

Petr KRAMOLIŠ¹⁾doc. Ing. Mojmír VRTEK, Ph.D.²⁾¹⁾ Projektant solárních zařízení,

Projekce OZE

²⁾ Vysoká škola báňská

TU Ostrava, Fakulta strojní,

katedra energetiky

Recenzent

prof. Ing. Jiří Petrák, CSc.

Solární chlazení pro pavilon tuleňů a tučňáků

Solar Cooling for Pavilion of Seals and Penguins

Příspěvek popisuje návrh solární „kombi-plus“ soustavy primárně určené pro zajištění části tepla pro pohon absorpčního chlazení bazénové vody v pavilonu tuleňů a tučňáků v klimaticky teplém období. V případě, že bazénovou vodu nebude třeba ochlazovat, bude produkované teplo využíváno pro přípravu teplé vody případně i pro přitápění.

Klíčová slova: venkovní bazén, solární absorpční chlazení

Authors describe the design of solar kombi-plus system primarily determined for the ensuring a part of heat for the absorptive cooling the water in the pond (pool) in the pavilion of seals and penguins in the climatic warm period, in their contribution. If the pond water need not to be cooled, the produced warm is to be used for the WSW preparation or for the additional heating.

Key words: outside pond, solar absorption cooling

ÚVOD

Stavba nové Expozice tuleňů a tučňáků v ZOO Ostrava má představit kombinaci chovu atraktivních zvířat, které jsou svým chováním a akčností přitažlivé pro návštěvníky. Oba druhy zvířat pochází z chladných oblastí a nejsou náročné na teplotní výkyvy. Limitující faktory jsou však pro ně na jedné straně maximální dovolená teplota vody v bazénech a na straně druhé zamrzání jejich hladiny. Pro optimální metabolismus tuleňů a tučňáků je nutno udržovat dlouhodobě teplotu vody v bazénech pod úroveň 18 °C, krátkodobě je možno akceptovat teplotu 19 °C. Z toho vyplývá požadavek na chlazení vody ve venkovních i vnitřních bazénech v letní části roku.

Dalším limitujícím faktorem je požadavek investora na minimální nárůst spotřeby elektřiny vzhledem k plně vytižené síti. Tomuto vyhoví instalace absorpční chladicí jednotky (CHJ), která využívá jako pohon především tepelnou energii. V tomto případě je navrženo využití solárního tepla a tepla ze spalování zemního plynu přímo v CHJ, přičemž oba zdroje tepla mohou být provozovány samostatně i současně. Jedná se o kompaktní kombinovanou CHJ umístěnou v technickém zázemí expozice.

Tab. 1 Parametry bazénů [1]

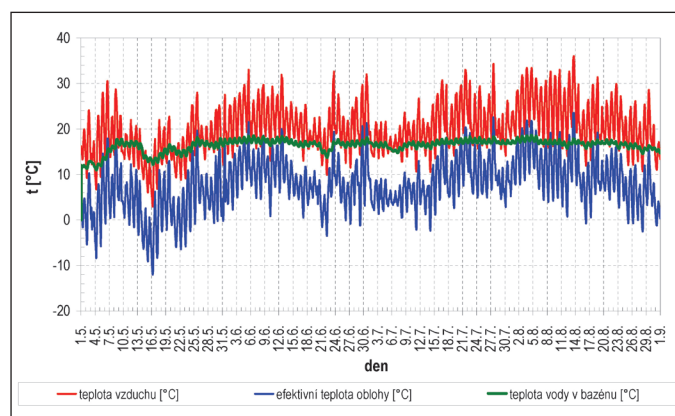
Bazén	Vodní plocha	Objem
	[m ²]	[m ³]
tuleňi	450	920
tučňáci	220	430
Celkem	670	1350

STANOVENÍ CHLADICÍHO VÝKONU

Podkladem pro stanovení chladicího výkonu byly klimatické údaje referenčního roku 2003, který patří k nejteplejším rokům v posledním desetiletí. Porovná-li se tento extrémní rok s dlouhodobým průměrem za období 1993 až 2004, pak průměrné množství dopadlé solární energie za měsíce květen až srpen činí 616,7 kWh oproti 682 kWh pro rok 2003. Dlouhodobý průměr je nižší o 9,6 %, což není výrazný rozdíl. Více než na sumárních hodnotách za vybrané období záleží na denních nebo několikadenních extrémech.

Výpočty byly realizovány speciálně sestaveným matematicko-fyzikálním modelem. Tento model umožňuje simulaci energetické bilance a tepelně akumulativního chování bazénů pro různě zadané vstupní parametry, jako jsou maximální dovolená teplota vody, chladicí výkon, teplota, při které se spouští chlazení apod. pro reálná meteorologická data. Model pracuje s hodinovým krokem a analýzy byly provedeny pro období 1. 5. do 1. 9. 2003 společně pro oba bazény, jelikož mají stejnou teplotu vody a stejnou provozní dobu.

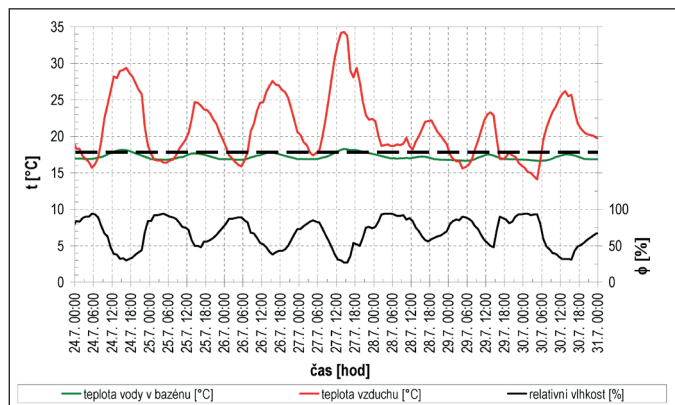
Zásadním a zcela odlišným kritériem od všech plaveckých bazénů je v tomto případě teplota vody pohybující se v rozmezí 17 až 18 °C, což je pod teplotou venkovního vzduchu, která se v letních měsících pohybuje převážně mezi 23 až 34 °C. Za těchto podmínek probíhají přenosy tepla oproti vyhříváním bazénům naopak. Např. konvekci je bazénová voda vzduchem ohřívána, podobně to může být i s radiací. Efektivní teplota oblohy, rozhodující o směru výsledného toku tepla sáláním, je v denní době často okolo 20,5 až 21 °C, a to znamená, že radiace je reverzní a obloha sálá teplo na hladinu. V době poklesu venkovních teplot vzduchu a v noci však dochází k vyzařování tepla radiací z hladiny do okolí (obr. 1).



Obr. 1 Průběh teploty vzduchu, efektivní teploty oblohy a teploty vody s chlazením

Standardně probíhá pouze proces odparu a vliv solární radiace. Pohltivost slunečního záření hladinou uvažovaná ve výpočtech je 0,85. Tato hodnota je reálná pro cca 90 % doby slunečního svitu. Odpar je kromě teploty vody závislý na teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a rychlosti proudění vzduchu nad hladinou. Pro stanovení rychlosti větru se vychází

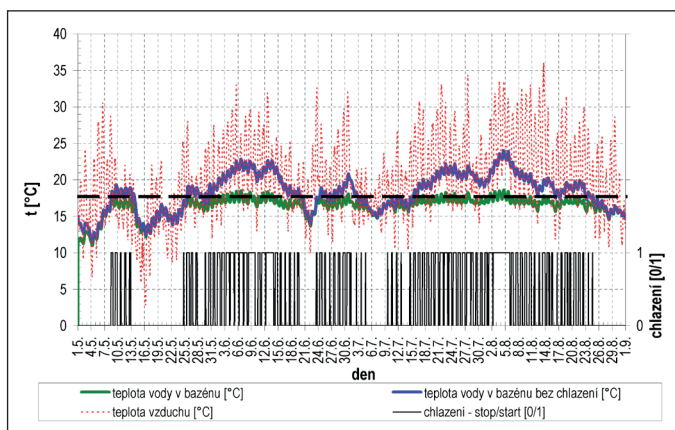
zelo z reálných dat z letiště Mošnov pro rok 2003 korigovaných na výšku 1 m a dalším zohledněním pro lokalitu ZOO. Pro expozici tuleňů a tučňáků vycházela rychlost vzduchu spíše nižší, jelikož bazény jsou obklopeny vzrostlými stromy a stavbami. To snižuje odpar a posiluje tendenci ke zvyšování teploty vody a zvyšuje tím potřebu chladicího výkonu.



Obr. 2 Kolísání relativní vlhkosti, teploty vzduchu a teploty vody s chlazením

Poměrně neobvyklé je přísun tepla do bazénové vody intenzivním čerpáním při výměně objemu bazénů 1x za hodinu, což je požadavek zoologů. Zpracovatel technologie udává následující osazení čerpadel pro cirkulaci bazénové vody (instalovaný výkon). Pro tuleň 4 x 30 kW (z toho 1 ks rezerva) tj. provozně max. 90 kW, předaný tepelný výkon 30,24 kW při účinnosti 40 %. Pro tučňáky 4 x 22 kW (1 ks rezerva), celkem 66 kW, předaný tepelný výkon 19,01 kW při účinnosti 36 %. V součtu pak provozních 156 kW a tepelný výkon 49,25 kW. Uvažujeme-li 20% rezervu v elektrickém příkonu oběhových čerpadel, pak při uvedených provozních účinnostech se cirkulující vodou dostane do bazénů za měsíc 53 kWh/m² tj. měsíčně celkem 35,46 MWh. Uvedené množství tepla přechází do bazénové vody a zvyšuje její teplotu, neboť teplota voda je nižší než teplota okolí. Čerpadla budou mít frekvenční měniče a je možné, že v zimním období a v přechodných obdobích bude cirkulující množství vody nižší, ale v letních měsících bude obíhat jmenovité množství.

Z těchto údajů byla vypočtena potřeba chladu pro udržení zadaných teplot a navržena CHJ o chladicím výkonu 200 kW. Ačkoliv je CHJ plynně regulovatelná, je při simulaci uvažován vždy plný výkon jednotky a způsob regulace start/stop. V grafu na obr. 3 jsou vidět průběhy teploty bazénové vody bez chlazení a s chlazením (silné čáry), teplota vzduchu (tečkovaná) a ve spodní části grafu simulace provozu CHJ (provoz 1, odstavení 0). V grafu jsou uvedeny výsledky analýzy pro variantu 18/17 °C, kde první hodnota znamená maximální dlouhodobě dovolenou teplotu



Obr. 3 Průběh teplot vzduchu, vody bez a s chlazením a provozního stavu chlazení

vody a druhá teplotu, při jejímž překročení se spouští chlazení. Tato varianta má nejnižší potřebu chladu. Pro finální energetické vyhodnocení projektu byla z analyzovaných variant vybrána energeticky nejnáročnější varianta 18/16 °C, jelikož v reálném provozu nemusí probíhat vše ideálně.

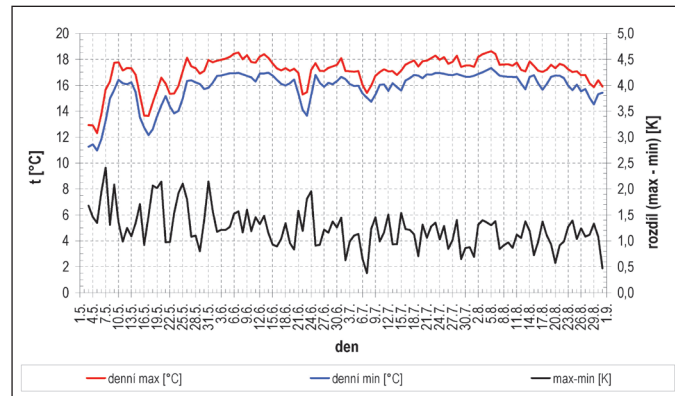
Z výsledků simulace je vidět, že navržený chladicí výkon s malou rezervou dostačuje. Je to zřejmě z maximálně dosahovaných teplot chlazené vody, které jsou zpravidla v požadovaném dlouhodobém limitu do 18 °C, nebo jej krátkodobě mírně překračují, ale vždy jsou pod mezním limitem 19 °C (v simulaci je maximální dosažená hodnota 18,6 °C).

TEPLoty BAZÉNOVÉ VODY

Pro zoology je zajímavý průběh teploty vody bez chlazení (přirozený průběh), který potvrzuje konstatování v zadání projektu, že bazén je nutno chladit (horní silná čára). Z grafu je evidentní, že teplota by dosáhla až 24 °C (obr. 3).

Na obr. 4 jsou pak naznačeny průběhy maximálních a minimálních denních teplot a z nich stanovené rozdíly pro variantu 18/17 °C.

Varianty definované požadovanou maximální teplotou a spínací teplotou byly zpracovány pro 19/17, 18/17 a 18/16 °C. Z analýz vyplývá, že při očekávání extrémně slunečného a teplého počasí není výhodné jen udržovat teploty vody mírně pod povolenou hranici, ale je nutné „předchladit“ vodu na nižší hodnotu např. v průběhu noci. Naopak, při pravidelném provozu CHJ mimo extrémy je výhodné nesnižovat spodní teplotu na 16 °C, ale udržovat ji na 17 °C, neboť nižší teplota zvyšuje potřebu chladu. To však musí vedle správně seřízené regulace nastavovat dobře zaškolená obsluha.

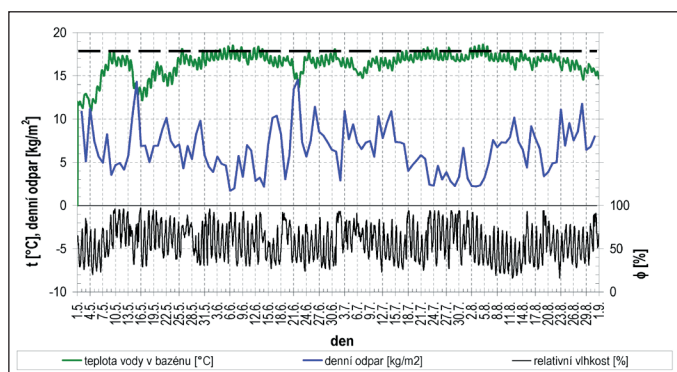


Obr. 4 Denní maximální a minimální teploty vody v bazénu s chlazením a jejich rozdíl

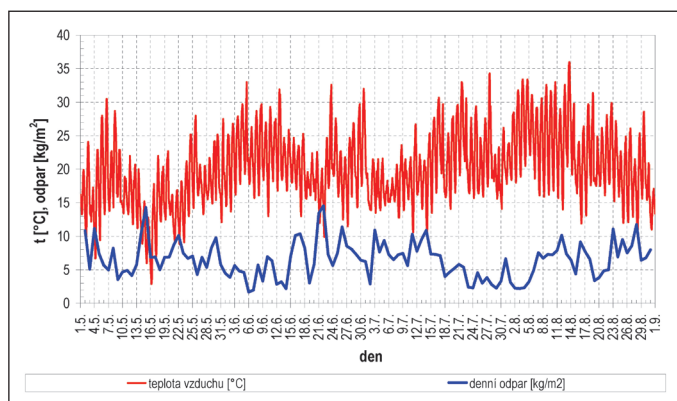
ODPAR VODY Z BAZÉNŮ

Odpar studené vody z bazénů je jiný než u vyhříváných plaveckých bazénů a je podobný odparu z přehrad. V letním období sice teplota povrchové vody v přehradní nádrži vystoupí nad 20 °C, ale jen krátkodobě. Podle informací pracovníků Výzkumného ústavu vodohospodářského se roční odpar pohybuje cca na úrovni 1500 až 2000 kg/m² tj. denní průměr je cca 4 až 5,5 kg/m². Při výpočtu odparu bazénu tuleňů a tučňáků vychází celoroční průměr stejný, pro hodnocenou extrémní sezónu 1. 5. až 31. 8. 2003 pak cca 6,5 kg/m² denně, s denními krajními extrémy 1,5 kg/m² a 14,5 kg/m² viz obr. 5 a 6.

Průměrný denní odpar bude při ploše 670 m² cca 4,4 m³/den. Technolog uvažuje předběžně hodnotu spotřeby vody 5 m³/den, ovšem vč. odkalování a dalších technologických potřeb.



Obr. 5 Průběh teploty vody s chlazením, měrného odparu a relativní vlhkosti vzduchu



Obr. 6 Průběh teploty vzduchu a denního měrného odparu

VLIV DOPOUŠTĚNÉ VODY

Přínos chladu dopouštěním studené vody z vodovodu v hodnotě 5 m³/d znamená při teplotě vody 12 °C množství cca 35 kWh_{chl}/den, případně méně. Z denního množství vyrobeného chladu v průměru 1740 až 2260 kWh_{chl}/den to představuje cca 2,0 až 1,3 %, což je nepodstatná hodnota. Intenzita sluneční radiace a rychlost proudění vzduchu má daleko výraznější vliv na tepelnou bilanci.

SOLÁRNÍ SOUSTAVA

Solární soustava se řadí do kategorie „kombi-plus“ a může zajišťovat teplo nejen pro absorpční chlazení, avšak nebude-li potřeba chladit, lze solární teplo využít pro přípravu teplé vody a přitápění objektu technického zázemí a pavilonu velkých šelem. Vzhledem k tomu, že pavilon je převážně v podzemí a zbývající část je zasypána zeminou a bez oken, je potřeba tepla pro vytápění velmi nízká. Taktéž ohřev vody není výrazný, neboť se jedná pouze o přípravu krmiva a oplachy. Tyto potřeby cca 4x převyšuje potřeba tepla pro absorpční chlazení. Požadovaná teplotní úroveň zdroje tepla pro absorpční chlazení vyžaduje použití vakuových

trubicových kolektorů s parabolickým reflektorem, které při odpovídajícím slunečním záření zajistí teploty 95 až 97 °C. Velikost apertury soustavy je 160 m².

Dalším zdrojem tepla pro vytápění bude kotelna na pelety a zemní plyn. Dvě primární paliva požadoval investor s ohledem na zajištění provozu při výpadku v zásobování energiemi. Elektrická energie je zálohována náhradním zdrojem.

ZÁVĚR

Článek popisuje v ČR unikátní realizaci s nestandardními parametry, kdy je nutno u venkovních bazénů, na rozdíl od klasických plaveckých bazénů, udržovat po většinu letního období teplotu vody pod teplotou okolí.

Účelem příspěvku bylo podat základní informace o výchozích podkladech a o chování systému v průběhu období, kdy se uvažuje s využitím absorpčního chlazení. Tento koncept využívající především obnovitelné zdroje respektuje záměr investora snížit spotřebu fosilních paliv a elektřiny, a tím i provozních nákladů, neboť cenová úroveň těchto nosičů energie má stále se zvyšující trend.

Kontakt na autory: kramolis@mybox.cz, mojmir.vrtek@vsb.cz

Poděkování:

Článek byl zpracován s laskavou podporou projektu ENET – Energetické jednotky pro využití netradičních zdrojů energie (CZ.1.05/2.1.00/03.0069).

Použité zdroje:

[1] Projektová dokumentace ke stavbě „Expozice tučňáků a tuleňů v ZOO Ostrava“.

RADIK X - Control

Na jarním veletrhu Aqua-Therm Praha prezentoval výrobce radiátorů a konvektorů, společnost KORADO, novinku – energeticky úsporný radiátor RADIK X-CONTROL. Kromě standardních profilovaných variant je dostupný také v designové verzi s hladkou deskou (PLAN).

Hlavními výhodami jsou úspora tepla při vytápění až 15 % průměrných ročních nákladů, rychlejší náběh a zvýšený podíl sálavé složky tepla. Otopné těleso s funkcí X-CONTROL je vybaveno pozměněnými garniturami propojujícími přední a zadní desku. To umožňuje plné uzavření průtoku otopné vody zadní deskou. Plný výkon tělesa zajištěný zatékáním do jeho obou desek je zapotřebí jen 3 až 5 týdnů v topném období.

Měření potvrdilo, že přepnutím zatékání otopné vody pouze do čelní desky nepoklesne výkon tělesa na polovinu, ale i vzhledem ke zvýšenému podílu sálání z čelní desky na cca 73 %. Možností ovládat zatékání rozdělovacím ventilem získalo těleso X-CONTROL dvě výkonové hranice, 100 % a 73 %. Výkon radiátoru do hranice 73 % pokrývá zhruba 87 % délky topné sezóny.

Novinka RADIK X-CONTROL je k dostání od května letošního roku.

Informace denně již 13 let zdarma!

