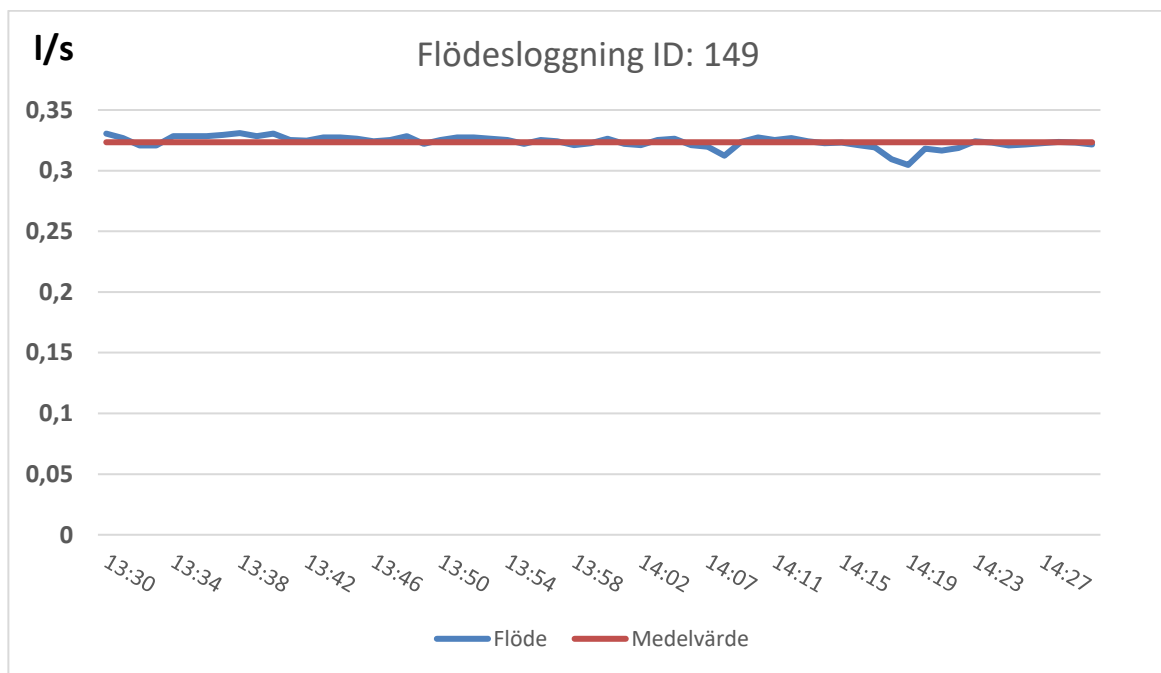
Under första besöket upptäcktes det låga temperaturer på VVC-kretsen (26°C - 44°C), vilket är under BBR:s krav på minst 50 °C i tappvarmvattensystemet. I samband med detta gjordes det även legionella prover i tre av fastighetens fyra varmvattensystem. Ett av systemen sakade möjlighet för avtappning och kunde därför inte testas. Alla tre varmvattensystem testade positivt för legionella. Halten av legionella var mellan 100 och 300 cfu/liter (colony forming units/liter). Halten är inte hög, men visar att det finns förutsättningar för tillväxt av legionella i systemen.



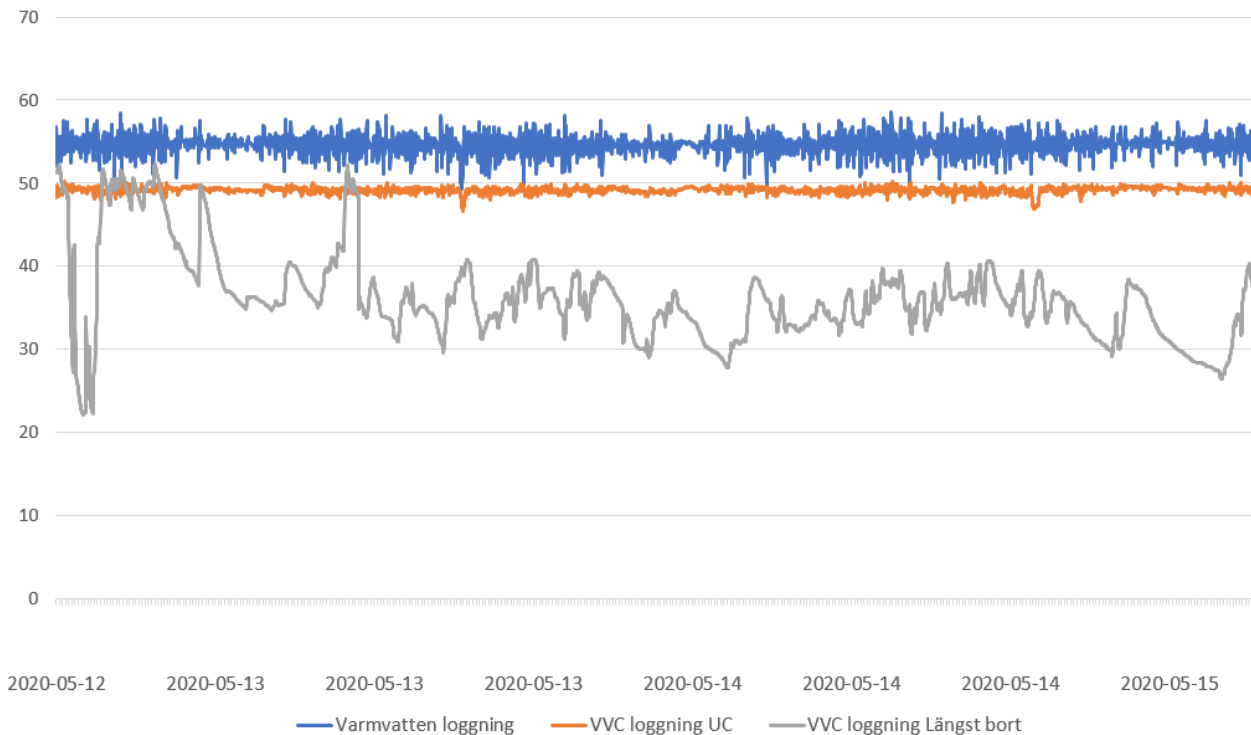
Resultat

VV-ledningar och VVC-ledningar är samisolerade, vilket gör att VVC-temperaturen nära undercentralen höjs av utgående VV. Därför har temperatur på VVC, längst bort lagts till som mätpunkt i diagrammet nedan. Dock har VVC-förlusterna räknats från VVC-temperaturen i undercentralen. Detta för att hålla det konsekvent med andra mätningar. Flödet i VVC-kretsarna i byggnaderna har mätts genom att logga flödet i undercentralen i 60 minuter och på övriga platser där VVC-ledningen varit tillgänglig mellan ca 15 – 40 minuter.

Datum	VV °C	VVC °C	Flöde l/s	VVC-förlust kWh	A _{temp} m ²	VVC-förlust kWh / m ²	Byggår år	Flödesmätning (typ)	Kommentar
2020-05-15	54,6	49,2	0,32	62 429	5 433	11,5	1951	Loggat	Det gick ej att göra en ny mätning pga. Ombyggnation
-	-	-	-	-	-	-		Ombyggnad, inget flöde	



Temperaturmätning 2020-05

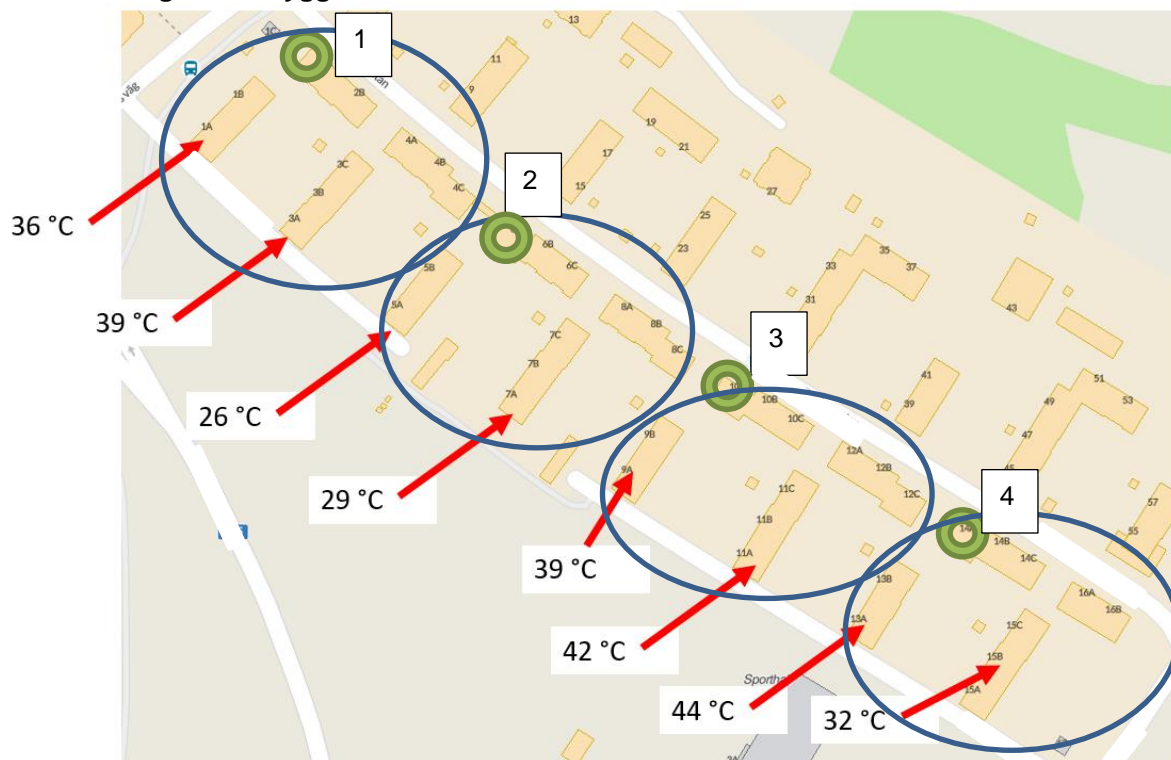


Temperaturer och flöden i undercentraler, samt längst bort på VVC-kretsar

Undercentral nummer	Varmvatten (medel)	VVC, UC (medel)	VVC, längst bort (medel)	VVC, UC flöde (medel)	Halt av legionella (cfu/liter)
1	54,7 °C	49,3 °C	39,4 °C	0,28 l/s	100 - 200
2	54,6 °C	49,2 °C	36,2 °C	0,32 l/s	100 - 300
3	56,3 °C	50,1 °C	40,9 °C	0,46 l/s	Ej mätbart
4	54,8 °C	51,3 °C	43,4 °C	0,34 l/s	100 - 300

Tabell 5. Temperatur- och flödesmätning i undercentraler. Temperatur och flöden i tabellen baserar sig på loggfiler.

Karta över fastighetens byggnader



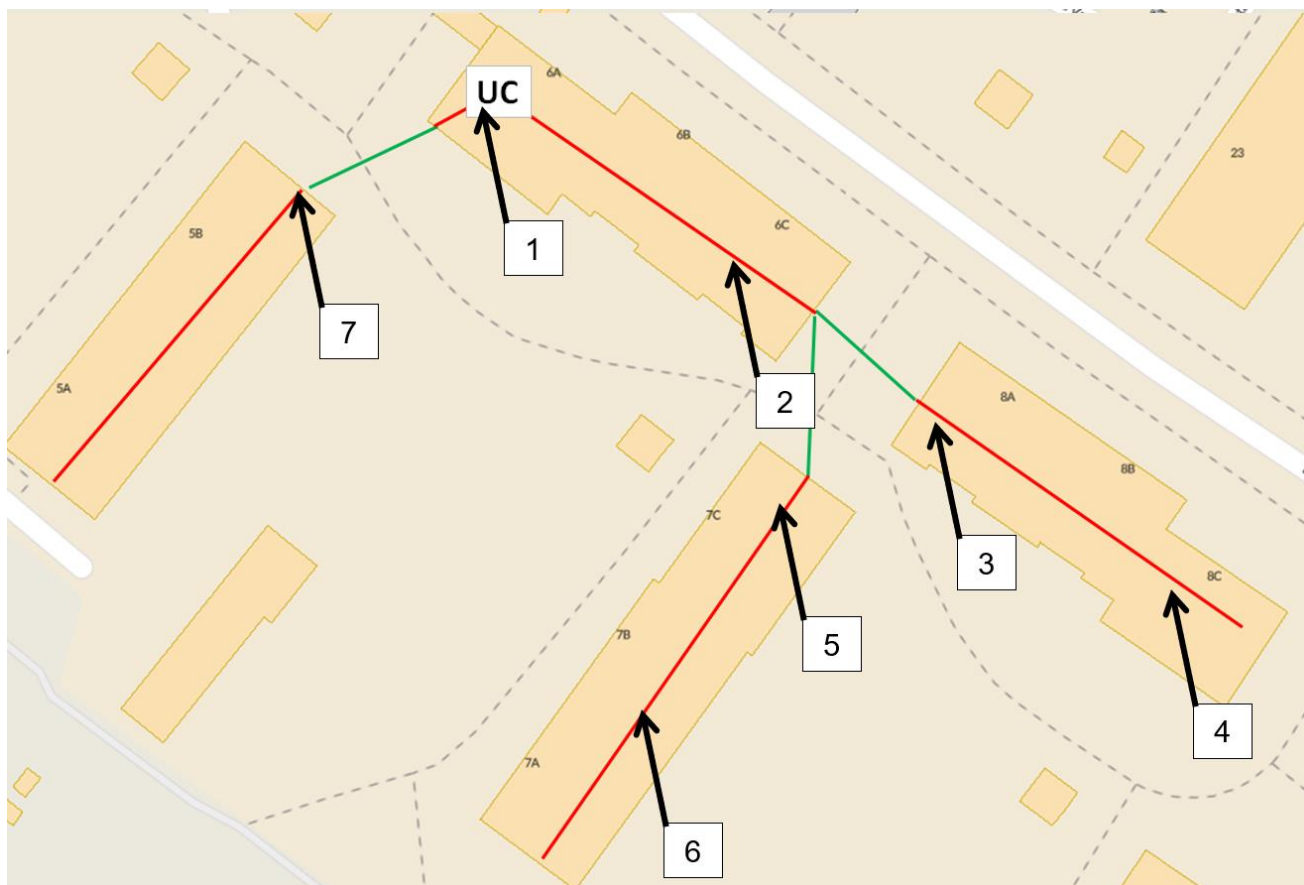
Figur 27. Karta över fastigheten. Undercentralernas placering markeras med grön cirkel och betjäningssområde markeras med en blå cirkel. Temperaturerna i VVC-kretsarna är momentana indikationsmätningar under 15 minuter.

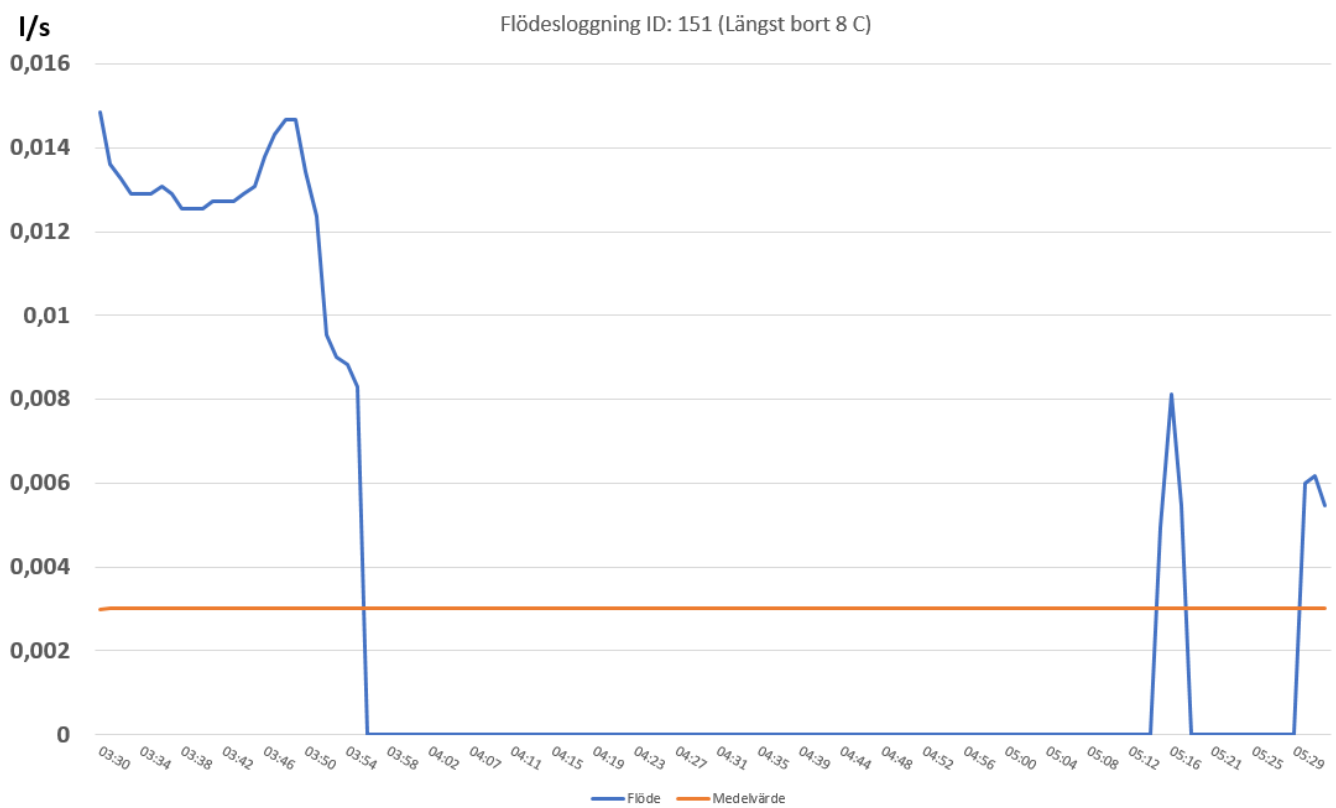
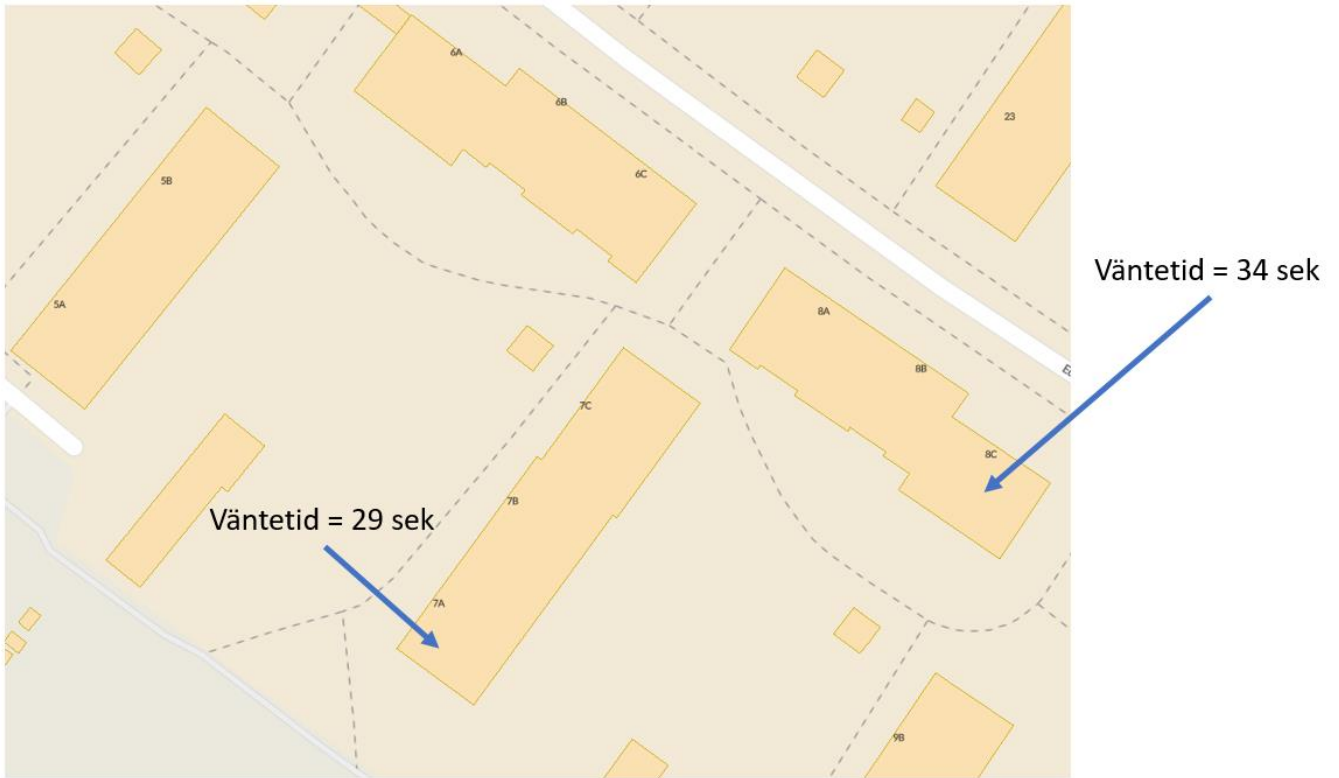
Flödesmätning i VVC-stamledningar

Flödesloggningen som är gjord i de fyra byggnaderna som tillhör ID 149 visar att VVC-flödet är mycket lågt eller obefintligt på flera ledningar. Handberäkning visar att flödet bör vara jämnt fördelat mellan varje huskropp. Fastighetens VVC-stamledningar mättes under en natt (01:00-04:00). Nedan är resultatet av mätningen och var mätningen skedde. Stamledningarna har inte tillräckligt flöde för att upprätthålla minst 50 °C. Mätpunkt 1 är i undercentralen. Ca 50 % av flödet (0,15 l/s) används av VVC-ledningar som är placerade före mätpunkt 2 och 7. Mätpunkt 3 och 4 har knappt något VVC-flöde och är avrundat till 0.

Plats för mätning (adressnummer)	Mätpunkt, nummer	Mätresultat, medelvärde (l/s)	Bedömt behov av VVC-flöde (l/s)
6 A	1	0,32	0,5
6 C	2	0,05	0,25
8 A	3	0	0,125
8 C	4	0	0,04
7 C	5	0,03	0,125
7 A	6	0,01	0,04
5 B	7	0,08	0,125

Tabell 6. Flödesmätning i VVC-ledningar.





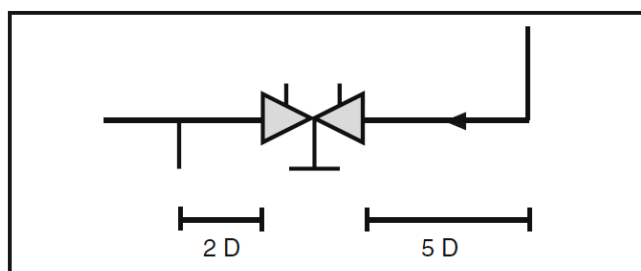
Figur 29 Flödesloggning på mätpunkt 4 mellan 03:30 och 05:30. Mätningen visar att på grund av förändringar i trycket finns det ibland lågt eller inget flöde i VVC-ledningen.

Felaktiga STAD-ventiler

Fastigheten saknar möjlighet att injustera flödet till varje byggnad vilket medför att flödet i VVC-ledningen tar den lättaste vägen. Däremot sitter det ett par injusteringsventiler på vissa stamledningar som går från lägenheterna till huvudstamledningen i varje byggnad. Flera av dem är dock felinstallerade vilket påverkar injusteringen. Avståndet på en rak ledning före en STAD-ventil ska vara rördimensionen x 5 och efter STAD-ventilen ska sträckan på en rak ledning vara rördimensionen x 2.



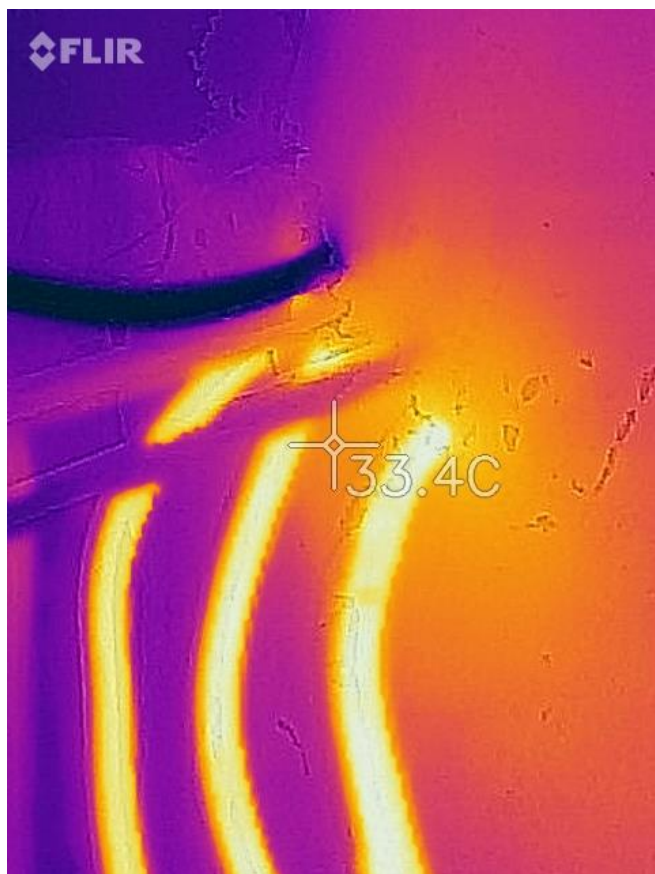
Figur 30 STAD-ventil och en STK-ventil
Felaktigt installerad STAD-ventil.
Utöver att det är inte tillräckligt med raksträcka framför och bakom STAD-ventilen är röret sammanpressat och ett insvetsat kopparrör nära ventilen leder till en TA-STK-ventil.



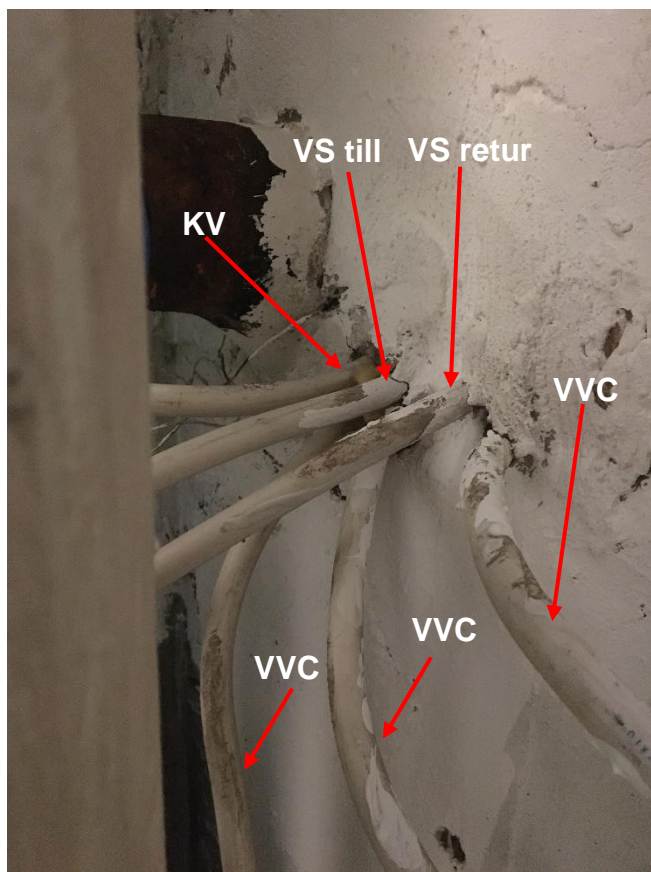
*Figur 31 Hur en STAD-ventil ska kopplas in:
tillräckligt lång raksträcka framför och bakom.*

Genomföringar mellan bjälklag

Några nya VVC-ledningar (ca 2005) är dragna från lägenheterna till stamledningen. De tidigare VVC-ledningarna är pluggade. Dessa nyare genomföringar med prisolrör (kopparrör med vitt plasthölje) mellan de olika betongbjälklagen är inte isolerade. Detta medför att VVC-ledningen värmer upp omgivande ytor i bjälklagen. Ny kallvattenledningen (KV) har även dragits samtidigt och har lagts i samma genomföring dikt an VVC-ledningen.



Figur 32 Termografering på rör genomföringar som är oscillerade



Figur 33 Foto på samma rör genomföringar som figur 27.

Foto



VVC- och VV-ledning längst bort.



VVC-pump UC, ej tryckstyrd.



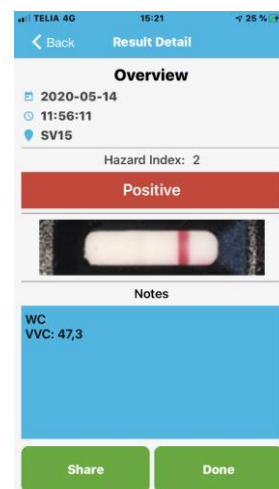
Foto av flödesloggning av en VVC-ledning.



Vissa lägenheter har termiska ventiler.



Foto vid legionellatest.



Resultat från legionellatest, ca 200 cfu/liter.

