

# Värmeåtervinningssystem för spillvatten i flerbostadshus

Förstudie inför teknikupphandling



---

Upprättad av

Anders Nykvist, WSP Environmental

Stockholm, september 2012

## Sammanfattning

Denna förstudie är upprättad på uppdrag av BeBo och dess syfte är att föreslå en kravspecifikation som kan användas vid en teknikupphandling av system för värmeåtervinning. De första kapitlen är en sammanställning av examensarbetet "Värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga flerbostadshus" vid KTH. För referenser och en mer djupgående studie kring värmeåtervinning från spillvatten rekommenderas examensarbetet. Baserat på den inledande delen ges sedan ett förslag på en kravspecifikation för värmeåtervinningssystem samt ett förslag på hur en tekniktävling kan genomföras.

När beställargruppen samlas kommer frågan om genomförandeform att diskuteras. En teknikupphandling är en tidskrävande process där LOU skall följas. Alternativet är att istället genomföra projektet som en tekniktävling.

En stor del av Sveriges flerbostadshus byggdes under modernismen och rekordåren (1940-1975). Många av dessa byggnader har uttjänt vatten- och avloppssystem och är i behov av en övergripande upprustning. Denna ålderskategori är intressant för värmeåtervinning. Om värmeåtervinning övervägs för en byggnad är det lämpligt att installera systemet i samband med renovering för att minska installationskostnaderna. Det är därför viktigt att det finns tekniklösningar tillgängliga på marknaden. En teknikupphandling bör rikta sig mot tekniklösningar för befintliga flerbostadshus. Det är i den befintliga bebyggelsen den stora energibesparingspotentialen finns.

Befintliga återvinningssystem består av värmeväxlare och värmepumpsystem. Det finns passiva värmeväxlare som placeras vid duschen, på den vertikala avloppsstammen alternativt på den horisontella avloppsstammen. System med värmepumpar är mer komplicerade och utrymmeskrävande. De är sällan anpassade för flerbostadshus men har potentialen att återvinna mer energi ur spillvattnet.

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.

Beräkningar pekar på att energibesparingarna för passiva värmeväxlare bör kunna uppgå till 20 – 25 %. Om flera olika typer av värmeväxlare kombineras kan upp mot 40 % av energin återvinnas. Värmepumpslösningar bör kunna återvinna betydligt mer energi, mellan 50 – 70 %.

Vid utveckling av nya återvinningssystem bör energilagring och reaktionsförmåga prioriteras eftersom många tappningar är korta och oförutsägbara. Lönsamhet är en viktig faktor och tekniklösningarna bör eftersträva låg kostnad.

I en kravspecifikation bör kraven vara generellt ställda för att inte utesluta tekniklösningar. Krav bör bland annat ställas på energibesparingar och lönsamhet. För vidare information om föreslagna kravnivåer se kravspecifikationen.

## Innehåll

<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>2</b>
<b>0. INLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>1. MARKNADSANALYS OCH POTENTIAL FÖR VÄRMEÅTERVINNING.....</b>	<b>5</b>
1.1 BESTÅNDET AV FLERBOSTADSHUS.....	5
1.2 POTENTIAL I OLIKA BYGGNADSKATEGORIER.....	6
1.3 ENERGIBALANS I VATTEN- OCH AVLOPPSSYSTEM .....	7
1.4 BEGRÄNSNINGAR .....	7
1.5 BESPARINGSPOTENTIAL PÅ NATIONELL NIVÅ.....	8
<b>2. BEFINTLIGA TEKNIKLÖSNINGAR.....</b>	<b>10</b>
2.1 LIGGANDE RÖRVÄRMEVÄXLARE .....	10
2.2 STÅENDE RÖRVÄRMEVÄXLARE.....	11
2.3 DUSCHVÄRMEVÄXLARE.....	12
2.4 VÄRMEPUMPSLÖSNINGAR.....	13
<b>3. BEFINTLIGA INSTALLATIONER.....</b>	<b>14</b>
3.1 MÅSESKÄR .....	14
3.2 PORTVAKTEN .....	15
<b>4. TEORETISK ÅTERVINNINGSGRAD.....</b>	<b>17</b>
<b>5. SLUTSATSER.....</b>	<b>18</b>
<b>6. KRAVSPECIFIKATION .....</b>	<b>19</b>
6.1 KRAV PÅ VÄRMEÅTERVINNINGSSYSTEM .....	20
<b>7. UPPLÄGG FÖR TEKNIKUPPHANDLING ELLER TEKNIKTÄVLING .....</b>	<b>26</b>
7.1 VAL AV DEMONSTRATIONSHUS .....	26
7.2 GENOMFÖRANDE .....	26
7.3 UTVÄRDERING AV ANBUD .....	27
7.4 BESTÄLLARGRUPP .....	28
7.5 TÄNKBARA TÄVLINGSDELTAGARE .....	28

BILAGA A – Tidplan, BILAGA B – Lönsamhetskalkyl

## 0. Inledning

Sveriges riksdag har upprättat 16 nationella miljö kvalitetsmål vilka syftar till att uppnå en miljömässigt hållbar utveckling på lång sikt. Ett av miljö kvalitetsmålen handlar om att upprätthålla en god bebyggd miljö. Som ett delmål anges att den totala energianvändningen per uppvärmd yta i bostäder och lokaler ska minska med 20 % till 2020 och vidare med 50 % till 2050 jämfört med motsvarande energianvändningsnivå 1995. För att uppnå målet är energieffektiviseringsåtgärder i befintliga flerbostadshus en viktig faktor.

Avloppsvärmeåtervinning med värmeväxlare och värmepumpar är vanligt i publika byggnader som badhus samt vid industriprocesser där stora värmemängder kan återvinnas. Det är också vanligt med storskalig värmeåtervinning av det kommunala avloppsvattnet efter reningsverk. Att ta tillvara på spillvärmens i direkt anslutning till bostadshus är ovanligt. Det finns teknik som möjliggör värmeåtervinning i bostadshus men åtgärden prioriteras lågt av beslutsfattare.

Denna förstudie är upprättad på uppdrag av BeBo och dess syfte är att föreslå en kravspecifikation som kan användas vid en teknikupphandling av system för värmeåtervinning. De första kapitlen är en sammanställning av examensarbetet "*Värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga flerbostadshus*" vid KTH. För referenser och en mer djupgående studie kring värmeåtervinning från spillvatten rekommenderas examensarbetet. Baserat på den inledande delen ges sedan ett förslag på en kravspecifikation för värmeåtervinningssystem samt ett förslag på hur en tekniktävling kan genomföras.

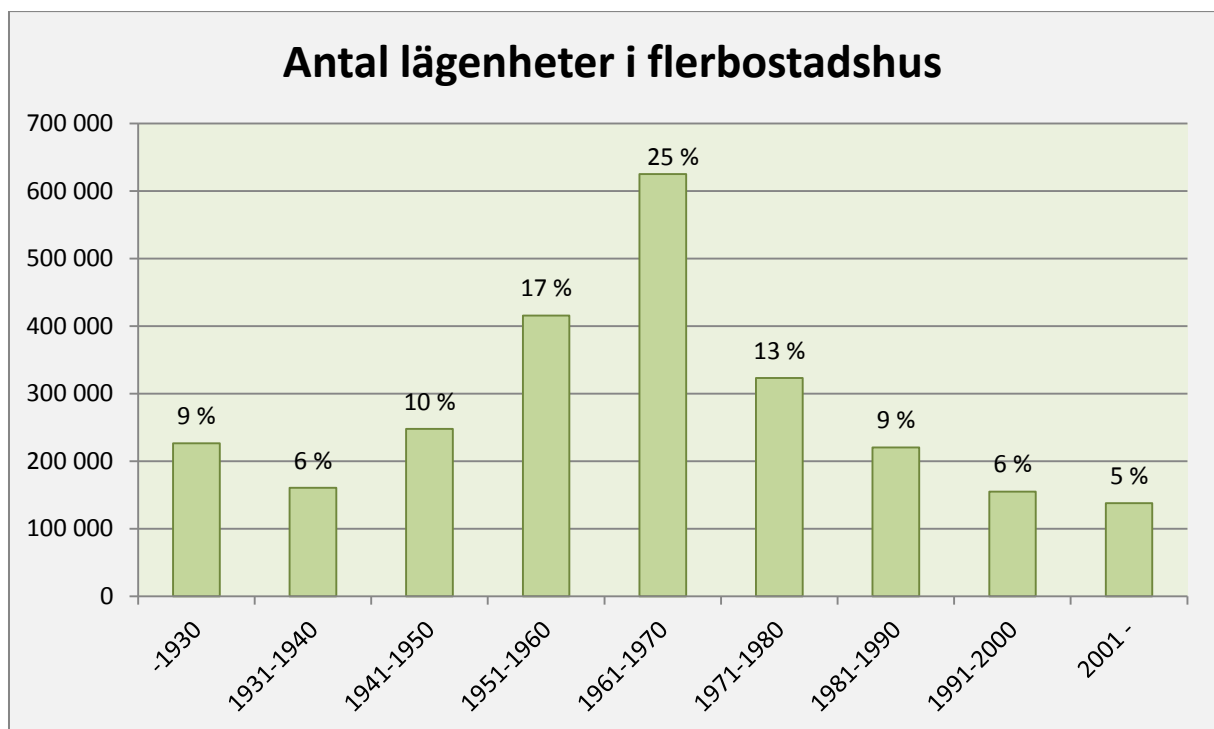
När beställargruppen inom BeBo samlas kommer frågan om genomförandeform att diskuteras. En teknikupphandling är en tidskrävande process där LOU skall följas. Alternativet är att istället genomföra projektet som en tekniktävling.

## 1. Marknadsanalys och potential för värmeåtervinning

En marknadsanalys är nödvändig för att bedöma antalet fastigheter som kan vara betjänta av värmeåtervinning. Genom att bedöma marknaden kan utvecklingen av nya tekniklösningar motiveras. Det är också viktigt att undersöka vilka besparingar som kan göras på nationell nivå.

### 1.1 Beståndet av flerbostadshus

I Sverige finns omkring 2,5 miljoner lägenheter i flerbostadshus med en total uppvärmd yta om 173 miljoner kvadratmeter. Flerbostadshus varierar i storlek, konstruktion och byggnadsår. Det svenska flerbostadsbeståndets ålder redovisas i figur 1.1. Figuren visar att många befintliga flerbostadshus byggdes under modernismen (1940 – 1960) och under rekordåren (1961 – 1975). Det är två åldersgrupper som står inför en kommande upprustning och är intressanta objekt för värmeåtervinning (SCB 2011).



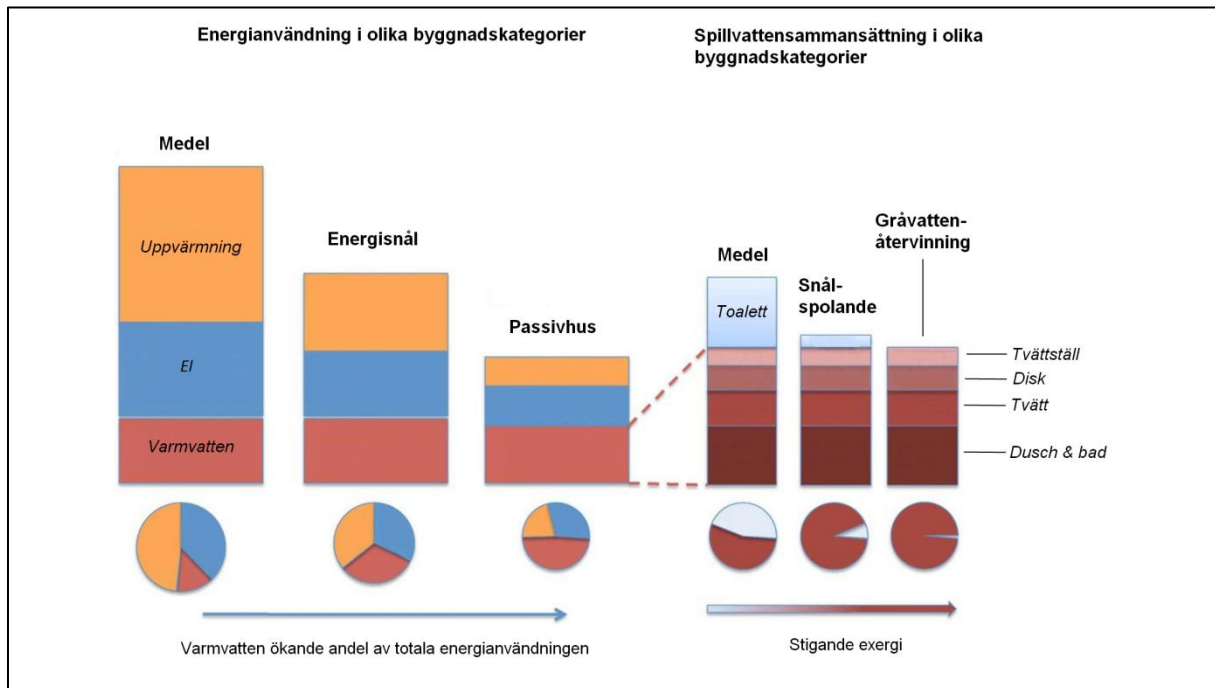
Figur 1.1 – Antal lägenheter i flerbostadshus fördelar efter byggnadsperiod (SCB 2011)

Stora delar av det befintliga bostadsbeståndet har renoveringsbehov vilka bör åtgärdas inom en överskådlig framtid. Det är framförallt hus byggda under rekordåren men även äldre hus. Installationer och tekniska system är åldersmässigt uttjänade och måste bytas ut. Det finns omkring 1,3 miljoner lägenheter uppförda t.o.m. 1975 som är i behov av att byta ut vatten- och avloppsledningar. För att inom rimlig tid åtgärda detta uppskattar Boverket att omkring 65 000 lägenheter per år kommer att behöva byta vatten- och avloppsledningar. Då ingrepp görs i vatten- och avloppssystemet finns goda möjligheter till att integrera ett värmeåtervinningssystem (Boverket 2003).

I det befintliga beståndet är hus från miljonprogrammet lämpliga kandidater för värmeåtervinning. Lägenheterna har generellt sett hög varmvattenförbrukning och husen är ofta stora med många lägenheter.

## 1.2 Potential i olika byggnadskategorier

Äldre flerbostadshus har högt värmebehov för varmvatten (30 kWh/m<sup>2</sup>) då det sällan finns några energibesparande åtgärder såsom IMD och snålspolande armaturer. Inom miljonprogrammet kan värmebehovet för varmvatten vara så högt som 40 kWh/m<sup>2</sup>. Det ger goda förutsättningar för värmeåtervinning. Energibehovet för varmvatten är dock en liten del av den totala energianvändningen (20-25 %). I figur 1.2 redovisas en ungefärlig fördelning mellan olika energiposter i olika byggnadskategorier.



Figur 1.2 – Energianvändning i olika byggnadskategorier.

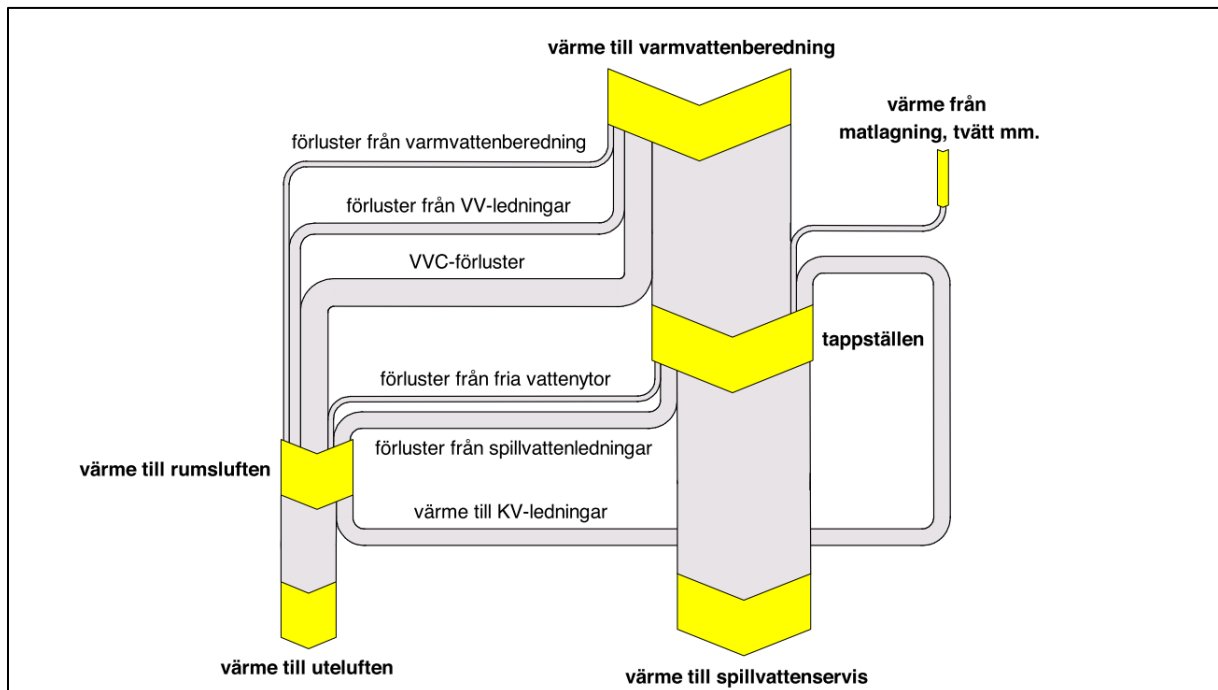
Vid nybyggnation av flerbostadshus är värmebehovet för varmvatten lägre (25 kWh/m<sup>2</sup>). Det är dock en stor del av fastighetens totala energibehov. Enligt BBR19 ska energianvändningen i nya bostäder vara lägre än 110 kWh/A<sub>temp</sub> (mellan 90 - 130 kWh/A<sub>temp</sub> beroende på klimatzon). Energimålen vid nybyggnation är ofta ännu mer ambitiösa och värmeåtervinning ur spillvatten kan därför vara en god åtgärd för att kostnadseffektivt nå uppsatta mål.

Vid byggande av passivhus är energimålen väldigt ambitiösa. Då ska energianvändningen understiga 54 kWh/A<sub>temp</sub> (mellan 50 - 58 kWh/A<sub>temp</sub> beroende på klimatzon). I detta fall är varmvatten den största energiposten och står för nästan hälften av den totala energianvändningen. Tekniken har kommit långt vad gäller att minska energibehovet för uppvärmning. I figur 1.2 syns stora förbättringar i passivhus avseende energianvändningen jämfört med det typiska huset. När det gäller varmvatten har det dock endast skett en knapp förbättring.

Det ter sig lämpligt att rikta en teknikupphandling mot värmeåtervinningssystem för befintliga flerbostadshus. Dels är energianvändningen för varmvatten högre i befintliga flerbostadshus, dels finns det en större grupp byggnader där återvinningssystemet kan integreras. Det ger större möjlighet till besparingar på nationell nivå. System som är anpassade för befintliga hus kan även användas vid nybyggnad.

### 1.3 Energibalans i vatten- och avloppssystem

Vatten- och avloppssystemet är inte ett slutet system vad gäller energiflöden. Det är integrerat i fastighetens totala energibalans och påverkar rumsuppvärmningen. I figur 1.3 syns en energibalans för ett vatten- och avloppssystem med ungefärlig storlek på flöden.



Figur 1.3 – Energibalans för vatten- och avloppssystem i flerbostadshus

Av den värme som används för varmvattenberedning försvinner en viss del som förluster redan innan varmvattnet når brukaren. Det är förluster från varmvattenberedning, från VV-ledningar samt från varmvattencirkulation. Dessa förluster kan till viss del tillgodoräknas som värme till rumsluft då uppvärmningsbehov föreligger. Efter tappställena kommer ytterligare energi övergå som värme från fria vattenytor och spillvattenledningarna till rumsluften. Även detta kan till viss del räknas hem om uppvärmningsbehov föreligger.

En intressant aspekt är att kallvattenledningar tar värme från rumsluften och tillför energin till spillvattnet. Energin lämnar byggnaden via spillvattnet och förloras således. Följande områden i energibalansen är intressanta att angripa för att minska byggnadens totala energibehov.

- Återvinna värme ur spillvatten för att förvärma tappvarmvatten. På så sätt minskas temperaturintervallet över vilket tappvarmvattnet ska värmas.
- Återvinna värme ur spillvatten för att förvärma tappkallvatten. På så sätt minskas den nödvändiga varmvattenmängden vid blandning av tappkallvatten och tappvarmvatten. Dessutom minskar värmeförlusten från rumsluften till kallvattenledningarna.

### 1.4 Begränsningar

Värmeåtervinning ur spillvatten i fastigheter begränsas av regler gällande hantering av dricks- och avloppsvatten. Reglerna grundar sig på att hälsofaror och olägenheter kan uppstå vid felaktig hantering. Hälsofaror innefattar spridning av Legionellabakterier samt förorening av dricksvatten.

## Legionella

Legionellabakterier finns naturligt i vatten och förökar sig vanligtvis i temperaturer mellan 20 °C och 42 °C med störst tillväxt vid 38 °C. Utanför temperaturintervallet är tillväxt ovanligt men kan förekomma i vatten som är stillastående under lång tid. Minskning av legionellabakterier sker vid 50 °C och uppåt. Reduktionshastigheten beror av temperaturen. Vid 50 °C dör 90 % av bakterierna inom 80 – 110 minuter. Motsvarande reduktion vid 55 °C och 60 °C är 19 minuter respektive 2 minuter. Bakterierna sprids till människor via vattendimma, främst i duschar, och leder till legionärssjuka (Boverket m.fl. 2006).

I Boverkets byggregler finns bestämmelser och råd kring mikrobiell tillväxt. Ett krav är att installationer för tappvatten ska utformas så att risken för tillväxt av mikroorganismer minimeras. Vidare ska installationer för tappkallvatten utformas så att oavsiktlig uppvärmning av kallvatten inte sker. I varmvattenberedaren bör temperaturen vara minst 60 °C och i ledningarna fram till tappställe, inklusive varmvattencirkulation, bör temperaturen aldrig understiga 50 °C (Boverket 2011).

## Bestämmelser

Branchorganisationen Svenskt Vattens allmänna bestämmelser för VA-verksamhet fastslår följande: *”Värmeuttag ur avloppsvatten får inte ske så att temperaturen i utsläppt avloppsvatten underskrider temperaturen i det av bolaget levererade dricksvattnet”*. Anledningen till kravet är att en minskning av spillvattentemperaturen dels försämrar den biologiska reningen i reningsverket och dels ökar risken för frysnings i ledningsnätet (Svenskt Vatten 2007).

Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) fastslår även att *”En fastighetsägare får inte använda en allmän va-anläggning på ett sätt som innebär olägenheter för huvudmannen eller någon annan”*. I praktiken betyder det att kommunerna kräver att en fastighetsägare ska ansöka skriftligt och få ett godkännande av huvudmannen (VA-verket) innan värmeuttag får göras ur spillvatten (Kretz 2009).

## 1.5 Besparingspotential på nationell nivå

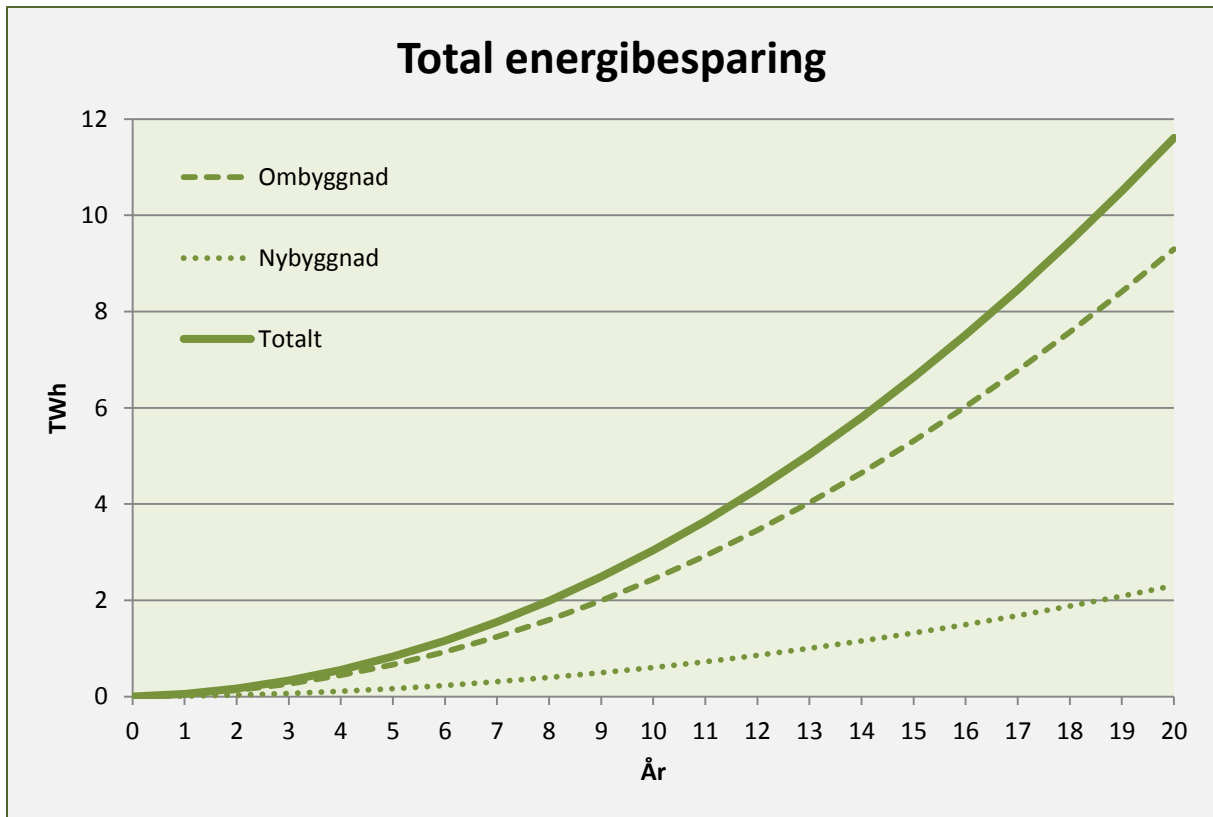
I Sverige finns ungefär 173 miljoner kvadratmeter bostadsyta i flerbostadshus. Det genomsnittliga värmebehovet för varmvatten är 31 kWh/m<sup>2</sup> och år. Det innebär att det totala årliga energibehovet för varmvatten i flerbostadshus är ungefär 5 TWh i Sverige. Ett rimligt antagande är att 20 – 30 % av spillvärmens kan återvinnas, det vill säga att 1 – 1,5 TWh om återvinningssystem finns installerat i samtliga flerbostadshus.

Det är dock inte alla flerbostadshus som har förutsättning för värmeåtervinning och integration av värmeåtervinningssystem i beståndet kommer att ta många år. I följande exempel redovisas ett ambitiöst framtidsscenario. Boverket har uppskattat att 65 000 lägenheter i flerbostadshus måste genomföra stambyte varje år för att hinna åtgärda de brister i vatten- och avloppssystem som finns i det befintliga beståndet. Anta att värmeåtervinningssystem installeras vid samtliga stambyten. Dessutom byggs det ungefär 20 000 nya lägenheter i flerbostadshus varje år. Anta också här att värmeåtervinning installeras i samtliga fall av nybyggnation. Över en tjugoårsperiod skulle då utvecklingen se ut som i figur 1.4.

Under det första året är energibesparingen inte särskilt stor, omkring 0,06 GWh. I och med att fler värmeåtervinningssystem installeras med tiden så ökar energibesparingen. I slutet av



beräkningsperioden (år 20) är installationen av återvinningssystemen så utbredd att energibesparingen är drygt 1 TWh per år.



**Figur 1.4 – Energibesparingar till följd av storskalig installation av värmeåtervinningssystem för spillvatten.**  
Förutsättningar: Värmebehov för varmvatten 2 700 kWh/lägenhet (2 200 kWh/lägenhet vid nybyggnad) och värmeåtervinningsgrad är 25 %. Installation sker vid 65 000 stambyten och 20 000 fall av nybyggnation varje år.

Diagram 1.4 visar att energibesparingar framförallt kan göras i den befintliga bebyggelsen. Den totala energibesparingen över tjugoförårsperioden uppgår till knappt 12 TWh, varav 9 TWh är i befintlig bebyggelse.

## 2. Befintliga tekniklösningar

Det finns ett fåtal tekniklösningar som är avsedda för värmeåtervinning i flerbostadshus. I Sverige används framförallt en lösning med en passiv rörvärmeväxlare som förvärmer det kallvatten som ska beredas till varmvatten. I övrigt finns lösningar där värmeväxlare förvärmer tappkallvatten samt system med värmepumpar.

### 2.1 Liggande rörvärmeväxlare

Den här typen av värmeväxlare är det enda etablerade återvinningssystemet för flerbostadshus i Sverige. Värmeväxlaren är vanligtvis ungefär sex och en halv meter lång, tillverkad i stål, några hundra kilo tung och finns i diametrar upp till 600 mm. Den används främst i nyproduktion men den har även använts vid renovering.



Figur 2.1 – Typisk installation av liggande rörvärmeväxlare

Växlaren installeras horisontellt och ersätter en del av den befintliga avloppsledningen i fastigheten innan den ansluter till det kommunala avlopps nätet. En växlare tar följaktligen emot spillvatten från samtliga lägenheter som är anslutna till samma avloppsledning. Växlaren kan installeras upphängd i tak, på väg eller i golv i källare. Det är även möjligt med markförläggning men det är ofördelaktigt eftersom värmeförluster inte kan tillgodogöras byggnaden. Dessutom ökar då värmeförlusterna i ledningarna till och från värmeväxlaren. I figur 2.1 visas en typisk installation av värmeväxlaren i källargolv.

Växlaren består av två helt åtskilda rörsystem vilket ser till att spillvatten och tappvatten inte kan komma i kontakt med varandra. I den typiska installationen förvärmer spillvattnet den del av det inkommande tappkallvattnet som ska beredas till varmvatten. På så vis minskar värmebehov för varmvatten. I tabell 2.1 redovisas fördelar och nackdelar med återvinningssystemet.

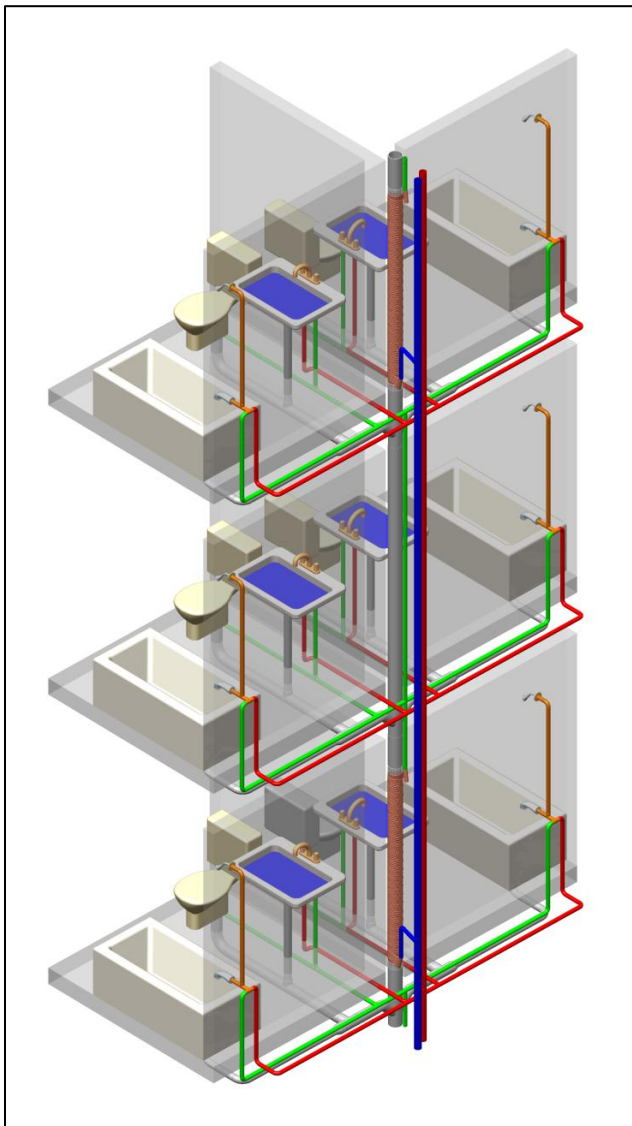
Det finns även fastigheter där spillvattenvärmeväxlare har använts som komplement till bergvärme. Principen är då att kollektorvätskan från bergvärmepumpen hämtar värme både från ordinarie värmekälla liksom spillvattenvärmeväxlaren. En sådan lösning kan kyla spillvattnet ordentligt men det är oklart hur stor förtjänsten blir i värmepumpsystemet.

Fördelar	Nackdelar
Inget underhållsbehov	Okänd temperaturverkningsgrad
Återvinner värme från allt spillvatten	Utrymmeskrävande
Energilagringförmåga	Låg spillvattentemperatur
En enhet kan kopplas till många lägenheter	

Tabell 2.1 – Fördelar och nackdelar med liggande rörvärmeväxlare

## 2.2 Stående rörvärmeväxlare

Den här typen av värmeväxlare är främst avsedd för villor men har även använts i flerbostadshus. Enheten placeras i linje med och ersätter en del av en vertikal avloppsledning. Värmeväxlaren består av ett centralt rör avsett för spillvatten och ett omgärdande rörsystem för kallvatten.



Figur 2.2 – Installation av stående rörvärmeväxlare i flerbostadshus med många våningsplan, för förvärmning av inkommande kallvatten (Renewability 2011)



Figur 2.3 – Installation av stående rörvärmeväxlare i källare för förvärmning av tappkallvatten och/eller tappvarmvatten

Vid installation i ett befintligt flerbostadshus kan installationen bli väldigt komplicerad. Värmeväxlaren kan maximalt kopplas till fyra lägenheter då tryckförlusterna på kallvattensidan annars blir för stora. Det kan medföra omständlig installation av kallvattenledningar. I figur 2.2 visas ett exempel på hur värmeväxlarna skulle kunna installeras i ett flerbostadshus. I mindre flerbostadshus kan värmeväxlaren installeras i källaren enligt figur 2.3. I tabell 2.2 redovisas fördelar och nackdelar med stående rörvärmeväxlare.

Fördelar	Nackdelar
<b>Inget underhållsbehov</b>	<b>Värmeåtervinning enbart vid duschning</b>
<b>Hög temperaturverkningsgrad</b>	<b>Komplicerad installation i stora byggnader</b>
<b>Hög spillvattentemperatur</b>	<b>Endast 4 lägenheter per enhet</b>

Tabell 2.2 – Fördelar och nackdelar med stående rörvärmeväxlare

### 2.3 Duschvärmeväxlare

Det finns en mängd olika duschvärmeväxlare tillgängliga med varierad konstruktion och funktion. Grundprincipen är att spillvatten förvärmer kallvatten och på så sätt minskar varmvattenanvändningen i duschen.



Figur 2.4 – Duschplatta med underliggande duschvärmeväxlare.



Figur 2.5 – Typisk duschvärmeväxlare som fristående enhet.

Växlaren kan antingen vara en fristående enhet som placeras under duschkabin eller badkar alternativt integreras med golvet under duschen. Det finns också duschvärmeväxlare i utvecklingsstadiet som integreras i duschkabin, badkar eller golvbrunn. I figur 2.4 och 2.5 visas två typer av duschvärmeväxlare. I tabell 2.3 redovisas fördelar och nackdelar med värmeväxlartypen.

Fördelar	Nackdelar
<b>Hög temperaturverkningsgrad</b>	<b>Ingrepp i samtliga lägenheter</b>
<b>Hög spillvattentemperatur</b>	<b>Enbart värmeåtervinning ur duschvatten</b>
<b>God reaktionsförmåga</b>	<b>Underhållsbehov</b>

Tabell 2.3 – Fördelar och nackdelar med duschvärmeväxlare

## 2.4 Värmepumpslösningar

Värmepumpar är ett intressant alternativ till passiva värmeväxlarna för värmeåtervinning. Med värmepumpar kan mer energi återvinnas ur spillvatten men systemen blir mer komplicerade. Spillvattnet från bostäder är oregelbundet både flödes- och temperaturmässigt. Det är inte optimalt för en värmepump att arbeta under sådana förhållanden.

Ett schweiziskt företag tillverkar värmepumpslösningar som kan hantera spillvatten, inklusive svartvatten, från flerbostadshus. Systemet är relativt utrymmeskrävande och består av en brunn, en värmeväxlare och en värmepump. Brunnen, med värmeväxlaren, placeras utanför byggnaden för att underlätta tillsyn och rengöringsarbete. I figur 2.6 och 2.7 visas hur återvinningssystemet installeras utanför byggnaden. I tabell 2.4 redovisas fördelar och nackdelar med värmepumpslösningar.



Figur 2.6 – Nedsänkning av värmeväxlare i brunn



Figur 2.7 – Värmeväxlare nedsänkt i brunn och inkopplad till vatten- och avloppssystem

Den typiska installationen innebär att avloppsvatten leds ned i brunnen för att avge värme till värmepumpen. Med avloppsvattnet som värmekälla producerar värmepumpen varmvatten till fastigheten. Vid goda förhållanden kan systemet tillgodose hela varmvattenbehovet med avloppsvärme och kompressorel med ett värmetal för värmepumpen omkring 4. Den här typen av lösning är framförallt intressant i större lägenhetskomplex då komponent- installation- och underhållskostnader är höga relativt andra återvinningssystem.

Det finns även värmepumpslösningar som är anpassade för gråvatten. Dessa lösningar kan uppnå god återvinningsgrad men är inte så intressant vid ombyggnad eftersom det kräver väldiga ingrepp i avloppssystemet.

Fördelar	Nackdelar
Hög återvinningsgrad	Stor investerings/underhållskostnad
Återvinner värme ur allt spillvatten	Stort underhållsbehov
	Byter fjärrvärme mot el

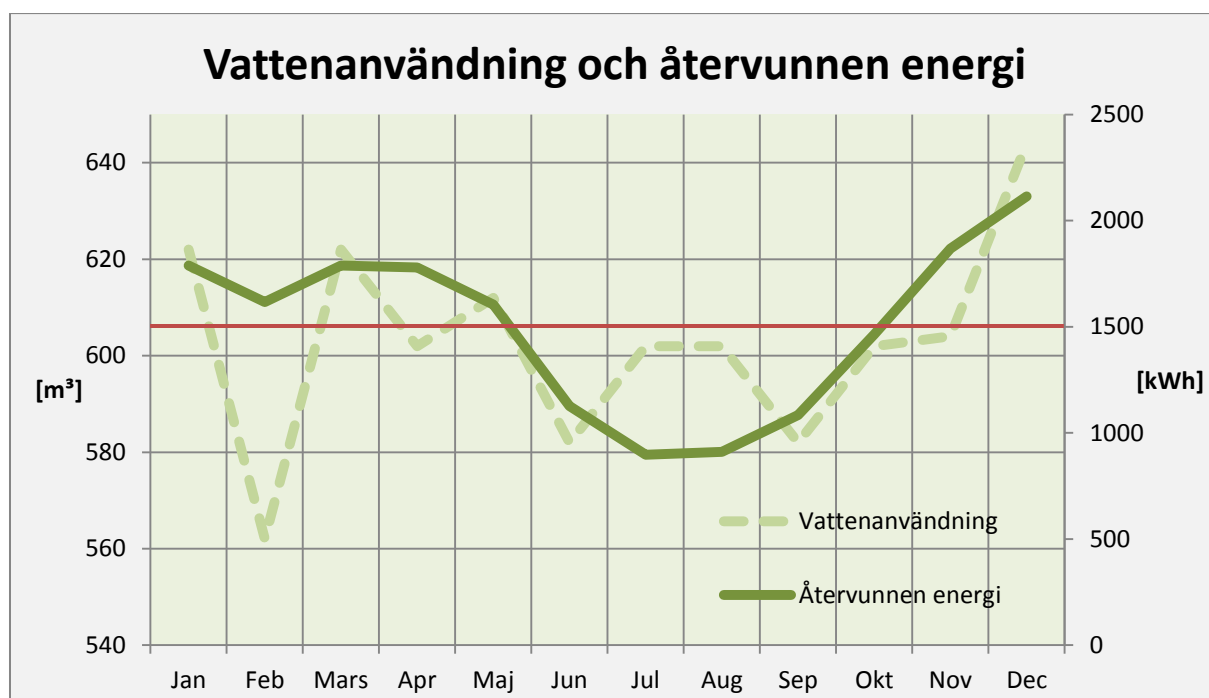
Tabell 2.4 – Fördelar och nackdelar med värmepumpslösningar

### 3. Befintliga installationer

I följande kapitel redovisas erfarenheterna från två installationer med liggande rörvärmeväxlare. Informationen om Måseskär och Portvakten har erhållits från Gunnar Wiberg (Stockholmshem) och Magnus Fransson/Rodrigo Fuentes (Hysesbostäder i Växjö).

#### 3.1 Måseskär

Stockholmshem byggde 2005 kvarteret Måseskär och valde då att installera avloppsvärmeväxling. Kvarteret består av två hus med sammanlagt 50 lägenheter med en total yta om 3500 m<sup>2</sup> bo- och lokalarea. Återvinningssystemet består av rörvärmeväxlaren Super Singlex från tillverkaren Power Products Europe (se kapitel 2.1). Värmeväxlaren är inkopplad så att allt utgående spillvatten förvärmer den del av inkommande kallvatten som sedan ska beredas till varmvatten. I figur 3.1 redovisas månadsvisa mätningarna från Måseskär under 2010.



Figur 3.1 – Mätning av återvunnen energi i fastigheten Måseskär (2010).

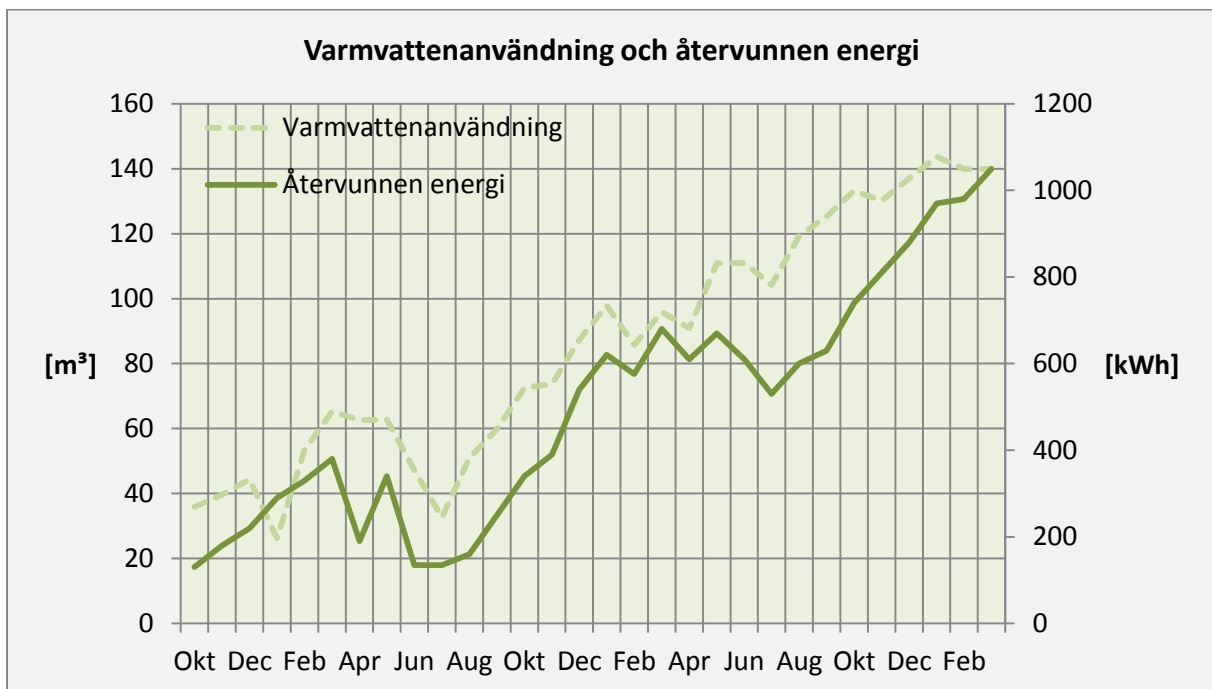
Det som kan noteras från mätningarna är att värmeåtervinningen är betydligt högre på vintern då temperaturdifferensen är högre i värmeväxlaren. Den genomsnittliga återvinningen är ungefär 1500 kWh per månad. I tabell 3.1 redovisas några nyckeltal för de energibesparingar som erhålls i Måseskär.

Energibesparing	
Totalt	18 MWh
Per yta	5,2 kWh/BOALOA
Andel av värmebehovet för VV	10 %

Tabell 3.1 – Nyckeltal för uppnådd energibesparing i Måseskär 2010.

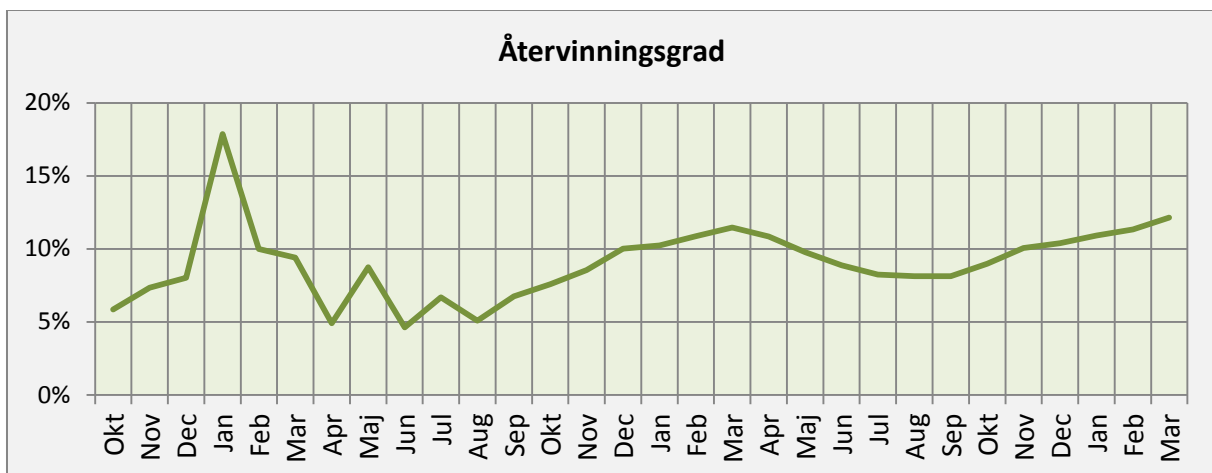
### 3.2 Portvakten

Hyresbostäder i Växjö färdigställde 2009 kvarteret Portvakten Söder vilket är byggt med trästomme och passivhusteknik. Sammanlagt finns det 64 lägenheter fördelade i två punkthus med totalytan 4950 m<sup>2</sup> bo- och lokalarea. Den installerade värmeväxlaren (Super Singlex) är installerad under mark mellan de två huskropparna. Allt utgående spillvatten passerar värmeväxlaren vilken förvärmer inkommande kallvatten som ska beredas till varmvatten. I figur 3.2 redovisas månadsvisa mätningarna från Portvakten från oktober 2009 – mars 2012.



Figur 3.2 – Mätning av återvunnen energi i fastigheten Portvakten (oktober 2009 – mars 2012)

Det är tydligt att varmvattenanvändningen och mängden återvunnen energi är starkt sammankopplade. Anledningen till den ökande trenden är att fler boende flyttat in i Portvakten. Det kan även här ses tendenser till minskad återvinning under sommarmånaderna.



Figur 3.3 – Månadsvis återvinningsgrad för avloppsvärmeväxlaren i fastigheten Portvakten (oktober 2009 – mars 2012)

I Portvakten har även varmvattenanvändningen mätts månadsvis vilket betyder att återvinningsgraden kan beräknas månadsvis. I figur 3.3 redovisas den månadsvisa

återvinningsgraden. Återvinningsgraden är omkring 10 % med något högre värden på vintern och något lägre värden på sommaren.

<i>Energibesparing</i>	
Totalt	8,0 MWh
Per yta	1,6 kWh/BOALOA
Andel av värmebehovet för VV	9,6 %

Tabell 3.2 – Nyckeltal för uppnådd energibesparing i Portvakten 2011.

I tabell 3.2 redovisas nyckeltal för Portvakten. En jämförelse med Måseskär visar på lägre total energibesparing (sämre lönsamhet) trots att återvinningsgraden i princip är densamma. Det beror främst på att vattenanvändningen är väldigt låg i Portvakten. Således är förutsättningarna för lönsamhet dåliga.

### **Sammanställning**

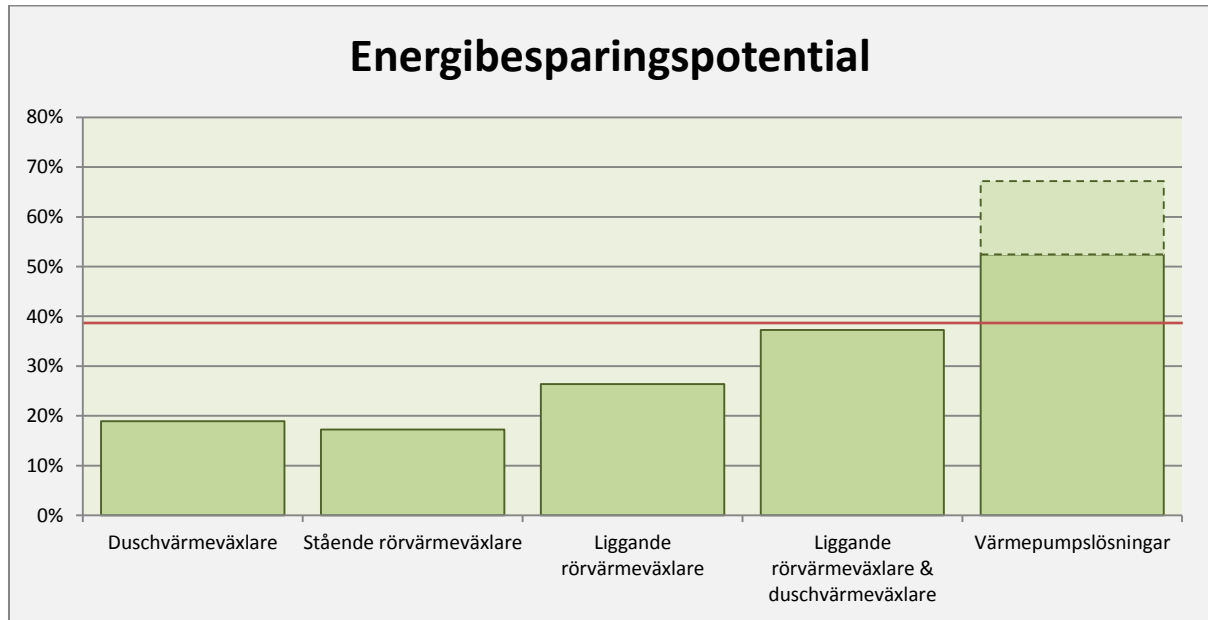
De återvinningssystem som används idag ger, enligt mätningar, besparingar motsvarande 10 % av värmebehovet för varmvatten.

Trots att återvinningen är snarlik skiljer sig lönsamheten väldigt mellan de olika fallen. Det beror främst på antalet lägenheter som kopplats till återvinningssystemet samt hur mycket varmvatten som används per lägenhet. I Måseskär sparas omkring 18 MWh per år och i Portvakten runt 8 MWh per år. För lönsamhetsberäkningar är det därför av stor vikt med en korrekt uppskattning av värmebehovet för varmvatten.



#### 4. Teoretisk återvinningsgrad

I examensarbetet *Värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga flerbostadshus* gjordes en bedömning av potentialen för olika återvinningssystem. Energibesparingspotentialen beräknades och redovisas i figur 4.1.



Figur 4.1 – Beräknad energibesparingspotential för olika tekniklösningar. Röd linje motsvarar teoretiskt max för konventionell teknik, d.v.s. liggande rörvärmeväxlare med förvärmning av tappvarmvatten.

Det visar sig att återvinningsgraden för dagens teknik inte överensstämmer med den teoretiskt möjliga. Passiva system med värmeväxlare uppvisar en potentiell energibesparing omkring 20 – 25 % och närmare 40 % om flera växlartyper kombineras. I det senare fallet minskas både varmvattenmängden och temperaturintervallet över vilket vattnet behöver värmas.

Med värmepumpslösningar finns ännu större potential. Lösningarna är dock mer komplicerade och begränsade ur ekonomisk synpunkt.

## 5. Slutsatser

Följande slutsatser kan göras från förstudien:

- Erfarenheter kring värmeåtervinning (energibesparingar, lönsamhet och funktion) måste öka för att åtgärden ska bli accepterad och mer attraktiv.
- En teknikupphandling bör riktas mot lösningar för befintliga flerbostadshus. Där finns den stora potentialen vad gäller energibesparingar.
- Det är viktigt att få fram återvinningssystem omgående. En stor del av Sveriges bestånd av flerbostadshus har uttjänta vatten- och avloppssystem. Det är viktigt att det finns återvinningssystem tillgängliga då stambytet genomförs för att öka dess lönsamhet.
- Lönsamheten av ett värmeåtervinningssystem avgörs till stor del av vattenförbrukningen. Den kan variera kraftigt mellan olika flerbostadshus och beror mycket på de boendes vanor.
- Spillvattnets oförutsägbarhet ställer krav på en värmesväxlarens reaktions- och energilagring förmåga. Det är egenskaper som bör prioriteras vid utveckling av återvinningssystem.
- Det finns en förbättringspotential hos befintliga system. Mätningar visar att dagens system kan återvinna omkring 10 % av värmebehovet för varmvatten medan beräkningar istället föreslår 20 – 25 %.
- Det bör övervägas att höja temperaturen både på kallvatten innan blandare och på kallvatten innan varmvattenberedare för att effektivt minska energianvändningen för varmvatten. Under stora delar av året är inkommande färskvatten väldigt kallt. Det bör kunna förvärmas till 10 – 15 °C och fortfarande upplevas som kallt av brukaren.

## 6. Kravspecifikation

Följande avsnitt är ett förslag till utformning av kravspecifikation för värmeåtervinningssystem som kan användas vid en teknikupphandling. Slutgiltig kravspecifikation tas fram tillsammans med beställargruppen.

### Målsättning

Syftet med teknikupphandlingen är att få fram kompletta system för värmeåtervinning ur spillvatten i befintliga flerbostadshus. De framtagna återvinningssystemen ska sedan kunna användas i stor utsträckning i samband med ombyggnad av flerbostadshus.

### Förutsättningar

Upphandlingen omfattar alla system som kan användas för att återvinna värme ur spillvatten i flerbostadshus. Upphandlingen omfattar komponenter inklusive installation och andra nödvändiga åtgärder för ett fungerande återvinningssystem.

Utöver kraven i teknikupphandlingen förutsätts att ett fullständigt tävlingsbidrag även omfattar ett i övrigt komplett och väl fungerande värme-, vatten- och avloppssystem som uppfyller normkrav vid ändring av byggnad.

### Allmänt

De krav och önskemål som här föreslås uttrycks i form av *skall*- respektive *bör*-krav. *Skall*-kraven är minimikrav som alltid ska uppfyllas. *Bör*-kraven behöver ej uppfyllas men kommer att tillgodoräknas vid utvärderingen. Krav som uppfylls bättre än *bör*-krav premieras.

## 6.1 Krav på värmeåtervinningssystem

Nedan föreslagen kravspecifikation innehåller dels överordnade krav dels specifika funktionskrav.

### Överordnade krav

Följande överordnade krav **ska** uppfyllas av värmeåtervinningssystemet:

Överordnade krav
Tekniklösningarna ska återvinna värme från fastighetens spillvatten. Den återvunna värmen ska tillgodogöras byggnaden (tappvarmvatten eller rumsuppvärmning) när värmebehov föreligger.
Det spillvatten som lämnar fastigheten får inte ha en lägre temperatur än det dricksvatten som levereras till fastigheten (ABVA 2007).
Dricksvatten får inte förvärmas på ett sätt som ökar risken för tillväxt av legionellabakterier eller så att krav på dricksvattenkvalitet ej uppfylls.
Dricksvatten och spillvatten ska vara separerade på ett sätt som omöjliggör förorening av dricksvatten.
Komponenter som är synliga i lägenhet eller trapphus ska ha en design som kan accepteras av de flesta boende.
Drift- och skötselinstruktioner ska ingå. Systemet ska vara utformat så att det är lätt att sköta och underhålla.
Återvinningssystemets komponenter ska vara robusta. Komponenter som eventuellt behöver bytas ut under systemets livstid ska enkelt kunna bytas och ha standardmått.
Ombyggnad ska inte förorsaka allvarliga störningar för de boende.
Värmeåtervinningssystemen ska vara energieffektiva och samtidigt ha en låg livscykelkostnad.
Värmeåtervinningssystemets effektivitet ska gå att mäta kontinuerligt (till exempel genom integration med fastighetens styr- och övervakningssystem).

## Energieffektivitet

En avgörande parameter är tekniklösningens förmåga att återvinna energi. Då energibehovet för varmvatten skiljer stort mellan olika fastigheter är det lämpligt att ställa krav på en procentuell minskning av det nämnda. Det ger en rättvis bild av värmeåtervinningssystemets faktiska återvinningsförmåga. All återvunnen värme som kan tillgodogöras byggnaden räknas in. Ett återvinningssystem som kräver el för att återvinna värme kan vara en effektiv lösning för minskad energianvändningen. Elanvändningen bör dock hållas så låg som möjligt. För att markera detta räknas eventuell elanvändning relaterad till återvinningssystemet dubbelt vid energiberäkningar.

Teknikupphandling bör vara öppen för både passiva lösningar med värmeväxlare och värmepumpslösningar. Det medför att kraven på energieffektivitet får ställas öppet och generellt. De föreslagna kravnivåerna är baserade på förstudien och är en avvägning mellan uppmätt och teoretisk återvinningsgrad för konventionell teknik.

Följande krav på energieffektivitet föreslås:

Energieffektivitet			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Energianvändning</b>			
Återvinningssystemet ska minska byggnadens energibehov för varmvatten med [X %]	20 %	30 %	Energiberäkning
Förutsättningar: All återvunnen energi som kan tillgodogöras byggnaden räknas in. Användning av el räknas dubbelt.			

## Design och funktion

Det är möjligt att några inkommande tävlingsbidrag innebär ingrepp i lägenheter och trapphus. Ett exempel är typen duschvärmväxlare som skulle kunna utgöra en egen eller en del av en lösning. Det är viktigt att komponenter som placeras i lägenheten inte upplevs som störande av de boende och har en acceptabel design.

Följande krav på design och funktion föreslås:

Design och funktion			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Design</b>			
Komponenter som är synliga i lägenhet eller trapphus ska ha en design som kan accepteras av de flesta boende.	Beskrivas		Granskning av underlag
<b>Funktion</b>			
Återvinningssystemet ska inte påverka bostadens funktion negativt t. ex genom fristående komponenter.	Beskrivas		Granskning av underlag

### Drift och underhåll

Återvinningssystemet ska vara utformat så att behovet för drift och underhåll är lågt. Komponenter som kräver underhåll ska placeras lättillgängligt. Rensluckor ska finnas om installationen medför risk för igensättning. Drift och underhållsinstruktioner, som redovisar nödvändigt underhåll för att uppnå avsedd livslängd och funktion, ska finnas tillgänglig för driftpersonal.

*Följande krav på drift och underhåll föreslås:*

Drift och underhåll			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Drift- och underhållsinstruktioner</b>	Beskrivas		Granskning av instruktioner
Drift- och underhållsinstruktioner ska levereras till driftpersonal innan anläggningen tagits i bruk.			
<b>Användarbeskrivningar</b>	Beskrivas		Granskning av instruktioner
För komponenter som avses placeras i lägenheter ska lättbegripliga användarbeskrivningar levereras till de boende.			
<b>Tillgänglighet</b>	Beskrivas		Granskning av underlag
Återvinningssystemet ska placeras så att det är lättillgängligt för serviceåtgärder och underhåll om så krävs.			

### Installation

Om tekniklösningen ska kunna användas i ombyggnader med kvarboende är det viktigt att installation kan ske på ett smidigt sätt. Därför bör krav ställas på tiden som vatten och avloppssystemet måste vara avstängd. Generellt kan det uttryckas som att avstängning inte får vara längre än tillfällig.

Det är också viktigt att eventuella ingrepp i lägenhet endast är kortvariga.

*Följande krav på installation föreslås:*

Installation			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Installation av återvinningssystem</b>	1 dygn	8 h	Granskning av tidplan
Installationen av återvinningssystem ska inte orsaka mer än tillfällig avstängning av vatten- och avloppssystemet			
<b>Ingrepp i lägenheter</b>	8 h	4 h	Granskning av tidplan
Eventuella ingrepp i lägenheter ska vara kortvariga och får inte överstiga:			

## Robusthet

Spillvattenvärmeväxlare som integreras med avloppsstammen måste ha en livslängd som är likvärdig med övriga avloppsrör. Enligt tillverkare av befintliga produkter har den är typen av värmeväxlare en livslängd som är längre än avloppsstammen (upp till 50 år). Livslängden för duschvärmeväxlare och värmepumpar är mer osäker. Ett rimligt krav är att återvinningssystemet ska ha tillfredställande funktion under 10 års drift.

Spillvatten innehåller mycket smuts och fett vilket medför problem med beläggningar på värmeöverförande ytor. En parameter bör därför vara hur väl systemets återvinningsgrad bibehålls över tiden.

Det är också viktigt att komponenter i återvinningssystemet, som kommer i kontakt med avloppsvatten, är av ett material som är beständigt mot vanligt förekommande ämnen och partiklar i avloppsvatten.

Följande krav på robusthet föreslås:

Robusthet			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Utbytbarhet</b>			
Komponenter som eventuellt behöver bytas ut under systemets livstid ska enkelt kunna bytas och ha standardmått.	Beskrivning av komponenter		Granskning av underlag
<b>Livslängd</b>			
Återvinningssystemets komponenter ska vara robusta och ha tillfredställande funktion under X års drift vid normalt underhåll	20 år	30 år	Redovisning av teknisk livslängd för ingående komponenter
<b>Bibehållen återvinningsgrad</b>			
Systemets återvinningsgrad ska bibehållas på en acceptabel nivå då det utsätts för fett och smuts	Beskrivas		Granskning av underlag
<b>Materialval</b>			
Ingående komponenter i återvinningssystemet ska vara av ett material som är beständigt mot vanligt förekommande ämnen och partiklar i spillvatten.	Beskrivas		Granskning av underlag

### Uppföljning av temperaturer, flöden och energianvändning

Återvinningssystemets funktion måste följas upp efter installation. Mätning bör göras under en sammanhängande period om 12 månader för att få jämförbara värden.

För att göra en bedömning av systemet egenskaper krävs kunskap om fastighetens energibehov för varmvatten. Genom att kontinuerligt mäta varmvattenflöde samt temperatur på inkommande tappkallvatten och berett tappvarmvatten kan energibehovet för varmvatten uppskattas.

För att uppskatta prestandan av värmeåtervinningssystemen krävs kännedom om temperaturer och flöde hos värmeupptagande medium före och efter återvinningssystemet. Därför krävs det mätning av temperatur och flöde i anslutning till återvinningssystemet.

Om återvinningssystemet innefattar elkrävande komponenter ska dess elanvändning mätas.

*Följande krav på uppföljning föreslås:*

Uppföljning av temperaturer, flöden och energianvändning			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Energibehov för varmvatten</b>	Flödesmätare samt temperaturgivare		
Mätning av varmvattenmängd samt temperatur på berett tappvarmvatten och inkommande tappkallvatten.			
<b>Återvunnen energi</b>	Flödesmätare samt temperaturgivare		
Mätning av flöde samt temperaturer hos värmeupptagande medium före och efter återvinningssystemet.			
<b>Elanvändning</b>	Elmätare		
Mätning av elanvändning för elkrävande komponenter i återvinningssystemet.			



## Kostnader

Lönsamheten av återvinningssystemen bör utvärderas utifrån en nuvärdesmodell. Ett villkor som kan ställas upp är att systemet har betalt av sig själv efter ett antal år. Genom att se till nuvärdet av besparingar och kostnader blir poster som är utspridda över tiden jämförbara. Några tekniklösningar som förväntas inkomma har lång teknisk livstid och därför bör inte kraven på återbetalningstid vara för hårt ställda. Ett lämpligt krav kan vara att nuvärdet av de besparingar som energieffektiviseringen föranleder bör överstiga investeringen samt nuvärdet av framtida kostnader efter ett givet antal år.

För att ge en bild av lönsamheten med dagens system ges följande exempel:

En typisk installation av dagens teknik kan kosta omkring 200 000 kr beroende på förutsättningar och storlek på komponenter. Det finns inga uppgifter om kostnaden i Måseskär och Portvakten men anta det nämnda. Då har värmeväxlaren i Måseskär en pay-off på knappt 16 år (energipris 0,7 kWh). I Portvakten är återvinningen lägre vilket medför en pay-off på knappt 36 år.

För att säkerställa likvärdiga beräkningar tillhandahålls en Excelbaserad beräkningsmall.

Kostnadsposter redovisas separat enligt en mall som skickas till tävlingsdeltagare.

Följande krav på kostnader föreslås:

Kostnader			
Parameter	Krav		Verifiering
	Ska uppfyllas	Bör uppfyllas	
<b>Nuvärde (besparing - investering)</b>			
Nuvärdet av kostnadsbesparingen till följd av energieffektiviseringen ska vara större än nuvärdet av värmeåtervinningssystemet totala kostnader under en brukstid av:	20 år	15 år	Beräkning i Excelmall
Förutsättningar:			
Kalkylränta 4 % (inklusive 2 % inflation)			
Energiprisökning (fjärrvärme 2 % och el 4 %)			
Energipris (fjärrvärme 0.6 kr/kWh och el 1 kr/kWh)			

## 7. Upplägg för teknikupphandling eller tekniktävling

Det finns inget bra underlag för prestandan hos befintliga värmeåtervinningssystem. Detsamma gäller kostnaden för att installera ett återvinningssystem. Systemets prestanda är dessutom beroende av hur det installeras. På grund av denna osäkerhet är det lämpligt att rikta teknikupphandlingen mot aktörer som kan erbjuda ett komplett system med projektering, komponenter och installation.

De återvinningssystem som tas fram under teknikupphandling bör vara generellt anpassade för ofta förekommande hustyper inom åldergrupper som snart kommer att behöva renovering av vatten- och avloppssystem. Flerbostadshus från rekordåren är en lämplig ålderskategori. Vanliga hustyper inom åldersgruppen är lamellhus, skivhus och punkthus.

När beställargruppen samlas kommer frågan om genomförandeform att diskuteras. En teknikupphandling är en tidskrävande process där LOU skall följas. Alternativet är att istället genomföra projektet som en tekniktävling.

### 7.1 Val av demonstrationshus

De byggnader som väljs som demonstrationshus bör vara typiska för det svenska bostadsbeståndet. Lönsamheten för teknislösningar kan vara beroende av byggnadens storlek. Därför kan det vara bra att ha demonstrationshus inom flera storlekskategorier för att få fram lösningar för både små och stora hus.

Demonstrationshuset bör ha följande egenskaper:

- Disponibelt utrymme inom klimatskalet (t.ex. källare eller garage)
- Uppsamling av spillvatten i en punkt innan anslutning till kommunalt avloppssystem
- Vatten- och avloppsrör lättillgängliga för ingrepp
- Värmebehov för varmvatten inte lägre än 25 kWh/m<sup>2</sup>

Det är en fördel om det sedan tidigare finns mätning av värmebehov för varmvatten. Då kan det säkerställas att spillvattenvärmen är tillräcklig för att ge goda förutsättningar för lönsamhet. Dessutom kan det användas som referensvärden vid jämförelse med nya mätdata.

Vid beskrivning av byggnaden bör följande framgå:

- Generell information om byggnaden (Förvaltare, fastighetsbeteckning, adress, byggår, våningar,  $A_{temp}$ , boarea, lokalarea, värmesystem etc.)
- Energianvändning för uppvärmning respektive varmvatten (beräknat eller uppmätt)
- Ritningar och beskrivning över byggnadens vatten- och avloppssystem.

### 7.2 Genomförande

Teknikupphandlingen bör innehålla följande moment i likhet med tidigare upphandlingar inom BeBo:

- Etapp 1 - Tävlning: koncept lämnas in och utvärderas med hjälp av bedömningar och beräkningar. Till varje demonstrationshus utses ett vinnande koncept av en jury.

- Etapp 2 - Installation: De bästa tävlingsbidragen installeras i demonstrationshusen. Under en mätperiod utvärderas bidragen av jury varpå ett eller flera bidrag utses till vinnare.
- Etapp 3 – Upphandling: Beställargruppen beskriver vilka återvinningssystem som fortsättningsvis ska upphandlas för beställarnas byggnadsbestånd.

En övergripande tidplan till teknikupphandlingen har tagits fram och kan ses i Bilaga A.

### Informationsspridning

För att lyckas med en teknikupphandling är det viktigt att nå ut med information till berörda aktörer såsom tillverkare. Följande informationskanaler kan användas för att marknadsföra teknikupphandlingen:

- Utskick med information om teknikupphandlingen till tänkbara tävlingsdeltagare
- Seminarium riktade till tänkbara tävlingsdeltagare
- Marknadsföring av tekniktävlingen i facktidningar
- Delrapporter
- Nyhetsbrev till projektledare
- Löpande avrapportering i t.ex. energi & miljö och VVS-forum.
- Seminarium riktade till förvaltare
- Riktad information till förvaltare
- Slutrapport för dokumentation av hela projektet

### Uppföljning

Återvinningssystemens prestanda ska följas upp och utvärderas i demonstrationshus. Kunskapen ska användas för att utse en vinnare av tekniktävlingen. Dessutom ska uppföljningen:

- Ge ökad kunskap om värmeåtervinning ur spillvatten.
- Verifiera utlovad funktion hos återvinningssystem.
- Belysa förbättringsmöjligheter hos återvinningssystemen.

## 7.3 Utvärdering av anbud

För att avgöra vilket bidrag som vinner tekniktävlingen kan ett poängsättningssystem enligt tabell 7.1 användas.

Parameter	Poäng
Lönsamhet	40
Energieffektivitet	30
Installation, robusthet, drift och underhåll	20
Design och funktion	10
<b>Totalt</b>	<b>100</b>

Tabell 7.1 – Poängsättningssystem för utvärdering av anbud

Den styrande parametern är återvinningssystemets lönsamhet. Ett system som inte är lönsamt kommer ha liten genomslagskraft. Den parameter som också bör vägas in tungt är energieffektivitet. Tanken med tekniktävlingen är att minska energianvändningen i bostäder. Dessutom bör installation, robusthet, drift, underhåll, design och funktion vägas in i bedömningen. För att anbud ska utvärderas bör grundkravet vara att alla skalkrav är uppfyllda. En jury med representanter från beställargruppen kan utvärdera anbuden utifrån detta system.

## 7.4 Beställargrupp

Beställargruppen består av representanter från fastighetsägare, experter samt projektledare.

### Fastighetsägare:

- Stockholmshem, Gunnar Wiberg
- HSB, Roland Jonsson
- Familjebostäder,
- Uppsalahem,
- Stena fastigheter,
- N.N.

### Projektledning och experter:

- Göran Werner, WSP (koordinator för BeBo)
- Anders Nykvist, WSP
- Ivo Martinac, KTH
- *Huvudman*
- *Projektledare*
- *Expert: värmeåtervinning*
- *Expert: material*
- *Expert: upphandling*

## 7.5 Tänkbara tävlingsdeltagare

Följande tillverkare och leverantörer kan tänkas ha intresse av att vara med i teknikupphandlingen.

- iNEX Internationell Exergi (rörvärmväxlare)
- Recalor AB (duschvärmväxlare)
- Rörmontage i Borås AB (rörvärmväxlare)
- Ayma AB (duschvärmväxlare)
- Lindome Energiteknik (duschvärmväxlare)
- MENERGA AB (kombinerad rörvärmväxlare/värmepump för badhus)
- Hydropress Huber AB (värmepumpsystem för värmeåtervinning ur avlopp)
- Sandviken Projektutveckling AB (rörvärmväxlare)
- Alfa Laval Corporate AB (värmväxlare)
- Pahlén AB (värmväxlare/värmepump för pool)
- Isaksson Plåtslageri AB (värmväxlare för badhus)
- Ekologiska byggvaruhuset AB (rörvärmväxlare och duschvärmväxlare)
- Axson Svenska AB (rörvärmväxlare och duschvärmväxlare)
- Andra tillverkare av värmväxlare och värmepumpar



ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP  
FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

## Bilaga A - Tidplan

Översiktlig tidplan																																
Aktivitet	2012							2013												2014												
	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	
Upprättande av kravspecifikation	■	■	■	■																												
Workshop/uppstartsmöte					■																											
Val och beskrivning av demonstrationshus					■																											
Upprättande av anbudsunderlag					■																											
Utllysning av teknikupphandling					■	■																										
Inlämning av anbud						■	■																									
Utvärdering av anbud							■	■																								
Installation								■	■	■																						
Mätning i demonstrationshus								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Utvärdering av mätresultat																	■	■							■	■						
Vinnare utses																										■						
	Etapp 1							Etapp 2												Etapp 3 ->												



ENERGIMYNDIGHETENS BESTÄLLARGRUPP  
FÖR ENERGIEFFEKTIVA FLERBOSTADSHUS

Händelser	
2012-sep	<b>Utskick till beställargruppen:</b> <i>Information om projektet, inbjudan om att delta i beställargrupp, datum för uppstartsmöte/workshop</i>
2012-okt	<b>Workshop/uppstartsmöte:</b> <i>Beställargruppen samlas. Preliminärt upplägg för teknikupphandling presenteras. Synpunkter från gruppen tas in.</i>
2012-okt	<b>Reviderat upplägg skickas till beställargruppen:</b> <i>Det reviderade upplägget för teknikupphandling skickas till beställargruppen för kontroll.</i>
2012-okt	<b>Val av demonstrationshus:</b> <i>Lämpliga demonstrationshus presenteras av beställargruppens medlemmar.</i>
2012-okt	<b>Reviderat upplägg skickas till tillverkare/leverantörer:</b> <i>Det reviderade upplägget skickas till potentiella tävlingsdeltagare för synpunkter</i>
2012-okt till 2012-dec	<b>Informationsspridning:</b> <i>Genom artiklar i tidskrifter sprids information om teknikupphandlingen. Syftet är att informera potentiella tävlingsdeltagare om att en teknikupphandling ska genomföras. Intressanta tidskrifter är Energi &amp; Miljö, VVS Forum m.fl. Även direkt information till tänkbara tävlingsdeltagare.</i>
2012-okt	<b>Tävlingsstart:</b> <i>Vid ett seminarium ges information och regler kring tekniktävlingen. Seminariumet riktar sig till potentiella tävlingsdeltagare.</i>
2012-dec	<b>Inlämning:</b> <i>Deadline för inlämning av tävlingsbidrag</i>
2013-feb	<b>Vinnande koncept utses:</b> <i>Inkommna tävlingsbidrag har utvärderats och de vinnande koncepten presenteras.</i>
2013-maj	<b>Installation genomförd:</b> <i>De vinnande koncepten ska vara installerade i demonstrationshusen.</i>
2014-juni	<b>Inlämning av mätdata:</b> <i>Mätdata från en sammanhängande tolv månader period ska lämnas in.</i>
2014-aug	<b>Vinnare utses:</b> <i>Mätdata har utvärderats och de vinnande bidraget presenteras.</i>

## Bilaga B - Lönsamhetskalkyl

*Exempel*

INDATA		LCC	
Investeringskostnad	150 000 kr	15 år	7 231 kr
Värmeenergibesparing [per år]	25 000 kWh	20 år	54 792 kr
Ökad elanvändning [per år]	500 kWh	Teknisk livslängd	203 650 kr
Underhållskostnad [per år]	1 000 kr		
Återinvestering	25 000 kr		
Tid för återinvestering	10 år		
Teknisk livslängd	40 år		