

# Nové řešení vodojemů dle návrhu AQUATISU a.s. Brno.

Ing. Vladimír Pleský  
AQUATIS a.s. Brno

---

## Problematika konstrukčního systému krabicových vodojemů

Dosud obecně užívané krabicové vodojemy jsou vesměs navrhovány jako typové konstrukce podle typizačních podkladů, popř. různě modifikovaných:

- ❑ Krabicové vodojemy 2 x 1000 až 2 x 6000 m<sup>3</sup> - zpracoval Hydroprojekt Praha v roce 1978
- ❑ Manipulační komory MK 4 a MK 5 ke krabicovým vodojemům 2 x 1000 až 2 x 6000 m<sup>3</sup> - zpracoval Hydroprojekt Praha v roce 1975
- ❑ Krabicové vodojemy 2 x 100, 2 x 150, 2 x 250 m<sup>3</sup> včetně manipulačních komor - zpracoval Hydroprojekt Praha v roce 1990
- ❑ Krabicové vodojemy 2 x 400, 2 x 650 m<sup>3</sup> včetně manipulačních komor - zpracoval Hydroprojekt Praha v roce 1991
- ❑ Krabicové vodojemy 2 x 1000, 2 x 1500 a 2 x 2500 m<sup>3</sup> včetně manipulačních komor - zpracoval Hydroprojekt Praha v roce 1992

Mezi výhody těchto krabicových vodojemů patří jednoduchá konstrukce, značná opakovatelnost projektů, možnost snadné přístavby druhé nádrže, atd.

## Řešení uspořádání vodojemů podle návrhu AQUATISU a.s.

V posledních letech firma AQUATIS a.s. řešila některé aplikace vodojemů, které se zásadním způsobem liší od shora uvedených typových řad. Navržená řešení byla v několika případech realizována a lze konstatovat, že se osvědčila.

Nové řešení vodojemů spočívá v následujících prvcích:

- ❑ Obtékaná vnitřní nádrž
- ❑ Řešení dna vodojemu
- ❑ Řešení vstupu do nádrží

### Obtékaná vnitřní nádrž

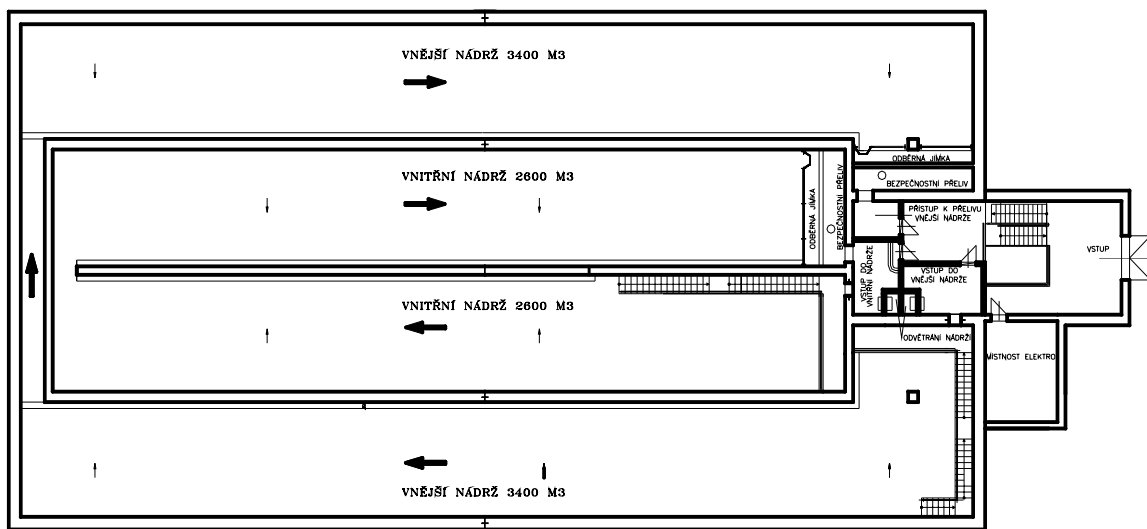
Vodojem je řešen jako kompaktní celek s jednou nebo více dilatačními spárami.

Vodojem je uspořádán tak, že voda protéká dvěma nádržemi, z nichž jedna ( menší ) nádrž je vsazena do druhé ( větší ) nádrže. Obě nádrže mají přítokovou a odběrnou část. Přítoková a odběrná část u vnitřní nádrže je od sebe oddělena dělicí stěnou. Konec dělicí stěny je oddělen od obvodové stěny vnitřní nádrže mezerou šířky cca 1 m, spojující přítokovou a odtokovou část vnitřní nádrže. Přítoková a odběrná část u vnější nádrže je od sebe oddělena obvodovými stěnami vnitřní nádrže. Obě části vnější nádrže jsou propojeny úzkou chodbou šířky cca 1 m, umístěnou na protilehlém konci k armaturní komoře.

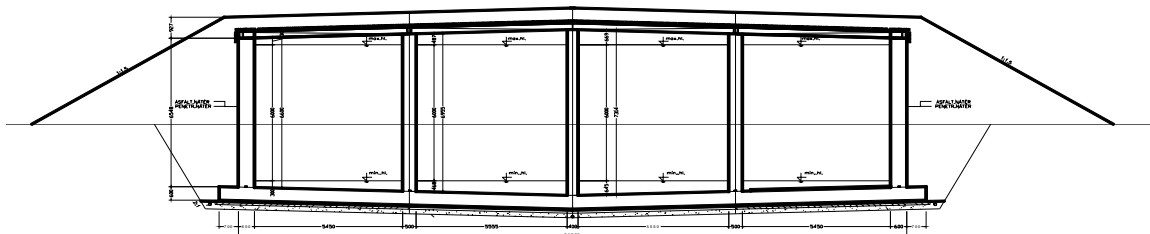
Celý vodojem je uspořádan do čtyř polí o shodné rozteči podélných stěn, na kterých jsou položeny stropní panely. Voda v obou nádržích protéká souběžně. Podélný průtok poměrně úzkými nádržemi dává předpoklady pro dobrou výměnu vody bez vytváření mrtvých koutů.

Veškerá voda do nádrží přitéká z potrubí umístěného na jedné straně armaturní komory u přilehlých stěn přítokových částí nádrží a odtéká z nádrží do potrubí umístěného na druhé straně armaturní komory u přilehlých stěn odběrných částí nádrží. Uspořádání nádrží má velký význam zejména u větších dimenzí přívodního a odběrného potrubí, která se v armaturní komoře nikde nekříží. Při uložení stropu na 5 podélných stěn je konstrukce dosti tuhá a je možno hloubku vody v nádrži zvýšit až na 6-7 m.

ŘEŠENÍ VODOJEMU 3400 + 2600 M<sup>3</sup>  
PŮDORYS



PŘÍČNÝ ŘEZ



Naše firma řešila obdobné nádrže s hloubkou hladiny až 7 m. Tyto nádrže jsou dnes v bezproblémovém provozu. Při stejném objemu je tak možno podstatně snížit zábor půdy a plochu vykupovaných pozemků.

### **Řešení dna vodojemu**

U větších vodojemů nastává téměř vždy problém s odvodněním a vyspádováním dna. Spádový beton navrhovaný do nádrží větších rozměrů mívá i při malém spádu dna v nejbližším místě od odběrné jímky značnou tloušťku. U většiny vodojemů má dodavatel pochopitelnou snahu zdůvodněnou rychlejším postupem prací betonovat spádový beton v době, kdy jsou nádrže zakryty. Tato dodatečná betonáž má za následek problémy při dopravě betonové směsi uvnitř nádrže a mnohdy nekvalitní povrch dna nádrží. Pro vyspravení povrchu dna se spádový beton opatřuje cementovým potěrem. Spádový beton při masivní tloušťce dna bývá často rozpukán.

Při řešení vodojemu požární vody o objemu 2 x 6800 m<sup>3</sup> pro centrální tankoviště ropy Nelahozeves se projektant dohodl s odběratelem a dodavatelem na přímém vyspádování železobetonového dna. Jak se při výstavbě ukázalo, není problém v dobré kvalitě vybetonovat železobetonové dno ve spádu do 2%, což je dostatečný spád pro odvodnění celé plochy. Dno bylo vyspádováno v příčném směru k jedné stěně. Podél této stěny byl v železobetonové konstrukci vytvořen vodorovný žlábek, který jako jediný je vyspádován spádovým betonem do odběrné jímky. Povrch dna byl do konečné podoby vyhlazen již při betonáži konstrukce.

Základová spára byla vyhloubena ve spádu dna nádrže.

Řešením se uspořilo cca 500 m<sup>3</sup> spádového a odpadly prakticky všechny shora uvedené problémy. Ukázalo se, že jedinou komplikací je prohloubení dna v místě žlábků, kde je nutno žlábků bednit shora. Přes tuto komplikaci dodavatel a investor řešení dna přijal a provedl, protože zcela odpadly všechny výše uvedené problémy a došlo při zvýšení kvality dna ke snížení investičních nákladů.

V případě použití tohoto řešení ve spojení se shora uvedenou obtékanou nádrží je možno dno spádovat symetricky k podélné ose a v minimální vzdálenosti docílit dokonale vyspádovaného dna. Při horší kvalitě nerovného povrchu dna je možno použít pouze potěr v tl. 3-5 cm.

### **Řešení vstupu do nádrží**

Při návrhu vodojemů se dosud řeší vstup nad hladinu vody, kde je vytvořena plošina, ze které je umožněn sestup po žebříku nebo schodech na dno nádrže. Vzhledem k tomu, že plošina je umístěna nad hladinou vody, je třeba nad ní vytvořit zvýšený prostor, který je obezděn a vystupuje nad násyp vodojemu. Stěny tohoto vstupního prostoru bývají velkým provozním problémem. Z ochlazovaných stěn vystupujících nad násyp vodojemu dochází k úkapům kondenzované vody do nádrží. Současně dochází k vlhnutí a promrzání obvodového zdiva. Je pravdou, že vstup na plošinu skýtá volný výhled na hladinu vody do nádrže, avšak pouze do vzdálenosti, kterou umožňuje snížený strop nádrže. V minulosti navrhoval Hydroprojekt Praha vodojemy se spodním vstupem do nádrží přes přírubu u dna. Toto řešení se v praxi neujalo zřejmě z praktických důvodů, protože přístup k hladině nebyl umožněn vůbec, náhled pouze revizním okénkem a přístup do nádrže pak pouze při úplném vypuštění.

Shora popsané provozní nevýhody se v Aquatisu podařilo úspěšně odstranit originálním řešením vstupu do nádrží originálním návrhem vstupu do nádrží ponořenými vodotěsnými dveřmi.

Vodojem je řešen bez vstupu nad hladinu. Vstup do nádrží je umožněn polozatopenými nerezovými dveřmi. Tyto dveře jsou vsazeny do stěny nádrže při hladině, a to tak, že nerezový rám je těsněn při styku s betonem rozpínavou gumou. Nerezové křídlo dveří je zavěšeno na rám s otvíráním ven z nádrže a vyplňuje pouze dolní část dveřního otvoru ve stěně. Na dveřích jsou přivařena stupadla, umožňující aktuálně náhled do přítokové části nádrže. Dveře jsou těsněny gumovým profilem, který lze po čase snadno vyměnit a jsou zamykány speciálním zámkem, který umožňuje dotlačení těsnění. I v případě, že gumové těsnění po otevření dveří vyžaduje opravu nebo výměnu, je nádrž schopná provozu při snížení max. hladiny cca o 1,2 m na úroveň plošiny vstupu (prahu dveří).  
Nade dveřmi je volný otvor, umožňující:

- ◆ Volný pohled do přítokové části nádrže
- ◆ Proudění vzduchu nad hladinou v nádrži
- ◆ Odběr vzorků

Velkou výhodou je též umožnění snížení výšky manipulační komory, jejíž strop je výškově vázán na úroveň stropu vstupního prostoru do nádrží.

Vstup do nádrží je umožněn při snížené hladině pod úroveň plošiny za vodotěsnými dveřmi. Tento způsob vstupu do nádrží je rovnocenný s klasickým vstupem nad hladinou, kde obdobě jako zde nelze do nádrže vstoupit bez snížení hladiny vody. Pro sestup do nádrže je možno použít železobetonové nebo nerezové schody, případně nerezový či sklolaminátový žebřík.

Celé řešení vstupu skýtá jednu velikou výhodu. Nad nádržemi není nutno budovat vstupní prostory, které u všech vodojemů jsou problematické. Nedochází tak k orosování konstrukce a úkapům vysrážené vody do nádrží. Vstupní část do nádrží nenavlhá a nenamrzá.

Vodojem je řešen jako kompletně zasypaný včetně armaturní komory pouze s obnaženou vstupní fasádou manipulační komory, kterou lze snadno a levně tepelně izolovat. Nad násyp vodojemu je pouze vyveden větrací komín pro větrání nádrží.

Při spojení tohoto řešení ponořeného vstupu se shora uváděnou obtékanou nádrží je bezpečnostní přeliv je umístěn nad odběrnou jámkou. Tvoří jej železobetonový žlab, zavěšený na stěnu, přilehlou k armaturní komoře. Nad přelivem je ve stěně nádrže vynechán otvor, který umožní obdobně jako u vstupní části:

- ◆ Volný pohled do odběrné části nádrže
- ◆ Proudění vzduchu nad hladinou v nádrži.

Protože je otvor umístěn nad žlabem bezpečnostního přelivu, kde neexistuje možnost jeho zatopení, může být spodní úroveň otvoru osazena dosti hluboko pod hladinou tak, aby byl umožněn vstup do žlabu z armaturní komory.

V úrovni vstupu do nádrží jsou umístěny v armaturní komoře místnosti vstupu do nádrží, uzavíratelné parotěsněnými dveřmi. Vnitřní nádrž je vybavena jednou komorou. Vnější nádrž je vybavena dvěma samostatnými komorami s přístupem ke vstupu do nádrže a k bezpečnostnímu přelivu. Obě komory jsou spojeny potrubím, umožňujícím proudění vzduchu nad hladinou nádrže.

Obě nádrže jsou samostatně odvětrány větracím komínem nad násyp vodojemu. Ke komínu je možno přiřadit třetí průduch, umožňující samostatné větrání armaturní komory. Větrací prachové filtry mohou být osazeny do stěn větracího komínu.

### Výhody shora uvedených řešení

Při spojení shora uvedených řešení je možno zaznamenat řadu předností takto uspořádaných vodojemů, a to :

- ❑ Menší zábor půdy při zvýšení výšky hladiny vody u systému s obtékanou nádrží.
- ❑ Vynechání spádového betonu v nádržích
- ❑ Vynechání celé nadzemní části armaturní komory včetně vstupu do nádrží
- ❑ Zajištění příznivého proudění vody v nádržích
- ❑ Skutečnost, že k úniku vody přes stěnu nádrže do terénu může docházet pouze u vnější nádrže.
- ❑ Výhodné uspořádání potrubí v armaturní komoře
- ❑ Přímý náhled do celé nádrže i při maximální hladině
- ❑ Prakticky bezúdržbový exteriér ( kromě kosení trávy z násypu)

### Nevýhody řešení

- ❑ Větší plocha vnitřních stěn nádrží

### Porovnání vodojemu s obtékanou vnitřní nádrží s typovým krabicovým vodojemem

Položka	Vodojem 2x3000 m <sup>3</sup> ( dle typu)	Variantní vodojem 3400+2600 m <sup>3</sup> (dle AQT)
Objem vody v nádržích	6000 m <sup>3</sup>	6000 m <sup>3</sup>
Výška hladiny vody	4,7 m	6 m
Plocha nádrží	1575 m <sup>2</sup>	1010 m <sup>2</sup>
Prostor nad hladinou	1100 m <sup>3</sup>	470 m <sup>3</sup>
Vnitřní prostor nádrže	7100 m <sup>3</sup>	6470 m <sup>3</sup>
Obestavěný prostor nádrží ( konstrukce)	9350 m <sup>3</sup>	8970 m <sup>3</sup>
Omočená plocha stěn nádrží	1203 m <sup>2</sup>	2720 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor armaturní komory ( konstrukce)	2920 m <sup>2</sup>	910 m <sup>3</sup>

### Vodojemy obdobné konstrukce

- ❑ Vodojem 2x1000 m<sup>3</sup> Černošice - Ponořený vstup - Městský úřad Černošice - V provozu

- Vodojem 5000 + 3500 m<sup>3</sup> Čebín - Obtékané nádrže - Vírský oblastní vodovod-V provozu
- Vodojem 2x50 m<sup>3</sup> Hajany - Ponořený vstup - Obecní úřad Ořechov u Brna - V provozu
- Vodojem 2x250 m<sup>3</sup> Ořechov - Ponořený vstup - Obecní úřad Ořechov u Brna - V provozu
- Vodojem 2x450 m<sup>3</sup> Rajhrad - Ponořený vstup - Vírský oblastní vodovod - V provozu
- Vodojem 2x1000 m<sup>3</sup> Rajhrad - Ponořený vstup - Vírský oblastní vodovod - V provozu
- Vodojem 2x250 m<sup>3</sup> Těšany - Ponořený vstup - Vírský oblastní vodovod - V provozu
- Vodojem 2x500 m<sup>3</sup> Březinka - Ponořený vstup - VaK Havlíčkův Brod - V provozu
- Vodojem 2x125 m<sup>3</sup> Slapy - Ponořený vstup - Vojenský rehabilitační ústav Slapy - V provozu
- Vodojem 2x125 m<sup>3</sup> Pomezí - Ponořený vstup - OMYA s.r.o - V provozu
- Vodojem 3700 + 2850 m<sup>3</sup> Bosonohy - Obtékané nádrže a ponořený vstup - Vírský oblastní vodovod - Po dokončení před kolaudací
- Vodojem 2500 + 1600 m<sup>3</sup> Nebovidy - Obtékané nádrže a ponořený vstup - Vírský oblastní vodovod - Projekt pro stavební povolení
- Centrální tankoviště ropy Nelahozeves -Vodojem požární vody 2 x 6800 m<sup>3</sup> – Dno ve spádu - dokončen

## **Závěr**

Jak je zřejmé z uvedeného výčtu praktického využití našich návrhů, je možno konstatovat, že shora uvedená řešení jsou ověřená v praxi a mnohá z nich jsou dnes v úspěšném provozu. Problematika není projekčně typově řešená. Při jednotlivých případech je třeba přihlídnout k místním podmínkám a proto je nutno projektovat každý vodojem jako originální netyповé řešení, což klade vyšší nároky na projekční práce. Tyto nároky jsou vyváženy zcela jistou úsporou investičních nákladů a především lepšími podmínkami pro vodárenský provoz.