

Zkušenosti s uplatněním vytápěcích a větracích systémů v prostorech s bazény

ing. Petr Morávek, CSc., ATREA s.r.o.

1. SOUČASNÉ PROBLÉMY

V souvislosti s hromadnou výstavbou malých bazénů vestavěných přímo do prostor rodinných domů dochází dnes při provozu k řadě vážných problémů:

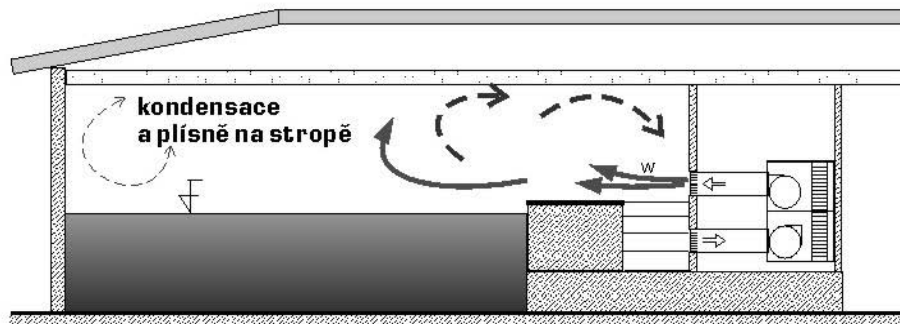
- a) Při nevyhovujícím odvodu vlhkostní zátěže intenzivním odparem z hladiny se zvyšuje relativní vlhkost v prostoru až na hodnoty, kdy dochází k lokální, ale i plošné kondenzaci vodních par na povrchu stavebních konstrukcí (tepelné mosty) a celém povrchu prosklených stěn a oken.
- b) Kondenzát vážně poškozuje stavební konstrukce, stéká po zasklení a pro uživatele je neakceptovatelný.
- c) Průvodním jevem je pak výskyt plísní (např. Cladosporium, Penicillium, Aspergillus versicolor – viz obr. 1.).



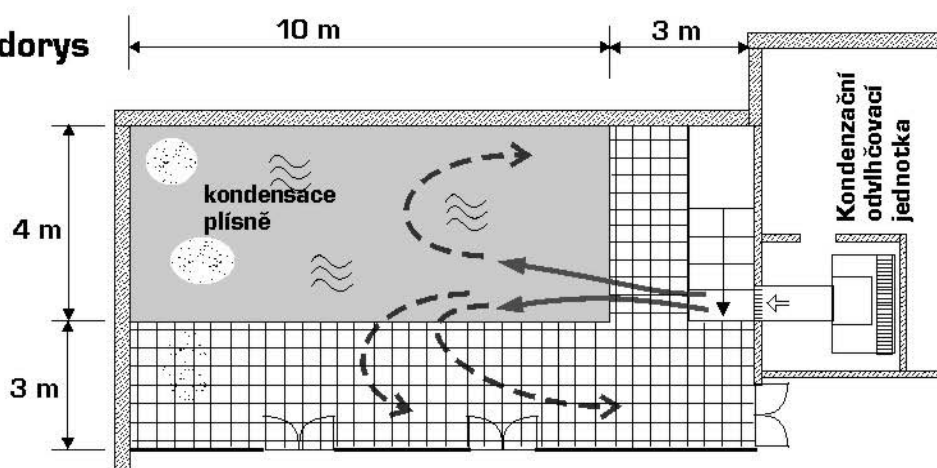
obr. 1 Plošná plíseň na stěně nevětraného bazénu

- e) V řadě případů nebyly realizované vnitřní parotěsné zábrany, vlhkost proniká dovnitř obvodových zdí, kde kondenzuje a výrazně zhoršuje jejich tepelně-technické vlastnosti.
- f) V řadě případů jsou instalovány pouze odvlhčovací kondenzátorové jednotky, jejichž dosah proudu je však nedostatečný, nepokrývá celý prostor bazénu a dochází k silné kondenzaci a výskytu plísní v nedostatečně provětraném prostoru (viz. obr.2). Současně se vyskytují vážné problémy z výparů chemické dezinfekce vody (chlor, ozón, halogeny – brom, jód).

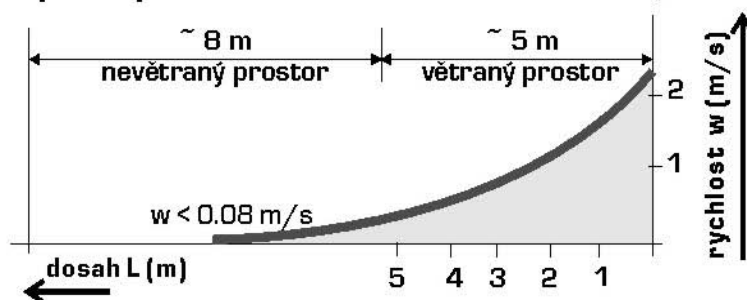
Řez



Půdorys



Rychlostní profil proudění vzduchu z odvlhčovací jednotky



obr. 2 Příklad instalace odvlhčovací bazénové jednotky s malým dosahem proudu

2. MIKROKLIMATICKÉ PARAMETRY BAZÉNOVÝCH PROSTORŮ

a) Běžné bazénové provozy veřejné i soukromé (bez speciálních rehabilitačních) se navrhují pro následující standardní parametry:

$t_a = 30^\circ\text{C}$	teplota vzduchu
$t_w = 28^\circ\text{C}$	teplota vody
$rh_i = 60 - 65\%$	relativní vlhkost vzduchu
$x_i = 17,0 \text{ g/kg}$	měrná vlhkost vzduchu

b) Pro výpočet a dimenzování vzduchotechnických systémů se pak používají hodnoty:

$\delta \Delta x_{ie} = 14 \text{ g/kg}$ výpočtový rozdíl měrných vlhkostí vnitřního a vnějšího vzduchu
- pro zimní období

$\delta \Delta x_{ie} = 10 \text{ g/kg}$ výpočtový rozdíl měrných vlhkostí - pro přechodné období

$\delta \Delta x_{ie} = 5 \text{ g/kg}$ výpočtový rozdíl měrných vlhkostí - pro letní období

c) Pro stanovení množství odpařené vlhkosti z povrchu hladiny bazénu se používá empirických hodnot (pro běžné hodnoty $t_a / t_w = 30/28^\circ\text{C}$):

$\Sigma X = 240 \text{ g/m}^2/\text{h}$ městské bazény při provozu

$\Sigma X = 180 \text{ g/m}^2/\text{h}$ rodinné bazény při provozu

$\Sigma X = 55 \text{ g/m}^2/\text{h}$ klidná vodní hladina

$\Sigma X = 8 \text{ g/m}^2/\text{h}$ zakryté plochy bazénu

d) Z těchto hodnot se vypočtou nároky na větrání podle rovnice:

$$V_{\min} = \frac{\Sigma M}{(x_i - x_e) \cdot \rho} = \frac{F_B \times \Sigma X}{(x_i - x_e) \cdot \rho} \quad [m^3 / h]$$

kde : F_B ... plocha vodní hladiny $/m^2/$

e) Pro běžné případy pak lze stanovit orientační měrné nároky na větrání (tj. přívod čerstvého vzduchu a odvod odpadního vzduchu) podle ročního období:

veřejné bazény: $V_1 = 14 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny zimní období
 $V_1 = 20 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny přechodné období
 $V_1 = (40 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny) letní období (běžně se však řeší odstávkou provozu)

rodinné bazény: $V_1 = 11 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny zimní období
 $V_1 = 16 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny přechodné období
 $V_1 = (32 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ hladiny) letní období (běžně se řeší otevíráním oken)

3. ZÁSADY EKONOMICKÉHO NÁVRHU STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ RODINNÝCH BAZÉNŮ

a) Obvodové konstrukce stěn a oken řešit s nejlepšími tepelně-technickými parametry.

b) Omezit zbytečné a nezdůvodnitelné rozsahy zasklení (zvláště ve střechách bazénů).

c) Zcela eliminovat tepelné mosty.

d) Navrhnout dokonalé parotěsné zábrany.

- e) Navrhnout pravoúhlé tvary bazénů pro možnost instalace navíjecích foliových zákrytů, případně tepelně-izolačních kazet z plášťovaného polyuretanu.
- f) Napojení na bytové prostory domu navrhnout výhradně přes těsné dveře, výhodně přes samostatně odvětraný meziprostor chodby.
- g) Dispozičně situovat větrací jednotku co nejbližší prostoru bazénu s ohledem na ztráty a možnost kondenzace v potrubí.

4. ZÁSADY OPTIMÁLNÍHO ŘEŠENÍ VĚTRÁNÍ RODINNÝCH BAZÉNŮ

Vychází ze zkušeností z celé řady nově realizovaných a rekonstruovaných bazénů v ČR v posledních letech:

- a) Zajištění dokonalého a rovnoměrného provětrávání celého prostoru bazénu bez nevětraných koutů a sektorů, kde hrozí kondenzace.
- b) Zajištění přívodu teplého suchého vzduchu s nízkou relativní vlhkostí zásadně k proskleným stěnám a oknům s dostatečnou rychlostí a dosahem proudu v celém rozsahu prosklení (viz. obr.3).



obr. 3 Přivodní štěrbinové výústky ve sníženém parapetu okna

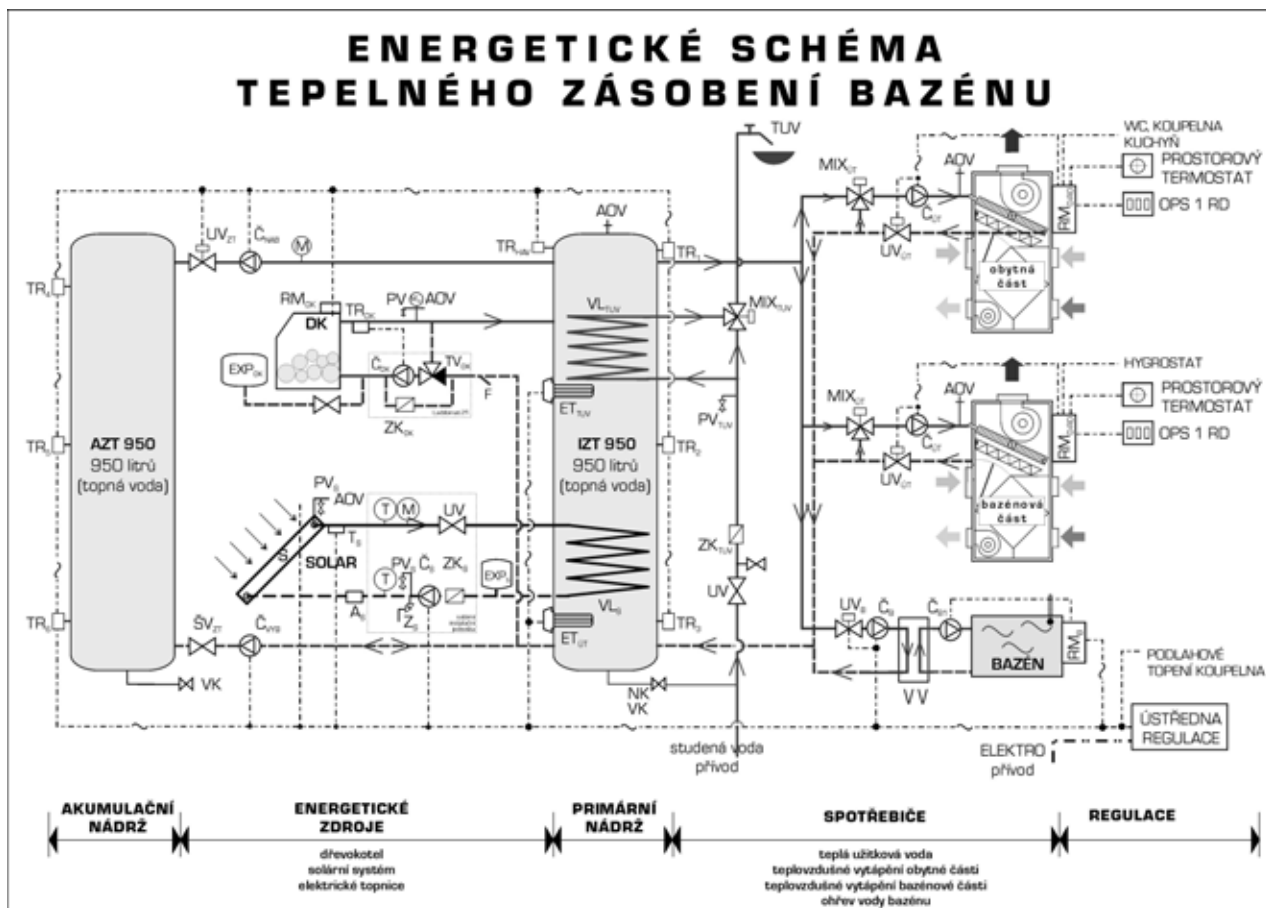
- c) Celý prostor bazénu udržovat vzduchotechnikou trvale v podtlaku (min. 95%) pro vyloučení rizika pronikání par do sousedních prostor a přes chybně provedené parotěsné zábrany do konstrukcí.
- d) Podstropní rozvody vzduchotechniky řešit v prostoru bazénu zásadně z nerez potrubí s výfukovými dýzami nebo štěrbinami, případně Al plášťovaného polyuretanu s bílou stěrkou, s výfukovými štěrbinami bez regulace (s ohledem na komplikovaný přístup).

- e) U podlahových rozvodů zajistit jejich dokonalou vodotěsnost, vyspádování ke sběru kondenzátu, přístup pro čištění a dokonalou tepelnou izolaci a zamezit zatékání vody z podlahy.
- f) Rozvody VZT mimo prostor bazénu řešit zásadně z těsného SPIRO potrubí (příp.ALP) ve spádu k odvodnění kondenzátu a s tepelnou izolací. Nikdy neinstalovat sací výústky do pohledu střechy přes proříznutou parotěsnou zábranu !
- g) Odsávací výústku řešit jako centrální na protilehlé straně od okenních ploch, ve výšce pod stropem prostoru.
- h) Pro velmi malé prostory bazénů, např. s jedním oknem, nebo v suterénu lze VZT řešit pouze centrálním tryskovým příívodem (nastavitelnou výústkou).
- i) Zásadně oddělit systém vzduchotechniky bazénu od VZT systému rodinného domu, včetně sacích i výfukových potrubí, aby nedocházelo ke zpětným přefukům /zpětné klapky nezaručují trvalou a bezchybnou funkci).
- j) Vzhledem k nárazovému provozu rodinných bazénů (např.1-2 hodiny denně) je ideální instalace vzduchotechniky spojená s teplovzdušným vytápěním, které zajistí velmi rychlý náběh teploty vzduchu na požadovanou hodnotu během několika desítek minut (výhodně s umístěním tepelných izolací plných stěn z vnitřní strany, včetně parotěsné zábrany).
- k) Vzduchotechnické jednotky pro větrání bazénů navrhnout v provedení do agresivního prostředí (chlor), tzn. s rekuperačním výměníkem z nerez nebo z plastu, odvodňovací vany nerez, nebo speciální úpravy.
- l) Jako základní otopná soustava se doporučuje instalace podlahových rozvodů s napojením na nízkoteplotní zdroj tepla (TČ, solární zdroj), případně podokenních konvektorů s dokonalou ochranou proti korozi a případnému úrazu.

5. TEPELNÉ ZDROJE PRO VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ BAZÉNŮ RODINNÝCH DOMŮ

Pro rodinné bazény bývá zdroj tepla pro bazén i rodinný dům společný. Vzhledem k jeho celoročnímu provozu je ekonomicky již výhodnější uplatnění alternativních energetických zdrojů:

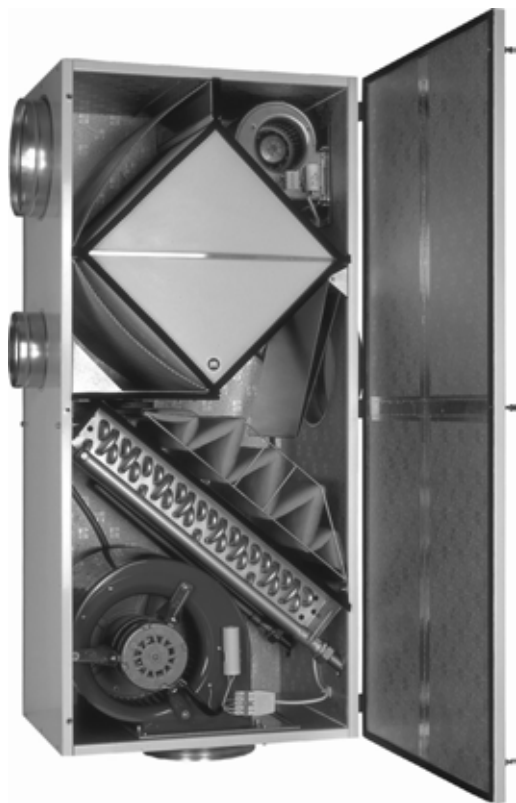
- a) Tepelné čerpadlo „vzduch-voda“ pro vytápění, ohřev TUV a ohřev bazénové vody, se zásobníkem TUV a vyrovnávacím zásobníkem. Topný faktor tohoto typu TČ dosahuje v přechodném a letním období hodnot až 4,2.
- b) Využití solární energie s podporou vytápění rodinného domu, prostoru bazénu, ohřev bazénové vody a ohřev TUV. Integrovaný zásobník tepla IZT s výraznou výškovou tepelnou stratifikací topné vody, má v horní části instalován spirálový výměník pro průtočný ohřev TUV pro rodinný dům i bazén, vylučující výskyt Legionelly pneumophilla. Ve spodní části jsou osazeny elektrospirály, případně je zásobník dotápěn trivalentním systémem dalším zdrojem, např. kotlem na biomasu (viz.obr.4).



obr. 4 Schéma trivalentního zdroje tepla s využitím solární energie

6. TEPLOVZDUŠNÝ SYSTÉM VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ PRO BAZÉNOVÉ PROSTORY RODINNÝCH DOMŮ

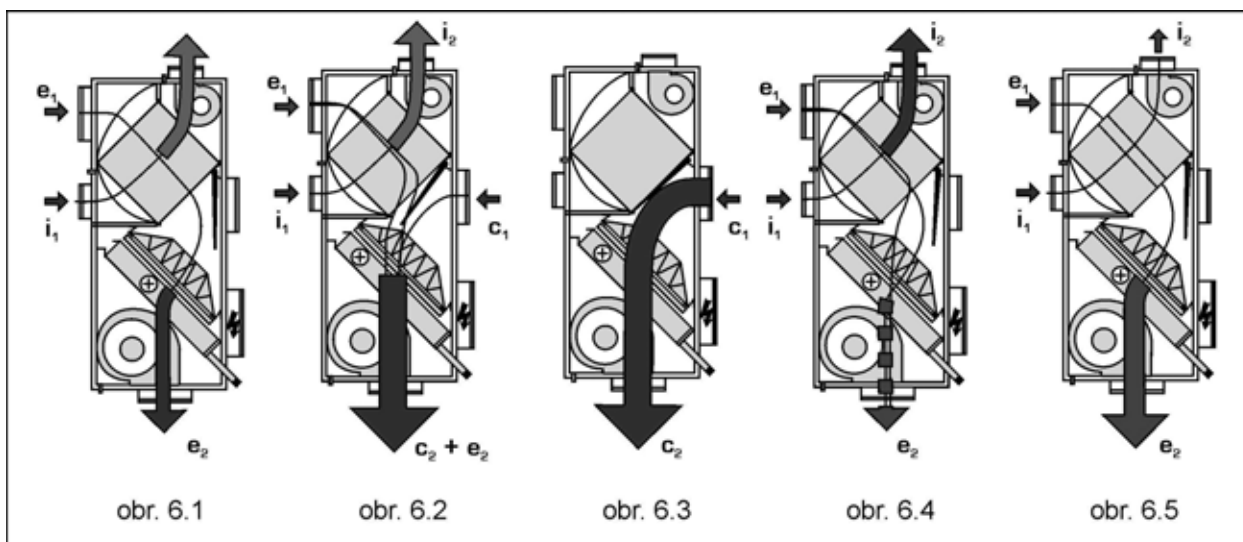
V celé řadě případů byly pro zajištění klimatu bazénových prostorů instalovány malé kompaktní teplovzdušné jednotky DUPLEX RD patentované firmou ATREA s.r.o. s vysoce flexibilním provozem (viz obr.5).



obr. 5 Teplovzdušná jednotka DUPLEX RD s rekuperací tepla

Podle nastavení režimu zajišťuje jednotka provoz v 5-ti režimech (viz obr.6.1-6.5):

- 6.1 rovnotlaké větrání s rekuperací tepla – s min. výkonem do 120 m³/h, při automatickém udržování požadované relativní vlhkosti a teploty v klidu při zakrytém bazénu. Při instalaci zemního registru se dosahuje celkové účinnosti rekuperace až 92%
- 6.2 cirkulační vytápění a větrání s rekuperací – s topným výkonem do 7 kW, a větracím výkonem do 550 m³/h (při ztrátě do 150 Pa), s automatickým spínáním větrání hygrostatem
- 6.3 cirkulační vytápění, bez větrání – s topným výkonem do 7 kW (při $t_w = 50^{\circ}\text{C}$ – tj. zdroj TČ) a teplotním spádem 45/30^oC
- 6.4 podtlakový režim odsávání – s větracím výkonem odsávání do 550 m³/h, pro přechodné období, s přívodem vzduchu oknem nebo ze sousedních prostor
- 6.5 letní přetlakový režim větrání – s přívodem vzduchu s výkonem do 1200 m³/h, s odvodem vzduchu otevřeným oknem bazénu. Při instalaci zemního registru lze pak prostor bazénu alternativně i účinně ochlazovat s gradientem $\Delta t_{\text{epř}} = 6 - 8 \text{ K}$ (v závislosti na délce registru)



obr. 6 Provozní režimy větrání bazénu jednotkou DUPLEX RD

Jednotka DUPLEX RD má půdorysný rozměr pouze 630x505 mm výšku 1450 mm, vyrábí se ve 4 výkonových modifikacích a lze instalovat ve čtyřech polohách podle orientace přípojných hrdel prakticky bez nároků na další prostor.

Jednotka celoročně zajišťuje účinné vytápění a větrání s rekuperací, případně letní přetlakové větrání pro bazénové prostory s vodní plochou až 35 m². Při dostatečném výkonu hlavního cirkulačního ventilátoru lze bezpečně zajistit požadovaný dosah proudu pro ofukování a odmlžování zasklených ploch běžných rozsahů a výšek. Instalovaný teplovodní výměník pro ohřev vzduchu je optimalizován pro vodní médium teploty do 50°C, tj. pro nízkoteplotní zdroj z běžných tepelných čerpadel. Výpočtový teplotní spád vzduchu je pro bazénové prostory 45/30°C. Vestavěný rekuperační výměník z plastu má vynikající chemickou odolnost proti agresivním účinkům výparu chlóru v kondenzátu

7. ZÁVĚR

Na rozdíl od „velké“ vzduchotechniky řešené pro veřejné bazény s výkony až 20.000 m³/h dnes již zásadně s rekuperací tepla (realizované akce v Dobrušce, Uherském Hradišti, Jablonci n.N. atd.) a přinášející dnes roční provozní úspory v řádu až 600.000,- Kč / rok jsou systémy VZT pro rodinné domy podstatně méně rentabilnější.

Jejich instalace je však naprosto nutná, neboť zajišťuje jak optimální kvalitu prostředí pro uživatele, tak dokonalou ochranu stavebních konstrukcí před vlhkostní devastací.