

Ing. Roman ŠMÍD
RS Facility s.r.o.

Energeticky úsporná opatření v areálu akvaparku v Čestlicích u Prahy

Energy Saving Measures at the Aqua Park Facility in Čestlice near Prague

Recenzent
Ing. Jiří Frýba

Dosahování úspor spotřeby energií je trvalým problémem, a tedy pracovním programem provozovatelů budov a složitých energeticky náročných systémů. Autor v příspěvku popisuje náročné zadání zmíněného problému, v souvislosti s poskytnutím evropské dotace, ve velmi technicky, stavebně i provozně složitém objektu občanské vybavenosti a jeho řešení doplněním zařízeními, přispívajícími ke zpětnému získávání tepla, a hlavně úpravou provozních režimů soustav s využitím zpracovaných provozních dat.

Klíčová slova: akvapark, vodní hospodářství, vnitřní prostředí, kombinovaná výroba elektřiny a tepla, systém BMS, program optimalizací, účinnost kogeneračních jednotek, odpadní teplo, provozní opatření, úspory energie

Achieving savings in energy consumption is a permanent problem, and therefore it is a work challenge for building operators and complex energy-intensive systems. The author describes the demanding assignment of the above mentioned issue related to the provision of a European subsidy in a very technically, constructionally and operationally complex public facility and its solution by incorporating heat recovery systems and especially by adjustment of the operating regimes of the systems, using processed data from the system operation.

Keywords: aqua park, water management, indoor environment, cogeneration of electricity and heat, BMS system, optimization program, efficiency of cogeneration units, waste heat, operational measures, energy savings

ÚVOD

Areál akvaparku v Čestlicích u Prahy (Aquapalace Praha) se zábavním, sportovním a obchodním zaměřením v bezprostřední blízkosti hlavního města svou velikostí a složitostí nemá v České republice ani jejím okolí obdoby.

Hlavní budova akvaparku má trojúhelníkový tvar evokující pyramidu a sestává ze tří částí – Paláce dobrodružství, Paláce pokladů a Paláce relaxu. Jde o dómy se zasklenými transparentními střechami, každá o ploše cca 2 100 m². Střechy bazénových dómů s dřevěnou konstrukcí lepených nosníků jsou ve svých vrcholech vysoké 18,4 m. Z velké části jsou vyrobeny ze skla, což celou stavbu vylehčuje a spolu s rostlinami a přírodními materiály navozuje celoroční pocit subtropického klimatu. Pro návštěvníky je hlavní budova zpřístupněna prostřednictvím lichoběžníkové vstupní budovy, na kterou navazuje centrální blok ve tvaru Y o ploše 2 750 m², vložený mezi tři bazénové paláce. Ze stavebně-technického hlediska se jedná o železobetonovou konstrukci s opláštěním.

Na jižní straně areálu, vně Paláce pokladů a Paláce dobrodružství, se nachází venkovní prostor s bazény, divokou řekou, terasami, vodním barem, venkovními saunami atd. Vodní nádrže venkovních ploch i paláců jsou, s výjimkou plaveckého bazénu, navzájem propojeny plaveckým kanálem.

Převážná část prosklených průčelí bazénových hal je osluněna z jihu, západu a východu, zatímco k severu směřují špičky.

Technické podlaží

Pod celým půdorysem akvaparku je technické podlaží, skrývající špičkové technologie vodního hospodářství i tvorby vnitřního prostředí instalované tak, aby nerušily zákazníky a přitom zajistily optimální podmínky pro pobyt návštěvníků ve všech prostorách akvaparku. Značně náročná je úprava vody pro různé vodní atrakce, které mají rozdílné požadavky na kvalitu vody a teplotu.

Tab. 1 Energetické nároky akvaparku

Tab. 1 Energy demands of the aqua park

Instalovaný výkon zdroje tepla	5,4 MW
Instalovaný výkon chladicích agregátů	3,9 MW
Maximální špičkový elektrický příkon	1,8 MW
Roční spotřeba elektřiny	8,5 GWh
Roční spotřeba zemního plynu	20,5 GWh

Energetické nároky na ohřev téměř 3 milionů litrů bazénové vody, vytápění a odvlhčování prostor nad vodní hladinou a přípravu teplé (užitkové) vody jsou vysoké (viz tab. 1).

Součástí energetického hospodářství je licencovaná elektrárna KVET (kombinovaná výroba elektřiny a tepla). Tato kogenerační jednotka je vybavena dvěma přepřlňovanými motory spalujícími zemní plyn a pohánějícími elektrické generátory. Výkon elektrárny činí 0,8 MW_{el} a 1,22 MW_t, přičemž vyrobí 65 % z celkové roční spotřeby elektřiny. Veškeré teplo vzniklé spalováním plynu je využito pro vytápění.

Koncepce řízení a správy komplexu (Building Management System-BMS) zabezpečuje centralizované řízení a monitorování provozu technologických zařízení, TZB, atrakcí a dalších systémů a subsystémů tohoto objektu:

- ☐ řízení a monitorování provozu zdrojů a rozvodů tepla,
- ☐ řízení a monitorování provozu zdrojů a rozvodů chladu,
- ☐ řízení a monitorování provozu vzduchotechnických zařízení,
- ☐ řízení osvětlení,
- ☐ monitoring a ovládání bazénových technologií,
- ☐ monitorování čističky šedých vod,
- ☐ monitoring strojovny sprinklerů,
- ☐ měření spotřeb vody, elektřiny, tepla, plynu atd.,
- ☐ monitorování provozu trafostanice, rozvoden NN a náhradního zdroje,

- ❑ management energetického hospodářství – sledování spotřeby jednotlivých provozních celků,
- ❑ integrace požární signalizace (EPS).

Použitý systém měření a regulace byl koncipován pro zajištění provozu všech zařízení. Obsluha dálkově ovládá většinu koncových zařízení a část z 850 měřicích bodů elektrických i neelektrických veličin je zobrazována na monitorech řídicího pracoviště.

Regulační algoritmy vzduchotechnických jednotek pro vytápění a odvlhčování prostor nad vodní hladinou jsou naprogramovány „natvrdo“. Když obsluha změní některé implicitně nastavené parametry, tak dochází ke kolizním stavům. Systém řízení není otevřený provozním optimalizacím, což je velkou nevýhodou. A naopak – v BMS je za osm let provozu uloženo značné množství naměřených dat, která by po zpracování mohla být efektivně využita.

Pokud se týká energetické náročnosti užívání díla – a v kontextu tohoto příspěvku se tímto dílem rozumí stavba provozně mimořádně náročná a složitá – množství spotřebované energie značně závisí na profesionální zručnosti a kompetentnosti obsluhujícího personálu a na koncepci využívání technických možností zařízení s cílem dosažení energetických úspor.

Rostoucí ceny energie nutí provozovatele spořit. Způsobů je mnoho. Od čistě provozních opatření typu snížení teploty vnitřního vzduchu, přes zateplení obálky domu, až po instalaci sofistikovaných inteligentních zařízení.

V této souvislosti lze vysledovat v zásadě dvě oblasti, do kterých se snaha o dosažení energetických úspor promítá. Jednak jde o procesy tvorby staveb a technických zařízení všeho druhu a jednak o procesy, které souvisí s užíváním vytvořeného díla. Není výjimkou, že náklady na první zmíněné oblasti jsou větší, než kdyby požadavek energetické účinnosti respektován nebyl. Samozřejmě se očekává, že tyto náklady se v průběhu užívání díla navrátí.

Zkušený provozovatel akvaparku využil pro vyhledání optimálních opatření pomoc energetického specialisty. Z jejich vzájemné korektní spolupráce vznikl energetický audit, s doporučením tří variant úsporných investičních opatření. Investor (majitel objektu) zvolil kombinaci takových úsporných opatření, která svou návratností vyhovovala podmínkám dotačního programu OPPI.

Popisovaný úsporný projekt byl připraven s vědomím, že komplex technických zařízení – a to i speciálního charakteru – byl navržen a zbudován především s cílem dosažení předepsaných hodnot jak parametrů vnitřního prostředí uvnitř objektu, tak i pokud se týká dalších technologických provozních požadavků, jako jsou například teploty provozní vody, její množství či stanovené průtoky. Hledisko množství spotřebované energie nebylo při tvorbě návrhů a dokumentace stavby akcentováno. Toto pojetí limitovalo zásadním způsobem možnosti omezování množství tepla, dodávaného do prostorů areálu, protože algoritmy, vložené do řídicích programů soustavy měření a regulace respektovaly nastavení, směřující k výše zmíněnému výsledku. Omezení dodávek tepla občasným a dočasným vypínáním jednotlivých klimatizačních zařízení při zkouškách úsporných metodik generovalo sice značné a okamžité úspory, ale také přinášelo nežádoucí vedlejší účinky (negativní ovlivňování vlhkostního režimu). Složitost řízení vzducho-technických zařízení naznačuje schéma na obr. 2.

Vzniklý projekt vyhovuje Strategické koncepci v oblasti efektivního hospodaření s energií a zvyšování konkurenceschopnosti při respektování udržitelného rozvoje společnosti. Projekt sestává ze 4 opatření (viz obr. 1).

1. Optimalizace řídicího systému budovy – TZB a technologie úpravy vody

Jedná se o optimalizaci řídicího systému. Stávající systém řízení, i když byl implementován dle projektové dokumentace, není vybaven rozhraním pro dynamické řízení provozu energetických systémů, plynule reagujících na změny vnitřního a vnějšího prostředí v průběhu celého roku. Hodnocení výše úspor se týká rozšíření systému řízení otopné soustavy, vzduchotechniky (ohřev vzduchu, množství přívodu a odvodu vzduchu), přípravy TV, ohřev bazénových vod). Předmětem opatření je doplnění programového vybavení řídicího systému pro zpracování historických naměřených dat a osazení nových měřidel.

2. Zvýšení účinnosti kogeneračních jednotek využitím větracího vzduchu a využitím tepla z technologického okruhu (chlazení plnicí směsí turbodmychadla)

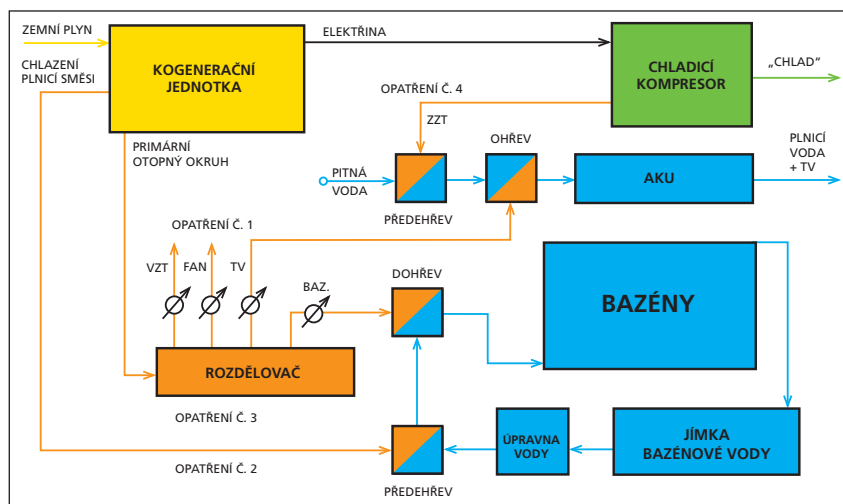
Tepelný systém kogenerační jednotky je z hlediska odběru tepelného výkonu tvořen dvěma nezávislými okruhy, sekundárním a technologickým (chlazení plnicí směsí). Teplo vysálané z horkých částí je z jednotky odváděno vzduchem (tzv. větrací vzduch) a není využito. Stejně tak není využito teplo technologického okruhu. Opatření č. 2 řeší oba tyto nedostatky.

3. Optimalizace hydraulického zapojení v kotelně

Předmětem tohoto opatření je výměna nevyhovujících zpětných klapek, popřípadě doplnění nových. Během rekonstrukce bude třeba kompletně vypustit dotčené okruhy otopné soustavy, demontovat stávající armatury, v místech instalace nových zpětných klapek navařit přírubové spoje, dále osadit nové armatury a provést vyčištění a napuštění dotčených otopných okruhů.

4. Využití odpadního tepla od zdrojů chladu

Jedná se o využití tepla z kondenzátorů zdrojů chladu. Zdrojem chladu jsou tři kompaktní chladicí stroje York YCIV SE 1180. Jsou umístěny ve venkovním prostředí na střeše ve třetím nadzemním podlaží. Teplo z kondenzátorů je odváděno výměníky voda-vzduch. V současnosti je provedena potrubní příprava pro využití odpadního tepla z chladicích jednotek, je však nutno doplnit technická opatření v systému regulace a bezpečnosti strojů a potrubí. Vzhledem k odvlhčování a odvodu tepelných zisků (prosklené horizontální plochy) je chod zdrojů chladu celoroční a množství odpadního tepla značné.



Obr. 1 Schéma principů úsporných opatření

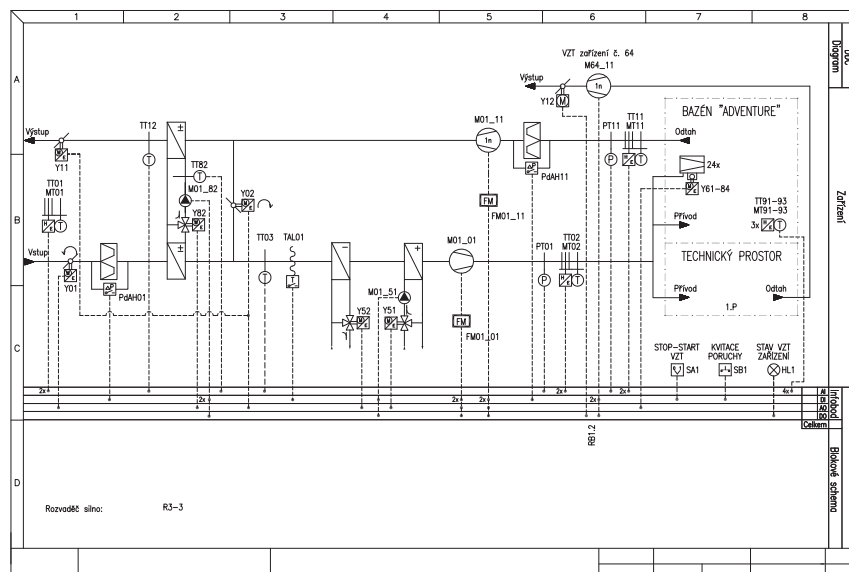
Fig. 1 Diagram of austerity measures principles

Realizace opatření č. 4 byla poměrně jednoduchá a vlastní provoz byl úspěšně nastaven během několika dnů. Energie zpětného získávání tepla (ZZT) je měřena přesným kalorimetrem a její množství je úměrné pouze výkonu chladicích jednotek a časovému období, kdy jednotky pracují. Jelikož jsou v každém chladicím stroji York sice tři kompresorové systémy, ale pouze dva je možné připojit k systému ZZT, byly jednotky přeprogramovány tak, aby v provozu byly přednostně systémy zapojené k ZZT.

Realizace opatření č. 1 byla velmi náročná. Obnášela vyřešení následujících hlavních úkolů.

- ❑ Vybrat, zpracovat a připravit systém vyhodnocování historických naměřených dat za 8 let provozu jako podklad pro SW analytický modul. Cílem bylo vybrat z 850 měřených bodů ty, u kterých je největší potenciál pro úspěšná opatření.
- ❑ Připravit způsob přenášení dat ze systému měření a regulace „online“ do analytického SW modulu. Zde velmi dobře spolupracoval zhotovitel MaR s vědeckým pracovištěm zabývajícím se zpracováním velkých množství dat.
- ❑ Úprava vlastního analytického SW modulu vědeckým pracovištěm dle navrženého systému.
- ❑ Instalace nového serveru, nové pracovní PC stanice pro provozního uživatele a dálkových přístupů k serveru – internetové aplikace.
- ❑ Montáž nových měřidel tepla a elektřiny s automatickým přenosem do MaR dle systému určeného výše.

Vlastní provoz ve sledovaném období přinášel často zajímavé situace a provozní rizika.



Obr. 2 Topologie řízení VZT jednotky pro vodní svět
Fig. 2 Control topology of the HVAC units for the water world

- ❑ Vzduch s vysokou relativní vlhkostí a teplotou cca 32 °C, stovky osob vířících vodu, skleněná střeška i fasáda, vodopády, vířivky, vlnobítí, otevřené průchody do venkovní zahrady, tepelné spotřebiče o výkonech v desítkách kW v gastro provozech. To jsou vlivy, které provozovateli VZT komplikují realizaci úsporných opatření.
- ❑ V roce 2014 (2 roky po zpracování energetického auditu, sloužícího jako podklad pro dotovanou investici) byly postaveny v jednom z paláců vodního světa dva nové tobogany, jeden s vodopádem a druhý, který dokonce prostupuje fasádou ven. To naprosto zásadně změnilo podmínky pro odvlhčování a vytápění paláce. Avšak úprava výkonových parametrů příslušné VZT jednotky provedena nebyla.
- ❑ Systém měření a regulace nedovolí změnit některá nastavení v řídicím algoritmu a vyhodnotí je jako chybu. Místo změny vedoucí k úspoře pak VZT jednotku vyřadí z provozu.
- ❑ Relativita pocitu pohody prostředí hostů akvaparku, kteří se po areálu pohybují jen v plavkách. Silný argument provozovatele, že spoří energii, se stává velmi slabým argumentem v okamžicích, kdy hosté pocitově v pohodě nejsou a žádají vrátit vstupné.

Vzduchotechnické zařízení zajišťuje teplovzdušné vytápění a větrání bazénové haly a hrazení tepelných zisků haly v létě. Množství cirkulačního a čerstvého vzduchu je řízeno automaticky měřením a regulací v závislosti na parametrech venkovního vzduchu. Pro bazénovou halu je ve strojovně ve 3. nadzemním podlaží umístěna vzduchotechnická jednotka pro přívod a odvod vzduchu. Odsávací jednotka nasává odsávaný vzduch z prostoru pod zastřešením bazénové haly kruhovým potrubím. Část odsávaného vzduchu je vyfukována do směšovací komory přívodní jednotky a zbylá část vzduchu je vyfukována přes kapalínový výměník zpětně získávající tepla do výfukového kanálu s tlumiči hluku nad strojovnou a dále přes protidešťovou žaluzii mimo budovu.

Prívodní jednotka nasává čerstvý vzduch z venkovního prostředí přes protidešťovou žaluzii a tlumiče hluku umístěné v prívodní komoře nad strojovnou vzduchotechniky. V jednotce je vzduch předehříván v kapalinovém výměníku zpětného získávání tepla, směřován s oběhovým vzduchem a dohříván v teplovodním ohřívači. Ventilátor jednotky vyfukuje upravený vzduch přes tlumiče hluku a požární klapky do prívodního potrubí. Prívodní vzduch je v bazénové hale rozváděn plechovým potrubím pod stropem bazénu a bočními stavebními šachtami vedenými do 1. podzemního podlaží. Pro větrání technického zázemí bazénu je zajištěn prívod vzduchu ze zařízení č. 1 přes protipožární a regulační klapku. Distribuce prívodního vzduchu je realizována interiérovými obdélníkovými výstykami v parapetu podél stěn a plynu naklápěnými dýzami s dalekým dosahem proudů vzduchu k ofukování prosklených stěn a zastřešení.

Úspora energie prostřednictvím nočního poklesu teploty vzduchu a snížením průtoku ohřátého, upraveného vzduchu v prostorách s otevřenou hladinou bazénových vod, se jevila jako nejefektivnější způsob. Bylo ale potřeba zjistit mezní stavy, kdy ještě nedojde ke kondenzaci vodních par na střešních a fasádních izolačních sklech, a současně určit čas potřebný pro zpětné nahlátí klimatizovaného prostoru.

Smysluplný výsledek lze získat pouze dlouhodobým měřením, protože hlavními proměnnými jsou teplota venkovního vzduchu a vlhkost vnitřního vzduchu. Vlhkost zvyšují například vodopády, whirlpools, vlnobítí a další vodní atrakce. K dispozici byla data naměřená systémem MaR od roku 2008, doplněná informacemi z nově instalovaných měřičů tepla a elektřiny. Sledované hodnoty vzduchu byly nastavovány, měřeny a optimalizovány ve všech ročních obdobích.

V nočním režimu (bez zákazníků) byl mj. zkoušen atypický provoz VZT jednotek, které se skládají ze samostatné jednotky pro přívod vzduchu a samostatné jednotky pro odtah. Tedy u VZT č. 1 byl v provozu pouze přívod, VZT č. 2 byla vypnuta úplně a u VZT č. 3 byl v provozu pouze odtah (viz obr. 2). Tímto způsobem by bylo zajištěno vyvětrání všech tří paláců současně, jen pomocí 2 pohonů. Úspora elektrické energie byla evidentní – místo 6 motorů o výkonu 45 kW byly v provozu 8 hodin jen motory dva.

Menší průtok vzduchu v kombinaci s odparem z hladiny bazénu by ale mohl způsobit kondenzaci vodních par na vnitřních sklech fasády. Z toho důvodu byl do systému měření a regulace doprogramován h-x diagram, ve kterém jsou na monitoru obsluhy zobrazovány stavy přívodního a odváděného vzduchu.

ZÁVĚR

Úspěch projektů tohoto druhu je podmíněn nejen odborností řešitelů, ale také aktivitou a zdatností technického personálu a především osvěceným přístupem investora. To proto, že proces přípravy dotované investice je komplikovaný, realizace díla omezuje provoz a úsporný efekt se neprojeví ihned.

Proces administrace dotované investice v přímém styku s příslušnými úřady byl i pro velmi zkušeného provozovatele nezapomenutelným zážitkem. Přesto se všechny formální kroky podařilo stihnout a realizaci fyzicky dokončit v požadovaném termínu.

Realizovaná opatření byla během dvouletého sledovacího období podrobená testování v ostrém provozu s cílem získání maximální energetické úspory při zachování pocitu tepelné pohody návštěvníků akvaparku a při dodržení parametrů kvality vod.

U opatření č. 2 a č. 4 je úspora energie (využití zpětného získávání tepla) závislá především na době provozu zařízení a jeho výkonu.

Opatřením č. 1 – optimalizací systému měření a regulace – provozovatel vyhledával úspory především v provozu vzduchotechniky vodního světa. Dále byl optimalizován způsob regulace ohřevu bazénových vod a ohřevu teplé vody pro zákaznické sprchy. Součástí opatření byla také změna regulace elektrického ohřevu saun a optimalizace provozu kogenerační elektrárny.

Pravidelnými testy autorizované chemické laboratoře nebyl prokázán žádný vliv úsporného opatření č. 1 na mikrobiální zatížení bazénových vod, ani na jejich chemické složení.

Koncentrace trichloraminu ve vzduchu nad hladinou bazénových vod zůstala hluboko pod limitem daným vyhláškou.

Tab. 2 Výsledky úspor

Tab. 2 Results of the savings

Opatření číslo	Název opatření	Úspora za první rok [GJ]	Úspora za druhý rok [GJ]	Celková úspora [GJ]
1	Optimalizace řídicího systému	12 829	7 405	20 234
2	Zvýšení účinnosti kogeneračních jednotek	1 718	2 009	3 727
3	Optimalizace hydraulického zapojení v kotelně	98	83	181
4	Využití odpadního tepla z kondenzátorů zdrojů chladu	1 808	1 631	3 439
		16 453	11 128	27 581

Během 24 měsíců sledovaného období bylo dosaženo, oproti referenčnímu roku, roční úspory 12,5 % z celkové energetické spotřeby objektu. Podrobně viz. tab. 2.

Vykazované výsledky byly potvrzeny energetickým specialistou v závěrečném vyhodnocení akce.

Kontakt na autora: roman.smid@rs-facility.cz

Otočný mrakodrap v Dubaji

Britský architekt David Fisher připravuje pro Dubaj stavbu mrakodrapu, vysokého 387 metrů a otočného o 360 ° v obou směrech. Myšlenka ho napadla při pohledu z mrakodrapu Olympic Tower v New Yorku, z něhož je vidět na sever na řeku East River i na jih na řeku Hudson. Mrakodrap, jenž se má nazývat Dynamic Tower, má být dokončen v roce 2020.

Středem stavby má procházet pevný a neotočný tubus, jímž mají probíhat rozvody všech inženýrských sítí a osobní i nákladní výtahy. Součástí bytů budou garáže, ke kterým bude možno výtahy dopravit automobily, z nichž bude možno vysestat a do nich nasedat u bytu.

Mrakodrap bude plný high-tech technologií. Otáčení bytu by mělo probíhat aktivací hlasové technologie. Solární panely na střeše a 79 větrných turbín, instalovaných horizontálně mezi patry, zajistí plnou soběstačnost energií. Bytová patra budou prefabrikované jednotky z oceli, hliníkových slitin, uhlíkových vláken a pryskyřice, vyrobené v továrně s montáží na zemi a vyzvednutím. Zatím není známo, s jakou skladbou bytů a velikostí společnost Dynamic Architecture počítá, ani jejich cena, která má být mezi 4 až 40 mil. USD.

Pramen: *www.CNN.com* 20. 2. 2017

(AB)

Klimatizace pro muzea a galerie

Klimatizační technika použitá pro muzea a galerie, upravující dlouhodobě prostředí pro uchování uměleckých děl, musí být schopna plnit náročné podmínky stálosti teploty a relativní vlhkosti. S každou odchylkou totiž roste ohrožení exponátů. Zvláště nebezpečné jsou poruchy nastavení směrem k vysokým teplotám, které mohou způsobit urychlení chemických reakcí a díky tomu nevratné poškození exponátů. Podobné účinky mají i vysoké hodnoty relativní vlhkosti.

Vedle vlastních předpisů a norem muzeí a galerií je nutno v Německu přihlížet i k obecným normám, jako je např. ISO 11799 „Požadavky na uchovávání archivních a knihovních předmětů“ (2003), DIN EN 16893 (2000) „Nová místa a budovy pro skladování a používání sbírek“ a DIN EN 15757 (2010) „Udržování kulturního dědictví – Stanovení teploty a relativní vlhkosti k omezení klimatem působených mechanických poškození organických hygroskopických materiálů“. V oblasti péče a klimatických požadavků se nově přihlíží i ke 2 mezinárodním zprávám „Technical Reports“ ISO/TR 19814 a ISO/TR 19815 a ke kapitole 21 ASHRAE Handbook s klasifikací klimatizačních zařízení pro muzea s ohledem na teplotu a vlhkost.

Všestranné informace o zvláštích klimatizace pro muzea, o významu parametrů vzduchu – teplotě a relativní vlhkosti, o možných konceptech realizace „perfektního vzduchu muzeí“ najdete ve 44stránkovém magazínu *TROX life Arts and Culture* (na www.trox.de/en/news). V magazínu jsou představeny některé významné muzejní stavby, metody konzervace a restaurace exponátů včetně pracovních podmínek. Zajímavé jsou i podrobnosti velkých loupeží mj. i s proniknutím vzduchovody ze sousední budovy.

Pramen: *CCI 02/2017, s. 5-7*

(AB)

Výrobníky chladné vody Denco Happel

Nové výrobky chladné vody Denco Happel GLWC jsou vybaveny tepelným čerpadlem série GLWC/H 2012-4120 CD2 (H/R) z vlastního vývoje a výroby. Hodí se pro vnitřní a vnější instalaci a chlazení vzduchem nebo vodou. Dosažují jmenovitého výkonu od 10 do 2 655 kW. Pro oblast výkonu 38 až 397 kW jsou vybaveny 2 šroubovými kompresory s oběhem chladiva; v oblasti výkonu 191 až 397 kW pak 4 šroubovými kompresory s 2 oběhy chladiva. K dispozici je tak 22 výkonových provedení.

Pramen: *CCI 06/2017, s. 10*

(AB)