



UPPSALA
UNIVERSITET



Självständigt arbete i energisystem 15 hp
Juni 2025

Energianalys och förslag på energieffektivisering av Fyrishovs badanläggning

Victor Andersson, Korab Berisha, Adam Frisk, Axel
Gustafsson, Hanna Hansson, Alice Kallner, Katja Leickt,
Rasmus Tiberg

Uppsala universitet
Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten
Institutionen för fysik och astronomi
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik
Civilingenjörsprogrammet i energisystem
Examensarbete 2025:10 • ISSN 1654-9392
Uppsala 2025

Energianalys och förslag på energieffektivisering av Fyrishovs badanläggning.

Energy analysis and proposals for energy efficiency of the Fyrishov swimming facility.

Victor Andersson, Korab Berisha, Adam Frisk, Axel Gustafsson, Hanna Hansson, Alice Kallner, Katja Leickt, Rasmus Tiberg

Handledare:	Gunnar Larsson, SLU, institutionen för energi och teknik
Examinator:	Anders Larsolle, SLU, institutionen för energi och teknik
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	Grundnivå, G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i energisystem
Kurskod:	Uppsala universitet: 1FA311
Program/utbildning:	SLU: EX0946
Kursansvarig inst.:	Civilingenjörsprogrammet i Energisystem Uppsala universitet Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten Institutionen för fysik och astronomi Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap Institutionen för energi och teknik
Utgivningsort:	Uppsala
Utgivningsår:	2025
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Examensarbete (Institutionen för energi och teknik, SLU)
Delnummer i serien:	2025:10
ISSN:	1654-9392
Nyckelord:	simhall, ventilation, värmeåtervinning, transmissionsförluster, energiflöden

Uppsala universitet

Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten
Institutionen för fysik och astronomi

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för energi och teknik

Sammanfattning

Detta arbete identifierar områden med stor energiförbrukning och källor till energiförluster hos badanläggningen i Fyrishov i Uppsala. Då kommunen planerar att förlänga Fyrishovs livstid ska anläggningen upprustas och renoveras och i denna rapport ges förslag på hur anläggningen kan energieffektiviseras utifrån de områden som undersöks. Fokuset ligger på ventilation, transmissionsförluster, bassänger och värmeåtervinning då dessa områden identifierats ha störst möjligheter till energieffektivisering. Inledningen tar upp hur det ser ut med badhus i hela Sverige och att de är byggnader som förbrukar mycket energi på grund av inomhusklimatet som ställer höga krav på ventilation, uppvärmning och klimatskal då det råder hög temperatur och hög luftfuktighet i simhallarna. Arbetet avgränsar sig mot ekonomiska aspekter och miljömässiga konsekvenser av renoveringar samt förändrad energianvändning. Modellering av bassängerna, ventilationen och klimatskalet gjordes i Python för beräkning av energiförbrukning före och efter åtgärder. Resultatet visar de potentiella energibesparingarna som kan göras för respektive område om åtgärder tillämpas. Genom att byta ut nuvarande ventilationsaggregat till nya kan energibesparingar på 4590 MWh/år göras. Förbättring av anläggningens klimatskal beräknades spara ungefär 1112 MWh/år och genom att utnyttja värmen från duschvatten kan cirka 2330 MWh/år besparas. Användning av bassängtäcke på utomhusbassängen för att minska energiförluster i form av vattenavdunstning kan spara ungefär 160 MWh/år. I samtliga beräkningar gjordes antaganden och uppskattningar på grund av brist på data vilket ger en viss osäkerhet i resultaten och till följd av detta genomfördes känslighetsanalyser på en del av parametrarna för att undersöka rimligheten av resultaten som erhöles. Trots osäkerheter bedöms de lösningar som utreds i rapporten leda till betydande energibesparingar och en mer energieffektiv badanläggning.

Nyckelord: Simhall, Ventilation, Värmeåtervinning, Transmissionsförluster, Energiflöden

Abstract

This report identifies the areas with the highest energy consumption, and sources for energy losses at the swimming facility Fyrishov, located in Uppsala. Since the county of Uppsala has decided to renovate Fyrishov with the purpose of increasing its longevity, this report will discuss how and in which areas the facility can further increase its energy efficiency. Ventilation, transmission losses, pools and heat recycling were identified to have the largest potential for effectiveness, hence the report will mainly focus on these areas. The following work will not include economic aspects or environmental consequences of the proposed solutions or energy sources. The models of the pools, ventilation system and climate shells were made in Python, which were also used when calculating the energy consumption before the proposed solutions would have been implemented, as well as after. The results show the potential energy savings for each area if each proposed solution were to be implemented. By replacing old ventilation units with new ones, Fyrishov is estimated to save 4590 MWh/year. Upgrading the facility's climate shell would result in an estimated saving of 1112 MWh/year, and by utilizing the heat from shower water 2330 MWh/year is estimated to be saved. Using a pool cover on the outdoor pool to reduce energy losses due to water evaporation can save approximately 160 MWh/year. Due to insufficient data, several assumptions and approximations were made in all calculations, which gives rise to uncertainties in the results. As a result, sensitivity analyses were made in all main areas of interest to evaluate the plausibility of the

result that was obtained. Despite the uncertainties, the proposed solutions in this report are determined to lead to considerable savings and a more energy-efficient swimming facility.

Keywords: Swimming hall, Ventilation, Heat recovery, Transmission losses, Energy flows

Förord

Denna rapport skrevs tack vare initiativ från STUNS (stiftelsen för samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle) i samverkan med Patrik Gustavsson som är teknisk förvaltare på Fyrishov som tillhör Uppsala Arenor och Fastigheter. Arbetet genomfördes då Fyrishov ska renoveras de kommande åren och Uppsala Arenor och Fastigheter efterfrågar en identifiering av energiflöden och möjligheter att effektivisera energianvändningen.

Innehållsförteckning

Förord	5
1. Inledning	7
1.1. Bakgrund	7
1.2. Problembeskrivning	8
1.3. Syfte och frågeställningar	8
1.4. Avgränsningar	8
2. Material och metoder	10
2.1. Ventilation	11
2.2. Transmission	12
2.2.1. Ekvationer	12
2.2.2. Ytornas värden	12
2.2.3. Värden efter renovering	13
2.3. Bassänger	14
2.2.1 Konstanter	14
2.2.2 Metod	14
2.4. Värmeåtervinning	15
3. Resultat	16
3.1. Ventilation	16
3.2. Transmission	18
3.2.1. Framtagna U-värden	18
3.2.2. Nutida transmissionsförluster	19
3.2.3. Framtida transmissionsförluster	20
3.3. Bassänger	21
3.4. Värmeåtervinning	24
3.5. Sammanställt resultat	24
4. Diskussion	26
4.1. Ventilation	26
4.2. Transmission	27
4.3. Bassänger	27
4.4. Värmeåtervinning	28
4.5. Gemensam diskussion	29
5. Slutsatser	30
Referenser	31
Delrapporter	34

1. Inledning

1.0 Bakgrund

Idag finns det cirka 450 badhus i Sverige som är tillgängliga för allmänheten. Majoriteten av dessa byggdes under 60- och 70-talet vilket innebär att flertalet har renoveringsbehov. Tidigare utredningar som utförts visar att det finns potential att sänka energianvändningen med cirka 30 procent i dessa lokaler. I snitt är energianvändningen för badhusen 400 kWh/m² och totalt uppskattas den sammanlagda energianvändningen vara 0,8 TWh/år. Med olika energieffektiviseringar kan den årliga energiförbrukningen för badhusen minska med 0,25 TWh/år (Energimyndigheten, 2022).

En viktig orsak till att badhusen drar mycket energi är inomhusmiljökraven som ställs på anläggningen. Badhus som Fyrishov omfattas av specifika krav enligt svensk lagstiftning, särskilt enligt Boverkets byggregler (BRR). För dessa byggnader ställs krav på energieffektivitet, ventilation, fuktsäkerhet och tillgänglighet (Boverket, 2024). Generellt är badhus tekniskt avancerade på grund av behovet av styrda klimatmiljöer, vattenrening och god driftsekonomi. Det är därför viktigt att uppnå optimala förhållanden utifrån byggnadens fuktsäkerhet, energianvändning och inomhusmiljö. Ventilation är en av de processer som påverkar energianvändningen mest, en stor besparingspotential ligger därför i reglering av dessa processer (BELOK, 2016). Energibehovet kan även reduceras genom återvinning av värme från avloppsvatten (Delrapport 5).

Kraven på ventilationssystem i simhallar är höga då det är ett inomhusklimat med hög temperatur och hög luftfuktighet vilket leder till att ventilationen utgör en stor del av badhusets totala energiförbrukning (Almemark et al, 2015). Då bassängvattnet renas med klor avges klorföreningar vid reaktion med kväveföreningar och organiskt material vilket gör att det är viktigt att det sker ett stort utbyte av luft vid vattenytan då klorföreningar i större mängder kan vara hälsoskadliga för människor. Vattenavdunstning leder till hög luftfuktighet och detta påverkar den termiska komforten och kan även orsaka fuktskador. För att motverka detta krävs därför bra ventilation. Användning av bassängtäckor under de tider simhallen är stängd minskar belastningen på ventilationen då avdunstningen från bassängerna minskar avsevärt (Delrapport 1).

Dessutom är uppvärmning av byggnader en grundläggande del i en energianalys eftersom de ofta utgör den största andelen av en byggnads energibehov (Boverket, 2025). Det finns fler olika metoder för uppvärmning av en byggnad och valet av

metod påverkar både energianvändning och klimatpåverkan. Vidare kan olika uppvärmningsmetoder passa olika bra för olika situationer och förutsättningar beroende på byggnadstyp (Delrapport 3). Uppvärmningen för ett badhus går till stor del till uppvärmningen av pooler och duschvatten, vilket är delar med stor potential för effektivisering (Delrapport 4, Delrapport 5)

1.1 Problembeskrivning

Uppsala kommun har under en period haft problem med låg badkapacitet, det vill säga att i jämförelse med andra kommuner har inte Uppsala samma badmöjligheter per invånare. Detta medför att skolor har fått svårt att undervisa simning under skoltid, samt att simföreningar inte får tillgång till tillräckliga träningstider. Detta har resulterat i att kommunen undersökt hur man kan utöka antalet simhallar i Uppsala. (Uppsala Arenor och Fastigheter, 2025b)

Fyrishov är en av de redan befintliga simhallarna i Uppsala. Däremot är anläggningen gammal och enligt en badutredning som gjordes år 2021 beräknades att den tekniska livslängden på anläggningen endast sträcka sig till år 2026. (Uppsala Arenor och Fastigheter, 2025a)

Uppsala kommun har beslutat att en renovering av Fyrishov ska vara en del av upprustningen av kommunens badkapacitet och anläggningens livstid ska därför förlängas med minst 20 år. Uppsala kommun hoppas att en upprustning med nya tekniska system kan göra anläggningen mer energieffektiv och hållbar. (Uppsala Kommun, 2025)

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien är att undersöka energiflödena i Fyrishov samt utreda alternativa energilösningar och energieffektiviseringsmöjligheter för att minimera energiförbrukningen.

Frågeställningar som kommer att behandlas i denna rapport är följande.

- Hur ser anläggningens energiflöden ut idag?
- Vilka energieffektiviseringsmöjligheter finns för anläggningen?

1.3 Avgränsningar

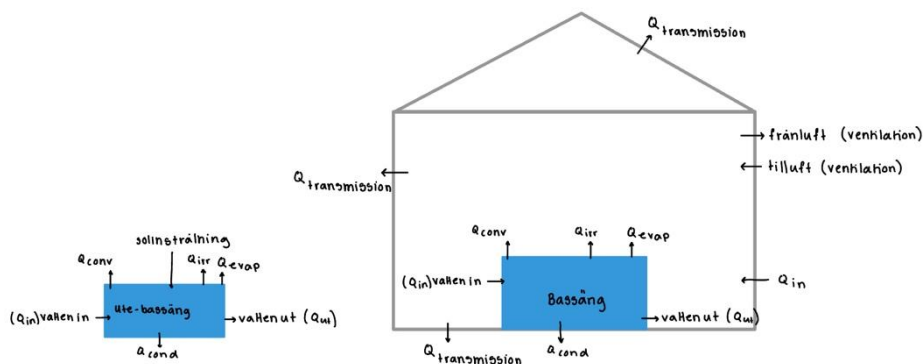
Analysen inkluderar enbart energiflödena i de våta delarna av Fyrishov vilket innefattar bassängområdena både inomhus och utomhus. Figur 1 visar det berörda området. För att begränsa arbetet har endast de områden som antogs ha högst energiförbrukning eller ge upphov till störst energiförluster undersökts. Dessa



2. Material och metoder

1967 invigdes Fyrishallen, gjord för flera olika sporter och aktiviteter (Fyrisov, u.d.) 1991 öppnade sedan Fyrishov som är verksamhetens badanläggning följt av en ytterligare utökning 2013 med bygget av fyra multihallar. Fyrishovs verksamhet kan delas in i "våta" och "torra" områden. De våta områdena består av en simbassäng med måtten 50 gånger 25 meter (27 °C), ett äventyrsbad (30 °C) samt två utomhusbassänger (26 °C) som är öppna under sommarmånaderna. I Figur 1 har de "våta" områdena markerats. De torra områdena inkluderar multihallarna som används till flera olika ändamål, såsom idrott, mässor och evenemang.

I en badhusanläggning är det standard att inomhustemperaturen är 3°C över pooltemperaturen (Almemark et al, 2015). För att upprätthålla pooltemperaturen samt sanitära förhållanden sker ett regelbundet vattenutbyte och därmed finns ett värmebehov in till systemet. Det vatten som flödar ut ur poolen har en hög temperatur, vilket innebär att den värmen kan användas igen för att värma upp inflödande vatten. Utöver det sker ett värmeflöde i luften kopplat till ventilationen samt transmissionsförluster genom klimatskalet, något som medför att mer värme behövs in i systemet. I Figur 2 beskrivs detta översiktligt. På grund av bristfälliga data har temperaturer och flöden av både luft och vatten antagits vara konstanta i modellerna.



Figur 2: En övergripande beskrivning på det studerade systemet. Q_{conv} representerar konvektion, Q_{irr} representerar strålning, Q_{cond} representerar konduktion, Q_{evap} representerar avdunstning, Q_{in} representerar värme in i systemet och Q_{ut} representerar värme ut ur systemet.

2.0 Ventilation

En energieffektiv ventilationslösning i simhallar innebär användning av luftbehandlingsaggregat med motströmsvärmeväxlare. Detta system utnyttjar värmen i frånluften för att värma upp tilluften genom att flödena går i motsatt riktning och separeras av en tunn vägg som möjliggör ett värmeutbyte och därmed minskar behovet av uppvärmning (Menerga, u.å.).

För att beräkna ventilationens effektbehov under ett år användes timvis temperaturdata för år 2024 från SMHI:s väderstation Uppsala Aut (SMHI, u.å.). Verkningsgraden för nuvarande ventilationsaggregat uppskattades vara 0,4 och 0,9 för ett nytt ventilationsaggregat, där det nya aggregatet antogs vara en motströmsvärmeväxlare av modellen NX ThermoCond från Menerga (REC, u.å.). Verkningsgraden definierades som hur effektivt ett aggregat omvandlar elektrisk energi till energi som används i syfte för ändamålet, i detta fall ventilerat lokalerna. Effektbehovet för det nya respektive nuvarande aggregat plottades i Python och ett stapeldiagram över energiförbrukningen togs fram.

För beräkning av ett ventilationsaggregats effektbehov användes följande formel

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot (h_{inne} - h_{ute}) \quad (1)$$

Där $\dot{Q}$ är effektbehovet, $\dot{V}$ volymflödet luft, ρ luftens densitet, och h entalpin för inomhusluft, respektive utomhusluft. Entalpierna beräknades enligt

$$h = c_{p,luft} \cdot T + x \cdot (r + c_{p,v} \cdot T) \quad (2)$$

Där c_p är den specifika värmekapaciteten för luft respektive vattenånga, T temperatur, x fuktinnehållet och r vattnets förångningsvärme. Fuktinnehållet x beräknades med ekvationen

$$x = 0,622 \cdot \frac{p_v}{p_{atm} - p_v} \quad (3)$$

Där p_v är mättnadsångtrycket och p_{atm} atmosfärstrycket. Konstanten 0,622 härstammar från division av molmassan för vattenångans med molmassan för torr luft.

2.1 Transmission

I modellen användes temperaturdata från SMHI över år 2024 för beräkningen av transmissionsförlusterna.

2.1.0 Ekvationer

Transmissionsförluster

$$Q = UA(T_{inne} - T_{ute}) \quad (4)$$

Där U är U-värdet som beskriver ett materials förmåga att värmeisolera, A är arean på ytan som används för att beräkna värmeförlusterna och T är temperatur.

U-värde

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (5)$$

R_{total} inkluderar både materiallager och ytmotstånd (0,13 m²K/W invändigt och 0,04 m²K/W utvändigt).

Termiskt motstånd

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (6)$$

λ är värmeledningsförmågan för de olika materialen och d är materialets tjocklek.

2.1.1 Ytornas värden

Mer detaljerade beräkningssteg finns redovisade i Delrapport 2.

Fönster

Byggnaden har till mestadels 3-glasfönster, men eftersom dessa är punkterade uppskattades U-värdet enligt 2-glasfönster vilket landade på 3,0 W/m²K enligt Elitfönster (2023). Detta standardvärde användes för beräkningarna.

Tak

Ekvation 6 tillsammans med värmeledningsförmågan hos materialen för taket användes för att beräkna motstånden, vilket visas i Tabell 1. Materialet board antas vara furu där värmeledningsförmågans parallellt med fibrerna användes.

Tabell 1: Värmeledningsförmågan (Finnfoam, u.å; Svenskt trä, u.å) och motståndet hos de olika materialen i taket.

Material (Tjocklek)	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
---------------------	------------------	------------------------

Cellplast (150 mm)	0,036	4,167
Board (30 mm)	0,260	0,115

Vägg

Ekvation 6 användes tillsammans med data för värmeledningsförmågan hos väggen för att beräkna motstånden, värdena illustreras i Tabell 2.

Tabell 2: Värmeledningsförmågan (Jernkontoret, u.å.; ROCKWOOL AB, u.å.; Träullit AB, 2021) och motståndet hos de olika materialen i väggen.

Material (Tjocklek)	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Betong (90 mm)	1,700	0,053
Stenull (45 mm)	0,035	1,286
Träullit (40mm)	0,070	0,571

Golv

Golvet antas vara en betongplatta (200 mm) på mark med 100 mm cellplastisolering under. Med hjälp av Ekvation 6 beräknades golvets olika materials motstånd vilket visas nedan i Tabell 3.

Tabell 3: Värmeledningsförmågan (Finnfoam, u.å.; Jernkontoret, u.å.) och motståndet hos de olika materialen i golv.

Material (Tjocklek)	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Cellplast (100 mm)	0,036	2,778
Betong (200 mm)	1,700	0,118

2.1.2 Värden efter renovering

Efter renoveringen antas ytornas värden följa Upphandlingsmyndighetens (2020) direktiv för U-värden. Dessa värden visas i Tabell 4.

Tabell 4: U-värden enligt Upphandlingsmyndigheten för bad- och simanläggningar (Upphandlingsmyndigheten, 2020).

Byggnadsdel	Högst tillåtna U-värde [W/m ² K]
Ytterväggar	0,09
Golv	0,09
Yttertak	0,07
Fönster inklusive båge och karm	0,09

2.2 Bassänger

2.2.1 Konstanter

I Tabell 5 redovisas värden på använda konstanter.

Tabell 5: Fysikaliska konstanter, och antagna värden

Konstant	Värde
Vattnets densitet (ρ)	1000 kg/m ³
Vattnets specifika värmekapacitet (c)	4186 J/(kg·K)
Tyngdacceleration (g)	9,82 m/s ²
Stefan-Boltzmanns konstant (σ)	5.67*10 ⁻⁸ W/(m ² ·K ⁴)
Absorptionskoefficient för solstrålning	0,85 (dimensionslös)
Avdunstningskoefficient Vatten (h)	25 W/(m ² ·K)
Konvektionskoefficient Vatten (h)	10 W/(m ² ·K)
Markens värmekonduktivitet (k)	1,5 W/(m·K)
Marktjocklek	0,3 m

2.2.2 Metod

För att kartlägga energianvändningen för uppvärmning av poolerna modellerades de i Python där relevant data fördes in för att producera ett resultat. Beräkning av poolernas dimensioner ges av angivna data alternativt egna mätningar från skalenliga ritningar. Modellen kommer att följa systembeskrivningen från Figur 2. Där de olika förlusterna beskrivs genom följande formler.

Vattnets avdunstningsenergi, det vill säga den energi som försvinner då vattnet i bassängen avdunstar, ges av

$$q_{ev} = h_{ev} \cdot A(P_{sat} - P_{air}) \quad (7)$$

där P_{sat} ges av Tetens tryckformel

$$P_{sat} = 610,78e^{\frac{(17,27 \cdot T_c)}{T_c + 237,5}} \quad (8)$$

Strålningsvärmeförlusten ges av Stefan Boltzmanns strålningsförlustlag. Detta agerar som värmetillförsel för inomhuspoler då lufttemperatur hålls högre än poolens temperatur.

$$q_{irr} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_{pool}^4 - T_{ground}^4) \quad (9)$$

Värmeförlusten till poolens botten är angivet genom konduktionslagen

$$q_{cond} = \frac{A \cdot k}{d} \cdot (T_{pool} - T_{ground}) \quad (10)$$

Konvektionen mellan luften och vattnet som är värmeförlust till poolen då lufttemperatur hålls konstant högre än bassängtemperatur.

$$q_{conv} = h \cdot A \cdot (T_{pool} - T_{air}) \quad (11)$$

Värmen som krävs för att värma det inkommande ersättningsvattnet i bassängen

$$q_{rep} = c \cdot \rho \cdot \dot{m} (T_{pool} - 288,15) \quad (12)$$

För utomhuspoolen användes temperaturdata från SMHI år 2024 under den period på året då poolen är öppen. Denna data användes även i modellering av effektbefarande åtgärder.

2.3 Värmeåtervinning

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

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (13)$$

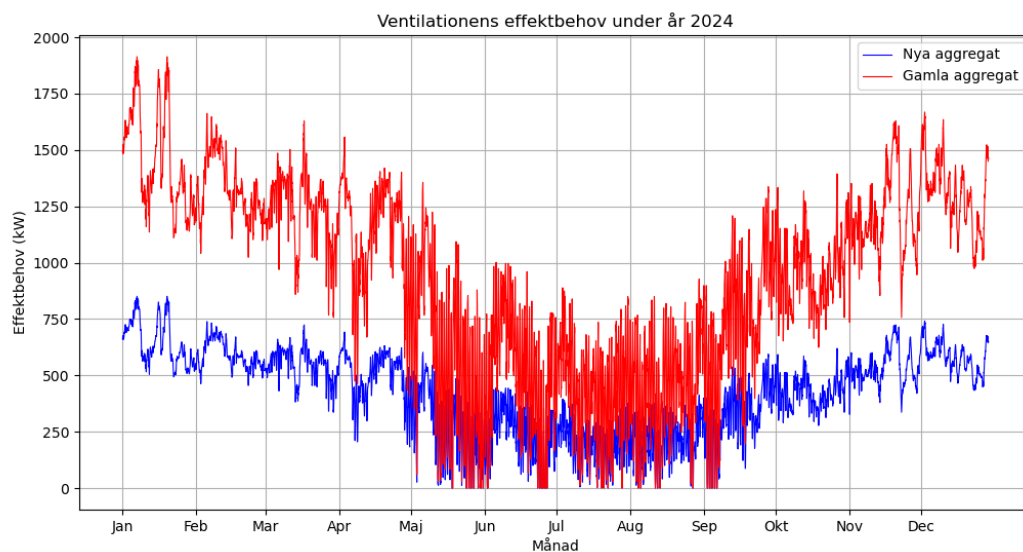
Massan (m) är den mängd vatten som analyseras, till exempel den massa vatten som krävs för en duschning. Temperaturskillnaden är skillnaden mellan den införda temperaturen och den önskade, till exempel det tillförda vattnets temperatur i jämförelse med den temperaturen som de använda vattnet har i en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

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 13 skulle detta innebära ett energiinnehåll på 6270 kJ per duschning. De tekniker som kommer att användas för värmeåtervinning är värmeväxlare samt värmepumpar. För mer detaljerad beskrivning av teknikerna hänvisas till Delrapport 5.

3. Resultat

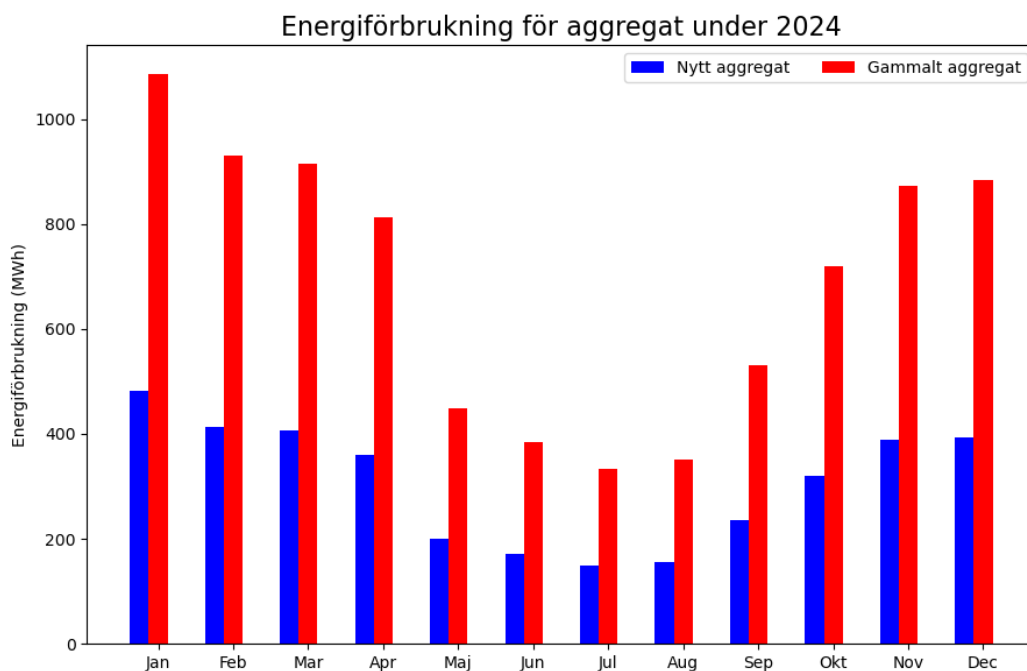
3.0 Ventilation

Figur 3 visar hur ventilationens effektbehov skiljer sig då verkningsgraden är 0,9 respektive 0,4 vilket ska motsvara nya och gamla ventilationsaggregat. Effektbehovet är plottat över ett år och timvis temperaturdata från SMHI för år 2024 har använts. Ett luftflöde på 27 500 m³/h har använts för båda aggregaten. Ett nytt aggregat beräknades vara 125% mer effektivt än ett gammalt.



Figur 3: Ventilationens effektbehov som funktion av utomhustemperaturen under år 2024 då verkningsgraden är 0,9 respektive 0,4.

I Figur 4 syns energiförbrukningen för ett nytt och ett gammalt ventilationsaggregat för varje månad under år 2024.



Figur 4: Energiförbrukning per månad för ett nytt och ett gammalt ventilationsaggregat under år 2024.

De exakta värdena för Figur 4 syns i Tabell 6.

Tabell 6: Energiförbrukning per månad för ett nytt respektive ett gammalt ventilationsaggregat under år 2024, samt potentiella besparingar vid utbyte av ett gammalt aggregat mot ett nytt.

Månad	Nytt aggregat [MWh]	Gammalt aggregat [MWh]	Besparingar [MWh]
Januari	482	1086	603
Februari	414	930	516
Mars	406	914	508
April	361	812	451
Maj	199	448	249
Juni	171	384	213
Juli	149	334	186
Augusti	156	352	195
September	236	530	294
Oktober	319	719	399
November	388	874	485
December	393	883	491
Hela året	3674	8264	4590

Genom att byta ut gamla aggregat mot nya sänks energiförbrukningen med 55,5 procent.

En känslighetsanalys genomfördes med avseende på hur resultatet påverkas av val av utomhusluftfuktighet vilket redovisas i Tabell 7.

Tabell 7: Hur energibesparingarna förändras då utomhusluftfuktigheten x varierar.

Månad	+10% [kWh]	0% [kWh]	-10% [kWh]	Genomsnittlig Förändring
Januari	598 kWh	604 kWh	609 kWh	1,02%
April	441 kWh	451 kWh	462 kWh	2,30%
Juli	161 kWh	186 kWh	212 kWh	13,8%
Oktober	386 kWh	399 kWh	413 kWh	3,41%

3.1 Transmission

3.1.0 Framtagna U-värden

Ytornas U-värden beräknades med hjälp av Ekvation 5, samt Tabell 1, 2 och 3 som innehåller de olika materialens R-värden. Detta redovisas i Tabell 8.

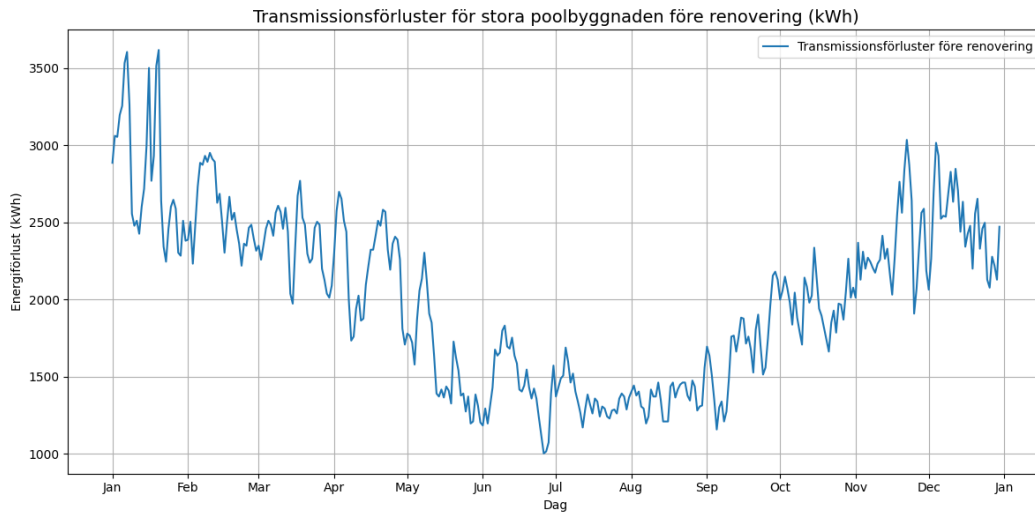
Tabell 8: U-värden för de olika ytorna på Fyrishovs badanläggning.

Byggnadsdel	U-värde [W/m ² K]
Vägg	0,48
Fönster (2 glas)	3,00
Tak	0,22
Golv	0,33

De dagliga transmissionsförlusterna för varje byggnadsdel beräknades med hjälp av Ekvation 4. Slutligen summerades alla dagliga transmissionsförluster för att få en årlig energiförlust. Resultatet visualiseras med hjälp av en linjediagram som visar förlusternas variation över tid.

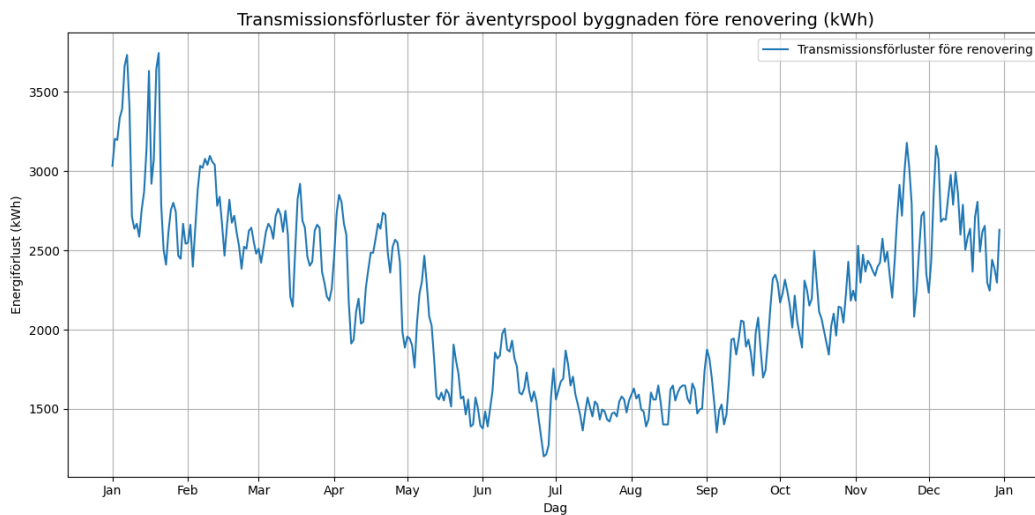
3.1.1 Nutida transmissionsförluster

De totala transmissionsförlusterna för den stora poolbyggnaden under 2024 summeras till 735 700 kWh. Resultatet redovisas i Figur 5.



Figur 5: Stora poolbyggnadens transmissionsförluster under år 2024.

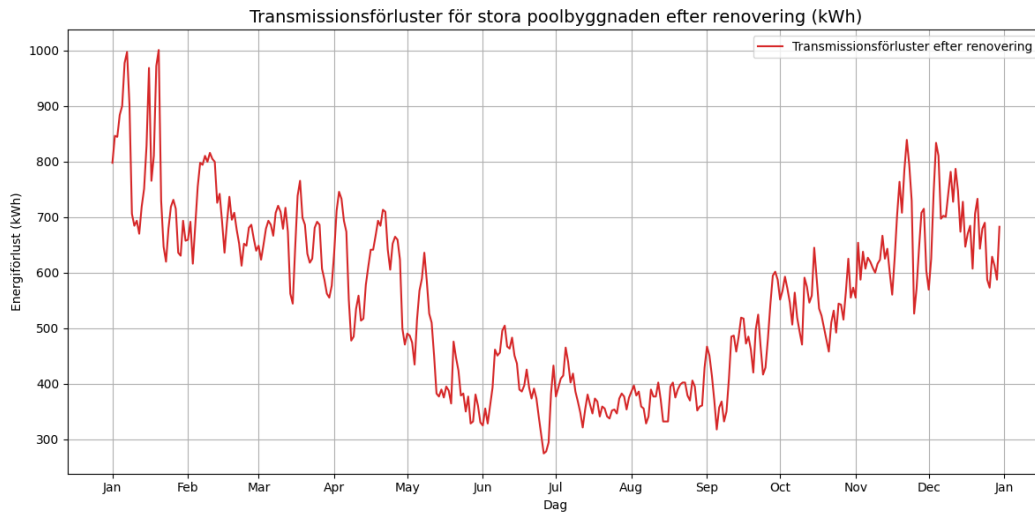
I Figur 6 redovisas de totala transmissionsförlusterna för äventyrspoolsbyggnaden under 2024. Dessa summeras till 798 305 kWh.



Figur 6: Äventyrspoolbyggnadens transmissionsförluster under år 2024.

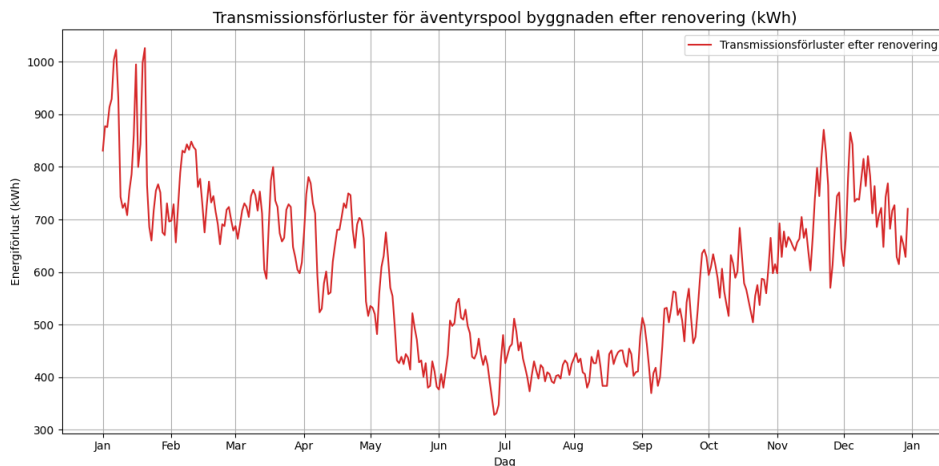
3.1.2 Framtida transmissionsförluster

I Figur 7 redovisas de totala transmissionsförlusterna för stora poolbyggnaden efter renovering enligt Upphandlingsmyndighetens värden från Tabell 4. För 2024 års utomhustemperatur summeras de till 203 027 kWh.



Figur 7: Stora poolbyggnadens transmissionsförluster efter renovering.

I Figur 8 redovisas de totala transmissionsförlusterna för äventyrspoolbyggnaden efter renovering enligt Upphandlingsmyndighetens värden från Tabell 4. För 2024 års utomhustemperatur summeras de till 218 568 kWh.



Figur 8: Äventyrspool byggnadens transmissionsförluster efter renovering.

Transmissionsförlusterna för de två byggnadsdelarna enligt 2024 års utomhustemperaturer redovisas i Tabell 9 och de sammanlagda transmissionsförlusterna före och efter renovering visas i Tabell 10.

Tabell 9: Totala transmissionsförlusterna för de två byggnadsdelarna.

	Stora poolbyggnaden	Äventyrspool byggnaden
Före renovering	735 700 kWh	798 305 kWh
Efter renovering	203 027 kWh	218 568 kWh

Tabell 10: Fyrishovs badanläggnings totala transmissionsförluster enligt 2024 års utomhustemperaturer.

	Totala transmissionsförluster för Fyrishovs badanläggning
Före renovering	1 534 005 kWh
Efter renovering	421 595 kWh

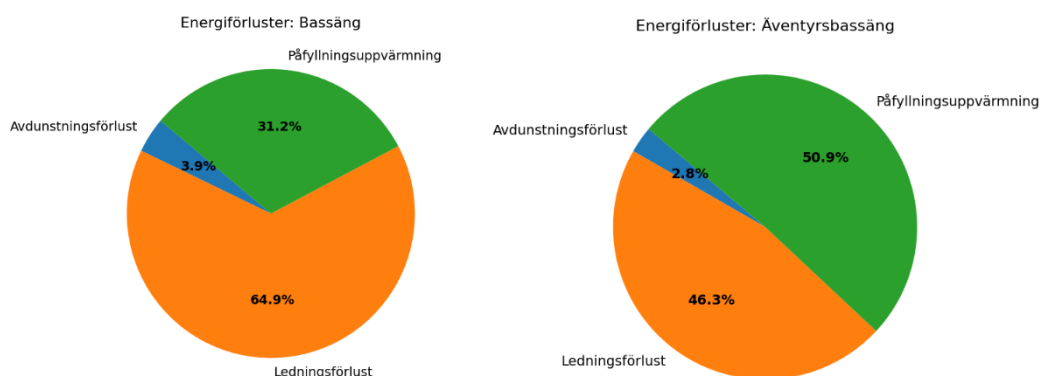
Tabell 11 presenterar känslighetsanalysen och visar vilken yta som har störst påverkan på resultatet.

Tabell 11: Totala förlusternas påverkan utifrån känslighetsanalys av ytornas U-värden, med hjälp av koden för stora poolbyggnadens förluster.

	+10% [kWh]	0% [kWh]	-10% [kWh]	Förändring
Vägg	747 351	735 700	724 048	1,6 %
Tak	746 959	735 700	724 440	1,5 %
Fönster	762 076	735 700	709 324	3,6 %
Golv	759 982	735 700	711 417	3,3 %

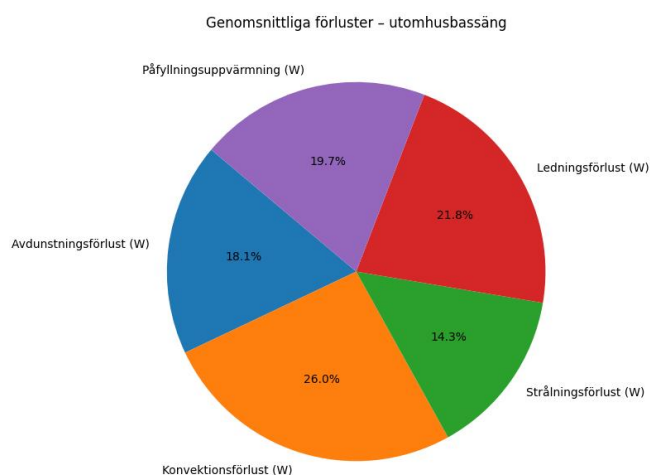
3.2 Bassänger

Förlusterna för de två inomhusbassängerna som undersöktes visas i Figur 9.



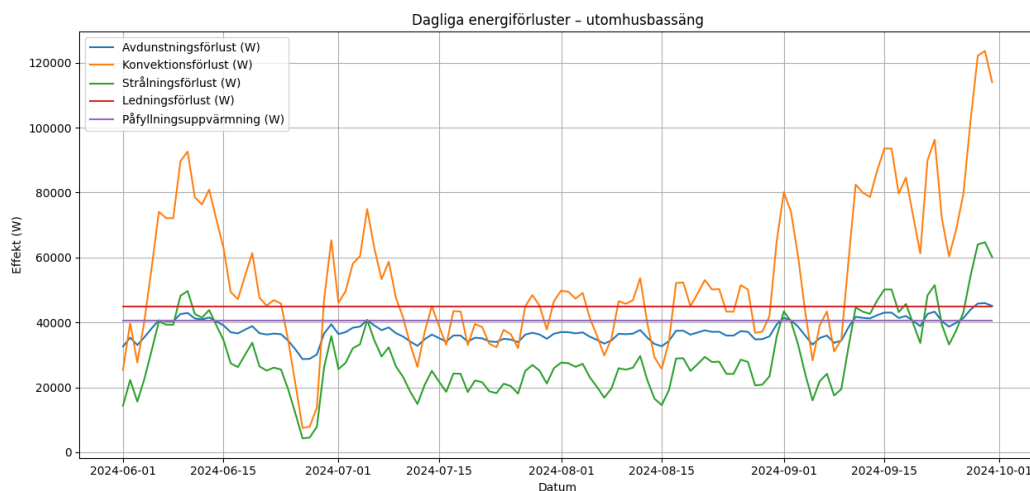
Figur 9: Cirkeldiagram över de största värmeförlusterna för inomhuspoolerna

I Figur 10 och 11 visas energiförlusterna hos utomhuspoolen under sommaren då den är öppen för bad.



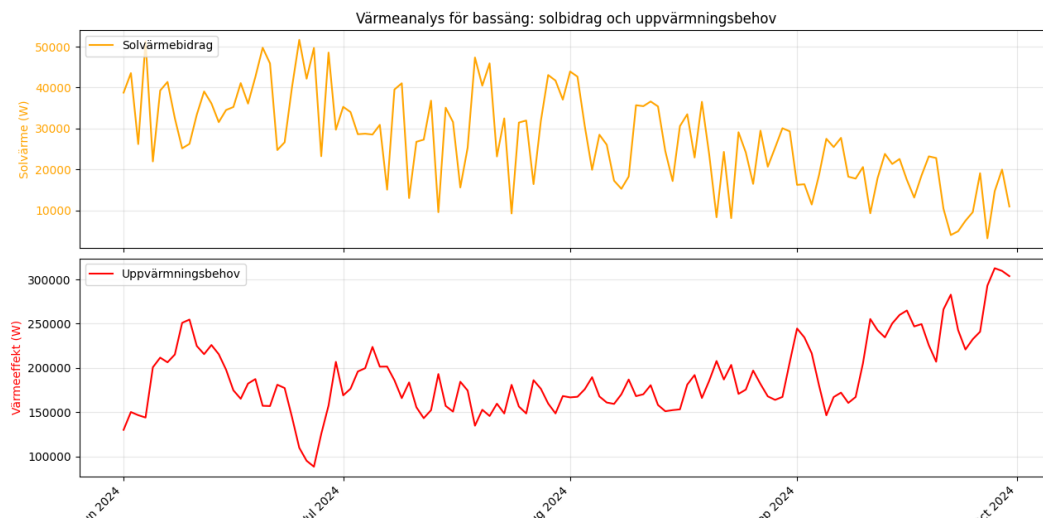
Figur 10: Cirkeldiagram över medelförlusterna för utomhuspoolen

Förluster baserat på dag under sommarsäsong för utomhuspoolen visas i Figur 11



Figur 11: Daglig energiförlust för utomhuspoolen under 2024

Hur solskenet under sommarsäsong sammanträffar med den totala värmeförlusten visas i diagram 12.



Figur 12: Solabsorbktion mot summan av värmeförlusterna

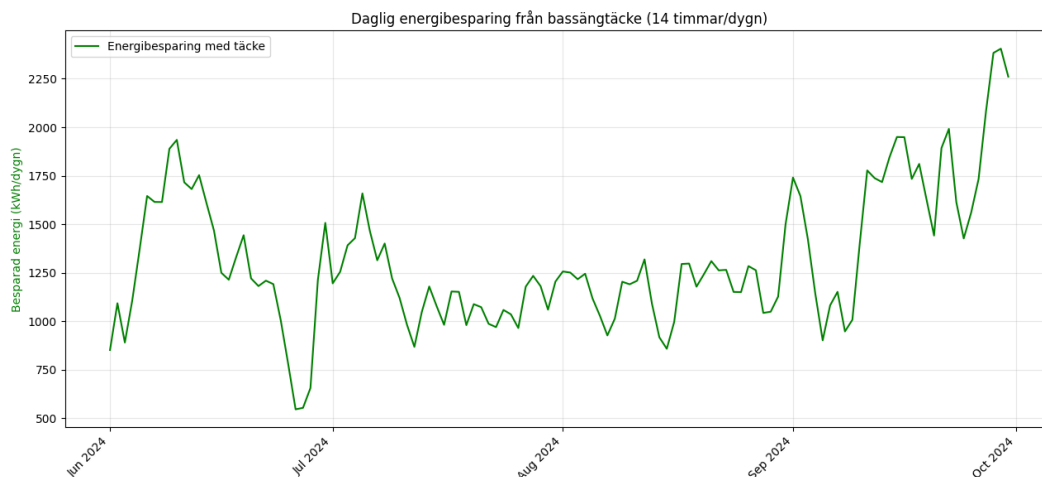
Solfångare med en yta på 100 m² och en effektivitet på 55% fås resultaten som visas nedan i Tabell 12.

Tabell 12: Producerad värme från solfångarna & besparad energi från täckningen av utomhuspoolen.

	Energi tjänad via solfångare [kWh]	Energi besparad med täckning [MWh]
Dagligt genomsnitt	2,8	1,3
Totalt över perioden	533,3	160,1

Den genomsnittlig effektvinsten från installerade solfångare blir 2782 Wh och totalt över perioden blir förlusterna ungefär 533 258 Wh. Därmed blir en temperaturutvinning $\frac{Q}{m \cdot c} = \Delta T \approx 0,925$ K. Alltså kommer solfångare bör kunna i snitt 0,925 graders uppvärmning per dag i värmeväxlaren.

I Figur 13 visas hur mycket energi som besparas genom användning av bassängtäckte under de tider utomhuspoolen inte är öppen.



Figur 13: Besparing av energi via ett övertäckningssystem.

3.3 Värmeåtervinning

I Tabell 13 redovisas resultatet av användning av värmeväxlare samt värmepumpar i processen för värmeåtervinning. Det område där Fyrishov kan spara mest energi genom värmeåtervinning är duscharna eftersom duschvattnet har högre temperatur än de andra områdena vilket innebär att det finns mer energi att utnyttja. Totalt finns det potential att reducera energiförbrukningen för uppvärmning av vattnet från 2521 MWh till 190 MWh per år.

Tabell 13: Mängd energi som krävs för att värma upp vatten till önskad temperatur med olika uppvärmningssätt per månad.

Område	Volym [m ³ /månad]	Temp- skillnad [°C]	Fjärr- värme [MWh]	Värme- växlare [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
Under- visning	1007,91	26	30,40	9,35	2,38	28,02
Duschar	1250	54	78,3	21,75	5,44	72,86

.

3.4 Sammanställt resultat

I tabell 14 nedan sammanställs resultatet för de årliga energibesparingarna hos respektive del.

Tabell 14: Sammanställning av resultat från samtliga delar.

Område	Potentiell besparing [MWh]
Transmission	1112
Ventilation	4590
Bassäng	160
Värmeåtervinning	2330

4. Diskussion

4.0 Ventilation

Enligt Tabell 6 sparas mycket energi genom att byta ut nuvarande ventilationsaggregat då de är gamla och har dålig avfuktning vilket innebär att verkningsgraden minskat. Ventilation utgör en stor del av energianvändningen i ett badhus eftersom det krävs en hög luftfuktighet och temperatur men samtidigt ett högt luftutbyte för att minska koncentrationen av klorföreningar i luften. Ett energieffektivt ventilationssystem är därför viktigt för att minska byggnadens energibehov. För att minska behovet av ventilation kan också tillämpning av bassängtäcke under de tider som bassängerna inte används vara en möjlig åtgärd. Detta leder till minskade energiförluster då överdraget förhindrar avdunstning och då minskar även behovet av ventilation eftersom luftfuktigheten inte blir lika hög.

För att upprätthålla en hög verkningsgrad på ventilationssystem behövs det underhållas regelbundet på ett lämpligt sätt. De gamla aggregaten på Fyrishov hade en lägre verkningsgrad på grund av bland annat bristfälligt underhåll och uppskattades därför ha en betydligt lägre verkningsgrad än ett nytt aggregat.

Vid beräkningar av energiförluster i ventilationssystem var datan bristfällig för både de nya och de gamla aggregaten. Både nya och gamla aggregat antogs ha ett konstant luftflöde på 27 500 m³/h. Den relativa luftfuktigheten utomhus antogs även vara konstant 80% och inomhus 50%. Effektbehovet av ventilationssystemet beräknades och plottades för varje timme av dygnet år 2024. Detta är ej nödvändigtvis representativt för Fyrishov då ventilationen inte nödvändigtvis arbetar konstant under dessa förhållanden varje timme av året. Parametrarna för beräkningen förenklades och antaganden gjordes för konstanter. Dessa antaganden resulterade i att effektbehovet för ett gammalt aggregat var 2,25 gånger högre än för ett nytt vilket beräknades endast med hjälp av aggregatens verkningsgrader.

Utifrån känslighetsanalysen som gjordes konstateras det att utomhusluftfuktigheten, som undersöktes i Tabell 7, hade störst påverkan på resultatet för varmare månader, då varmare luft kan bära mer fukt. Överlag påverkades inte resultatet mycket av luftfuktigheten på egen hand, men då många parametrar antagits är modellens känslighet fortfarande hög. Oavsett skillnader i värden för olika parametrar framgår det huvudsakliga budskapet bakom beräkningarna; ett nytt aggregat bör ha mycket högre verkningsgrad än ett gammalt som ej blivit underhållet propert.

4.1 Transmission

Utifrån resultatet för transmissionsförlusterna tydliggörs det att vid renovering enligt riktlinjerna minskar dessa. Ett resultat som förväntades eftersom förändringarna som gjorts handlar om minskade U-värden, något som enligt Ekvation 4 innebär lägre transmissionsförluster. Vid en jämförelse av Figur 5 och Figur 7 visas det att förlusterna före och efter renovering följer samma mönster. Detta kan också anses vara ett rimligt resultat eftersom skillnaderna i beräkningarna endast handlat om olika U-värden för de två modellerna för respektive byggnadsdel. Ur samtliga resultat från transmissionsdelen tydliggörs det att transmissionsförlusterna är högst under vintermånaderna och lägst under sommaren. Även dessa resultat anses rimliga eftersom temperaturskillnaderna mellan ute- och inneluft är större på vintern än sommaren, enligt Ekvation 4 ger detta större förluster. Skillnader mellan de olika byggnadsdelarnas förluster grundar sig i att inomhustemperaturerna skiljer sig med varandra.

Resultaten visar att det blir en stor effekt av att renovera alla ytor på klimatskalet enligt Tabell 4. I praktiken är det inte nödvändigtvis rimligt att anta att renovering av samtliga delar kommer att genomföras utan snarare att renovering fokuseras till vissa delar. Utifrån Tabell 11 framgår det att byte av fönster hade gett störst effekt, vilket delvis beror på att de har ett ursprungligt högt U-värde men även att de utgör en stor area.

Utöver det har U-värden efter renovering tagits fram med hjälp av upphandlingsmyndighetens direktiv, dessa värden är låga och det är inte säkert att de kommer kunna uppnås i praktiken. Det är dock rimligt att anta att det efter renovering kommer vara lägre U-värden som i sin tur hade medfört att lägre transmissionsförluster hade uppnåtts. För att komma fram till ett mer tillförlitligt och realistiskt resultat hade en mer exakt renoveringsplan behövts.

4.2 Bassänger

Från Figur 9 samt 10, som visar fördelningen av utsläppen, kan det bedömas att ledningsförlust samt uppvärmning av påfyllnadsvattnet i värmeväxlarna kräver mest energi. Konduktionsförlusterna kan motverkas genom att minimera temperaturskillnaden till marken som antagits vara 12 °C. Likaså kan användning av solfångare eller värmeåtervinning tillämpas runt bassängerna för att minska temperaturskillnaden och därmed konduktionsförlusterna.

Modellen har påvisat att stora besparingar kan möjliggöras genom användning av bassängtäcke. Enligt Tabell 12 kan besparingar på 160 MWh uppnås genom att täcka utomhuspoolen nattetid. Svenska nätter tenderar att sjunka mycket i temperatur vid solnedgång och därmed är installation av täcket en simpel men effektiv lösning för att spara värme. Pooltäcket kan även ge andra positiva sideoffekter då det förhindrar att djur vistas nattetid i poolen samt att smuts och löv hamnar i vattnet.

Utomhusbassängen, vars värmeförluster är väderberoende, visar även samband av intresse; Figur 12 visar hur maximumpunkter av solsken går hand i hand med att värmebehovet minskar. Likaså är det med temperatur då hög lufttemperatur ger en liten temperaturskillnad mot poolen och mindre uppvärmningsbehov.

Då scriptet för modellen har många parametrar är resultaten beroende av ingångsvärdena. Flera av dessa är tagna via mätningar från Uppsala Arenor & Fastigheter eller beräknade värden baserat på givna data. Några värden är dock antagna värden, där bland k-värdet för poolmaterialet samt tjockleken hos materialet och temperaturen i marken. Konduktionen kan därför ändras om dessa ingångsvärden ändras.

De parametrar som ingår i poolernas värmeförluster har alla linjära samband. Detta innebär att förändringar av en parameter kommer innebära lika stora förändringar av slutresultat och modellen är därför känslig mot större förändringar. Mättnadstrycket som ingår i avdunstningsförluster har exponentiella faktorer vilket innebär att den är känsligare än de linjära sambanden. Att utveckla modellen skulle innebära att göra egna mätningar och undersökningar av de värden som antagits, för att få en närmare representation av systemet.

4.3 Värmeåtervinning

Från Tabell 13 klargörs att implementering av värmeåtervinning i duscharna kan vara fördelaktigt för Fyrishovs verksamhet då detta potentiellt skulle resultera i en minskad förbrukning på drygt 2300 MWh per månad. Utöver ett minskat behov av energi skulle denna investering även minska verksamhetens kostnader på sikt. Trots dessa förbättringar är implementeringarna däremot inte nödvändigtvis självklara då många faktorer bör tas i beaktning inför planeringen av en eventuell renovering.

För att ta ett beslut angående implementering av värmeåtervinning krävs utvärdering av olika faktorer och förutsättningar (Delrapport 5). Först och främst, skulle implementeringen kräva ett större ingrepp i avloppssystemet. Förutsatt att

avlopp mellan toaletter och duschar ej är separerade, som är vanligt hos badhus byggda under denna tid, krävs omfattande renovering. Detta innebär i sin tur större kostnader, dels för renoveringen i sig, dels i form av förluster från ett eventuellt behov av begränsning av verksamheten. Om detta däremot inte är fallet för Fyrishov blir renoveringen betydligt mindre omfattande.

En annan faktor som påverkar storleken på renoveringen är förutsättningarna för utgångsläget runtomkring avloppen. Det är inte ovanligt att badhus av denna ålder har bristande fuktskydd på grund av otillräckligt underhåll. Om detta inte tas i beaktning vid implementering av värmeåtervinning kan det resultera i mögelbildning och korrosion runtomkring anläggningen. Om detta är fallet, blir renoveringen ännu mer omfattande och kostsam.

Till sist påverkar även valet av värmeväxlare och värmepump förbättringspotentialen. Valet av Ecoflow-värmeväxlare från Isakssons gör att mycket värme kan återvinnas tack vare dess längd och många rörpassager, vilket ger bra värmeöverföring. Värmepumpen ur V-serien från Gullberg & Jansson är inverterstyrd och anpassar sig efter behov, vilket ger lägre energiförbrukning och jämnare värme. Tillsammans ger de ett effektivt system som sparar energi och sänker driftskostnaderna.

Även i denna del har vissa antaganden gjorts vilket påverkar tillförlitligheten. Detta inkluderar bland annat det inflödande vattnets temperatur samt krav på vattnets temperatur vid duscharna. Detta har i sin tur en inverkan på resultatets trovärdighet och bör undersökas ytterligare för ett mer exakt resultat. Trots detta bör implementering av värmeåtervinning innebära en relativt stor förbättring för energibehovet på Fyrishov.

4.4 Gemensam diskussion

Tabell 14 visar den sammanlagda besparingspotentialen från de olika områdena som analyserades. Störst besparing fås inom ventilation (4590 MWh) och värmeåtervinning (2330 MWh), vilket menar att dessa områden bör prioriteras. Genom att även byta ut ytornas material och förbättra U-värdena enligt riktlinjerna i Tabell 4 fås också betydande besparing (1112 MWh). Bassängernas besparing (160 MWh) är mindre än hos de andra områdena men är ändå relevant. Totalt visar tabellen att flera åtgärder tillsammans kan ge stor energibesparing för anläggningen.

5. Slutsatser

För att energieffektivisera Fyrishov bör gamla ventilationsaggregat bytas ut mot nya med bättre avfuktning och högre verkningsgrad.

Genom att förbättra klimatskalets U-värden kan transmissionsförlusterna minskas. Störst effekt fås vid fönsterbyte, vilket bör prioriteras vid renovering.

Genom att implementera värmeåtervinning i omklädningsrummet på Fyrishov kan stora mängder energi spara vilket i sin tur reducerar energibehovet för uppvärmning och på sätt även verksamhetens totala kostnader. Energiminimeringen beräknas till ungefär 2330,4 MWh från värmeåtervinningen ensamt.

Enkla lösningar i form av täckning av utomhuspool kan spara en större del värme jämfört med vad implementering av solfångare kan. Båda är dock effektiva lösningar som kan anpassas vid renovering för att göra anläggningen bättre rustad.

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).

ASHRAE (2019) *ASHRAE Handbook - HVAC Applications Applications SI Swimming Pool: Swimming Pools*. Tillgänglig: <https://www.scribd.com/document/588317610/2019-ASHRAE-Handbook-HVAC-Applications-SI-swimming-pool> (Hämtad: 2025-05-05).

BELOK (2016) *Energieffektivisering av badhus*. Tillgänglig: <https://belok.se/energieffektivisering-av-badhus/> (Hämtad: 2025-05-13).

Boverket (2024) *Fuktsäkerhet - PBL kunskapsbanken*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/energianvandning/> (Hämtad: 2025-04-15).

Boverket (2025) *Bygg- och fastighetssektorn energianvändning uppdelat på förnybar energi, fossil energi och kärnkraft*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/energianvandning/> (Hämtad: 2025-04-13).

Elitfönster (2023) *Därför vill du ha ett lågt U-värde på dina fönster*. Tillgänglig: <https://www.elitfonster.se/reportage-artiklar/vad-ar-u-varde/> (Hämtad: 2025-05-19).

Energihandbok (u.å.) *Energihandbok*. Tillgänglig: <https://www.energihandbok.se/energiinnehall-i-vatten> (Hämtad: 2025-05-03).

Energimyndigheten (2022) *Energieffektiva badhus*. Tillgänglig: <https://www.energimyndigheten.se/effektiv-energianvandning/offentlig-sektor/aktorer-som-bidrar-med-kunskap/energieffektiva-badhus/> (Hämtad: 2025-04-02)

Finnfoam (u.å.) *Finnfoam XPS300*. Tillgänglig: <https://cdn.bygggtjeneste.no/nobb/27fd7cf6-aa9c-42e4-8abe-f86d7a12a465> (Hämtad: 2025-05-19).

Fyrishov (u.å.) *Fyrishovs historia*. Tillgänglig: <https://fyrishov.se/om-oss/historia/> (Hämtad: 2025-04-23).

Google Maps (2025) [Karttjänst]. Tillgänglig: https://www.google.com/maps/@59.8712739,17.6227323,985m/data=!3m1!1e3?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI1MDUxNS4wIKXMDS0JLDEwMjExNDU1SAFQAww%3D%3D (Hämtad: 2025-05-20).

Jernkontoret (u.å.) *Jernkontorets energihandbok*. Tillgänglig: <https://www.energihandbok.se/> (Hämtad: 2025-05-19).

Menerga (u.å.) *Luftbehandlingsaggregat med motströmsvärmeväxlare*. Tillgänglig: <https://www.menerga.com/sv/luftbehandlingsaggregat/byggnader-med-noll-energianvandning/nx-adconair-series/nx-adconair> (Hämtad: 2025-04-18).

Northeast Pool Covers (2024) *Energy & Heating Benefits*. Tillgänglig: <https://northeastpoolcovers.com/cover-benefits/energy-heating-benefits/> (Hämtad: 2025-05-03).

REC (u.å.) *REC reder ut begreppen*. Tillgänglig: https://www.rec-indovent.se/wp-content/uploads/Varmevaxlare_REC-reder-ut_190227.pdf (Hämtad: 2025-04-18).

ROCKWOOL AB (u.å.) *Flexibatts 35*. Tillgänglig: <https://www.rockwool.com/se/produkter-och-konstruktioner/produktoversikt/byggisolering/flexibatts-35/> (Hämtad: 2025-05-19).

Sjökvisst, M. (2013) *Möjligheter till energieffektivisering i badhus*. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:582599/FULLTEXT01.pdf> (Hämtad: 2025-04-20).

SMHI (2024) *Ladda ner väderobservationer - Lufttemperatur*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/hitta-data-for-en-plats/ladda-ner-vaderobservationer/airtemperatureInstant> (Hämtad: 2025-04-27).

SMHI (2024) *Solstrålning - Irradians*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/solstralning/solstralning/irradiance/105285> (Hämtad: 2025-04-18).

SMHI (u.å.) *Ladda ned väderobservationer*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/hitta-data-for-en-plats/ladda-ner-vaderobservationer/airtemperatureInstant/97510> (Hämtad: 2025-04-22).

Svenskt trä (u.å.) *Egenskaper*. Tillgänglig: <https://www.svenskttra.se/bygg-med-tra/om-kl-tra/egenskaper/> (Hämtad: 2025-05-19).

Teli, D., Bourikas, K. och James, P.A.B. (2017) 'Energy analysis of swimming pools for sports activities: cost-effective solutions for efficiency improvement', *Energy and Buildings*, 151, ss. 318–331. Tillgänglig: <https://www.researchgate.net/publication/319995175> (Hämtad: 2025-04-18).

Träullit AB (2021) *Träullit Standard*. Tillgänglig: <https://traullit.se/wp-content/uploads/2021/05/2021-Standard-Tekniska-Data-Enkelspread.pdf> (Hämtad: 2025-05-19).

Upphandlingsmyndigheten (u.å.) *Klimatskärm och U-värden*. Tillgänglig: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/kriterier/bygg-och-fastighet/bad--och-simanlaggningar/bad--och-simanlaggningar---krav-pa-byggnader-och-anlaggningar/klimatskarm-och-u-varden/basniva/> (Hämtad: 2025-05-19).

Uppsala arenor och fastigheter (2025a) Renovering av Fyrishov för en längre livslängd. <https://arenorochfastigheter.uppsala.se/projekt-utveckling-underhall/renovering-av-fyrishov-for-en-langre-livslangd/> (Hämtad: 2025-03-03).

Uppsala arenor och fastigheter (2025b) Stort behov av nya badanläggningar i Uppsala. <https://arenorochfastigheter.uppsala.se/projekt-utveckling-underhall/nya-badanlaggningar/> (Hämtad: 2025-03-03).

Uppsala Kommun (2025) Kommunen satsar på Fyrishov till 2045. <https://www.uppsala.se/kommun-och-politik/nyheter-och-pessmeddelanden/2025/kommunen-satsar-pa-fyrishov-till-2045/> (Hämtad: 2025-03-03).

U.S. Department of Energy (u.å.) *Swimming Pool Covers*. Tillgänglig: <https://www.energy.gov/energysaver/swimming-pool-covers> (Hämtad: 2025-05-05).

Delrapporter

Delrapport 1

Ventilation

Adam Frisk, Katja Leickt

Delrapport 2

Delrapport - Transmission

Korab Berisha, Alice Kallner

Delrapport 3

Delrapport - Uppvärmningsmetoder

Alice Kallner

Delrapport 4

Delrapport - Bassänger

Axel Gustafsson, Rasmus Tiberg

Delrapport 5

Delrapport - Värmeåtervinning

Victor Andersson, Hanna Hansson

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Uppsala universitet (UU) kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU alternativt UU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan när som helst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket på respektive universitet.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU/UU:s publiceringsavtal och SLU/UU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter här:

- SLU: <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>
- UU: <https://www.uu.se/bibliotek/publicera/diva/publiceringsvillkor-i-diva>

Publiceras vid: ☒ SLU (Epsilon) ☐ UU (DIVA)

☒ JA, jag, Victor Andersson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Korab Berisha har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Adam Frisk har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Axel Gustafsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Hanna Hansson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Alice Kallner har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Katja Leickt har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☒ JA, jag, Rasmus Tiberg har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse till att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.