

## Värmeåtervinningssystem för spillvatten i flerbostadshus



Foto Roland Jonsson

### Slutrapport

Medverkande:

Roland Jonsson WSP Environmental, Thomas Sundén Sustainable Innovation AB, Lovisa Bengtsson Sustainable Innovation AB, Jan Kristoffersson Sustainable Innovation AB

Ansvarig författare:

Roland Jonsson WSP Environmental  
[roland.j.jonsson@wsp.com](mailto:roland.j.jonsson@wsp.com)

Utgiven i februari 2020

[www.sust.se](http://www.sust.se)

# Innehåll

Innehåll .....	2
<b>1 SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
1.1 Bakgrund.....	3
1.2 Mål .....	3
1.2.1 Måluppfyllnad.....	4
1.3 Slutsatser.....	5
<b>2 Organisation</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Tidplan</b> .....	<b>5</b>
<b>4 Projektet</b> .....	<b>5</b>
<b>5 Utvärdering i verklig drift och laboratorium</b> .....	<b>6</b>
5.1 Energiåtervinning av energi ur centralt placerad växlare.....	6
5.1.1 Fendergatan 2.....	7
5.1.2 Valla torg 89 hus 1 .....	10
5.1.3 Valla torg 83 hus 2.....	13
5.1.4 Valvankaret Högdalen.....	16
5.1.5 Årstadal Förmansvägen 8 .....	19
5.1.6 Kronobergsbadet.....	22
3.2 Energiåtervinning av energi ur spillvatten lägenhetsvis.....	23
<b>6 RESULTAT och erfarenheter</b> .....	<b>25</b>
6.1 Allmänt.....	25
6.2 Marknadsundersökning.....	25
6.3 Energivinster .....	26
<b>7 ERFARENHETER OCH SLUTSATSER</b> .....	<b>26</b>
7.1 Värmeåtervinningssystem för spillvatten i flerbostadshus .....	26
7.2 Stående eller liggande växlare?.....	27
7.3 <b>Kostnad tappvarmvatten</b> .....	28
7.4 <b>Lösning med värmepump</b> .....	29
7.5 IMD individuell mätning och debitering av tappvarmvatten.....	30
<b>8 Långsiktig ökning av fungerande installationer önskvärt</b> .....	<b>31</b>
8.1 Ett enkelt räkneexempel för en enkel upphandling.....	32
<b>9 Det finns mycket mätdata att ta del av</b> .....	<b>32</b>
<b>10 Marknaden är enorm för energiåtervinning</b> .....	<b>32</b>

# 1 SAMMANFATTNING

## 1.1 BAKGRUND

Tappvarmvatten står för en ökande andel av nya byggnaders energibehov. Moderna flerbostadshus är välisolerade och har värmeåtervinning ur ventilationsluft med FTX eller FX, vilket medför att energibehovet för tappvarmvatten kan vara högre än energibehovet för rumsuppvärmning. Mer isolering i väggarna sänker inte energibehovet för tappvarmvatten utan minskar bara lägenhetsytan. Det innebär lägre hyresintäkt eller försäljningspris på bostadsrättslägenheterna. I denna aspekt är energiåtervinning ur spillvatten mycket lönsam.

Den schablonmässiga energianvändningen för tappvarmvatten i svenska flerbostadshus är 25 kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>. I flerbostadshus med många boende per lägenhet kan energianvändningen för tappvarmvatten vara högre. Tappvarmvattenanvändningen i nybyggda bostadsrättsföreningar brukar vara lägre. Om energieffektiv återvinningsteknik utvecklas för spillvatten finns en stor potential till låg energianvändning och en effektsänkning vid nybyggnation eller vid renovering av flerbostadshus.

På den svenska marknaden finns idag produkter för värmeåtervinning från spillvatten i byggnader. De är sorterade i flödesordning.

- Duschvärmväxlare som placeras under duschkabinen
- Värmväxlare i golvbrunn
- Stående rörvärmväxlare
- Liggande rörvärmväxlare
- Storskaliga värmepumpslösningar

Det finns ett begränsat antal flerbostadshus med energiåtervinning ur spillvatten med någon av dessa tekniker. En anledning är att fastighetsägare och förvaltare är tveksamma framförallt när det gäller energibesparingen och lönsamheten. Tveksamhet råder också vad gäller systemens robusthet (igensättning) och långtidsegenskaper. Fler goda exempel behövs som visar att systemen fungerar.

Idag finns ett stort motstånd till att använda energiåtervinning ur spillvatten med värmväxlare. Det saknas kunskap och utbud av totala systemlösningar (projektering, komponenter, installation och förvaltning).

För att öka användningen av värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga och nya flerbostadshus krävs någon form av incitament och stimulans. Därför startades detta projekt som har mätt 5 stycken energiåtervinnare för spillvatten i 5 st. flerfamiljshus och 10 stycken för enskild lägenhet.

## 1.2 MÅL

Målet med projektet var att visa verklig prestanda på anläggningar i normal drift i flerfamiljshus och med värmväxlare i enskilda lägenheter:

- främja och påskynda utvecklingen av systemlösningar med hög besparingspotential av energi och en låg elanvändning för drift som uppnås med låg livscykelkostnad,

- stärka marknaden genom att få fram fler aktörer som erbjuder systemlösningar,
- testa systemlösningar i några representativa hus som sedan kan fungera som goda och utvärderade demonstrationsexempel,
- höja kunskapsnivån hos flerbostadshusägare, konsulter, tillverkare om systemens energibesparingspotential, service och underhåll,
- få till stånd en långsiktig ökning av installation av kompletta och bra fungerande systemlösningar med god ekonomi.

### 1.2.1 MÅLUPPFYLLNAD

Med nedan redovisade aktiviteter har projektet nått en bra måluppfyllnad.

Under projekts gång har 2 seminarium hållits som har varit direkt kopplade till detta projekt. Ett seminarium som har redovisat resultatet av testkörningen av 10 stycken växlare avsedda för en lägenhet. Det andra seminariet har redovisat testresultat från mätningar av de större växlarna avsedda för ett flerbostadshus och mätperioden har varit 12 månader.

Materialet har också använts i Yh högskolor, Nackademin Byggingenjörer BHB 18 och 19. (Byggnadsingenjörer hållbart byggande), ROT 18 (Byggnadsingenjörer renovering och ombyggnad) samt BOB18 (Renovering av kulturhistoriska byggnader. STI (Stockholms Tekniska Institut) Automat och VVS ingenjörer samt el konstruktörer. Totalt 6 klasser.

Projektet har också initierat 2 KTH projekt där spillvattenvärmeväxlare ingår. HSB FTX (GEO FTX i kombination med spillvattenvärmeväxlare och energiåtervinning från fettavskiljare. EMTF lunch med fokus på spillvattenvärmeväxlare.

Det är stort intresse kring rapporten och det är flera artiklar som kommer när rapporten är klar. Flera innovatörer har också kontaktat projektet och diskuterat nya produkter som står inför en snar lansering. Även lunchseminarium för Stockholms stad och allmännyttan som är kopplad till energi och spillvattenvärmeväxlare.

Deltagit i Allmännyttans energikonferens med över 110 deltagare där resultatet har redovisats. Seminarium för byggare i norra Djurgården. I Almedalen under 2018 och 2019 har detta också redovisats på olika seminarium. Kommande Nordbygg 2020 kommer också rapporten. Upphandling av spillvattenvärmeväxlare tillsammans med projekt Grön Bostad. Många som i dag arbetar med fastigheter och fattar beslut om att installera spillvattenvärmeväxlare och även nästa generationer konstruktörer och projektledare är utbildade på spillvattenvärmeväxlare vilket borgar för att det kommer att användas i nya och befintliga hus som renoveras. Tack vare projektet har flera nybyggen och renoveringar planerat att installera spillvattenvärmeväxlare.

### 1.3 SLUTSATSER

På den svenska marknaden finns det ett antal produkter för värmeåtervinning från spillvatten i flerbostadshus och i Europa finns många olika typer.

Ytterligare insatser behövs för att främja och påskynda utvecklingen av systemlösningar med hög energisparpotential till en låg livscykelkostnad. Mätningarna visar att det finns möjligheter att ytterligare förbättra prestandan på dessa installationer. Detta gäller även med avseende på att få fram fler aktörer som erbjuder kompletta systemlösningar med prestandagaranti. Kunskapsnivån hos flerbostadshusägare och konsulter kan höjas ytterligare och därmed få till stånd en långsiktig ökning av installation av systemlösningar med energiåtervinning ur spillvatten med avloppsvärmeväxlare.

Det som visade sig under ett år av mätningar var att 3 av 5 stycken liggande värmeväxlare hade igensättning under mätperioden. Exakta orsaker till detta är inte fastställt men något som man bör ta med i riskbedömningen. All uppdamning av spillvatten bör undvikas.

Enligt Stockholm Vatten spolar stockholmarna ut 4000 ton sopor i avloppet årligen. Med det som underlag är all utrustning som är i avloppsrören inte att rekommendera.

<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/stockholm/har-dyker-stockholmarnas-fulspolningar-upp>

## 2 ORGANISATION

Arbetet med denna teknikupphandling har bedrivits av en projektgrupp. Till sin hjälp har denna haft representanter för beställargruppen bostäder och specialister har kontaktats.

<b>PROJEKTGRUPP</b>		
<i>Namn</i>	<i>Företag</i>	<i>Funktion</i>
Roland Jonsson	WSP	Ansvarig för genomförandet
Tobias Falk	WSP	Mätansvarig
Thomas Sundén	Sustainable innovation	Ansvarig för projektet

## 3 TIDPLAN

Mätningarna har genomförts värmesäsongen 2018–2019

## 4 PROJEKTET

Tappvarmvatten står för en växande andel av byggnaders energibehov vid nybyggnation. Moderna flerbostadshus är välisolerade och har värmeåtervinning ur ventilationsluft. Detta medför att energibehovet för tappvarmvatten kan vara högre än energibehovet för rumsuppvärmning. Fokus ligger oftast på klimatskalet men inte på det tekniska installationerna. Vilket gör att man inte når eller har svårt att klara energikrav i BBR eller tuffare krav som bland annat ställs i miljöbyggnad.

Den genomsnittliga energianvändningen för tappvarmvatten i svenska flerbostadshus är omkring 25–30 kWh/m<sup>2</sup> A<sub>temp</sub>. I enskilda fall i äldre flerbostadshus är energianvändningen för tappvarmvatten högre. Om energieffektiv återvinningsteknik utvecklas för spillvatten finns en stor potential till energibesparingar vid nybyggnation och renovering av det befintliga beståndet.

Spillvattnet har en medeltemperatur på omkring 25–30 °C när det lämnar ett flerbostadshus utan värmeåtervinning. I det kommunala avloppssystemet avger avloppsvattnet värme till den omgivande marken. Spillvärmens som avges till marken kan med ett återvinningssystem istället återföras till byggnaden. När avloppsvattnet når reningsverket har det en temperatur på omkring 6–8 °C i årssnitt. Vid reningsverken sker, i viss utsträckning, en storskalig värmeåtervinning ur avloppsvattnet och temperaturen sänks ytterligare några grader. Ett användningsområde för spillvattenvärme är förvärmning av tappvarmvatten, förvärmning av tappkallvattnet eller i kombination. En annan applikation är eftervärmning av brine kretsen samt återladdning av borrhål/energilagring i en bergvärmeanläggning. Genom förvärmning och återladdning förbättras värmetalet för anläggningens värmepump. I ventilationssystem med GEO FTX-aggregat är det möjligt att förbättra systemens prestanda genom förvärmning av tilluft med spillvattenvärme.

## 5 UTVÄRDERING I VERKLIG DRIFT OCH LABORATORIUM

Projektet har haft 2 delar vilket har bestått i att mäta värmeväxlare för flerbostadshus där den är central monterad på utgående avloppsledning samt prova värmeväxlare för lägenheter. Det vill säga en värmeväxlare avsedd för en lägenhet eller badrum.

### 5.1 ENERGIÅTERVINNING AV ENERGI UR CENTRALT PLACERAD VÄXLARE

I långtidstestet som genomfördes under 12 månader mellan sommaren 2018 till sommaren 2019. Testen omfattade 5 stycken liggande energiåtervinnare för spillvatten. Dessa var monterade i flerbostadshus (hyresrätter). Samtliga hus ligger i södra Stockholm. Som komplement genomfördes dessutom en långtidsmätning på Kronobergsbadet i Stockholm. De mätningar som gjordes var en temperaturmätning med en 2 kanals datalogger för temperatur. Avloppsvattnets temperatur in i värmeväxlaren och efter. Loggningen gjordes varje minut av dessa 2 givare. Det resulterade i över en miljon mätvärden per anläggning. Temperaturmätningen skedde genom att givarna fästes på värmeväxlarrörets utsida. Mätnoggrannheten skulle vara bättre om man direkt mätte i avloppsvattnet men den metoden uteslöts i ett tidigt skede eftersom givarna kunde orsaka stopp eller driftstörningar. Eller helt enkelt att givarna skulle spolats bort med avloppsvattnet eller orsaka igensättningar.

### 5.1.1 FENDERGATAN 2

Hammarby sjöstad Stockholm. Wallenstam är fastighetsägare

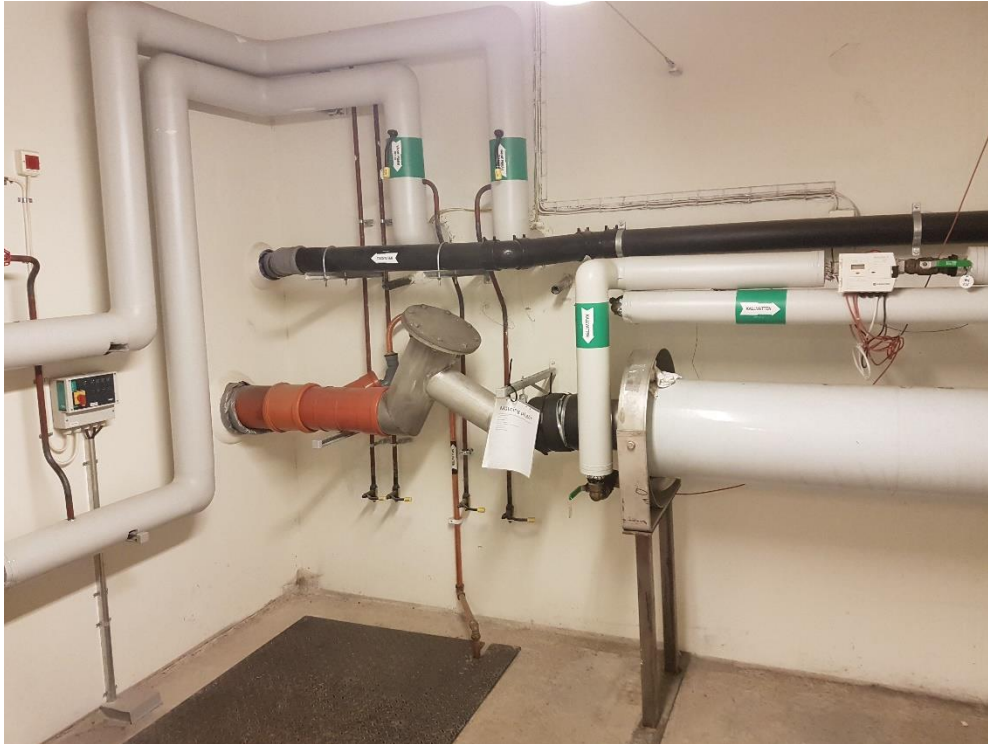


Fendergatan 2 ägare Wallenstam



Värmeväxlare liggande Fendergatan 2

Värmeväxlaren är 6 meter lång och går igenom en brandavskiljande vägg. Det som skiljer denna installation är att det finns ett "fallrör" innan värmeväxlaren vilket accelererar avloppsvattnet för att undvika stopp. Den har varit i drift sedan 2012 (7 år) utan en enda igensättning.

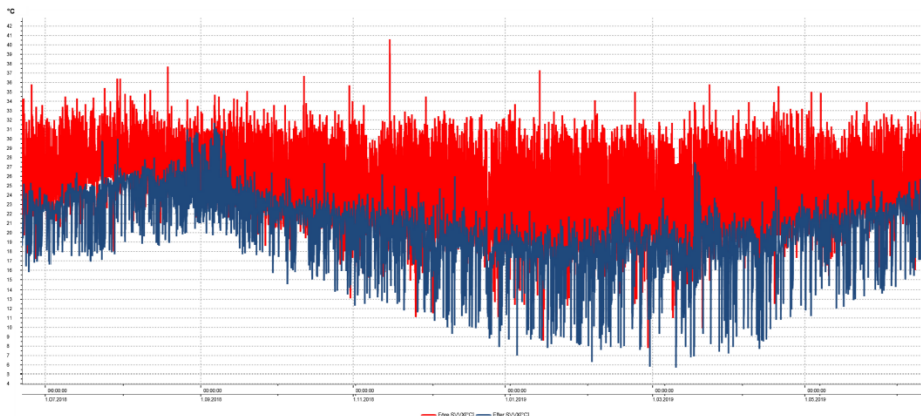


Slutet på växlaren med en "svanhals"

Värmeväxlarens andra ända sitter i undercentralen. Den så kallade "svanhalsen" i rostfritt stål som syns tydligt i bilden har till funktion att dämna upp avloppsvattnet och på så sätt utnyttjas växlaren hela volym.

Mätdata

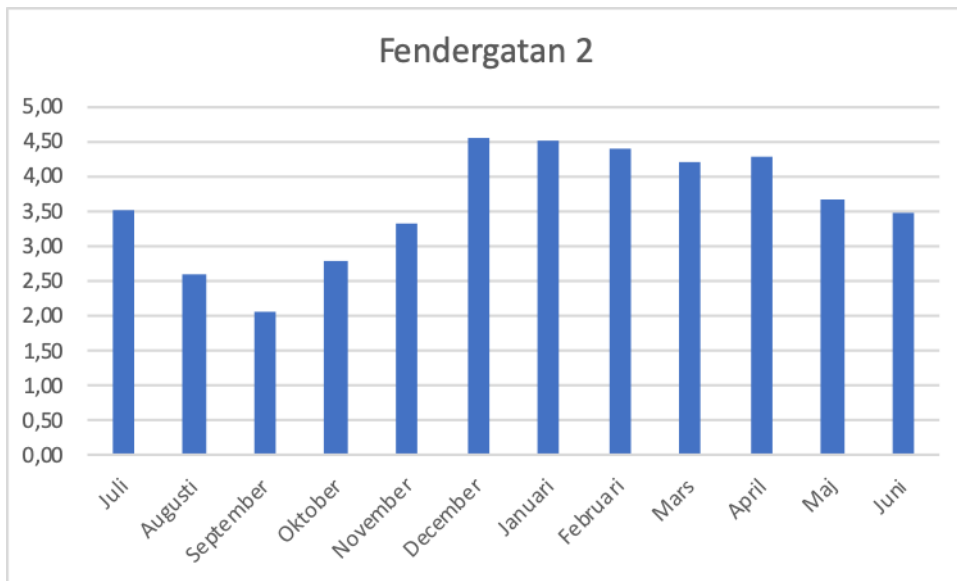
Instrumentnamn: Fendergatan 2 SVXX		2019-08-24 12:00:36			Sida	1/1
Starttid: 2018-06-21 20:18:52		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-06-19 08:01:52	Före SVXX [°C]	7,8	41,1	23,955	-20.0/100.0	
Mätkanaler: 2	Efter SVXX [°C]	5,7	31,7	20,361	-20.0/100.0	
Mätvärden: 521984						
SN 40232422						
Fendergatan 2, Wallenstam						



Fendergatan 2 mätserie 12 månader

I figuren ovan ser man tydligt säsongvariationerna i avkyllning av växlaren.





Uppvärmning av kallvatten °C månadssnitt Fendergatan 2



Värmeväxlaren är motströmskopplad Fendergatan 2

### 5.1.2 VALLA TORG 89 HUS 1

Årsta Stockholmhem är fastighetsägare



Valla torg 89 hus 1 Stockholmshem



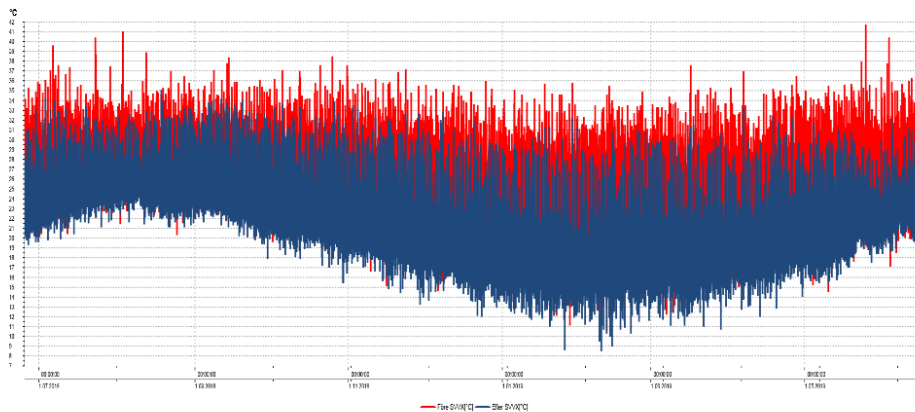
Värmeväxlaren består av 4 liggande 60" Power-pipe och är motströmskopplade.



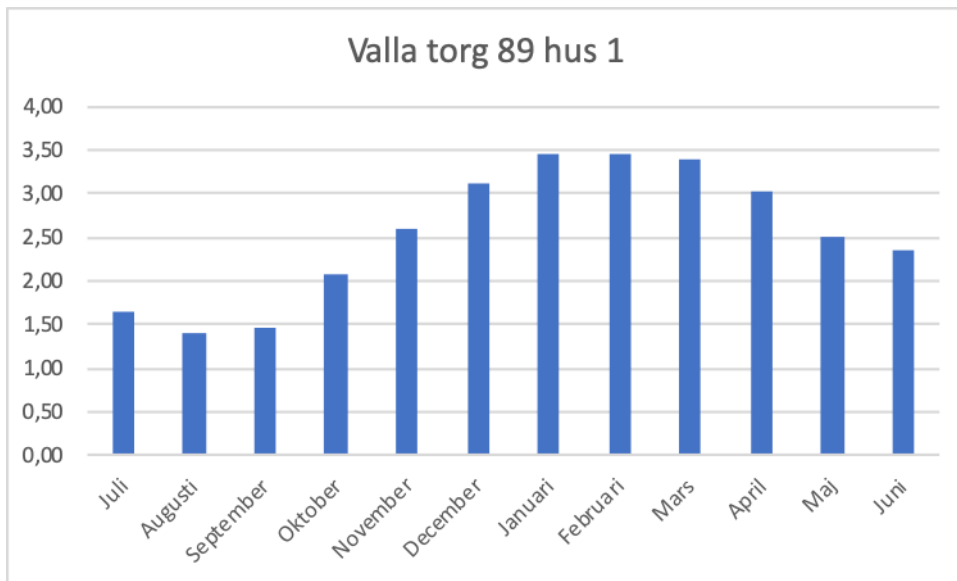
Slutet på växlaren med en "svanhals"  
 Svanhalsen är låg vilket gör att de 2 nedre värmeväxlarna är vätskefyllda medan de 2 övre har varierande nivåer beroende på flöde.

#### Mätdata

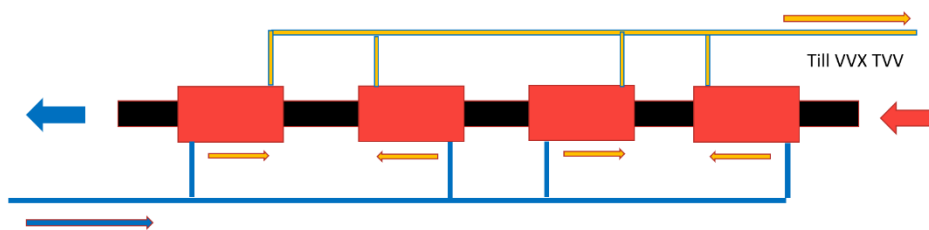
Instrumentnamn: Valla torg SVVX		2019-08-24 12:19:54			Sida	1/1
Starttid: 2018-06-25 09:11:52		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-06-17 17:00:52	Före SVVX [°C]	6,9	42,9	23,464	-20,0/100,0	
Mätkanaler: 2	Efter SVVX [°C]	8,1	35,6	20,981	-20,0/100,0	
Mätvärden: 514550						
SN 40232423						
Valla Torg - Stockholmshem , Temperaturmätning SVVX						



Valla torg 89 hus 1 mätserie 12 månader  
 I figuren ovan ser man tydligt säsongsvariationerna i avkylning av växlaren.



Uppvärmning av kallvatten °C månadssnitt Valla torg 89 hus 1



Värmeväxlarna är motströms och parallell kopplade Valla torg 89 hus 1

### 5.1.3 VALLA TORG 83 HUS 2

Årsta Stockholmhem är fastighetsägare



Valla torg 81-83 hus 2

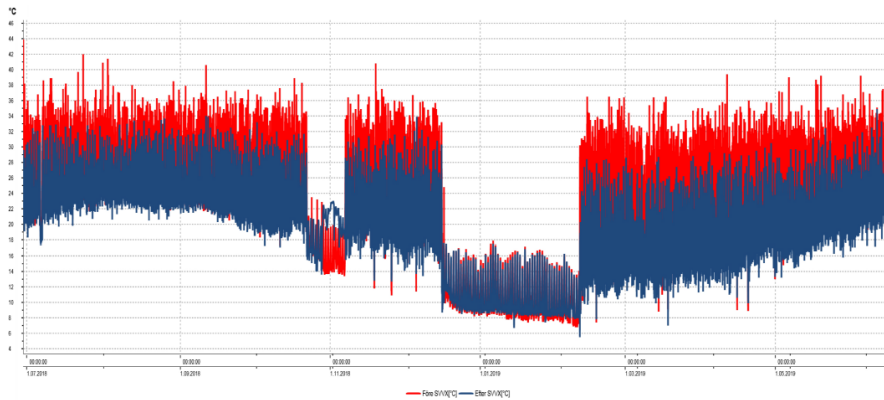


Värmeväxlaren består av 4 liggande 60" Power-pipe och är motströms och parallellkopplade liggande i ett plan

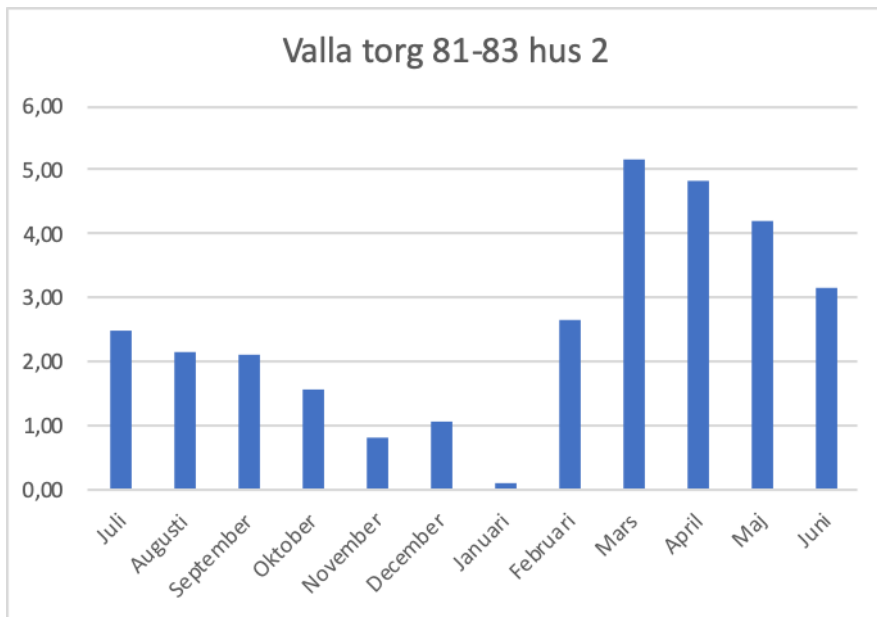


Slutet på växlaren med en ”svanhals”  
Mätdata

Instrumentnamn: Valla Torg 2 SVVX		2019-08-24 12:41:29			Sida	1/1
Starttid: 2018-06-29 13:17:37		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-06-17 17:20:37	Före SVVX [°C]	6,7	46,4	22,072	-20,0/100,0	
Mätkanaler: 2	Efter SVVX [°C]	5,4	35,1	19,406	-20,0/100,0	
Mätvärdet: 508564						
SN 40232427						
Valla Torg 2, Stockholmshem						

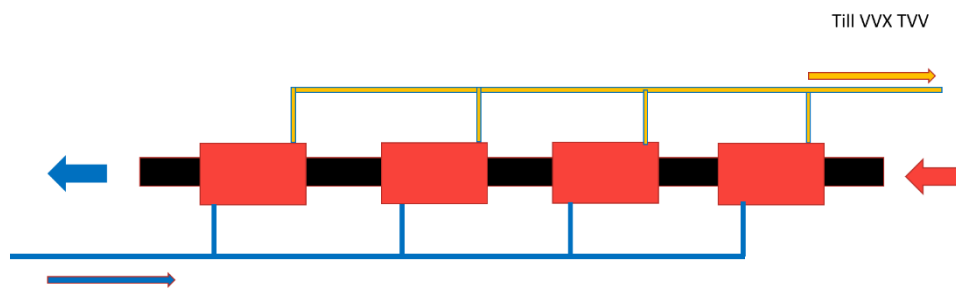


Valla torg 81–83 hus 2 mätserie 12 månader  
I figuren ovan ser man tydligt säsongsvariationerna i avkylning av växlaren.



Uppvärmning av kallvatten °C månadssnitt Valla torg 83 hus 2

Det har varit stopp i växlaren samt att en omkoppling av kallvattenrören har skett under mätperioden.



Värmeväxlarna är motströms kopplade Valla torg 83 hus 2 Tichelmann

#### 5.1.4 VALVANKARET HÖGDALEN

##### Valvankaret Högdalen Riksbyggen



Valvankaret Högdalen Riksbyggen



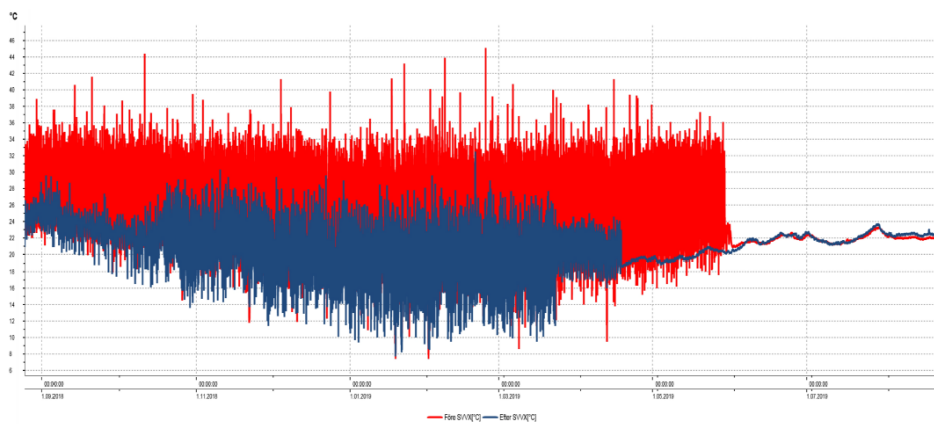
Värmeväxlaren består av 1 liggande 200 mm värmeväxlare är motströmskopplade



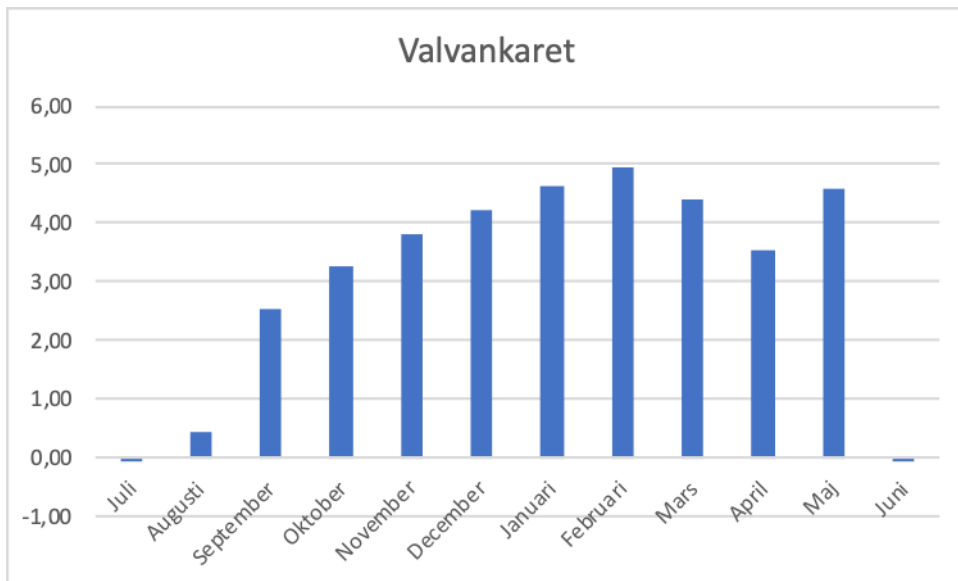


Slutet på växlaren med en ”svanhals”  
Mätdata

Instrumentnamn: Valvankaret , Riksbyggen		2019-08-24 12:57:05			Sida	1/1
Starttid: 2018-08-25 09:06:02		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-08-22 09:05:02	Före SVVX [°C]	7,3	45,9	23,628	-20,0/100,0	
Mätkanaler: 2	Efter SVVX [°C]	7,7	32,5	20,569	-20,0/100,0	
Mätvärden: 521280						
SN 40232231						
Valvankaret , Högdalen , mätning av spillvatten temperatur , Riksbyggen.						



Valvankaret mätserie 12 månader. Växlaren igensatt i (rött) slutet av mätperioden (blått) och givaren nedsliten i slutet av mätperioden



Uppvärmning av kallvatten °C månadssnitt Valvankaret  
 Det har varit stopp i växlaren slutet av mätperioden.



Värmeväxlaren är motströms kopplad Valvankaret

### 5.1.5 ÅRSTADAL FÖRMANSVÄGEN 8

Årstadal Stockholmhem är fastighetsägare



Årstadal

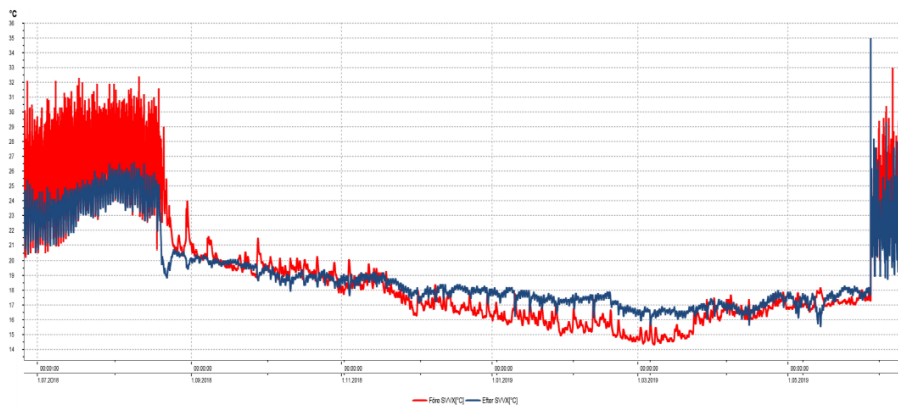


Värmeväxlaren består av 1 liggande 200 mm värmeväxlare är motströmskopplade

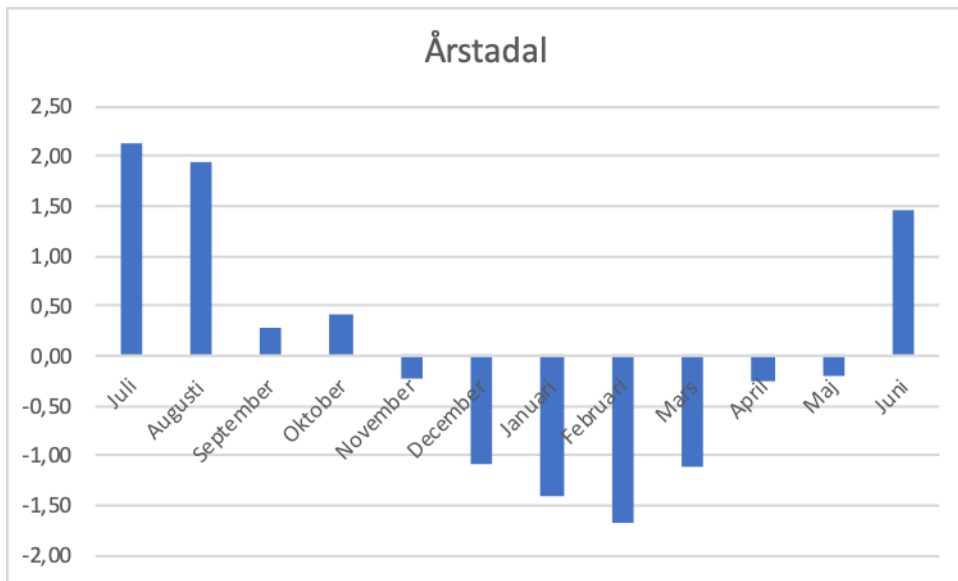


Slutet på växlaren med en "svanhals"  
Mätdata

Instrumentnamn: Årstadal SVXX		2019-08-24 13:19:29			Sida	1/1
Starttid: 2019-06-25 13:21:03		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-06-17 17:52:03	Före SVXX [°C]	14,3	33,0	19,051	-20,0/100,0	
Mätkanaler: 2	Efter SVXX [°C]	15,5	35,0	19,084	-20,0/100,0	
Mätvärden: 514352						
SN 40232425						
Årstadal , Stockholmshem mätning SVXX						



Årstadal mätserie 12 månader Växlaren igensatt i stort sett hela mätperioden



Uppvärmning av kallvatten °C månadssnitt Årsta dal  
 Det har varit stopp i växlaren under i stort sett hela mätperioden.



Värmeväxlaren är motströms kopplad Årstadal

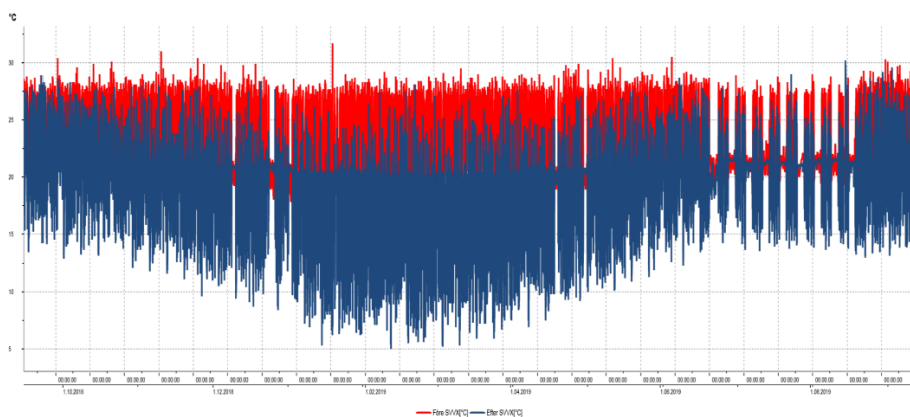
### 5.1.6 KRONOBERGSBADET

Av en tillfällighet så fick vi genomföra ytterligare en mätning på Kronobergsbadet men eftersom det ligger i anslutning till Kronobergshäktet har vi inga bilder att visa av säkerhetsskäl.

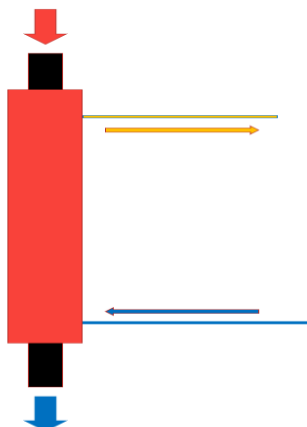


Stående växlare liknande den som är monterad. Avsedd för gråvatten  
Det som gör denna anläggning intressant är att växlaren är stående. Det är flera sammankopplade Hei-Tech växlare till en enhet.

Instrumentnamn: Kronobergsbadet SVVX		2019-09-12 11:36:55			Sida	1/1
Starttid: 2018-09-15 08:59:17		Minimum	Maximum	Medelvärde	Gränsvärden	
Sluttid: 2019-09-12 11:06:17	Före SVVX [°C]	17,1	31,8	23,770	-20.0/100.0	
Mätkanaler: 2	Efter SVVX [°C]	4,4	30,3	19,333	-20.0/100.0	
Matvärden: 521408						
SN 40232419						
Kronobergsbadet , Special fastigheter mätning SVVX						



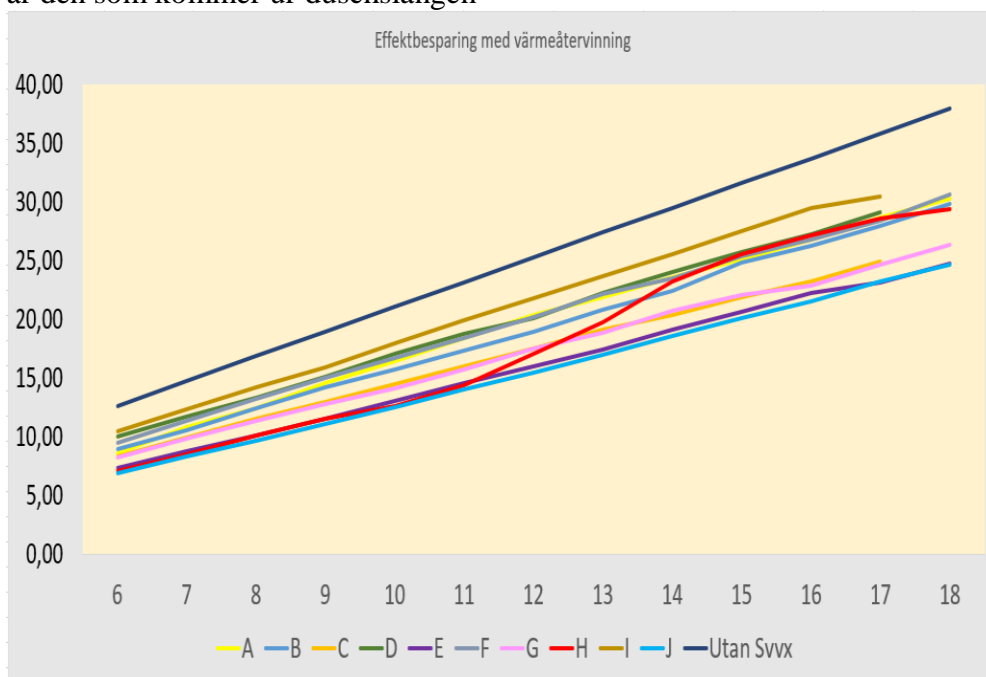
**Mätningar 12–15 september 2018 visar på bra temperaturverkningsgrad**



Princip för inkoppling av en stående (vertikal) växlare

### 3.2 ENERGIÅTERVINNING AV ENERGI UR SPILLVATTEN LÄGENHETSVIS

För detta ändamål byggdes en testrigg upp där simulering av en normal användning av dusch genomfördes. Variabla flöden mellan 6 liter per sekund upp till 18 liter per sekund. Volymen är den som kommer ur duschslangen



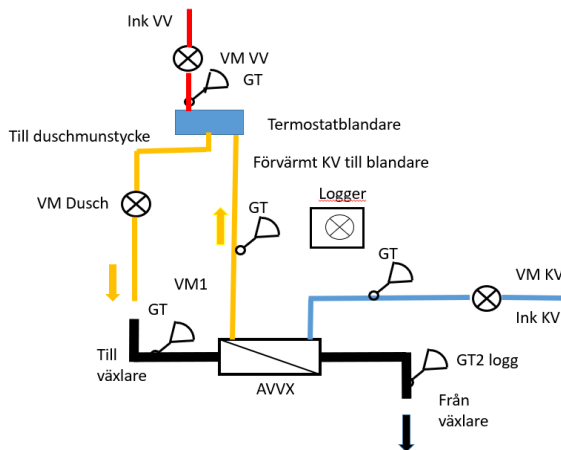
Det är stor skillnad mellan olika växlare

Då vi har testat verkningsgrader med olika värmeväxlare för en lägenhet i en testrigg avspeglar dessa mätningar på stora skillnader mellan olika typer.

Vi har valt att inte redovisa fabrikat i rapporten men leverantörerna har fått "sina" kurvor redovisade. Detta har lett till att vissa tillverkare har vidareutvecklat sin växlare.



Testriggen för test av "lägenhetsväxlare"



Inkopplingsprincip i testrigg



## 6 RESULTAT OCH ERFARENHETER

### 6.1 ALLMÄNT

Idag är byggsektorn den största energianvändaren i EU och den bidrar även till den största delen av utsläpp av växthusgaser av EU:s totala CO<sub>2</sub>-utsläpp. Ett nyckelområde för att minska den totala energianvändningen och CO<sub>2</sub>-utsläppen är att renovera befintliga byggnader till mer energieffektiva byggnader. Det kan göras genom att införa energieffektiva uppvärmnings- och ventilationssystem samt genom åtgärder för att minska transmissionsförluster och luftläckage genom byggnadsskalet. För befintliga och nya flerbostadshus är installation av värmeåtervinning ur spillvatten en åtgärds möjlighet med stor potential för att ytterligare minska energianvändningen. För nya lågenergibostäder är uppvärmningsbehovet lågt och en av de största energiposterna är uppvärmning av varmvatten.

### 6.2 MARKNADSUNDERSÖKNING

Om värmeåtervinning övervägs för en byggnad är det lämpligt att installera systemet i samband med renovering, stambyte eller nybyggnad för att göra installationerna mer lönsamma.

På den svenska marknaden finns ett fåtal tekniklösningar som är avsedda för värmeåtervinning från spillvatten i flerbostadshus. Det är vanligare i Frankrike, Schweiz, Tyskland.

På den svenska marknaden finns idag följande produkter för värmeåtervinning från spillvatten i byggnader:

- Liggande rörvärmväxlare, som sitter på samlingsledningen ut ur huset.
- Stående rörvärmväxlare, som ersätter en del av en vertikal avloppsledning
- Duschvärmväxlare, som installeras under en dusch
- Värmväxlare i golvbrunn
- Värmepumpslösningar

Det finns endast ett fåtal exempel på byggnader som har installerat värmeåtervinning med dessa tekniker. Idag är installation av värmeåtervinningssystem för spillvatten är ännu inte så vanlig som enskild energieffektiviseringsåtgärd vid ombyggnad eller nybyggnation av flerbostadshus.

En viktig orsak till att dagens marknad för installation av värmeåtervinning på spillvatten i befintliga och nya flerbostadshus i stort sett är obefintlig är att fastighetsägare, konsulter och förvaltare är tveksamma framförallt när det gäller energibesparingen men även lönsamheten. De är också tveksamma till att systemen är robusta och bibehåller sin funktion över tiden. Den största orsaken till att värmeåtervinning inte installeras, inte ens vid annan omfattande renovering, är att det saknas kunskap och utbud av totala systemlösningar (projektering, komponenter, installation och förvaltning). Idag erbjuds få systemlösningar av värmeåtervinningssystem utan komponenter säljs separat och systemlösningen görs av projektör eller installatör i varje byggnad. Detta gör knappast lösningarna kostnadseffektiva eftersom man inte har fokus på slutkundens lönsamhet. Man köper inte prestanda utan prylar som inte lever upp till den energianvändning som man har hoppats på.

## 6.3 ENERGIVINSTER

I några fastigheter där värmeåtervinningssystem finns installerade har mätningar gjorts på återvinningsgrad. Dessa mätningar visar att passiva värmeväxlare kan återvinna ungefär 10 % av energiåtgången för varmvatten.

De mätningar som är gjorda i detta projekt visar på större besparingar. Enligt vissa tillverkaren skulle spillvattenvärmeväxlare kunna ta tillvara på hälften av värmen i spillvattnet.

## 7 ERFARENHETER OCH SLUTSATSER

### 7.1 VÄRMEÅTERVINNINGSSYSTEM FÖR SPILLVATTEN I FLERBOSTADSHUS

På den svenska marknaden finns idag redan ett antal produkter för värmeåtervinning från spillvatten i byggnader:

- Liggande rörvärmeväxlare, som kan installeras upphängd i tak, på vägg eller i källargolv
- Stående rörvärmeväxlare, som ersätter en del av en vertikal avloppsledning
- Duschvärmeväxlare, som installeras under/efter en dusch
- Värmepumpslösningar

Utomlands finns ett flertal produkter som kan användas för värmeåtervinning från spillvatten i byggnader.

Det finns fortfarande inte många exempel på flerbostadshus som har installerat system för värmeåtervinning från spillvatten. Sedan teknikupphandlingsprojektet startas har endast några installationer gjorts eller påbörjats i befintliga flerbostadshus. Sju installationer i flerbostadshus har följts upp genom mätningar, varav några inom ramen för detta projekt. Uppmätt årstäkningsgrad varierar mellan 3 och 10 %, som kan jämföras med den teoretiska potentialen på 20–25 %.

En viktig orsak till att dagens marknad för installation av värmeåtervinning på spillvatten i befintliga och nya flerbostadshus i stort sett är obefintlig är att fastighetsägare och förvaltare är tveksamma framförallt när det gäller energibesparingen men även lönsamheten. De är också tveksamma till att systemen är robusta och bibehåller sin funktion över tiden. För att överkomma dessa hinder behövs fler goda exempel som visar att systemen fungerar. Ett antal installationer finns men energiverkningsgraden är fortfarande låg i förhållande till investeringskostnaden/livskostnaden.

Den största orsaken till att värmeåtervinning inte installeras, inte ens vid omfattande renovering, är att det saknas kunskap och utbud av totala systemlösningar (projektering, komponenter, installation och förvaltning). Idag erbjuds för få systemlösningar av värmeåtervinningssystem utan komponenter säljs separat och systemlösningen görs av projektör eller installatör i varje byggnad. Ett exempel på en ny lovande systemlösning är installation av rörvärmeväxlare i våtrumskassetter vid badrumsrenovering och stambyte. Denna lösning har utvärderats i ett BeBo projekt.

<https://www.bebostad.se/projekt/teknikutvecklingsprojekt/spillvattenvaermevaexlare-i-drift-maetning-och-utvaerdering>

Om energieffektivare återvinningsteknik med en rimlig livscykelkostnad utvecklas för spillvatten finns en stor potential till energibesparingar vid nybyggnation och renovering av flerbostadshus. Därefter måste dessa lösningar testas i flerbostadshus som sedan är goda och utvärderade demonstrationsexempel. Slutligen måste kunskapsnivån hos flerbostadshusägare om systemens energibesparingspotential, service och underhåll, höjas ytterligare och därmed få till stånd en långsiktig ökning av installation av systemlösningar.

## 7.2 STÅENDE ELLER LIGGANDE VÄXLARE?

En annan vanlig stående värmewäxlare är Power-pipe som har sålts i Sverige under många år av Erik Hedenstedt Trosa. [www.taktegel.se](http://www.taktegel.se)

Varför skall man ha stående växlare? Detta är FAQ är hämtad från Power-pipe.

<http://renewability.com/faq/>

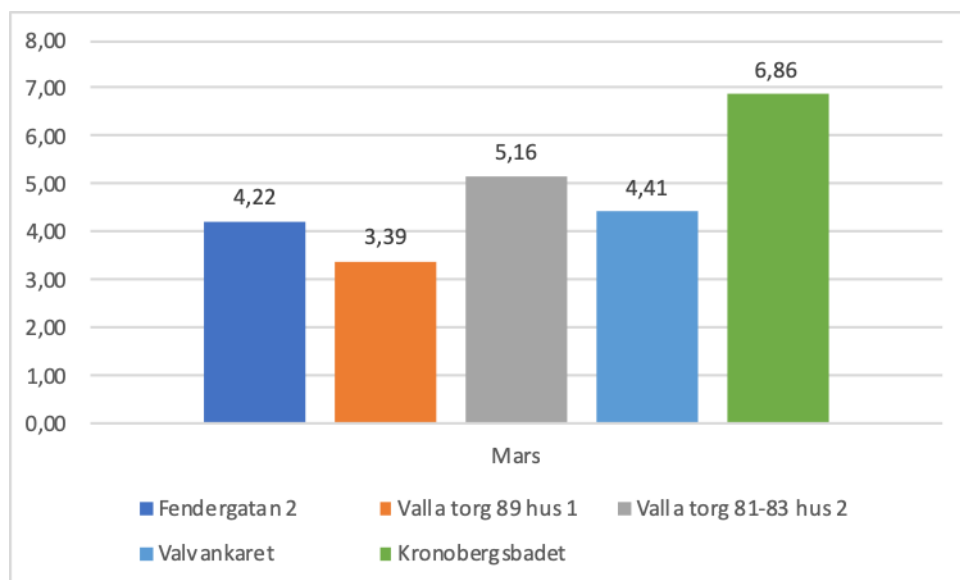
”The Power-Pipe is designed to be installed vertically and this is the most efficient installation method. However, in situations where there is a high volume of hot water used, and no vertical drain stack, it may be beneficial to install a Power-Pipe horizontally. There is a decrease in efficiency of about half when the unit is installed in a horizontal configuration, so a longer unit should be considered”

Fritt översatt

Power-Pipe är konstruerad för lodrätt installation vilket också ger den mest effektiva återvinningen, men när man har höga flöden och det inte finns plats med vertikala (stående) växlare kan man installera den liggande men man får då räkna med en halvering av effekten. Man får överväga en längre växlare vid dessa tillfällen.

Man tappar således halva effekten om växlaren är liggande. Det syns om man jämför de mätningar vi har gjort.

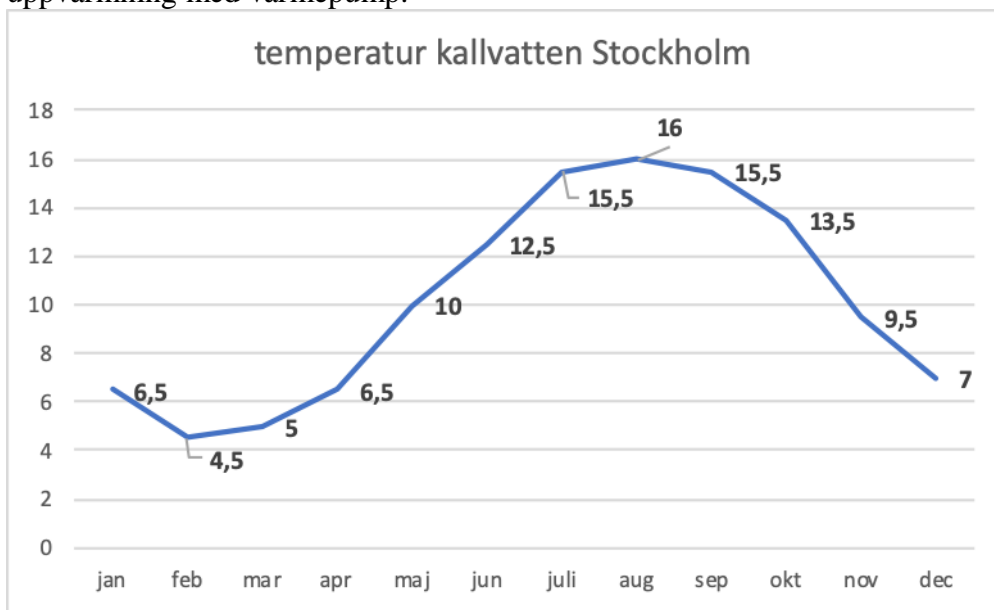
Mätningarna är från mars månad 2019



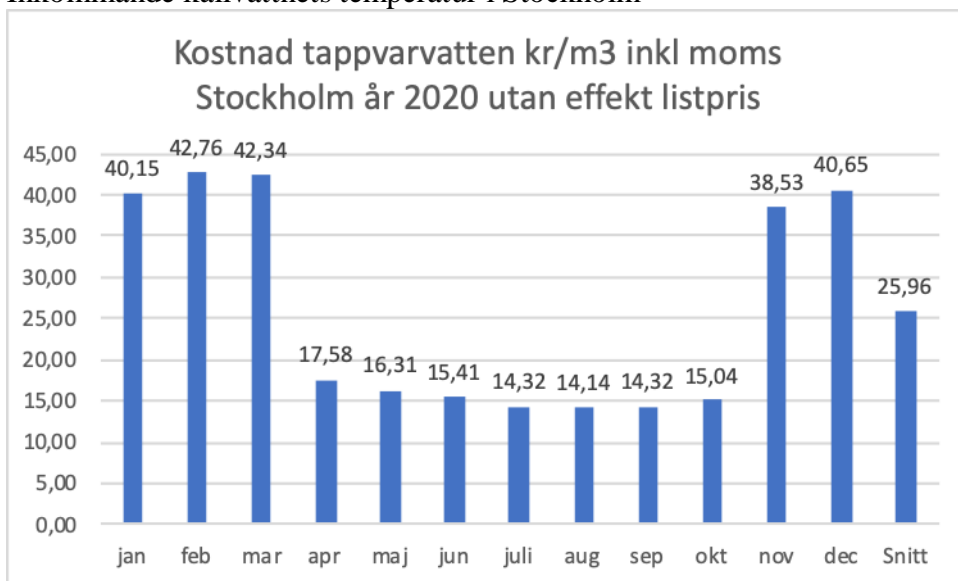
Återvinning kWh/m<sup>3</sup> med olika växlare under mars 2019

### 7.3 KOSTNAD TAPPVARMVATTEN

Kostnaden för tappvarmvatten varierar under året beroende på det inkommande kallvattnets temperatur. En annan faktor som påverkar är fjärrvärmepriset eller el och elnätskostnad vid uppvärmning med värmepump.

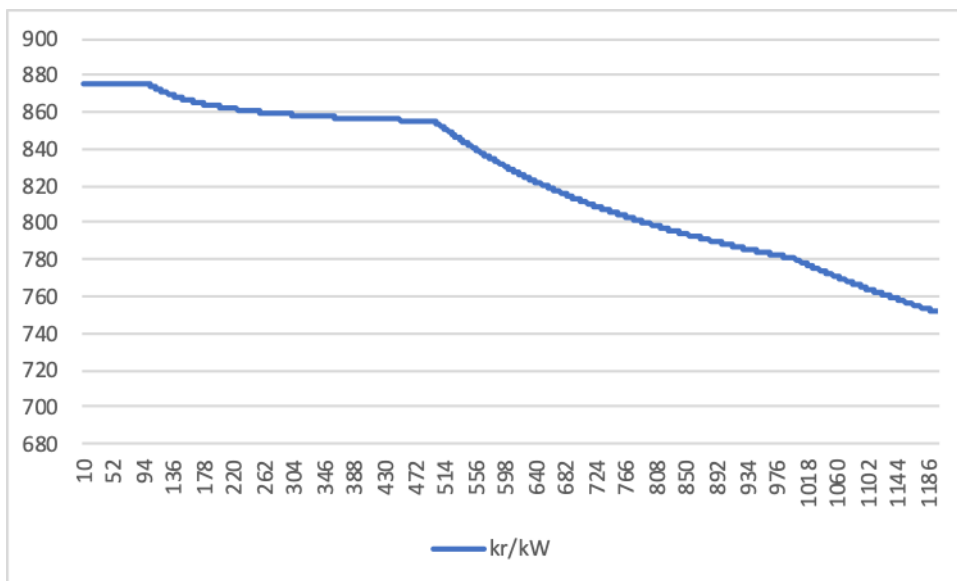


Inkommande kallvattnets temperatur i Stockholm



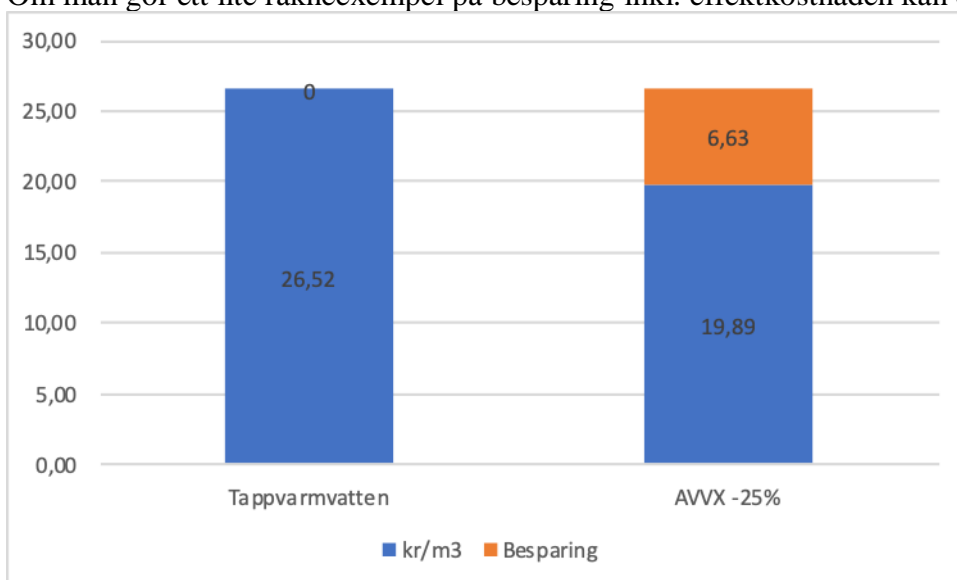
Pris för tappvarmvatten per m<sup>3</sup> (returtemperatur i snitt 38°C nov-mars)

Stockholms Exergi listpris för fjärrvärmen är 656 kr/MWh utan moms under 5 månader under vintern. Från november till och med mars. På det priset lämnas 6,30 kr/MWh per grad och MWh som underskrider 50 °C. I exemplet ovan är priset per kWh beräknat returtemperatur på 38°C. Effektpriset tillkommer.



Effektkostnad kr/kW (X axel) vid effekttoppeffekt (Y axel)

Om man gör ett lite räkneexempel på besparing inkl. effektkostnaden kan det se ut som nedan

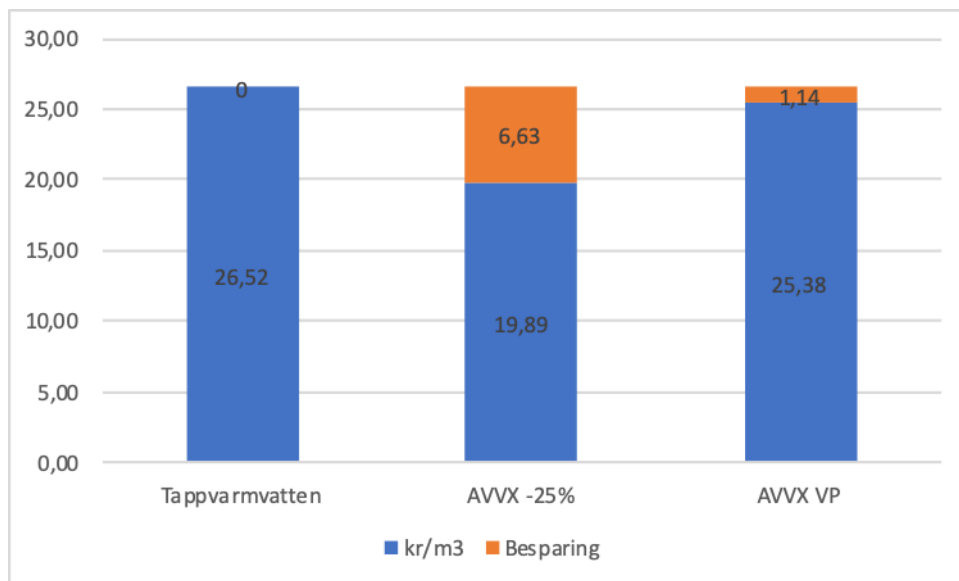


Besparing i kr per m<sup>3</sup> tappvarmvatten

## 7.4 LÖSNING MED VÄRMEPUMP

Använder man samma upplägg som i exemplet ovan kan även räkna på lönsamheten med värmepumpar som återvinner energin och gör varmvatten igen.

Beräkningen blir något mer komplicerad eftersom värmepumpens värmefaktor spelar in likväl som effektkostnaden i elnätet samt olika överföringskostnader och fjärrvärmepriser beroende på vilken tid det är på dygnet samt månad.



Besparing i kr per m<sup>3</sup> tappvarmvatten med värmepump 100 % återvinning  
Ett räkneexempel.

Årsanvändning tappvarmvatten 1500 m<sup>3</sup>

Kalkylränta 6%

Besparing vid installation av en energiåtervinningsutrustning med värmepump en återvinningsgrad på 100% är besparingen per m<sup>3</sup>

Se diagram ovan 1,14 kr/m<sup>3</sup> exkl. moms men inkl. effekt

Möjlig investeringsstorlek

$$(1500 \text{ m}^3 \times 1,14 \text{ kr/m}^3) / (6/100 \text{ kalkylränta}) = 28\,500 \text{ kr}$$

När det gäller värmepump så kan det vara så att man har fokus på minskad mängd köpt energi än sänkta kostnader. Vad som är rätt eller fel beror på vilket mål man har

## 7.5 IMD INDIVIDUELL MÄTNING OCH DEBITERING AV TAPPVARMVATTEN

”EU-kommissionen har haft synpunkter på hur Sverige implementerat EU:s Energieffektiviseringsdirektiv, EED, vad gäller IMD av värme och tappvarmvatten. Sverige har hittills inte haft några krav på IMD. För att möta kommissionens och den svenska fastighetsbranschens synpunkter inför Sverige därför nu begränsade krav på IMD av värme och tappvarmvatten i förordning (2014:348) om energimätning i byggnader.

- Förslaget innebär en balans mellan klimatnytta och rimliga krav på fastighetsägarna att genomföra energibesparande åtgärder, säger energiminister Anders Ygeman”

Krav på installation av IMD träder i kraft den 1 juli 2021.

<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2019/11/begransade-krav-pa-imd-installation-infors/>

Det kan ta bort av hela incitamentet för att installera energiåtervinning på spillvattnet. Investeringen blir en kostnad för fastighetsägaren/Brf som inte får ta del av besparingen om man inte kan vältra över denna kostnad på hyresgästen eller lägenhetsinnehavaren. Det görs i

Tyskland och kallas värmekostnader. Det skall täcka investering, el och underhåll av värmeanläggningen.

Det borde finnas en möjlighet att slippa IMD tappvarmvatten om man sätter in energiåtervinning från spillvatten i stället. I dag lyder reglerna ”System för IMD tappvarmvatten behöver inte installeras om det inte är tekniskt genomförbart eller om åtgärden inte är proportionell i förhållande till de möjliga energibesparingar som skulle kunna uppnås”

Så kan tillverkaren/installatören garantera en viss besparing. Ta exemplet ovan där är besparingen beräknad/utlovad till 25%. Det blir också en garanti mot tillverkaren/installatören att så blir fallet.

Monteras IMD tappvarmvatten så finns ingen garanti på besparing utan endast en möjlighet att läsa av hur mycket varmvatten som inte har blivit återvunnet. Att minska energianvändningen är väl viktigare än att läsa av hur mycket man har slösat?

## 8 LÅNGSIKTIG ÖKNING AV FUNGERANDE INSTALLATIONER ÖNSKVÄRT

I flera av de uppmätta utrustningarna har en låg energiåtervinning uppmätts bland annat p.g.a. igensättningar. I testet med växlare avsedd för en lägenhet har delvis redovisat god prestanda. Mycket handlar om värmeväxlaryta. Leverantörerna måste vara tydligare med prestanda och beställarna måste bli mycket bättre på kravställning och uppföljning av beställda prestanda. Dagens installerade spillvattenvärmeväxlare har mestadels fokus varit hur den får plats i stället för prestanda. Redan nu innan projektet är klart har intresset för spillvattenvärmeväxlare markant ökat. Det som tidigare inte har diskuterats men nu är högaktuellt är den effektreducerings som spillvattenvärmeväxlare gör. Många som i dag arbetar med fastigheter och fattar beslut om att installera spillvattenvärmeväxlare och även nästa generationer konstruktörer och projektledare är utbildade på spillvattenvärmeväxlare vilket borgar för att det kommer att användas i nya och befintliga hus som renoveras.

Tack vare projektet har flera nybyggen och renoveringar planerat att installera spillvattenvärmeväxlare.

I många projekt där WSP beräknar energiprestanda är spillvattenvärmeväxlare med i kalkylen. Många har insett att spillvattenvärmeväxlare är ett billigare sätt att hålla energianvändningen låg och få en effektreducering än många andra konventionella lösningar.

## 8.1 ETT ENKELT RÄKNEEXEMPEL FÖR EN ENKEL UPPHANDLING

Lönsamt eller inte?

Egentligen handlar det om vilket resultat man vill ha.

Bygger man nytt så ställs investeringen mot andra åtgärder. För att klara Boverkets byggregler (BBR) så skall man underskrida en energiprestanda. Normalt beräknas tappvarmvattenanvändningen till  $25 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$  och monteras energiklassade blandare i energiklass A och stående energiåtervinnare för spillvatten kan energianvändningen sjunka till  $15 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ . Det innebär att man minskar energianvändningen med  $10 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ . Det måste ställas mot andra alternativ. Att sänka energianvändningen med tjockare och bättre klimatskal och bättre fönster skall ställas emot en investering 100 000 kr i ett hus med en yta på  $4000 \text{ m}^2 A_{\text{temp}}$ . Vid ett enkelt överslag kanske det handlar om en fasadyta på  $1000 \text{ m}^2$  inkl. fönster. Frågan är om fasadåtgärderna inkl. fönster kostar mindre än  $100 \text{ kr m}^2$ . I denna jämförelse är energiåtervinning ur spillvatten mycket lönsamt.

Monterar man in energiåtervinning i ett befintligt hus ser kalkylen annorlunda ut men det sänker effekten för att producera tappvarmvatten vilket gör kalkylen mycket intressant jämfört med att bara se till energikostnaden.

Samma sak gäller vi investering i bergvärme eller andra värmepumpslösningar som producerar tappvarmvatten. Man behöver mindre lagringsvolym för tappvarmvatten och ställer man kostnaden för en avloppsvärmeväxlare i relation till en extra tappvarmvattenberedare och en minder värmepump är energiåtervinning ur spillvatten mycket intressant att ta med i kalkylen. I nedanstående exempel kan man se hur mycket man kan investera för energiåtervinning ur spillvatten kopplat till kalkylräntan skall vara lönsam

Exempel

Investeringens storlek med fjärrvärme från Stockholm Exergi (taxa år 2020)

Kalkylränta 6%

Värdet av en sparad kWh fjärrvärmeenergi för tappvarmvatten =  $0,70 \text{ kr/kWh}$

Energiåtgång för att värma  $1 \text{ m}^3$  är  $52,2 \text{ kWh}$  ( $55 \text{ °C} - 10 \text{ °C}$ )

ETA energiåtervinning 25%

Årsanvändning tappvarmvatten  $1500 \text{ m}^3$

Det ger en energikostnadsbesparing på.

Kostnad innan åtgärd  $1500 \text{ m}^3 \times 0,70 \text{ kr/kWh} \times 52,2 \text{ kWh/m}^3 = 54\,810 \text{ kr}$

$54\,810 \text{ kr} \times (25\% \text{ ETA} / 100) / (6\% \text{ kalkylränta}/100) = 228\,375 \text{ kr}$

Gör man en investering som är lägre än  $228\,375 \text{ kr}$  är åtgärden lönsam.

Det ställer krav på leverantören att de kan garantera verkningsgraden

## 9 DET FINNS MYCKET MÄTDATA ATT TA DEL AV

Under alla dessa mätningar har vi samlat på ett många mätvärden som inte finns med i någon bilaga men finns tillgängligt vid behov.

## 10 MARKNADEN ÄR ENORM FÖR ENERGIÅTERVINNING

Alla nya flerfamiljshus borde ha detta och de som inte har detta bör sätta in detta vid stambyte. Det är omodernt att slösa på energi så därför borde alla ha detta system.