

Delrapport 5

Värmeåtervinning i badhus

Victor Andersson, Hanna Hansson

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	1
1.1 Temperaturkrav	2
1.2 Synergier	2
2. Metod	2
2.1 Tekniker för värmeåtervinning	3
2.1.1 Värmeväxlare	3
2.1.2 Värmepumpar	3
3. Resultat	3
4. Diskussion	6
4.1 Känslighetsanalys	6
4.2 Lönsamhet	6
4.3 Beslutsfattande	7
4.4 Felfaktorer	8
Referenser	8

1. Bakgrund

Implementering av värmeåtervinningsystem spelar en central roll i energieffektivisering av badhus och har bland de största besparingspotentialerna (Norbäck & Termens, 2016). Vidare kan värmeåtervinning implementeras i flera olika processer. Dessa inkluderar värmeåtervinning från så kallat gråvatten, pumpar och motorer samt frånluft, det vill säga den resulterande luften. Den överblivna värmen kan återanvändas för att till exempel värma upp vatten eller luft till önskad temperatur och reducerar på så sätt energibehovet.

1.1 Temperaturkrav

Gråvatten är en paraplyterm för avloppsvatten från bland annat bad-och duschvatten. Eftersom gråvattnet ofta har en relativt hög temperatur kan vattnet ofta återvinnas. För att minimera risken för legionellabakterier rekommenderar Folkhälsomyndigheten att varmvattentemperaturen för bland annat duschvatten ej bör understiga 60 °C i beredare (Folkhälsomyndigheten, 2015). Då legionella förökar sig som mest i temperaturspannet 20–45 °C så bör kallduschkvattnet understiga detta (Folkhälsomyndigheten, 2024). Utan värmeåtervinning går detta vatten till spillo, men om ett värmeåtervinningssystem implementeras kan spillvattnet potentiellt användas för att värma upp andra delar av lokalen som till exempel simbassänger.

1.2 Synergier

Med hjälp av synergier kan värmen från gråvattnet användas till övriga delar av verksamheten. Ett exempel på detta är att med hjälp av avloppsvärmväxlare återinföra värme från gråvattnet till uppvärmning av nytt duschvatten. Detta är en lösning som företag som Isakssons erbjuder som menar på att man på detta vis kan då reducera energibehovet för uppvärmning med uppemot 85 procent och då även kostnaderna för uppvärmning (Isakssons, u.å).

Samma teknik kan implementeras på alla olika processer i badhusen som kräver varmare vatten. Utöver uppvärmning av duschvatten behövs varmt tempererat vatten även för pooler, kranar och backspolning.

2. Metod

För att beräkna mängden energi i vatten analyseras följande parametrar: vattnets massa, vattnets värmekapacitet (4,18 kJ/kg°C) samt temperatur (Energihandboken, u.å). Energin bestäms genom följande samband (1):

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

Massan (m) är den mängd vatten som analyseras, till exempel den massa vatten som krävs för en dusch. Temperaturskillnaden är skillnaden mellan den införda temperaturen på vattnet och den önskade temperaturen, till exempel det tillförda vattnets temperatur i jämförelse med den temperaturen som de använda vattnet har i en dusch. Till sist är används även värmekapaciteten, c .

I en tidigare studie av Malin Sjökvist (Sjökvist, 2013) från Uppsala universitet undersöktes bland annat hur mycket energi som skulle kunna reduceras i ett badhus om värmeåtervinning i alla duschar implementerades. Sjökvist approximerar att varje duschning kräver 30 liter varmvatten. Det inkommande vattnet kan uppskattas ha en temperatur på 10 °C som ett årligt genomsnitt och måste värmas upp till minst 60 °C. Appliceras ekvation (1) skulle detta innebära ett energiinnehåll på 6270 kJ per duschning.

2.1 Tekniker för värmeåtervinning

2.1.1 Värmeväxlare

För att transportera värmeenergi från en plats till en annan kan en värmeväxlare användas. Metallen i värmeväxlaren värms upp av det uppvärmda vattnet och sedan värmer metallen det vattnet som cirkulerar i värmeväxlaren. Principen är att överföra värme från ett medium till ett annat utan att det rör varandra. Det finns olika typer av värmeväxlare, bland annat skal och tub där man leder det varma mediumet i ett litet rör som är omringat av kallt vatten i ett större rör. En annan metod är plattvärmeväxlare där man värmer upp metallplattor med det varma mediumet och låter det kalla mediumet passera igenom (iqsdirectory.com, u.å). Detta kan användas på flera ställen i ett badhus, till exempel från duschvatten, spillvatten från bassängen eller i ventilationen.

2.1.2 Värmepumpar

Genom att koppla en värmepump till värmeväxlaren kan verkningsgraden höjas. Efter vattnet har gått igenom värmeväxlaren kan värmepumpens förångare ta vara på den värmen som finns kvar i vattnet och kondensorn kan då höja vattnets temperatur mer. Genom att använda ett system med värmeväxlare och värmepump betyder det att systemets drift blir mer komplicerad. Fördelarna att använda båda systemen tillsammans är att mindre elanvändning till värmepumpen behövs samt att systemet blir mindre känsligt för igensättning. (Norbäck & Temens)

3. Resultat

Det finns flera anledningar till att cirkulera vattnet i poolerna, många är kopplade till att hålla föroreningar borta från vattnet, där det flesta föroreningar kommer

från de badande i poolerna (Aktiva badhus, 2). En annan anledning till att cirkulera vattnet är att kunna reglera värmen i poolerna, en process som kräver mycket energi. Enligt ... ska 30/l per person och timma cirkulera för att kunna ge dom bästa förutsättningarna för fräscht poolvatten. I Fyrishovs pooler cirkulerar det olika mycket vatten för de olika poolerna, i den stora bassängen cirkulerar 230 m³/h, cirka 160 m³/h i äventyrsbadet och 100m³/h i undervisningsbassängen. Poolerna håller även olika temperaturer där äventyrsbadet håller en temperatur på 30 °C, undervisningsbassängen håller högst temperatur på 32 °C och den stora bassängen håller en lite kallare temperatur på 27 °C. Enligt ekvation (1) kan då energimängden för uppvärmning av det cirkulerade vattnet räknas ut. Eftersom vattnet cirkuleras med samma mängd oavsett tid på dygnet och besökare blir mängderna cirkulerat vatten väldigt stora under en månad, totalt uppgår det till cirka 350 000 m³ vatten i månaden. Vattnet sänks till rumstemperatur (20 °C) vid rening genom sandfilter samt att ungefär 5000 m³ byts ut mot köpt kallvatten (6 °C) varje månad. Vattnet måste öka dess temperatur till den önskade temperaturen för respektive pool innan det tillsätts i poolen. För att minska energiåtgången för uppvärmningen kan värmeväxlare samt värmepumpar användas i stället för fjärrvärme. Det vatten som behövs för uppvärmning är den mängden inköpt vatten varje månad.

Tabell 1: Mängd energi som krävs för att värma upp vatten till önskad temperatur med olika uppvärmningssätt.

Pooler	Vattenflöde (m ³ /månad)	Temperatur-skillnad	Fjärrvärme (MWh)	Värmeväxlare (MWh)	Värmeväxlare + värmepump (MWh)	Besparingar (MWh)
Stora	2318,19	21	56,47	18.15	4.54	51.93
Äventyr	1612,66	24	44,90	14.03	3.51	41.39
Undervisning	1007,91	26	30,40	9.35	2.38	28.02

Tabell 2: Mängd energi som krävs för att värma upp vatten till 60 grader med olika uppvärmningssätt.

	Volym (m ³ /månad)	Temperatur-skillnad	Fjärrvärme (MWh)	Värmeväxlare (MWh)	Värmeväxlare + värmepump (MWh)	Besparingar (MWh)
Duschar	1250	54	78.3	21.75	5.44	72.86

Typen av värmeväxlare som beräkningarna är baserade på är Isakssons värmeväxlare som har en verkningsgrad på upp till 85 procent (Isakssons, u.å). Men en mer realistisk verkningsgrad för värmeväxlaren installerad vid Fyrishov är närmare 75%. Värmepumpen som beräkningarna baseras på är V-serien Inverter (GullbergJansson, u.å) som har en COP faktor på 4. Med dessa implementeringar blir de totala besparingarna på värmeåtervinning av poolvatten 121.34 MWh per månad, där den största delen av besparing sker i den stora

poolen som vi ser i Tabell 1. I Tabell 2 ser vi hur mycket besparingar som kan göras med samma ingrepp på duscharna i Fyrishovs omklädningsrum.

4. Diskussion

4.1 Känslighetsanalys

För att ta reda på vad i processen av värmeåtervinning som har störst påverkan på kan känslighetsanalys göras. Det andra scenariot är om värmeväxlarens verkningsgrad förbättras med 10%, det skulle kunna ske om värmeväxlaren har längre kontaktyta. Det sista scenariot är om värmepumpens COP faktor förbättras med 10%. Det är den totala uppvärmningen som kommer undersökas det vill säga alla pooler tillsammans med duscharna.

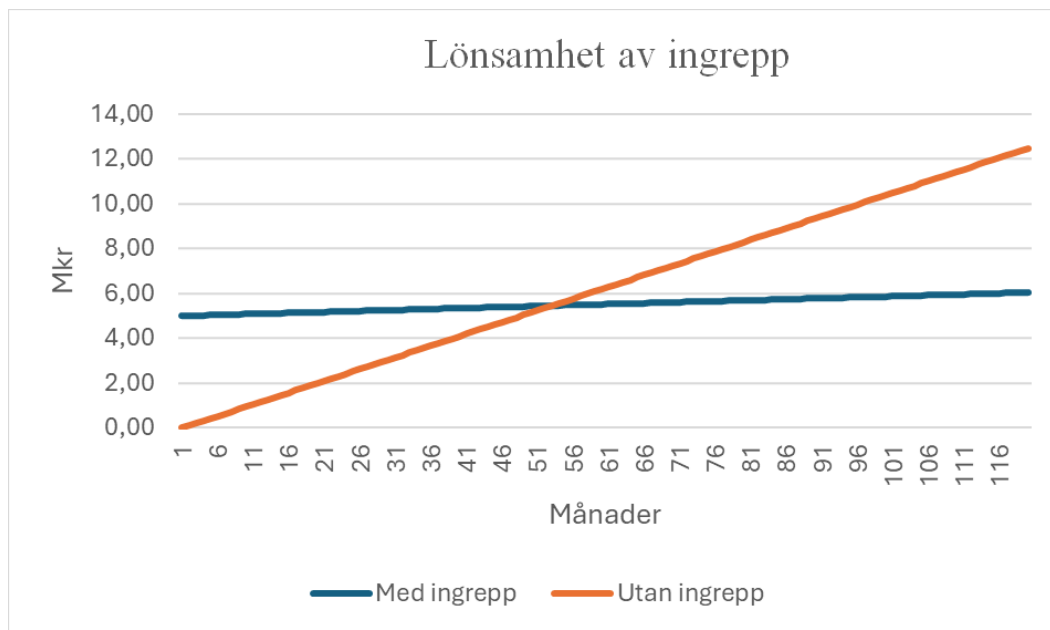
Tabell 3: Känslighetsanalys där värmeväxlare och värmepump varierar med +/- 10%

	Värmeväxlare +/-10%	Värmepump +/-10%
Skillnad i % (+)	+43.30	+10.24
Skillnad i % (-)	-22.84	-9.81

I Tabell 3 är det tydligt att värmeväxlaren har störst påverkan på resultatet, en liten ändring som att värmeväxlaren har 10 procent högre verkningsgrad påverkar resultat med 43,3 procent. Det är därför väldigt viktigt att välja en värmeväxlare med så högverkningsgrad som möjligt för att åstadkomma bättre resultat.

4.2 Lönsamhet

Implementeringen av ett värmeåtervinning system kan vara en kostsam investering för äldre badhus. Den slutliga kostnaden avgörs av hur stort ingreppet blir och varierar mellan olika badhus. Enligt Isaksson kan till exempel implanteringen av ett värmeåtervinning system i ett duschrum med 40 duschar årligen spara uppemot 560 000 kWh vilket motsvara ungefär 280 000 kronor (Isakssons, u.å). Totalt är det 2.31 GWh som kan sparas in genom värmeåtervinning av vatten på Fyrishov under 1 år vilket motsvarar cirka 1.16 miljoner kronor i elkostnader. Men det finns kostnader för både maskiner samt installation av maskinerna, en värmeväxlare från Isakssons kostar cirka 1 miljon beroende på modell (Isakssons, u.å), och en värmepump från V-serien kostar 315 000 kronor. Det kommer åtminstone behövas tre uppsättningar av systemen för att kunna täcka Fyrishovs behov, detta skulle betyda en materialkostnad på cirka 4 miljoner kronor samt installationskostnad på minst 1 miljon kronor, detta blir en startkostnad på 5 miljoner kronor. I Figur 1 kan man se att vid ungefär 53 månader så blir det mer lönsamt att ha installerat värmeväxlare med värmepump i anläggningen.



Figur 1: Driftkostnad för uppvärmning av vatten med ingrepp och utan.

4.3 Beslutsfattande

Det finns ett antal hinder som behövs ta i beaktning innan implementering värmeåtervinning i badhus. I artikeln ”Mer vattenyta åt folket i framtidens simhallar och badhus” (Svensk byggtidning, 2024) diskuteras olika hindren som äldre badhus står inför när de ska renoveras. Skribenten nämner bland annat att de äldre badhusens konstruktion ofta försvårar och icke-möjliggör renoveringar. Till exempel saknar ofta äldre badhus tillräckligt fuktskydd för att implementera värmeåtervinning vilket kan leda till korrosion och mögelbildning. Vidare nämns även de ekonomiska förlusterna som badhus kan mötas av när de måste anpassa verksamhetens öppettider för att tillåta renovering av de berörda utrymmena.

Det största hindret för implementering av värmeåtervinning är dagens konstruktion av avlopp vilket generellt gäller för äldre badhus. Värmeåtervinning görs enklast om avlopp mellan toalett och duschar är separerade och blir annars kostsamt att åtgärda om detta inte är fallet (Almemar, o.a., 2015).

Undersöks endast driftkostnaden från Figur 1 uppskattas däremot lönsamheten börja efter ungefär 4,5 år vilket tyder på att implementering av värmeåtervinning trots allt kan vara ett gynnsamt beslut för Fyrishov. Detta resultat beaktar dock inte storleken på renoveringen i sig och på så sätt inte den totala kostanden. Detta är då renoveringen antas ha en så pass stor osäkerhet och kommer att behövas utvärderas ytterligare innan eventuella beslut tas.

4.4 Felfaktorer

För en korrekt uppskattning av energibesparingspotentialen krävs noggranna ritningar av konstruktion och detaljerade data från dagens förbrukning av energi samt vatten. Saknas detta kan generella slutsatser dras med hjälp av antaganden men resulterar även i ett mindre trovärdigt resultat. Dessa antaganden inkluderar till exempel uppskattning av inkommande vattentemperatur och mängd vattenvolym som förbrukas. I de äldre badhusen spelar även fler faktorer in då sannolikheten för bristande konstruktion runtomkring de berörda delarna kan vara högre på grund av dålig underhållning.

Referenser

- Almemark, M., Bergström, R., Fridén, H., Junestedt, C., Lindblom, J., Schmidt, L., Widheden, A., Röttorp, J., Enochsson, E., Engsner, M. och Ekström, D. (2015) *Aktiva Badhus*. Svenska miljöinstitutet. Tillgänglig: <https://ivl.diva-portal.org/smash/get/diva2:1552404/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad: 2025-04-10)
- Energihandbok. (u.å.). *Energihandbok*. Hämtat från Jernkontorets energihandbok: <https://www.energihandbok.se/energiinnehall-i-vatten>
- Folkhälsomyndigheten. (Juli 2015). *Folkhälsomyndigheten*. Hämtat från Befintliga rekommendationer och internationella riktlinjer: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/cfb528effedf4326a2956f85bee b71a4/befintliga-rekommendationer-och-internationella-riktlinjer.pdf>
- Folkhälsomyndigheten. (den 31 Januari 2024). *Folkhälsomyndigheten*. Hämtat från Sjukdomsinformation om legionellainfektion: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/smittskydd-beredskap/smittsamma-sjukdomar/legionellainfektion/>
- GullbergJansson. (u.å.). *V-serien Inverter*. Hämtat från GullbergJansson.se: <https://www.gullbergjansson.se/produkt/v-serien/>
- iqsdirectory.com*. (u.å.). Hämtat från Heat Exchangers: Types, Features and Designs: <https://www.iqsdirectory.com/articles/heat-exchanger.html>
- Isakssons. (u.å.). *Isakssons*. Hämtat från Energibesparing, effektiv energiåtervinning av gråvatten.: <https://isakssons.com/gravatten-atervinning/>
- Isakssons. (u.å.). *Isakssons*. Hämtat från Marknadsledning inom sportanläggningar: <https://ekobyisakssons.com/bad-och-idrottsanlaggningar/>
- Norbäck, M., & Termens, J. (november 2016). *förvaltarforum.se*. Hämtat från Energieffektivisering av badhus: <https://forvaltarforum.se/wp->

content/uploads/2017/03/Energieffektiva-badhus-slutrapport.pdf?utm_source=chatgpt.com

Sjökvist, M. (Januari 2013). *Diva*. Hämtat från Möjligheter till energieffektivisering i badhus: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:582599/FULLTEXT01.pdf>

Svensk byggtidning. (den 8 Juli 2024). *Svensk byggtidning*. Hämtat från Mer vattenyta åt folket i framtidens simhallar och badhus: <https://www.svenskbyggtidning.se/2024/07/08/mer-vattenyta-at-folket-i-framtidens-simhallar-och-badhus/>