# Vzduchotechnické systémy pro kryté bazény

robatherm
the air handling company

# Faktor úspěchu vzduchotechnika

**Právě v budovách krytých bazénů je správná úprava vnitřního vzduchu rozhodující pro úspěch. Výkon, kvalita a know-how se zde zvláště vyplatí.**

**Faktor dobrého pocitu** je v krytých bazénech rozhodující. Čerstvý, upravený vnitřní vzduch vytváří příjemné prostorové klima a zvyšuje pocit pohody. Návštěva se stává i proto zážitkem. Návštěvníci zůstanou déle a přijdou častěji, aby si tento příjemný zážitek zopakovali.

Dobré prostorové klima ovlivňuje pozitivně také stavební konstrukci. Kvalita stavební konstrukce zůstane déle zachována. Naproti tomu může nedostatečná úprava vzduchu způsobit závažné škody na tělese stavby a na zařízení. Včasná modernizace starého nebo neúčinného vzduchotechnického zařízení se proto vyplatí dvojnásobně.

Kryté bazény patří k budovám s vůbec nejvyšší spotřebou energie. Zřizovatelé a provozovatelé veřejných i soukromých zařízení jsou pod enormním tlakem na snížení nákladů. Provozní náklady stoupají. Cena vody, odpadní vody, tepla a elektrického proudu neustále stoupá. Zpravidla to není možné zcela kompenzovat prostřednictvím ceny vstupného. Energeticky účinná vzduchotechnika zlepšuje komfort a zároveň umožňuje snížit provozní náklady.

Požadavky na vzduchotechnické zařízení v krytých bazénech jsou vysoce komplexní: Je nutné energeticky efektivně zvládnout množství rozdílných provozních režimů. Mimo to jsou některé součásti na vzduchotechnického zařízení silně zatěžovány korozívním prostředím.

Moderní vzduchotechnické jednotky (VZT jednotky) jsou „multifunkční“. Funkce regulace teploty vzduchu, regulace vlhkosti vzduchu a rekuperace tepla se doplňují podle potřeby a kombinují se s odvodem zapáchajících nebo škodlivých látek. Z bezpečného a energeticky efektivního provozu profituje provozovatel zařízení. Návštěvník bazénu si většinou vzduchotechniku a její přínos vůbec neuvědomuje. Vychutnává si jednoduše ničím nezkalenou radost z koupání.

**Kvalita vnitřního vzduchu**
zvyšuje počet návštěvníků

**Modernizace**
snižuje provozní náklady

**Současná zařízení**
jsou multifunkční

# Rozpoznání souvislostí

**Vzduchotechnika podstatně ovlivňuje pohodu a provozní parametry krytých bazénů.**

**Typ krytého bazénu** ovlivňuje velikost odpařování

**Teplota vzduchu** v prostoru je asi o 2 až 4 K vyšší, než teplota vody v bazénu

**Vlhkost vzduchu** v prostoru je rozhodující pro pohodu a ochranu budovy

**Odvod škodlivých látek** zvyšuje pohodu a redukuje pach bazénu

**V krytých** bazénech je mnoho faktorů, které se navzájem ovlivňují. Vzájemné působení vody a vzduchu je komplexní.

Klimatické podmínky v prostoru jsou od zařízení k zařízení rozdílné. Rozhodující je druh vody (standardní, slaná nebo mořská voda) a typ krytého bazénu (lázeňský, školní, plavecký nebo zážitkový). Zatímco druh vody určuje hlavně materiály, které se musí použít, má typ krytého bazénu vliv zvláště na množství vody, která se odpaří. Například díky vodním atrakcím se navíc odpaří velké množství vody. Tam, kde se na povrchu překrývají protichůdné vlny – jako na příklad vlny od vodních atrakcí a návštěvníků – se odpařování dále zvyšuje. Pokud se odpařování vody ve fázi projektování přiměřeně nezohlední, může rychle dojít v hale ke zvýšení vlhkosti vzduchu nad maximální dovolenou hranici (tzv. „hranice dusna“). Když bude jako reakce následovat vyšší odvlhčování (příliš suchý vzduch), zvýší se zase na základě stoupajícího rozdílu parciálních tlaků vodní páry odpařování vody z bazénu. S tím je spojena vyšší spotřeba energie a doplňované vody.

**Teplota povrchů**

V krytých bazénech je stejnoměrná povrchová teplota okolních ploch důležitá z několika hledisek: Lidské tělo si neustále vyměňuje tepelné záření se svým okolím. Protože návštěvníci koupaliště jsou prakticky neoblečení (tepelný odpor oblečení = 0), jsou rozdíly teplot vnímány bezprostředně jako nepříjemné. Zároveň se předchází dosažení rosného bodu.

**Teplota vzduchu v prostoru**

Když je téměř neoblečený návštěvník koupaliště mokrý, ztrácí odpařováním vodního filmu, který má na sobě, tepelnou energii. Teplota prostorového vzduchu, vyšší o 2 až 4 K, než teplota vody v bazénu, omezuje tento tepelný proud a vytváří tepelnou pohodu.

**Vlhkost prostorového vzduchu**

Vysoká vlhkost prostorového vzduchu také omezuje odpařování. Příliš vysoká vlhkost ale může vést k dosažení rosného bodu na chladném povrchu a tím k tvorbě plísní, koroze a ke škodám na budově. Směrnice VDI 2089 „Technická výbava budov krytých bazénů“ definuje jako hraniční hodnotu absolutní vlhkost 14,3 g/kg.

**Výměna vzduchu**

Chlór reaguje v bazénové vodě s organickými látkami, jako jsou pot, šupinky kůže a moč. Jako vedlejší produkt vzniká „vázaný chlór“ (hlavně chloraminy a trihalogenmetany). Vázaný chlór je intenzivně cítit a je zodpovědný za typický bazénový pach. Také chloroform patří do skupiny trihalogenmetanů. Je těžší než vzduch a koncentruje se na povrchu vodní hladiny. Zvláště pro děti a mladistvé, kteří se zdržují ve vodě často a dlouho, je chloroform nebezpečný. Regulovaný přívod vnějšího vzduchu je i proto rozhodující veličinou pro pocit pohody. Uvolněné aromatické a škodlivé látky musí být odváděny.

## Důležité normy a směrnice pro kryté bazény

| Požadavky na budovy | Požadavky na vzduchotechnická zařízení | Požadavky na VZT jednotky |
|---|---|---|
| **Zákon o úspoře energie (EnEG)**<br>Úspora energie v budovách | **DIN EN 13779**<br>Větrání nebytových budov – všeobecné podklady a požadavky pro ventilační a klimatizační zařízení a prostorové chladicí zařízení | **DIN EN 13053**<br>Výkonové parametry pro jednotky, komponenty a stavební jednotky |
| **Zákon o obnovitelných zdrojích energie a vytápění (EEWärmeG)**<br>Podpora obnovitelných energií v oblasti vytápění | **DIN EN 15251**<br>Vstupní parametry pro prostorové klima k navrhování a hodnocení energetické efektivity budov | **DIN EN 1886**<br>Centrální VZT jednotky – mechanické vlastnosti a měřicí postupy |
| **Nařízení o úsporách energie (EnEV)**<br>Energeticky úsporná tepelná izolace a energeticky úsporná technická zařízení v budovách | **DIN EN 12599**<br>Větrání budov – postup zkoušení a měření pro předávání zabudovaných vzduchotechnických zařízení | **VDI 3803**<br>Stavební a technické požadavky na centrální vzduchotechnické zařízení |
| **DIN V 18599**<br>Energetické hodnocení budov | **VDI 2089, list 1**<br>Technická výbava budov krytých bazénů – krytých plaveckých hal | **VDI 6022**<br>Hygienické požadavky na vzduchotechnické zařízení |
| **DIN 19643-1**<br>Úprava vody plaveckých bazénů<br>Všeobecné požadavky | **VDI 2089, list 2**<br>Technická výbava budov krytých bazénů – efektivní využití energie a vody | **VZT-směrnice 01** [12]<br>Svaz výrobců vzduchotechnických jednotek – Všeobecné požadavky na VZT jednotky |
| **KOK-směrnice**<br>Všeobecně platné směrnice pro stavbu plováren<br>Koordinační společnosti plováren [11] | **LüAR**<br>Směrnice o protipožárních požadavcích na větrací zařízení | **FGK-Statusreport 13** [13]<br>Čestný kodex údržby a čištění vzduchotechnických zařízení |
| **Nařízení o stavbě a provozu shromažďovacích míst (VStättVO)**<br>Nařízení o shromažďovacích místech | **TA-hluk**<br>Technický manuál k ochraně hluku | **Třídy energetické účinnosti**<br>certifikovaných výrobců (pravý pouze s logem) podle svazu výrobců VZT jednotek a/ nebo EUROVENT |
| **VDI 2050, list 1 – 5**<br>Požadavky na technické centrály (podklady, sanitární technika, prostorová vzduchotechnika, atd.) | **Věstník 60.07 – Údržba technických zařízení plováren**<br>Německá společnost pro lázeňství e. V. (registrované sdružení) | |

[11] komplexní a komprimovaná plánovací pomoc pro projektanty a provozovatele, jakož i vyhledávací příručka. http://www.baederportal.com/index.php?id=138

[12] http://www.rlt-geraete.de
[13] http://www.fgk.de/home

# Plné využití možností úspor

**Haly krytých bazénů jsou energeticky intenzívní budovy. Chytrá koncepce zařízení a vícenásobné využití vzduchu redukuje spotřebu energie a chrání stavební konstrukci.**

**Systém distribuce vzduchu** ovlivňuje spotřebu energie

**Údaje o počasí,** specifické podle lokality, jsou důležité pro volbu systému

**Kontrola měřených** dat může uspořit provozní náklady

**Koncept** distribuce vzduchu se v první řadě řídí podle půdorysu budovy a rozložení místností. Tato koncepce ovšem už ovlivňuje spotřebu energie pro dopravu a úpravu vzduchu. Návrh systému distribuce vzduchu, při kterém jsou tyto souvislosti zohledněny, je prvním krokem k energeticky efektivnímu vzduchotechnickému zařízení. Další možnosti úspor jsou ve správném zhodnocení provozních dob a údajů o počasí, specifických podle lokality, nastavené vlhkosti prostorového vzduchu, jakož i ve správné volbě systému VZT jednotek pro různé oblasti krytého bazénu.

**Vícenásobné využití vzduchu**

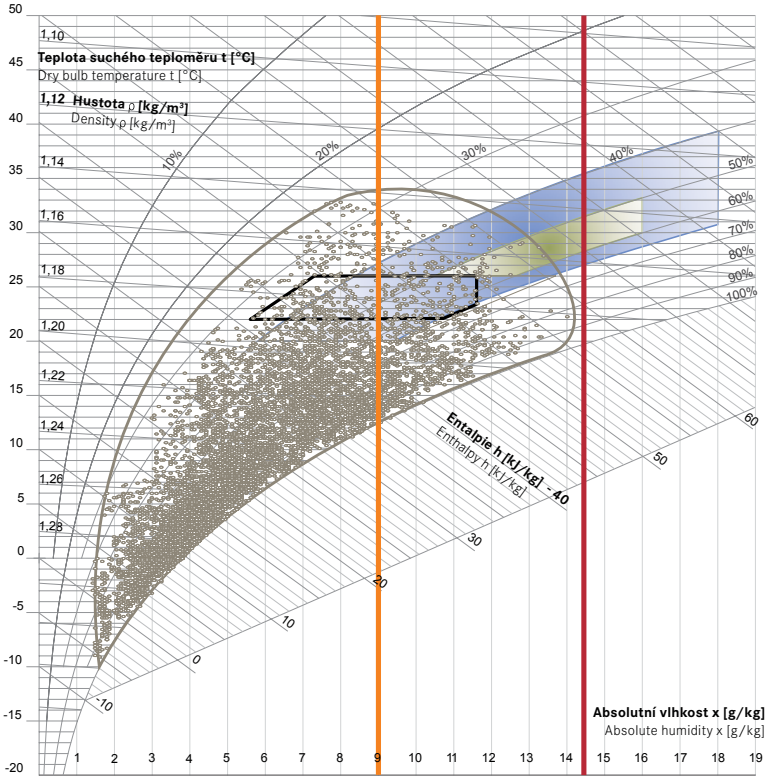
Současná vzduchotechnika sází na vícenásobné využití vzduchu. Je-li na příklad vzduch ve vstupní hale bez pachových látek, může se použít na větrání přilehlých místností. Stejně tak je možné využít část odváděného vzduchu z haly bazénu jako vstupního vzduchu k větrání sprch. Vysoký obsah vlhkosti celkového proudu odváděného vzduchu je přitom užitečný: Vzduch obsahuje díky tomu víc latentního a senzitivního tepla, které se využije ke zpětnému získávání tepla (ZZT).

**Oddělení sektorů**

Z energetického a mikroklimatického hlediska se osvědčilo rozdělení systému distribuce vzduchu podle stávajícího zatížení vlhkostí. Díky tomu je možné přiřadit „mokrým sektorům“ VZT jednotku s „rekuperačním“ ZZT (např. deskový výměník), odvlhčováním a se zvláštní antikorozní ochranou. Lehký podtlak v mokrém sektoru slouží k ochraně stavební konstrukce přilehlých oblastí. „Suché sektory“ profitují z použití „regeneračního“ ZZT (např. rotačního výměníku) se sorpční povrchovou úpravou. To zaručuje příjemnou vlhkost vzduchu v zimě a nižší chladicí zatížení v létě.

**Stanovení hmotnostního průtoku**

Podle směrnic projektovaný hmotnostní průtok čerstvého vzduchu je nezávislý na VZT jednotce. Vychází se z toho, že při vlhkosti vnějšího vzduchu $x_{ODA}$ = 9 g/kg může být dodržena maximální vlhkost v hale $x_{IDA}$ = 14,3 g/kg. Teprve nad touto hodnotou smí absolutní vlhkost v oblasti haly překročit „hranici dusna“ $x_{IDA}$ = 14,3 g/kg. Vzhledem k tomu není mechanické odvlhčování v každém krytém bazénu zdaleka nutné.




- Soubor údajů o počasí pro Berlín
- Optimální stav vzduchu v hale bazénu
- Přípustný rozsah v hale bazénu (VDI 2089)
- Vlhkost č. v., od které je přípustný vzestup nad „hranici dusna“
- Hranice dusna v hale bazénu

## Diferencované údaje o počasí

Hodiny překročení hranice $x_{ODA}$ > 9 g/kg, které lze očekávat, je možné zjistit z údajů o počasí, specifických pro danou lokalitu. Rozbor, diferencovaný podle provozních hodin, je překvapující: Při plánované provozní době od 9 do 20 hodin dojde pravděpodobně k překročení maximální vlhkosti vzduchu v hale jen v 6 – 9 % všech provozních hodin. Při celoročním 24hodinovém provozu je to naproti tomu 10 – 16 % (tabulka vpravo).

Ještě méně hodin, ve kterých pravděpodobně může dojít k překročení maximální vlhkosti vzduchu je výsledkem kratší provozní doby, resp. když zařízení není v létě průběžně v provozu. Kombinovaný rozbor údajů o počasí, specifických pro danou lokalitu a předpokládané doby provozu dodá cenné údaje o prostorových podmínkách, které je možno očekávat.

## Vyhodnocení vlhkosti prostorového vzduchu

Voda, odpařující se z bazénu, působí v hale jako regulační prvek, protože se stoupající vlhkostí klesá rozdíl parciálního tlaku vodní páry. Vzestup vlhkosti nad maximální hranici je nižší, než se předpokládá. Naopak to ale znamená: Čím nižší je vlhkost prostorového vzduchu, tím vyšší je odpařování.

## Doladění měřených dat

Kontrola požadovaných hodnot a pravidelná kalibrace čidel může v krytých bazénech ušetřit energii. V praxi se často měřená hodnota vlhkosti odváděného vzduchu během provozu odchyluje od skutečné hodnoty. VZT jednotka pak reguluje na chybnou hodnotu vlhkosti prostorového vzduchu. Je proto vhodné naměřenou hodnotu vlhkosti odváděného vzduchu po uvedení do provozu pravidelně kontrolovat prostřednictvím manuálního měření.

**Hodiny překročení**
**($x_{ODA}$ > 9 g/kg) při plném zatížení (365 d/a)**

| Stanice [1] | 0 – 24 hodin | [h/a] | 9 – 20 hodin | [h/a] |
|---|---|---|---|---|
| **Amsterdam** | 21 % | **1800** | 11 % | **939** |
| **Berlín** | 11 % | **1261** | 8 % | **488** |
| **Bratislava** | 18 % | **1591** | 10 % | **848** |
| **Brusel** | 18 % | **1589** | 10 % | **842** |
| **Bukurešť** | 28 % | **2461** | 14 % | **1188** |
| **Lisabon** | 42 % | **3680** | 22 % | **1921** |
| **Londýn** | 13 % | **1106** | 7 % | **603** |
| **Madrid** | 10 % | **904** | 6 % | **550** |
| **Moskva** | 15 % | **1275** | 8 % | **658** |
| **Mnichov** | 11 % | **986** | 6 % | **537** |
| **Paříž** | 20 % | **1778** | 11 % | **1002** |
| **Praha** | 11 % | **946** | 6 % | **492** |
| **Sofia** | 11 % | **1736** | 10 % | **900** |
| **Varšava** | 15 % | **1306** | 8 % | **713** |

[1] podle podkladů IWEC; období 1982 – 1992

# Projektování – základní kámen úspěchu

**Cílevědomá realizace projektů s orientací na řešení.**

Vyjasnit **rámcové podmínky** už při předběžném návrhu

**Empirické** hodnoty spojené s pravidly techniky ulehčují projektování

**Pokyny pro projektování** [1]

| Všeobecně | Vzduchotechnické zařízení |
|---|---|
| • Důležité návrhové parametry (viz str. 16)<br>- Plocha a hloubka bazénu (h ≥ 1,35 m nebo h < 1,35 m)<br>- Teplota vody<br>- Teplota a vlhkost vzduchu<br>- Druh a počet atrakcí<br>- Provozní doby<br>- Druh využití<br>• Při volbě systému zohlednit soubor údajů o počasí<br>• Nepoužívat mezistropní prostory jako kanál pro odvod vzduchu (vysoké nebezpečí koroze)<br>• Mokré sektory provozovat s podtlakem proti suchým sektorům<br>• Používat vícenásobné využití vzduchu (VDI 2089)<br>• Technické místnosti musí být podle DIN 19643-1 dostatečně větrané<br>• Systém distribuce vzduchu musí zajišťovat výměnu vzduchu v odpočinkové zóně<br>• Změřit v pravidelných intervalech hodnotu vlhkosti odváděného vzduchu ručním měřicím přístrojem; nesprávné hodnoty mohou způsobit velké náklady na energii<br>• Navrhnout a dohodnout s provozovatelem management údržby pro snížení energetických nákladů (např. tlakové ztráty ve filtrech)<br>• Sledování ochrany proti korozi a čištění vzduchotechnického zařízení provozovatelem nejméně jednou měsíčně<br>• Sledování stavu zařízení a údržba nejméně dvakrát ročně<br>• Údržbářské práce a čištění dokumentovat v provozní knize<br>• Při vedení vzduchovodů zohlednit minimální prostor pro revizi dalších komponentů | • Podmínky nasávání posoudit s ohledem na<br>- převládající směr větru<br>- výšku sněhové vrstvy<br>- listí<br>- hluk<br>- jiné zdroje emisí a<br>- polohu výpusti výstupního vzduchu<br>• Kanál vstupního vzduchu opatřit odvodňovacími a čisticími otvory<br>• Při nasávání přes střechu budovy: odstup nasávání od střechy budovy nejméně 1,5 × výška sněhové vrstvy<br>• Podle VDI 2089 musí být systém vzduchovodů chráněn přetlakovými klapkami se závažím<br>• Pro automatické vypnutí ventilátorů při alarmu opatřit kanály vstupního a výstupního vzduchu hlásiči kouře<br>• Regulace v závislosti na prostorové teplotě a vlhkosti; prostorová teplota v závislosti na teplotě vody v bazénu, s prioritou před prostorovou vlhkostí<br>• Absolutní vlhkost 14,3 g/kg překročit pouze při vlhkosti vnějšího vzduchu > 9 g/kg<br>• Redukce minimálního množství vnějšího vzduchu z 30 % na 15 % je přípustné, když obsah trihalogenmetanů ve vodě bazénu činí trvale < 0,020 mg/l<br>• Provést odvětrání mezistropního prostoru pro snížení relativní vlhkosti pod 60 % (opatření ochrany před korozí)<br>• Opatřit dávkovací místnost hlásiči chlóru<br>• Obsluhu a údržbu jednotlivých komponentů zohlednit už při projektování<br>• Včas zkontrolovat statiku a otvory pro dopravu zařízení |

## Návrhové parametry [1]

### Venku

**Teplota**

| | |
|---|---|
| Zima | -16 °C až -12 °C |
| Léto | 28 °C až 35 °C |

**Vlhkost**

Léto

| Stanice [-] | Teplota [2] [°C] | Entalpie [3] [kJ/kg] | Relativní vlhkost [%] |
|---|---|---|---|
| 1 Amsterdam | 29.7 | 65.1 | 57.3 |
| 2 Berlín | 28.0 | 61.4 | 55.1 |
| 3 Bratislava | 30.0 | 66.1 | 57.3 |
| 4 Dublin | 24.2 | 53.6 | 66.1 |
| 5 Helsinky | 27.1 | 57.4 | 57.3 |
| 6 Lublaň | 29.8 | 67.5 | 60.6 |
| 7 Londýn-Gatwick | 30.8 | 56.9 | 39.7 |
| 8 Madrid | 38.2 | 69.0 | 30.8 |
| 9 Moskva | 30.6 | 63.6 | 50.7 |
| 10 Paříž-Orly | 30.0 | 68.2 | 60.6 |
| 11 Praha | 31.0 | 67.0 | 54.0 |
| 12 Řím | 30.0 | 80.3 | 79.4 |
| 13 Petrohrad | 24.9 | 62.3 | 80.4 |
| 14 Stockholm-Arlanda | 25.9 | 51.9 | 52.9 |
| 15 Vídeň-Schwechat | 29.6 | 62.1 | 52.9 |
| 16 Varšava | 31.2 | 61.6 | 45.2 |

**Hladina akustického tlaku**
**(TA-Lärm – technický návod k ochraně proti hluku)**
**Ve dne (6 – 22 hodin)**

| | |
|---|---|
| Čistě obytné oblasti | 50 dB (A) |
| Obytné oblasti všeobecně | 55 dB (A) |
| Smíšené oblasti | 60 dB (A) |

**V noci (22 – 6 hodin)**

| | |
|---|---|
| Čistě obytné oblasti | 35 dB (A) |
| Obytné oblasti všeobecně | 40 dB (A) |
| Smíšené oblasti | 45 dB (A) |

### Uvnitř

| **Prostorová teplota** [3] | min. max. |
|---|---|
| Hala bazénu | 30 °C až 34 °C |
| Šatny | 22 °C až 28 °C |
| Sprchy a sanitární oblasti | 26 °C až 34 °C |
| Prostory plavčíků, personálu a sanitární prostory | 22 °C až 26 °C |
| Vstupní oblast | ≥ 20 °C |
| Vedlejší prostory | ≥ 20 °C |
| Schodiště | ≥ 18 °C |

Prostorová teplota mokrých sektorů (neoblečený návštěvník) o 2 až 4 K nad teplotou vody v bazénu (max. 34°C)

**Teplota vody v bazénu** [4]

| | |
|---|---|
| Bazén pro neplavce, plavce, bazén na skákání a bazén s vlnami | 28 °C |
| Rekreační bazén | 28 °C až 32 °C |
| Dětský a pohybový bazén | 32 °C |
| Léčebný bazén a b. s minerální vodou | 36 °C |
| Bazén v parních lázních, b. s teplou vodou | 35 °C |
| Bazén se studenou vodou | 15 °C |

**Prostorová vlhkost** [5]

| | |
|---|---|
| Vnitřek haly bazénu | 40 % – 64 % r. v. |

**Objemové průtoky**

| | |
|---|---|
| Min. podíl vnějšího vzduchu [6] | 30 % – 100 % |
| Přívod do haly bazénu | se rovná max. průtoku vnějšího vzduchu podle VDI 2089 |
| Vstupní oblast | 5 $m^3/hm^2$ |
| Jednotlivé šatny | 15 $m^3/hm^2$ |
| Společné šatny | 20 $m^3/hm^2$ |
| Dozorčí místnosti | 25 $m^3/hm^2$ |
| První pomoc | 25 $m^3/hm^2$ |
| Toalety (pro kabinu n. místo) | 100 $m^3/h$ |
| Sprchy (pro sprchu) | 220 $m^3/h$ |

[1] Další informace, také pro projektování budov a k využití vzduchotechnické zařízení, je možné zjistit v DIN EN 13779 a ve VDI 2089.

[2] Zdroj: Prof. Dr.-Ing. Karl-Josef Albers, Hochschule Esslingen, KI 04/07 Statisticky zjištěné hodnoty. Extrémní hodnoty mohou být vyšší!

[3] Uvedené teploty slouží pro projektování, pokud nebyly zadavatelem výslovně požadovány jiné hodnoty.

[4] Teploty vody v bazénech se po dohodě s provozovatelem mohou odlišovat. Navrhování dalších technických zařízení se provádí na základě nejvyšší provozní teploty příslušného bazénu.

[5] Toto rozmezí slouží zároveň jako ochrana kovových a dřevěných částí stavby. Maximální hranice vlhkosti $x_{IDA}$ = 14,3 g/kg by měla být překročena pouze při vlhkosti vnějšího vzduchu $x_{ODA}$ > 9 g/kg.

[6] Dodržet během provozní doby nezávisle na vlhkosti vzduchu v hale. Může být snížen na 15 % vnějšího vzduchu, když obsah trihalogenmetanů ve vodě bazénu činí trvale < 0,020 mg/l.

# Optimalizovaná a variabilní. Řešení firmy robatherm

**Speciálně pro konkrétní aplikaci přizpůsobené VZT jednotky na základě optimální a vysoce účinné koncepce.**

**Individuálně** optimalizované pro konkrétní aplikaci

**Pružné** díky variabilním koncepcím

**Velmi kvalitní** díky vysokému hygienickému standardu a nejlepší třídě tepelných mostů

**Pružnost** individuálních, speciálním aplikacím přizpůsobených VZT jednotek spojuje robatherm s průmyslovou výrobou, která zaručuje, že individuální VZT jednotky budou vyrobeny díky pečlivě ověřeným technologickým postupům s konstantně vysokou kvalitou výrobku.

**Předem konfigurované koncepce jednotek**
Vzorové koncepty jednotek ulehčují odborným projektantům výběr systému vzduchotechniky. Podpora projektování s dobře dokumentovanými a osvědčenými koncepty spojuje pružnost s rychlým výběrem jednotek a nabízí jistotu při návrhu. Možnosti variací a množství uživatelských konceptů zaručují, že je pro každý případ realizovatelné optimální zařízení. Vzorové koncepty je možné přizpůsobit individuálním potřebám. Již při návrhu jsou k dispozici kompletní data VZT jednotky.

**Snadná montáž**
Modulová konstrukce a integrace MaR a chladicí techniky znamená minimum částí, které je nutné montovat na stavbě. Stabilní spoje pláště dodatečně ulehčují montáž.

**Nejlepší třídy účinnosti**
Firma robatherm je certifikována Svazem výrobců vzduchotechnických jednotek (Herstellerverband Raumlufttechnische Geräte e. V.), stejně jako evropskou certifikační společností EUROVENT. Při obou procesech byly výkonové parametry zkontrolovány a potvrzeny společností TÜV.

**Osvědčená kvalita pláště**
Stabilní konstrukce pláště podstatně snižuje stavební náklady při instalaci přístroje. U podkladové nosné konstrukce jsou nutné pouze podélné nosníky. Standardní ochranu proti korozi práškově lakovaných, pozinkovaných ocelových plechů je možno ještě zvýšit díky dalším možnostem. Dvojnásobné práškové lakování, antimikrobiální práškové lakování nebo nerezová ocel jsou tři z těchto možností.

**Vynikající hygiena**
Permanentní těsnění z těsnicí hmoty s uzavřenými póry zabraňují vnikání vzduchu a vody. Od použití tekutých těsnicích látek bylo možné v co největší míře upustit. Všechny komponenty zařízení jsou dobře dostupné a dají se lehce čistit. To zajišťuje trvalou hygienu a energetickou účinnost.

CenterParcs, Hattigny, Francie

**Integrovaná regulační a chladicí technika**
Již ve výrobě hotově propojené VZT jednotky, připravené k zapojení, šetří na stavbě montážní čas. Toto provedení znamená vzájemně přizpůsobené komponenty a regulační procesy a tím optimální funkci a uvedení do provozu bez komplikací. Odpovídající výhody nabízí integrovaná chladicí technika/tepelná čerpadla.
To je zvláště u VZT jednotek pro kryté bazény s multifunkčním provozem velkou výhodou.

**Bez tepelných mostů**
robatherm nabízí VZT jednotky s nejlepšími třídami tepelných mostů (TB). A to standardně a napříč všemi konstrukčními řadami. Sklon ke kondenzaci je u VZT jednotek proto minimální. To je zvláště v krytých bazénech s jejich vlhkým, teplým prostředím důležitým kritériem s přihlédnutím na životnost a hygienu. Kondenzace na povrchu pláště vzniká mnohonásobně méně často, než u VZT jednotek s horšími třídami tepelných mostů. Vedle uvedený praktický příklad mezních hodnot kondenzace u plášťů různé kvality objasňuje velké rozdíly.

## Fyzikální vlastnosti
pláště jednotky podle DIN EN 1886:

- Prostup tepla: třída T2
- Tepelné mosty: třída TB1
- Netěsnost pláště: třída L1 (M), L2 (R)
- Netěsnost filtru: třída F9
- Prohnutí pláště: třída D1/D2

**Třídy TB a nebezpečí kondenzace**

| | |
|---|---|
| Instalace: | Vnitřní prostory |
| Druh provozu: | Zima |
| Teplota vnějšího vzduchu: | -12 °C |
| Prostorová teplota: | 24 °C |
| | |
| Začátek kondenzace při | |
| TB4 ($k_b$= 0,30): | 24 °C, 18 % r. v. |
| TB3 ($k_b$= 0,45): | 24 °C, 28 % r. v. |
| TB2 ($k_b$= 0,60): | 24 °C, 40 % r. v. |
| TB1 ($k_b$= 0,75): | 24 °C, 57 % r. v. |

# Multifunkční provoz snižuje spotřebu energie

**Předpokladem pro příjemné prostorové klima a pro efektivní provoz je správná volba systému a vždy správného druhu provozu.**

**Volba systému** specificky podle projektu

**Tepelné čerpadlo** silně snižuje energii pro ohřev

**Volba jednotky** podle optimalizačních znaků

**Systém MaR** zajišťuje multifunkční provoz

**Volba systému** VZT jednotky umožňuje početné varianty a možnosti a musí být vždy znovu provedena specificky podle projektu. První rozlišovací znak u jednotek pro kryté bazény je druh a způsob úpravy přívodního vzduchu.

Při použití tepelného čerpadla je většinou možné během provozu bazénu úplně upustit od konvenčního ohřevu. Při velkém množství vzduchu se může instalovaný výkon vytápění budovy příslušně snížit.

Úprava přívodního vzduchu bez použití tepelného čerpadla se vyznačuje nižšími investičními náklady, vyžaduje ale dodatečnou tepelnou energii pro ohřev.

**S tepelným čerpadlem**

- Multifunkční provoz
- Nižší výkon ohřívání
- Užívání synergických efektů (např. ohřívání vody v bazénu)

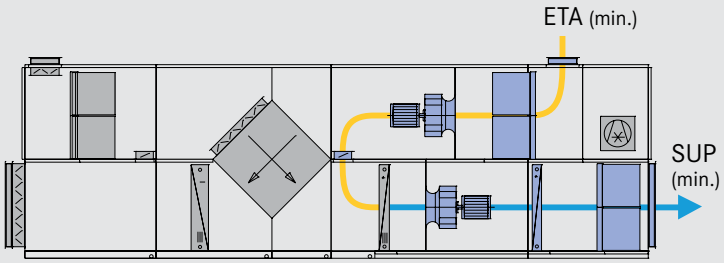
**Bez tepelného čerpadla**

- Příznivé investiční náklady
- Vysoká provozní bezpečnost
- Menší potřeba místa
- Jednodušší údržba

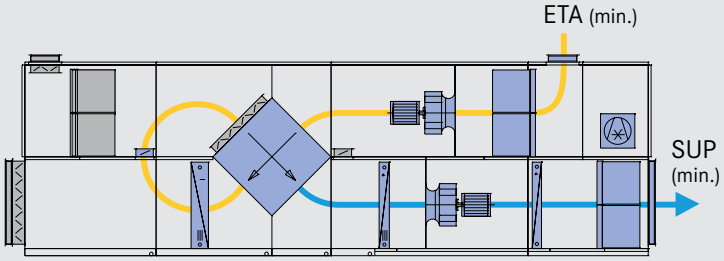
**Jednotky se strojním odvlhčováním**
Při mechanickém odvlhčování se používá účinný systém zpětného získávání tepla a dodatečné tepelné čerpadlo. Pomocí tepelného čerpadla je možné odváděný vzduch ještě dále odvlhčit. Odpovídající regulační parametry a sladěný sled druhů provozu zajišťují úpravu prostorového vzduchu během provozu bazénu úplně bez dodatečné topné energie. Regulace je vedle správného dimenzování VZT jednotek rozhodujícím prvkem pro energeticky efektivní provoz a příjemnou teplotu a vlhkost prostorového vzduchu. Integrovaný systém MaR od firmy robatherm zde nabízí osvědčená řešení z jedné ruky.

**Jednotky bez strojního odvlhčování**
Zařízení s přimícháváním vnějšího vzduchu udržují konstantní množství přívodního vzduchu. Mění se podíl vnějšího vzduchu. Vyloučená vlhkost je odstraňována s odváděným vzduchem. VZT jednotky bez možnosti cirkulace vzduchu nejsou v krytých bazénech z prostorově-klimatického hlediska smysluplné. Mají sice díky nižšímu objemovému průtoku vzduchu zřetelně nižší spotřebu, správné provětrání prostoru ale není při proměnném objemovém průtoku možné dodržet. Na studených vnějších plochách pak vzniká nebezpečí tvorby kondenzátu.

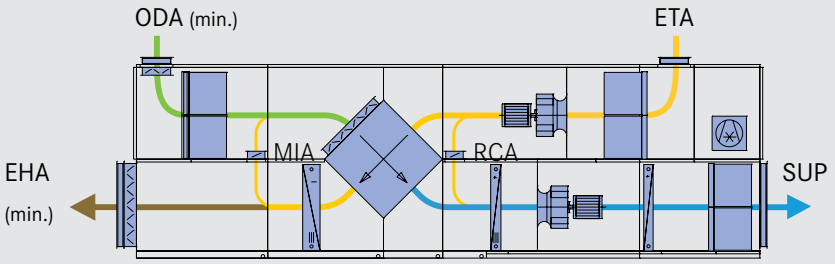
**Klidový provoz bez odvlhčování**
- Zpětné získávání tepla neaktivní
- Provoz oběhového vzduchu s minimálním průtokem
- Tepelné čerpadlo neaktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu



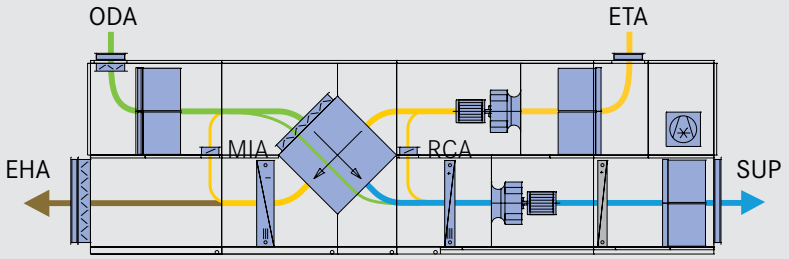

**Klidový provoz s odvlhčováním**
- Zpětné získávání tepla aktivní
- Provoz oběhového vzduchu s minimálním průtokem
- Tepelné čerpadlo aktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu



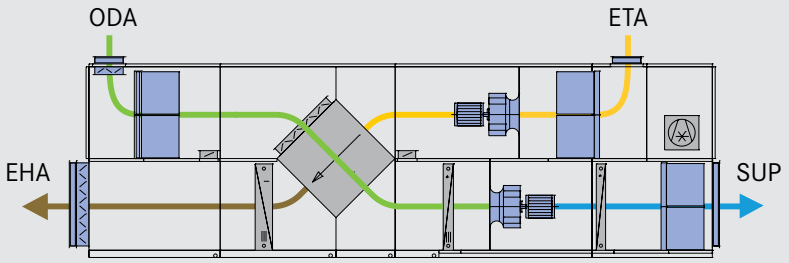

**Provoz koupání s odvlhčováním (zima)**
- Zpětné získávání tepla aktivní
- Smíšený vzduch s potřebným podílem vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo aktivní
- Výměník pro dohřev uvolněn k chodu




**Provoz koupání s odvlhčováním (přechodné období)**
- Zpětné získávání tepla aktivní
- Smíšený vzduch s potřebným podílem vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo uvolněno k chodu
- Výměník pro dohřev neaktivní




**Provoz koupání s odvlhčováním (léto)**
- Zpětné získávání tepla neaktivní (provoz přes bypass)
- Maximální podíl vnějšího vzduchu
- Tepelné čerpadlo neaktivní
- Výměník pro dohřev neaktivní




Použité zkratky (dle DIN EN 13779): ODA=venkovní vzduch, SUP=přiváděný vzduch, ETA=odváděný vzduch, EHA=odpadní vzduch, RCA=cirkulační vzduch, MIA=smíšený vzduch

# Dlouholeté zkušenosti. Osvědčené koncepce

## Využijte naše know-how také u krytých bazénů.

**Nabízíme** speciálně pro kryté bazény optimalizované koncepce jednotek, které odpovídají aktuálním normám a směrnicím. Pomocí vzorových konceptů jednotek obdržíte rychlé, konkrétní a kompletní informace o provedení jednotek a jejich parametrech – optimalizované z hlediska výkonu, funkce a ceny a přizpůsobené vašim individuálním požadavkům. Potřebujete další podrobné informace nebo doklad efektivnosti TrueBlue? Rádi Vám všestranně poradíme!

**Vlastnosti zařízení**

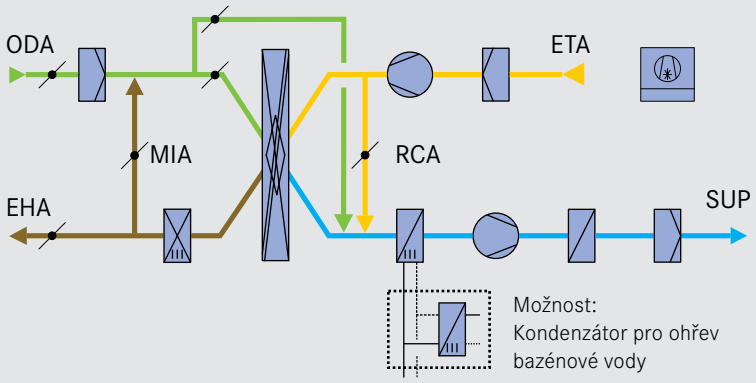
- Jednotka navržená pro venkovní instalaci (odolná proti počasí)
- Rotační výměník ZZT
- Deskový výměník ZZT
- Hydraulický okruh ZZT
- Ventilátor s volně oběžným kolem
- Elektromotor s vysokou účinností IE 2 / IE 3
- MaR integrované v jednotce
- Přímé chlazení integrované v jednotce
- Přepínací tepelné čerpadlo integrované v jednotce
- Hydraulický regulační uzel integrovaný v jednotce
- Parní zvlhčovač v jednotce
- Tlumič hluku v jednotce

**Optimalizované vlastnosti**

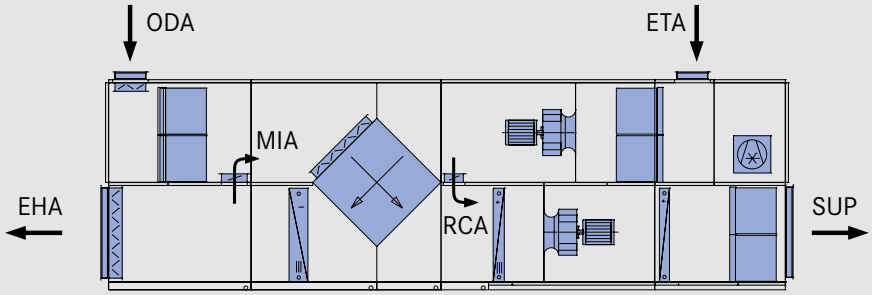
- Nízké investiční náklady
- Snížené provozní náklady
- Vysoká účinnost
- Kompaktní stavba
- Jednoduchá montáž
- Jednoduchá údržba

| Navigace | Vlastnosti zařízení | Optimalizované vlastnosti |
|---|---|---|

## Schéma jednotky




## Schematický nákres




Pohled z boku

## Vybavení jednotky

**Provedení:**
Vnitřní provedení
s 2-mi vrstvami práškového lakování
**Pružné připojení:**
Zvukově izolované a lakované
**Klapky:**
Vnější vzduch: zinkovaná ocel, třída těsnosti 2
Oběh. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
Odpad. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
**Filtry:**
Vnější vzduch: plochý filtr G4
kapsový filtr F5 Biostat
Přív. vzduch: kapsový filtr F7
Odv. vzduch: kapsový filtr F7

**ZZT:**
Deskový výměník s křížovým prouděním
včetně bypassu pro regulaci výkonu
**Ohřívač:**
$t_E$= 22 °C, $t_A$ = 35°C
Kondenzátor: R407c $t_C$ ≈ 45 °C
Ohřívač: $t_W$ = 70/50 °C
**Příslušenství:**
Kontrola zanesení filtru
Frekvenční měnič včetně servisního spínače
**Možnosti:**
Individuálně rozšiřitelné např. o:
– odlišné připojení jednotky
– kondenzátor pro ohřev bazénové vody
– přetlakovou klapku, atd.

## Popis jednotky

Koncepce jednotky pro střední a velká množství vzduchu.

Nízké provozní náklady díky použití tepelného čerpadla (snížení energie pro dohřívání).

Multifunkční provoz s regulací vlhkosti pro optimální vlhkost přiváděného vzduchu a ochranu před příliš velkým odpařováním bazénové vody.

Systém konstantního průtoku pro optimální provětrání prostoru bez mrtvých zón, včetně kompenzace průtoku na znečištění filtrů. Regulace otáček umožňuje útlumový provoz.

Koncový filtrační stupeň pro nejvyšší čistotu vzduchu.

Modul tepelného čerpadla mimo proud vzduchu zlepšuje přístup při údržbě.

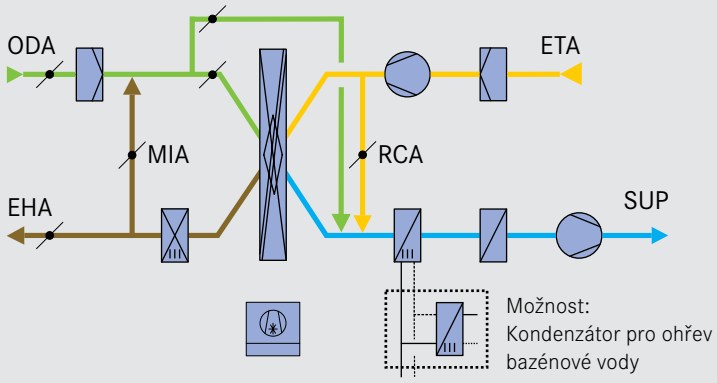
Jednoduchá instalace díky kompletaci u výrobce a nízkému počtu dodávaných dílů. Optimální přístupnost a čistitelnost (VDI 6022).

Hospodárný provoz díky účinnému zpětnému získávání tepla s nepatrnými ztrátami tlaku a vysokou účinností.

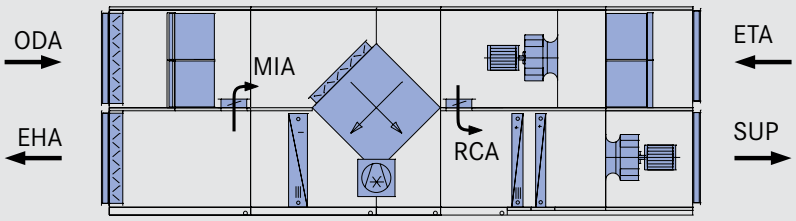
Použité zkratky (dle DIN EN 13779): ODA=venkovní vzduch, SUP=přiváděný vzduch, ETA=odváděný vzduch, EHA=odpadní vzduch, RCA=cirkulační vzduch, MIA=smíšený vzduch

| Navigace | Vlastnosti zařízení | Optimalizované vlastnosti |
|---|---|---|

## Schéma jednotky




## Schematický nákres




Pohled z boku

## Vybavení jednotky

**Provedení:**
Vnitřní provedení
s 2-mi vrstvami práškového lakování
**Pružné připojení:**
Zvukově izolované a lakované
**Klapky:**
Vnější vzduch: zinkovaná ocel, třída těsnosti 2
Oběh. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
Odpad. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
**Filtry:**
Vnější vzduch: plochý filtr G4
kapsový filtr F7 Biostat
Přív. vzduch: kapsový filtr F7 (možnost)

**ZZT:**
Deskový výměník s křížovým prouděním
včetně bypassu pro regulaci výkonu
**Ohřívač:**
$t_E$= 22 °C, $t_A$ = 35°C
Kondenzátor: R407c $t_C$ ≈ 45 °C
Ohřívač: $t_W$ = 70/50 °C
**Příslušenství:**
Kontrola zanesení filtru
Frekvenční měnič včetně servisního spínače
**Možnosti:**
Individuálně rozšiřitelné např. o:
- odlišné připojení jednotky
- kondenzátor pro ohřev bazénové vody
- přetlakovou klapku, atd.

## Popis jednotky

Koncepce jednotky pro střední a velká množství vzduchu.

Nízké provozní náklady díky použití tepelného čerpadla (snížení energie pro ohřívání).

Multifunkční provoz s regulací vlhkosti pro optimální vlhkost přiváděného vzduchu a ochranu před příliš velkým odpařováním bazénové vody.

Systém konstantního průtoku pro optimální provětrání prostoru bez mrtvých zón. Regulace otáček umožňuje útlumový provoz.

Kompaktní konstrukce pro stísněné prostory.

Modul tepelného čerpadla mimo proud vzduchu zlepšuje přístup při údržbě.

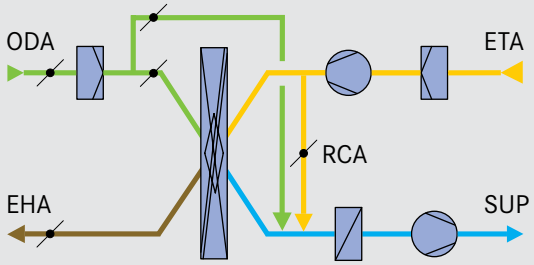
Jednoduchá instalace díky kompletaci u výrobce a nízkému počtu dodávaných dílů.

Hospodárný provoz díky účinnému zpětnému získávání tepla s nepatrnými ztrátami tlaku a vysokou účinností.

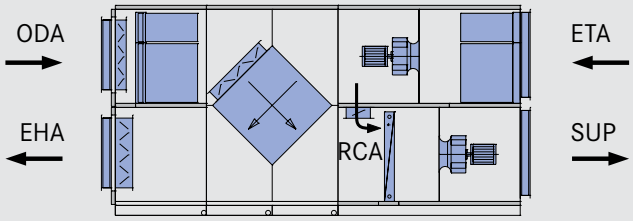
Použité zkratky (dle DIN EN 13779): ODA=venkovní vzduch, SUP=přiváděný vzduch, ETA=odváděný vzduch, EHA=odpadní vzduch, RCA=cirkulační vzduch, MIA=smíšený vzduch

| Navigace | Vlastnosti zařízení | Optimalizované vlastnosti |
|---|---|---|

## Schéma jednotky




## Schematický nákres




Pohled z boku

## Vybavení jednotky

**Provedení:**
Vnitřní provedení
s 2-mi vrstvami práškového lakování
**Pružné připojení:**
Zvukově izolované a lakované
**Klapky:**
Vnější vzduch: zinkovaná ocel, třída těsnosti 2
Oběh. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
Odpad. vzduch: hliník, třída těsnosti 2
**Filtry:**
Vnější vzduch: plochý filtr G4
kapsový filtr F7 Biostat
Přív. vzduch: kapsový filtr F7 (možnost)

**ZZT:**
Deskový výměník s křížovým prouděním včetně bypassu pro regulaci výkonu
**Ohřívač:**
$t_E$= 22 °C, $t_A$ = 35 °C
Dohřívač: $t_W$ = 70/50 °C
**Příslušenství:**
Kontrola zanesení filtru
Frekvenční měnič včetně servisního vypínače
**Možnosti:**
Individuálně rozšiřitelné např. o:
- odlišné připojení jednotky
- dodatečný filtrační stupeň
- přetlakovou klapku, atd.

## Popis jednotky

Koncepce jednotky pro malá až střední množství vzduchu.

Jednotka s optimalizovanými investičními náklady a vynikající cenou.

Optimální vlhkost přívodního vzduchu a ochrana před příliš velkým odpařováním bazénové vody díky regulaci vlhkosti přívodního vzduchu.

Systém konstantního průtoku vzduchu pro optimální provětrání prostoru bez mrtvých zón. Regulace otáček umožňuje útlumový provoz.

Kompaktní konstrukce pro stísněné prostory.

Hospodárný provoz díky účinnému zpětnému získávání tepla s nepatrnými ztrátami tlaku.

Jednoduchá instalace díky nízkému počtu dodávaných dílů. Optimální přístupnost a čistitelnost (VDI 6022).

Vysoká provozní bezpečnost díky ventilátorům s volnými oběžnými koly a snadno servisovatelným deskovým výměníkům tepla.

Použité zkratky (dle DIN EN 13779): ODA=venkovní vzduch, SUP=přiváděný vzduch, ETA=odváděný vzduch, EHA=odpadní vzduch, RCA=cirkulační vzduch, MIA=smíšený vzduch

# Podpora plánování

Zašlete prosím údaje o projektu [1] firmě robatherm. Obdržíte individuálně vypracovaný návrh vzduchotechnického zařízení.
Zaslat na: info@ok-puls.cz nebo fax: +420 541 634 310

Projekt:

Firma:

Kontaktní osoba:

Telefonní číslo:

E-Mail:

## Bazén I:

**Plocha bazénu:** [m²]

**Teplota vody:** [2] [°C]

**Teplota vzduchu:** [2,3] [°C]

**Prostorová vlhkost:** [2,4] [% r. v.]

**Kryt bazénu:**
- [x] Ano ($\beta_u$ = 0,7)
- [ ] Ne ($\beta_u$ = 7)

**Druh bazénu:**
- [x] Soukromý, hotel ($\beta_b$ = 21)
- [ ] Veřejný h < 1,35 m ($\beta_b$ = 40)
- [ ] Veřejný h > 1,35 m ($\beta_b$ = 28)
- [ ] Skluzavka, vlnobití ($\beta_b$ = 50)

**Atrakce:** [5]

Počet průtokových kanálů ks ($\beta_A$ = 30)

Počet vodních hřibů [6] ks s U = m ($\beta_A$ = 5 x U)

Počet týlových sprch ks ($\beta_A$ = 6)

Počet dnových trysek ks ($\beta_A$ = 4)

Počet masážních míst ks ($\beta_A$ = 30)

Počet bublinkových hor, gejzírů ks ($\beta_A$ = 3)

Počet dětských skluzavek [7] ks ($\beta_A$ = 3)

Počet lehátek, sedacích ploch ks ($\beta_A$ = 2)

Objemový proud provzdušňování: [8] [kg/h]

**Vodní skluzavka:** [9]

Délka vodního proudu: [m]

Šířka vodního proudu: [m]

## Bazén II:

**Plocha bazénu:** [m²]

**Teplota vody:** [2] [°C]

**Teplota vzduchu:** [2,3] [°C]

**Prostorová vlhkost:** [2,4] [% r. v.]

**Kryt bazénu:**
- [x] Ano ($\beta_u$ = 0,7)
- [ ] Ne ($\beta_u$ = 7)

**Druh bazénu:**
- [x] Soukromý, hotel ($\beta_b$ = 21)
- [ ] Veřejný h < 1,35 m ($\beta_b$ = 40)
- [ ] Veřejný h > 1,35 m ($\beta_b$ = 28)
- [ ] Skluzavka, vlnobití ($\beta_b$ = 50)

**Atrakce:** [5]

Počet průtokových kanálů ks ($\beta_A$ = 30)

Počet vodních hřibů [6] ks s U = m ($\beta_A$ = 5 x U)

Počet týlových sprch ks ($\beta_A$ = 6)

Počet dnových trysek ks ($\beta_A$ = 4)

Počet masážních míst ks ($\beta_A$ = 30)

Počet bublinkových hor, gejzírů ks ($\beta_A$ = 3)

Počet dětských skluzavek [7] ks ($\beta_A$ = 3)

Počet lehátek, sedacích ploch ks ($\beta_A$ = 2)

Objemový proud provzdušňování: [8] [kg/h]

**Vodní skluzavka:** [9]

Délka vodního proudu: [m]

Šířka vodního proudu: [m]

[1] Podle VDI 2089, list 1; stav leden 2010. Tato směrnice slouží jako podklad plánování a rozhodování. Obsahuje hodnoty pro návrh a praktické pokyny. Firma robatherm nepřebírá žádnou záruku za správnost nebo úplnost výpočetního postupu.
[2] Výpočet se provádí na základě požadovaných hodnot.
[3] Teplota prostorového vzduchu ca. o 2 – 4 K vyšší, než teplota vody v bazénu.
[4] Relativní vlhkost vzduchu při x = 14,3 g/kg: 28 °C → 60 %, 30 °C → 54 %, 32 °C → 48 %.
[5] Rozhodující jsou jen atrakce, které jsou současně v provozu.
[6] Zesílení pole $\beta_A$ platí na metr obvodu hřibu. Udejte prosím obvod hřibu.
[7] Zesílení pole $\beta_b$ platí do 10 m délky dětské skluzavky.
[8] Objemové proudění vzduchu pro provzdušňované atrakce, jako např. vířivku.
[9] Neplatí pro skluzavky pro (malé) děti. Viz k tomu „Atrakce“.

robatherm nenese odpovědnost za správnost a úplnost obsahu tohoto dokumentu. Typy a popisy prvků částečně překračují standardní provedení. Technické změny vyhrazeny. Vydání 10/2011. © Copyright by robatherm.

robatherm

the air handling company

Industriestrasse 26 · 89331 Burgau · Germany

Tel. +49 8222 999-0 · Fax +49 8222 999-222

www.robatherm.com · info@robatherm.com