

VÝPOČET ZÁKLADNÍHO TECHNOLOGICKÉHO OSAZENÍ BAZÉNU

Výpočet základních technologických komponentů plaveckého bazénu může být složitý úkol. Budete-li se však řídit níže uvedenými radami, dostanete se ke zcela uspokojivému výsledku i bez složitých technických kalkulací. Tyto instrukce z Vás neučiní specialistu na výpočet bazénové techniky, ale umožní Vám správně navrhnout osazení filtračního zařízení a příslušných potrubních rozvodů.

Výpočet velikosti základního filtračního zařízení vyžaduje určitou zkušenost. Je zde totiž celá řada proměnných veličin, které mohou značně ovlivnit výkon a tedy i cenu použitých technologií. Při výpočtu se nebudeme zabývat detaily konstrukce bazénu a jeho kompletním osazením, ale jen výpočtem základního filtračního celku.

1. OBJEM VODY V BAZÉNU

Základní údaj pro výpočet filtračního zařízení a dalších komponentů je objem vody v bazénu.

Jako příklad zvolíme bazén o těchto rozměrech: délka $L = 15$ m, šířka $B = 6$ m a průměrná hloubka $H = 1,5$ m. Objem vody v bazénu bude v tomto případě $15 \times 6 \times 1,5 = 135 \text{ m}^3$. Celý objem vody je třeba přefiltrovat za dobu, kterou je třeba stanovit a nazýváme ji intenzitou recirkulace vody v bazénu (TURNOVER RATE).

2. INTENZITA RECIRKULACE (TURNOVER)

SPATA (The Swimming Pool and Allied Trades Association) definuje INTENZITU RECIRKULACE (IR) jako "dobu v hodinách potřebnou k recirkulaci celého objemu vody v bazénu". Návazně tedy intenzita recirkulace je čas v hodinách, který udává, jak dlouho je třeba filtrovat vodu v bazénu, aby se přefiltroval celý objem vody bazénu. FINA (La Fédération Internationale de Natation), SPATA a další mezinárodní organizace stanovily níže uvedené kritérium:

soukromé bazény	= 6 až 8 hodin
veřejné bazény	= 4 hodiny
dětské bazény	= 2 hodiny

Pozn.: v ČR platí příloha č. 7 k vyhlášce č. 135/2004 Sb. udávající intenzitu recirkulace v závislosti na průměrné hloubce bazénu

3. ČERPADLA

Předpokládejme, že se v našem případě se jedná o veřejný bazén. Intenzita recirkulace je tedy 4 hodiny a za tuto dobu musíme přefiltrovat celý objem vody v bazénu.

$$Q = \frac{V}{IR} = \frac{135 \text{ m}^3}{4 \text{ hod}} = 33,75 \text{ m}^3/\text{hod}$$

Výpočtem dostáváme čerpadlo o výkonu $33,75 \text{ m}^3/\text{hod}$. při tlakových ztrátách 10 m v.s. (vodního sloupce). Údaj výkonu čerpadla v m^3/h společně s údajem při jakých tlakových ztrátách je daného výkonu dosaženo, je velmi důležitý, neboť neexistuje jednotné udávání výkonu čerpadel a mnohdy dochází k neregulárnímu porovnávání čerpadel z důvodu uvádění výkonů při různých tlakových ztrátách. Každé čerpadlo má vlastní výkonovou křivku v závislosti na tlakových ztrátách.

Potrubní rozvody je třeba vést účelně při použití minimálního počtu kolen, ohybů, T-kusů a dalších tvarovek a armatur tak, aby tlakové ztráty byly co nejnižší.

Vzhledem k tomu, že výrobce dodává čerpadla v určité výkonové řadě, lze navrhnout jen nejbližší vhodný výkon čerpadla, v našem případě 34 m³/h.

4. PÍSKOVÝ FILTR

Vlastní filtr musí být schopen přefiltrovat rovněž 34 m³/hod. Setkáváme se s dalším parametrem, který je podstatný pro návrh filtrace. Tímto parametrem je filtrační rychlost (F) udávaná v m³/hod/m² vypovídající o kvalitě filtrování. Čím je filtrační rychlost vyšší, tím horší je kvalita filtrování. Při vysoké filtrační rychlosti se dostáváme na filtr menších rozměrů, při nižší filtrační rychlosti na filtr větších rozměrů. Filtrační rychlost je závislá na použité filtrační náplni (běžně se filtr plní hrubším a jemnějším křemičitým pískem, nebo se používá vícevrstvá náplň v kombinaci s hydroantracitem či aktivním uhlím dle požadavku technologa), průměrech vstupního a výstupního potrubí do filtru a průměrech vnitřních rozvodů ve filtru. Filtrační rychlost u téhož filtru může být rozdílná v závislosti na použitém čerpadle. Vypočítá se jako podíl průtoku filtrem v m³/hod (Q) a filtrační plochy (řezu) (S) daného filtru. Filtrační rychlost používaná u bazénových technologií se pohybuje v rozmezí 20 až 50 m³/h/m² a obvykle se volí:

pro soukromé bazény	=	50 m ³ /h/m ²
pro poloveřejné či málo zatížené	=	40 m ³ /h/m ²
pro veřejné bazény	=	30 m ³ /h/m ²
pro dětské či velmi zatížené bazény	=	20 m ³ /h/m ²

V našem příkladě zvolíme pro veřejný bazén filtrační rychlost 30 m³/hod/m² (30.000 l/hod/m²). Z toho lze vypočítat požadovanou filtrační plochu filtru:

$$S = \frac{Q}{F} = \frac{34 \text{ m}^3/\text{h}}{30 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2} = \boxed{1,133 \text{ m}^2}$$

Tedy požadovaná filtrační plocha filtru vychází 1,133 m².

Pro výpočet průměru filtru, který se běžně uvádí v prodejním katalogu a má filtrační plochu 1,133 m², platí:

$$\text{(Filtrační) plocha kruhu } S = \frac{\pi D^2}{4} = \pi r^2 = 1,133 \text{ m}^2$$

$$r^2 = \frac{1,133}{3,14} = 0,3609 \text{ m}^2$$

$$r = \sqrt{0,3609} = 0,6007 \text{ m}$$

$$d = 2r = 2 \times 0,6007 \text{ m} = \boxed{1200 \text{ mm}}$$

Průměr filtru o filtrační ploše 1,133 m² je 1200 mm.

Pokud je průměr filtru příliš velký, lze použít 2 menší filtry, které budou mít v součtu stejnou filtrační plochu jako vypočtený filtr.

$$S = \frac{1,133}{2} = 0,5665 \text{ m}^2 \text{ pro každý filtr}$$

Výpočet průměru 2 menších filtrů provedeme obdobně:

$$\text{Filtrační plocha } S = \pi r^2 = 0,5665 \text{ m}^2$$

$$r^2 = \frac{0,5665}{3,14} = 0,180414 \text{ m}^2$$

$$r = \sqrt{0,180414} = 0,42475 \text{ m}$$

$$d = 2r = 2 \times 0,42475 = 0,8495 \text{ m} = 849 \text{ mm}$$

Nejbližší vyšší průměr filtru než vypočtený 849 mm, je 900 mm. Použijeme tedy 2 filtry o průměru 900 mm, čímž dostaneme celkovou filtrační plochu $0,5665 \times 2 = 1,133 \text{ m}^2$ jako při použití 1 filtru o průměru 1200 mm. V praxi se často doporučuje použít alespoň 2 filtry a 2 čerpadla, aby v případě jakékoli závady na technologii byl zajištěn alespoň poloviční výkon zařízení a nebylo nutné přistupovat k odstávce.

Důležitým požadavkem je rovněž dosažení filtrační rychlosti 40 až 50 $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ při proplachu filtrů (při nižší rychlosti nemusí být proplach dostatečný). Proto se často instalují rezervní čerpadla, která se spouští jen při proplachu filtrů, nebo se provádí proplach jednoho filtru např. dvěma čerpadly, i když při běžném filtračním provozu je filtr napojen jen na 1 čerpadlo.

Z důvodů malých rozměrů strojovny a především malé výšky stropu se doporučuje použít horizontální filtry, které mají i při malé výšce velkou filtrační plochu.

5. POTRUBÍ

Přistoupíme k výpočtu potrubí z PVC k propojení čerpadla a filtru s bazénem. Je třeba rozlišit sací potrubí, které nasává vodu z bazénu a vratné potrubí, které přivádí již přefiltrovanou vodu zpět do bazénu. Průměr potrubí vůbec nezávisí na připojovacích průměrech čerpadla a filtru. Rychlost proudění vody v sacím potrubí nesmí být vyšší než 1,2 m/s a ve vratném potrubí 1,8 - 2 m/s. Pokud použijete jiné než PVC potrubí a tvarovky, rychlost proudění vody se pravděpodobně sníží. Při překročení uvedených rychlostí proudění vody v potrubí dochází často k vibracím a tlakovým rázům, které mohou poškodit jak vlastní potrubní rozvody, tak především filtry.

Rychlost proudění (RP) vody v sacím potrubí (od skimmeru, dnové výpusti, sací trysky nebo z kompenzační nádrže) nesmí překročit 1,2 m/s (4.320 m/hod). V našem příkladě je třeba přečerpat 34 m^3/hod , tedy vypočtený průřez potrubí je :

$$S = \frac{Q}{RP} = \frac{34}{4320} (\text{m}^3/\text{h}) = 0,00787 \text{ m}^2 = 78,7 \text{ cm}^2$$

Pro průměr potrubí pak platí: $\pi r^2 = 78,7 \text{ cm}^2$

$$r^2 = \frac{78,7}{3,14} = 25,06 \text{ cm}^2$$

$$r = \sqrt{25,06} = 5,00 \text{ cm}$$

$$d = 2r = 2 \times 5,00 = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}.$$

Vnitřní průměr potrubí při průřezu (ploše) 78,7 cm^2 je 100 mm, proto použijeme potrubí o největším průměru D 110 mm z normalizované řady potrubí.

Rychlost proudění vody ve vratném potrubí od čerpadla k recirkulačním tryskám se smí pohybovat v rozmezí 1,8 m/s (6.480 m/hod) - 2 m/s (7.200 m/hod).

Při průtoku 34 m³/hod. a při rychlosti proudění v PVC potrubí 1,8 m/s (6.480 m/hod), vychází průřez potrubí následovně:

$$S = \frac{Q}{RP} = \frac{34 \text{ (m}^3\text{/h)}}{6480 \text{ (m/h)}} = 0,005246 \text{ m}^2 = 52,46 \text{ cm}^2$$

z průřezu vypočteme vnitřní průměr potrubí:

$$\pi r^2 = 52,46 \text{ cm}^2$$

$$r^2 = \frac{52,46}{3,14} = 16,70 \text{ cm}^2$$

$$r = \sqrt{16,70} = 4,087 \text{ cm}$$

$$d = 2r = 2 \times 4,087 = \boxed{8,17 \text{ cm}}$$

obdobně při rychlosti proudění 2 m/s (7.200 m/h):

$$S = \frac{Q}{RP} = \frac{34 \text{ (m}^3\text{/h)}}{7.200 \text{ (m/h)}} = 0,004722 \text{ m}^2 = 47,22 \text{ cm}^2$$

z průřezu vypočteme vnitřní průměr potrubí:

$$\pi r^2 = 47,22 \text{ cm}^2$$

$$r^2 = \frac{47,22}{3,14} = 15,04 \text{ cm}^2$$

$$r = \sqrt{15,04} = 3,8779 \text{ cm}$$

$$d = 2r = 2 \times 3,8779 = \boxed{7,755 \text{ cm}}$$

Vnitřní průměr potrubí s průřezem 47,22 cm² je 77,5 mm, tedy vnější průměr potrubí z nabízené řady vychází na D 90 mm.

Vratné potrubí má mít tedy průměr **D 90 mm** a sací potrubí **D110 mm**.

Chybně navržené potrubí může zcela znehodnotit fungování zařízení, které bylo navrženo správně.

Po výpočtu rozměrů a výkonů jednotlivých komponentů potřebných pro zajištění provozu bazénu často dochází k situaci, že vypočtené dimenze potrubí, výkony čerpadel a filtrů neodpovídají nabídce na trhu. Proto se volí komponenty, které jsou nejbližší výpočtu. Někdy se ale tento rozdíl projeví v pořizovací ceně, a proto se navrhnou nižší výkony, nebo menší průměry potrubí, než by dané instalaci odpovídalo. Důležité je však nalézt optimální poměr mezi teoretickým výpočtem a zvolenými komponenty, aby nebyla snížena kvalita vody v bazénu, či ohrožena bezpečnost provozu.

Po tomto základním výpočtu filtračního zařízení a připojovacího potrubí zbývá ještě navrhnout celou řadu komponentů, které zajišťují správnou recirkulaci vody v bazénu.

Nasávání vody čerpadlem z bazénu je prováděno u soukromého bazénu 50% ze skimmeru (skimmerů) a 50% z dnové výpusti (výpusti). Přefiltrovaná voda se pak ohřívá a chemicky upravuje a pomocí vratného potrubí a recirkulačních trysek se vrací do bazénu. Tyto trysky musí být umístěny na opačné straně bazénu, než jsou skimmery (sběrače).

U bazénů objemu vody většího než 300 m³ se používá kompenzační nádrž a přelivový kanálek, který nahrazuje skimmery. Voda v bazénu se přelévá přes mřížku přelivového kanálku a kanálkem je sváděna do kompenzační nádrže.

V tomto případě čerpadlo nasává 70% vody z kompenzační nádrže a 30% z dnových výpustí (minimálně 2 výpusti). Kompenzační nádrž je vyrobena obvykle ze zesílených plastů, sklolaminátu nebo je betonová.

Velmi zjednodušený výpočet objemu kompenzační nádrže vychází z plochy bazénu a odpovídá 5% plochy vyjádřené m³. V našem příkladě 5% (z 15 x 6 = 90 m²) vychází kompenzační nádrž o objemu 4,5 m³. Kompenzační nádrž musí být dostatečně velká, aby stačila absorbovat objem vody vytlačené plavci a zaručila bezproblémovou výměnu vody v bazénu.

Po spuštění filtračního zařízení bazénu je třeba pravidelně kontrolovat kvalitu vody v bazénu. Měření obsahu volného a vázaného chloru i pH lze provést testerem. Pokud provozovatel požaduje automatické dávkování dezinfektantu a kontrolu pH, použijeme buď některou z automatických kontrolních jednotek, nebo alespoň nainstalujeme za filtr některý poloautomatický tabletový dávkovač Cl (Br). Je třeba si uvědomit, že kromě dopouštění vody způsobené odparem a při provádění proplachu filtru zůstává voda po celou plaveckou sezonu v bazénu, v některých případech se voda nemění i několik let.

Kvalita vody v bazénu musí vždy splňovat parametry dané předpisem dané země (Vyhláška č. 135 /2004 Sb.). Pro udržení průhlednosti a hygienické nezávadnosti vody AstralPool dodává celou řadu chemických přípravků (řady CTX a Astral), které zamezují přežití bakterií, virů a vodních řas v bazénu, odstraňují zakalení vody, vápenaté usazeniny i další nevhodné projevy snižující komfort plavců.

V nabídce AstralPool naleznete různé doplňky bazénu jako např. skluzavky, odrazová prkna, vodní atrakce, podvodní reflektory, osvětlení optickým vláknem, sprchy, vodotrysky a další výrobky pro zatraktivnění a vyšší využití bazénu, jakož i základní komponenty osazení bazénové nádrže, jako jsou např. skimmery, trysky, dnové výpusti, schůdky atd. V katalogu AstralPool naleznete i širokou řadu filtrů a čerpadel.

Tato příručka nepostihuje takové veličiny, jako jsou rozdílné tlaky v recirkulačním okruhu, ani se nezabývá dalšími tématy spojenými s bazény, jako je třeba ohřev vody v bazénu, topení a klimatizace, tepelná čerpadla, chemický rozbor vody atd.

RYCHLÝ VÝPOČET ZÁKLADNÍ BAZÉNOVÉ TECHNOLOGIE
ZA POUŽITÍ PŘÍLOHY I A II

Máme-li navrhnout filtrační technologii pro bazén rozměrů 15 x 6 x 1,5 m tak, jak uvedeno v předchozím příkladě, objem vody je 135 m³.

Pokud zvolíme intenzitu recirkulace 4 hodiny, musíme použít čerpadlo výkonu 33,75 m³/hod při 10 m v.s.

Lze doporučit čerpadlo Victoria obj. kód 20607, které dává 34 m³/hod, nebo 2 čerpadla Victoria obj. kód 20602, které mají průtok 16 m³/hod.

Požadovaná filtrační rychlost je 30 m³/h/m².

Prohlédněme si nyní přílohu I a vyberme filtr o průtoku 34 m³/hod při filtrační rychlosti 30 m³/hod/m². Vidíme, že odpovídající filtr má průměr 1200 mm. Z katalogu AstralPool vybereme např. ovíjený filtr Praga obj. kód 00688, který splňuje naše požadavky.

Pokud raději zvolíme 2 menší filtry a 2 čerpadla 16 m³/h při stejné filtrační rychlosti 30 m³/hod/m², z přílohy I zvolíme 2 filtry o nejbližším vhodném průměru, tedy 900 mm (19,07 m³/hod) a z katalogu vybereme některé filtry o daném průměru, např. filtry Cantabric D 900 obj. kód 22402 nebo filtry Berlin obj. kód 00544.

Pro stanovení vhodného průměru potrubí z PVC použijeme přílohu II. V sacím potrubí (od skimmerů, vyrovnávací nádrže a výpustí) nesmí rychlost proudění vody přesáhnout 1,2 m/s. Pro průtok 34 m³/h a uvedenou rychlost proudění vody použijeme dle tabulky potrubí D 110 mm. Pro výtlačné potrubí zakončené vratnými tryskami lze použít vyšší rychlost proudění mezi hodnotami 1,8 m/s a 2,0 m/s, tedy při průtoku 34 m³/h lze navrhnout potrubí průměru D 90 mm. Uvedené průměry potrubí platí jen pro části potrubí, ve kterém protéká 34 m³/h a je napojeno na čerpadlo. Ve sběrném potrubí od skimmeru a dnové výpusti protéká jen 50% uvedeného průtoku, to je 17 m³/h, a proto jeho průměr vychází jen na D 75 mm (jinak by tomu bylo při použití přelivového systému - 70% a výpustěmi - 30%). Na výtlačku se pak potrubí rozděluje na 2 a více větví, které jsou zakončeny vratnými tryskami. V případě 2 větví by se průtok opět dělil na 17 m³/h a dalo by se použít potrubí průměru D 63 mm.

Pokud použijeme 2 filtry o průměru D 900 mm a 2 čerpadla o průtoku 16 m³/hod, průměr společného potrubí zůstává zachován, ale samostatné vývody z čerpadel mohou mít na sání průměr D 75 mm a na výtlačku D 63 mm.

Příloha I

Průměry pískových filtrů a jejich průtoky při různých filtračních rychlostech

Průměr filtrů	Filtrační plocha filtru	Průtoky vody filtrem (m ³ /h)			
		při filtrační rychlosti			
(mm)	(m ²)	20 m ³ /h/m ²	30 m ³ /h/m ²	40 m ³ /h/m ²	50 m ³ /h/m ²
		velmi zatížený veřejný bazén	středně zatížený veřejný bazén	málo zatížený veřejný bazén	všechny soukromé bazény
300	0.0706	1.41	2.12	2.82	3.53
350	0.0961	1.92	2.88	3.84	4.80
400	0.1256	2.52	3.77	5.02	6.28
430	0.1451	2.90	4.35	5.80	7.25
450	0.1589	3.18	4.76	6.35	7.94
480	0.1809	3.62	5.42	7.23	9.04
500	0.1962	3.92	5.88	7.85	9.81
560	0.2461	4.92	7.38	9.84	12.30
600	0.2826	5.65	8.48	11.30	14.13
650	0.3316	6.63	9.95	13.26	16.58
700	0.3846	7.69	11.54	15.38	19.23
750	0.4415	8.83	13.24	17.66	22.07
800	0.5024	10.05	15.07	20.09	25.12
900	0.6358	12.72	19.07	25.43	31.79
950	0.7084	14.17	21.25	28.33	35.42
1000	0.7850	15.70	23.55	31.40	39.25
1050	0.8654	17.31	25.96	34.16	43.27
1200	1.1304	22.61	33.91	45.21	56.52
1250	1.2465	24.93	37.39	49.86	62.32
1400	1.5386	30.77	46.16	61.15	76.93
1600	2.0096	40.19	60.29	80.38	100.48
1800	2.5434	50.87	76.30	101.73	127.17
2000	3.1400	62.80	94.20	125.60	157.00
2350	4.3332	86.66	129.99	173.33	216.66
2500	4.9062	98.12	147.18	196.25	245.31
3000	7.0625	141.25	211.87	282.50	353.31

Příloha II

PRŮTOKY V POTRUBÍ Z PVC PŘI RYCHLOSTECH 1,2 m/s, 1,8 m/s a 2,0 m/s

Vnější Ø potrubí (mm)	Minimální tloušťka stěny potrubí (mm)	Vnitřní Ø potrubí (mm)	Průtoky v potrubí (m ³ /h) při různých rychlostech proudění v potrubí		
			rychlost 1,2 m/s	rychlost 1,8 m/s	rychlost 2,0 m/s
			sání čerpadla	výtlač čerpadla	výtlač čerpadla (kritická rychlost)
20	1.9	16.2	0.28	1.33	1.48
25	1.9	21.2	1.52	2.28	2.54
32	2.4	27.2	2.51	3.76	4.18
40	1.9	36.2	4.44	6.66	7.41
50	2.4	45.2	6.92	10.39	11.55
63	3.0	57.0	11.02	16.52	18.36
75	3.6	67.8	15.58	23.38	25.98
90	4.3	81.4	22.46	33.70	37.45
110	4.2	101.6	35.01	52.50	58.34
125	4.8	115.4	45.16	67.74	75.27
140	5.4	129.2	56.61	84.91	94.35
160	6.2	147.6	73.88	110.82	123.13
180	6.9	166.2	93.67	140.51	156.12
200	7.7	184.6	115.56	173.34	192.60
250	9.6	230.8	180.64	270.97	301.07
315	12.1	290.8	286.77	430.16	477.96