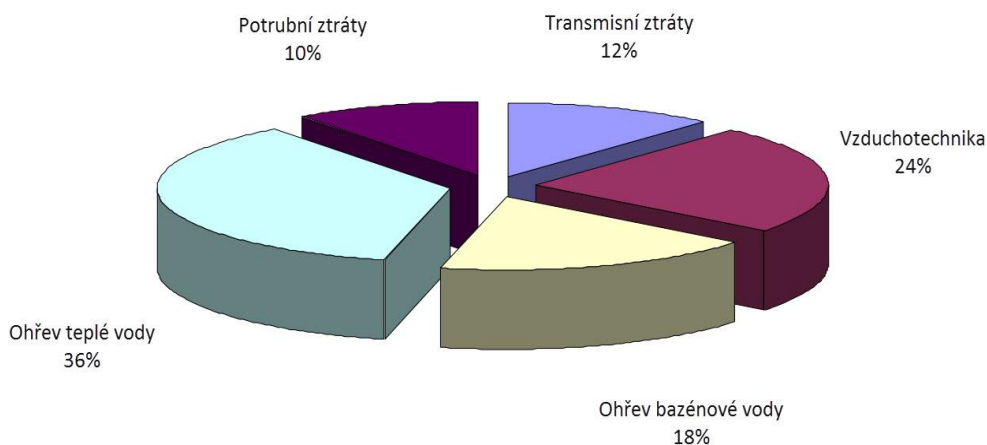


Příklad: Navrhovaná úsporná opatření pro krytý bazén

Rozdělení spotřeby tepla
v krytém bazénu



V provozu krytého plaveckého bazénu je zapotřebí extrémního množství energie k celoročnímu ohřevu bazénové a sprchovací vody.

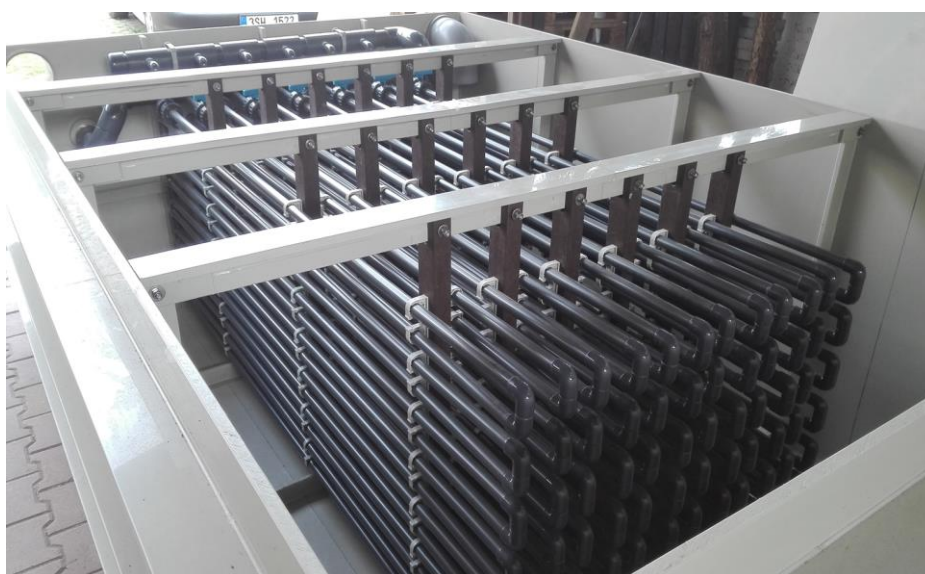
Do ohřevu bazénové vody spadá i ohřev takzvané vody ředící, doplňované do bazénu podle hygienického předpisu v závislosti na počtu návštěvníků (30 – 45 l os/den).

Ohřev bazénové vody je v tomto případě realizován výměníky tepla, sekundárně zařazených do recirkulačního okruhu bazénové technologie a primárně připojených na plynovou kotelnu. Ohřev vody pro sprchování a úklid je prováděn v nepřímo ohřívaných zásobnících vody také připojených na plynovou kotelnu. Recirkulačnímu ohřevu bazénové vody a ohřevu vody do sprch vypomáhá solární termické zařízení na střeše objektu, které bylo součástí dodávky bazénu a jeho očekávaný roční výkon je ca. 40 000 kWh



Za účelem dopuštění ředící vody do bazénu se musí minimálně stejné množství vody z bazénu vypustit. Tato voda se využívá pro praní filtrů a pak se v běžném provozu označena jako prací voda vypouští při teplotě ca. 30 °C do veřejné kanalizace.

Z důvodu úspory energie jsme vyvinuli „*Rekupační jímku se zabudovaným výměníkem*“, která zachytí teplou bazénovou vodu po praní filtrů a pomocí vnořeného trubkového výměníku předá svoji tepelnou energii přívodní vodě studené, která proudí výměníkem přímo z veřejného řádu o teplotě ca. 12 °C a je takto již predehřátá se značnou úsporou využita jako voda ředící anebo sprchovací. Znečištěná ochlazená voda po praní filtrů pak oteče do kanalizace, anebo se dále využije viz. níže



Na následujících stránkách předložím množství a hodnotu odpadní vody z krytého bazénu dle informací provozovatele, která odtéká bez jakékoliv rekuperace přímo do kanalizace. Navrhnu jednoduché a velmi úsporné řešení, jak tuto nehospodárnost snížit přinejmenším na polovinu.

Rekuperací odpadní vody v bazénech jsem se začal zabývat až na základě vlastních zkušeností při dodávce solárního zařízení právě na tomto objektu v roce 2018.

Teprve při výstavbě této budovy jsem se po čtyřicetileté praxi v topenářském oboru seznámil s tím, jak nehospodárně navržené jsou technologie stávajících bazénů a jak málo by stačilo k jejich nápravě a ušetření statisíců korun ročně. Během uplynulého roku jsem hovořil s mnoha odborníky i provozovateli a ubezpečil se, že moje návrhy rekuperace jsou zcela prosté, levné a musí být funkční. I z tohoto důvodu nemusím mít obavu s možností jejich financování.

BAZÉNOVÁ VODA

V našem případě je dle údajů provozovatele vypouštěno přímo do kanalizace ca. **6 650 m3/za rok** - vody ohřáté na teplotu **28 – 36°C** při provozu 350 dní v roce.

Denní množství jednotlivých bazénů:	Velký bazén	12 m3	ca. 28°C
	Vířivka	5 m3	ca. 36°C
	Dětský bazén	2 m3	ca. 34°C

Z této odpadní teplé vody a její energie je možné získat zpět velké množství pomoci:

- a) rekuperační jímka
- b) filtrace silnou ozonizací
- c) tepelné čerpadlo voda/voda anebo zem/voda zabudované do záchytné jímky

Hodnota odpadní vody.

Následující čísla jsou zaokrouhlená.

Cena vody z bazénů 6 650 m3 x 90,- Kč = **598 500,- Kč**

Poznámka: *Cenu vody je přibližná, nutno dosadit správnou hodnotu*

Množství energie obsažené v odpadní vodě z jednotlivých bazénů při průměrné teplotě studené vody 12 °C

Velký bazén	12 m3	ca. 28°C	4 200 m3	x 1,163	x 16°C	=	78 154 kWh
Vířivka	5 m3	ca. 36°C	1 750 m3	x 1,163	x 24°C	=	48 846 kWh
Dětský bazén	2 m3	ca. 32°C	700 m3	x 1,163	x 22°C	=	17 910 kWh

Množství energie v odpadní vodě celkem

145 000 kWh

Poznámka: *Aby mohlo zůstat v odpadní vodě takové množství energie je zapotřebí ještě většího množství na její výrobu. (Účinnost plynových kotlů, ztráty v potrubí apod.)*

Celková hodnota odpadní vody ze všech tří bazénů

Přibližná nákupní cena vody		600 000,- Kč
Přibližná cena energie ve vodě obsažená	1 kWh = 2,- Kč	290 000,- Kč

Přibližná hodnota odpadní vody z bazénů: **890 000,- Kč**

Poznámka: *Cena 1 kWh je přibližná, nutno dosadit správnou hodnotu*

Rekuperace bazénové odpadní vody

Z těchto ca. **900 000,- Kč** lze pomocí naší rekuperační technologie značnou část ušetřit. Nezapomeňme přitom na to, že energie obsažená v odpadní vodě je již nižší než skutečný příkon potřebný na její výrobu. To znamená, že rekuperací odpadní vody zachráníme téměř čistou energii bez potrubních, odpařovacích a dalších ztrát. Lidově řečeno „**vytáhneme peníze z kanálu**“.

V našem případě je nezvykle malý prostor pro úpravu bazénové vody, takže jsem se zpočátku domníval, že není pro naše technologie dostatek místa. Po schůzce na objektu jsem si uvědomil, že je možné zhotovit potřebné jímky přímo ve volném, sníženém prostoru vedle hlavního bazénu.

Aby byla rekuperace skutečně účinná, potřebujeme jednu rekuperační jímku a dvě jímky na ozónovou filtraci prací vody, která bude po důkladném vyčištění vpuštěna pomocí malé vodárny zpět do recirkulačního procesu jako voda pitná (ředící). Legislativně a hygienicky je vše v pořádku.

Kombinace rekuperační jímky, tepelného čerpadla a filtrace vody silnou ozonizací.

Stručný popis.

Napuštění filtrační jímky po praní filtrů čistější prací vodou (zaučení obsluhy), více špinavá voda se odchytne do rekuperační jímky, anebo se pustí do kanalizace.

Vyčištěná voda **silnou ozonizací** pomocí malé vodárny zpět do akumulacích nádrží, nebo k dalšímu ohřevu do sprch.

Rekuperační jímka pracuje bez dalších zdrojů a lze s ní uspořit tolik energie, kolik se v ní zachytí odpadní vody a na druhé straně proteče skrze výměník studené vody z veřejného vodovodu.

Jelikož je tato technologie nová, dá se její úspora na základě našeho měření pouze odhadnout. Množství uspořené energie závisí na teplotě odpadní prací vody a přírodní vody studené. Čím větší rozdíl, tím větší úspora. Dá se očekávat, že v zimních měsících bude úspora

vyšší, což nám přesně vyhovuje.

Na výstupu přehřáté vody z jímky bude osazen měřič výkonu, aby se dala úspora energie přesně definovat.

Podle našich zkušebních měření si troufám odhadnout, že průměrná úspora bude **8 – 15 kWh** z každého přehřátého kubického metru přírodní studené vody. *(Je to zhruba tolik energie, kolik se uvolní **spálením 1 m³ zemního plynu**)*

Zásadní výhodu rekuperační jímky vidím v tom, že je vyrobena převážně z umělohmotných materiálů a její životnost bude zhruba stejná jako životnost recirkulačního potrubí (dlouhá) Na rozdíl od jiných (dražších) způsobů rekuperace pracuje tato jímka zcela bez pomoci jiných energií, motorů (*čerpadel apod.*). Její provoz, kromě pár minut času obsluhy, nic nestojí

Při představě, že odpadní voda z bazénu má téměř stejnou energetickou hodnotu jako zemní plyn, který k nám teče bůhví odkud a musíme ho draze nakupovat při jeho spalování vzniká ještě nám dobře známý O₂. Při této představě skutečně nechápu, že se lidstvo zajímá touto problematikou pouze okrajově.

V našem případě **ale** navrhuji nainstalovat do rekuperační jímky sběrný trubkový kolektor z PE – potrubí který bude sloužit jako primární zdroj energie pro níže navržené tepelné čerpadlo zem / voda Tato technologie bude skutečně jedinečná a ochladí bazénovou vodu až ca. na 5 °C, kdy už ji můžeme bez výčitek svědomí vypustit do kanalizace

Technologií **Silná ozonizace** bychom denně přefiltrovali **ca 10 m³** teplé, znečištěné prací vody po praní filtrů a včetně její tepelné energie bychom ji vrátily bez dalšího ohřevu zpět do recirkulační technologie bazénu, anebo do hydraulického okruhu pro sprchování návštěvníků, kde bude dohřáta již zabudovaným ohříváčem vody.

Níže kurzivou: Výpočet úspor při využití **Silné ozonizace** zpracovaný ing. panem Machem. Takové zařízení je již léta v provozu v **Aquaparku Barrandov**, kde má pan ing. Mach na starosti kompletní technologii bazénové vody.

Využití odpadní vody

V prostoru krytého bazénu je denně vypouštěna do kanalizace voda z praní filtrů. Je to voda s průměrnou teplotou cca 30°C (vířivka min. 36°C, dětský bazén 32°C, velký bazén 28°C, která je pouze mechanicky znečištěna a má větší obsah vázaného chlóru. Celkové množství této vody je cca 133 m³ za týden Předmětem této studie je využití cca 70 m³) této vody ve dvou úrovních a to na sprchování návštěvníků nebo pro dopouštění bazénů. Pro tyto potřeby je nutné vodu důkladně mechanicky vyčistit a hygienicky zabezpečit, tak aby mohla sloužit podle současných předpisů jako voda ředící. Naše ozónová úprava zaručí, že po 6 hodinách budou parametry na úrovni pitné vody a teplota poklesne jen o 0,5°C

Voda do sprch a ředící voda

Úspora vody za jeden den 10 m³ při ceně vodného a stočného cca 90,-Kč/m³ je 900,-Kč, při provozu 350 dnů v roce činí úspora 315 000,-Kč. Je však třeba uvažovat, že ceny vodného, stočného a energií neustále stoupají.

Průměrná teplota přírodní vody je 10°C. Rozdíl teplot mezi přírodní a použitou vodou je 20°C. Uvažujme tedy, že tato voda se vlivem studeného prostředí ochladí o 0,5°C

Úspora tepla za 1 den:

$$Q = 1,163 \times 19,5^\circ\text{C} \times 10 \text{ m}^3 = 226,7 \text{ kWh}$$

Úspora tepla za 1 rok (350 dnů provozu)

$$Q = 226,7 \times 350 = 79\,354 \text{ kWh}$$

Při ceně 1 kWh = 2 Kč je úspora za rok 158 708,-Kč

Provozní náklady : spotřeba elektrické energie - recirkulační čerpadlo 0,4 kW
ozonizace 1,72 kW

Celkem 2,12 kW

Doba provozu max. 20 hod dennět.j. 42,4 kWh
Za 1 rok (350 dnů)t.j. 14 840 kWh
(elektřina)
Cena za 1 kWh = 3,2 Kč spotřeba je 47 488 Kč

Celková roční úspora je tedy 315 000 + 158 708 – 47 840 = 425 868,-Kč

SPRCHOVACÍ VODA

Sprchy, kterými prochází každý návštěvník dvakrát, na přístupu do bazénu a znovu při odchodu do šaten, spotřebují podle počtu návštěvníků (400 osob za den) za 1 rok :

140 000 osob x ca. 20 l (dvojitý sprchování) = **2 800 m³ za rok**

Teplota sprchovací vody ca.40°C

voda: ca. 90,- Kč m³ x 2 800 m³ = **252 000,- Kč**

energie: 2 800 m³ x 1,163 x ca. 25 °C = 81 410 kWh
(teploda)
= 81 410 x 2,- Kč = **162 820,- Kč**

Hodnota odpadní vody ze sprch: ca. 415 000,- Kč

Kdybychom chtěli ušetřit **i tuto energii** ze sprch (všechnu zbylou odpadní energii z celého komplexu)), museli bychom vsadit do odpadního potrubí mezi vstupní budovou a přítokem

odpadního potrubí do veřejné kanalizace ještě jednu jímku, kterou bychom vybavili sběrným výměníkem pro pohon tepelného čerpadla země – voda (*musím konkrétně vysvětlit technikovi*)

V tomto případě by nevadilo, že kanalizace ve sprchách je smíšená s fekáliemi, poněvadž kolektor pro pohon tepelného čerpadla v jímce by byl z PE potrubí a nepotřeboval by žádnou údržbu. O tomto způsobu jsem hovořil s výrobcem tepelných čerpadel, který je o pozitivním využití a velmi vysokém topném faktoru také skálopevně přesvědčen.

Dodávka a montáž tepelného čerpadla země / voda

Návrh tepelného čerpadla **AQ37Z** firmy **Master Therm**

Tepelné čerpadlo o příkonu 3,4 kW topný faktor přes 5,0

Topný výkon přes 18 kW

Výroba energie za 350 dní při denním patnáctihodinovém provozu:

$$\begin{aligned} 15 \times 18 \text{ kW} &= 270 \text{ kWh} \times 350 \text{ dní} &= 94\,500 \text{ kWh} \\ & & \text{(plyn)} \\ & 94\,500 \text{ kWh} \times 2,-\text{Kč} &= 189\,000,- \text{ Kč} \end{aligned}$$

provoz TČ :

$$\begin{aligned} 15 \times 3,4 \text{ kW} &= 51 \text{ kWh} \times 350 \text{ dní} &= 17\,850 \text{ kWh} \\ & & \text{(elektřina)} \\ & 17\,850 \text{ kWh} \times 2 \text{ kWh} &= \mathbf{35\,700,- \text{ Kč}} \end{aligned}$$

Roční úspora energie:

výroba		189 000,-
provoz	-	35 700,-
servis	-	10 000,-

Roční úspora TČ: ca. 143 300,- Kč

Při instalaci TČ téměř žádné ztráty v potrubí, protože přímo v technologii bazénu

Roční úspora a náklady všech navrhovaných řešení

1. Kombinace rekuperační jímky a filtrace vody silnou ozonizací

	uspořený výkon	náklady (odhad)
Rekuperační jímka Plus	35 000 kWh	250 000,- Kč
Filtrace vody silnou ozonizací	79 354 kWh	700 000,- Kč

2. Instalace sběrného kolektoru pro tepelné čerpadlo do rekuperační jímky a dodávka tepelného čerpadla včetně jeho zapojení

71 650 kWh 350 000,- Kč

186 000 kWh 1 300 000,- Kč

Roční úspora: 186 000 kWh x 2,- Kč = 372 000,- Kč

cena vody: = 315 000,- Kč

Celková roční úspora: ca. 687 000,- Kč

Celkové náklady: ca. 1 300 000,- Kč

Jelikož se jedná o **pilotní projekt**, nabízíme při standardní platbě okamžitou slevu **10 %** cena: 1 170 000,- Kč

Při navrhovaném způsobu financování: cena: 1 300 000,- Kč

AMORTIZACE 2 roky