

Rovnice absolutních objemů vyjadřuje vztah mezi jednotlivými složkami betonu a obsahem vzduchových pórů v 1 m³ zhuštěného betonu.

$$1000 = \frac{c}{\rho_c} + \frac{w}{\rho_w} + \frac{k}{\rho_k} + p$$

c - cement	[kg]	ρ_c - střední hmotnost cementu	[kg/dm ³]
w - voda	[kg]	ρ_w - střední hmotnost vody	[kg/dm ³]
k - kamenivo	[kg]	ρ_k - objemová hmotnost kameniva	[kg/dm ³]
p - objem pórů	[dm ³]		

1.1.1 PŘÍKLAD VÝPOČTU

- Zadání:**
- tř. betonu C 30/37 (= třídní B 35)
 - cement CEM I 42,5 R ($\rho_c = 3,1 \text{ kg/dm}^3$)
 - konzistence KP (plastická « FS » rozliší 350 - 410 mm)
 - kamenivo 0/16 mm, $\rho_k = 2,6 \text{ kg/dm}^3$
 - čára zrnitosti AB 19 (tabulka 2)
 - užití pro železobeton (vnější stavební částí)
 - obsah cementu v čerstvém betonu $\geq 270 \text{ kg/m}^3$
 - w/c s t.o.

- Vypočítávají se:**
- hmotnostní koncentrace složek pro 1 m³ zhuštěného čerstvého betonu tj.
 - množství cementu [kg]
 - množství vody [kg]
 - množství kameniva [kg]

Výsledky:

• **vodní součinitel w/c**

pro C 30/37 (B 35): kontrolní pevnost = 42 N/mm²
 bezp. přírůžka = 5 N/mm²

návrhová pevnost $f_{ct,0.95}$ = 47 N/mm²

z obr. 1/1 odpovídající w/c = 0,58

směradatný w/c = 0,60 - 0,05 = 0,55

• **množství vody w** [kg/dm³]

1. VÝPOČET SLOŽENÍ BETONU

Složení betonu lze vypočítat pomocí mnoha vzorců s různě pracovními způsoby, výsledky řešení však nejsou stejné. Rozdíly v dávkě cementu se mohou výrazně lišit, což má i ekonomický dosah. P. PYTLÍK uvádí v [1] příklad výpočtu čtyřmi způsoby (za použití stejného druhu složek):

- Návrh složení podle odhadu přebytku cementového meze 1
- Metoda Ch. T. Kennedyho 2
- Návrh složení betonu podle Bolomeje 3
- Návrh podle empirického množství vody 4

Tabulka 1/1: Porovnání množství složek podle různých návrhů složení čerstvého betonu (údaje jsou uvedeny v kg/m³) [1]

Složka	1	2	3	4
Kamenivo: drobné Ø4 mm díř 4/16 mm	907 773	909 939	839 744	958 752
Cement CEM I 42,5	396	375,5	432	349
Voda	191	186	213	192
Přísada: provzdušňovací plastifikační	1,93 *) 2,70 *)	2	2,20	1,75
Obj. hmotnos: čerstvého betonu	2258	2441	2200	2253

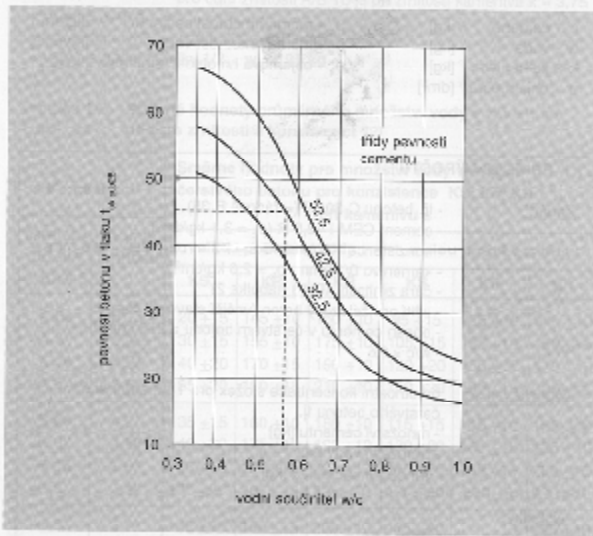
*) množství udáno v litrech

Porovnáme-li tyto způsoby mezi sebou, čirý rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší dávkou cementu 83 kg, což představuje zvýšení dávky cementu o 23,6 % vztaheno na úspornější způsob navrhování, který je označen jako „návrh podle empirického množství vody“.

Kromě takto vznikajících vyšších nákladů je třeba si uvědomit i ostatní souvislosti, jako je vývin většího množství tepla při hydrataci, což sebou nese všechny další nedostatky - větší smršťování, vznik trhlinek, ... , nehledě na to, že by bylo možno za vzniklou úsporu zakoupit moderní přísadu, která by umožnila třeba jednodušší ukládání čerstvého betonu.

1.1 NÁVRH SLOŽENÍ BETONU

Výpočet podle [2, 9] „návrh podle empirického množství vody“ vychází z tzv. „Walzových“ křivek, které popisují graficky vztah mezi hodnotami vodního součinitele (w/c) v rozsahu 0,3 - 1,0 a pevností betonu v tlaku po 28 dnech v rozsahu 10 - 70 N/mm². Křivky jsou vyneseny pro třídy cementu CEM 32,5, 42,5 a 52,5.



Obr. 1/1 Walzovy křivky (vztah mezi w/c a pevností betonu v tlaku) [2]

Je-li například zadána požadovaná pevnost v tlaku po 28 dnech, pak lze jednoduše odečíst odpovídající vodní součinitel. Potřebné množství kementiva se vypočte z rovnice absolutních objemů. Tak lze navrhnout cílené složení betonů různých vlastností.

velikost oka [mm]	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	63	součet
zbytek na sítu [%]	92	81	70	60	47	25	0	0	0	375

pro čáru zrnitosti A/B 1E je při zrnitosti kameniva $k = 3,75$
 pro $k = 3,75$ a
 konzistenci KP (= rozílí 360 - 410 mm)
 vyplývá podle tabulky 1/2 $w = 195 \text{ kg}$

Tabulka 1/2: Směrné hodnoty průměrného množství vody v závislosti na čáře zrnitosti a konzistenci [2]

Kamenivo		Směrné hodnoty pro množství vody w v kg/m^3 čerstvého betonu pro konzistence KS, KP, KR při kamenivu s					
čára zrnitosti DIN 1045	modul zrnitosti	velkou potřebou vody			malou potřebou vody		
		KS	KP	KR	KS	KP	KR
A 63	6,15	120 ±15	145 ±10	160 ±10	95 ±15	125 ±10	140 ±10
A 32	5,48	130 ±15	155 ±10	175 ±10	105 ±15	135 ±10	150 ±10
A 16	4,81	140 ±20	170 ±15	190 ±10	120 ±20	155 ±15	175 ±10
A 8	3,64	155 ±20	190 ±15	210 ±10	150 ±20	185 ±15	205 ±10
B 63	4,91	135 ±15	160 ±10	180 ±10	115 ±15	145 ±10	165 ±10
B 32	4,20	140 ±20	175 ±15	195 ±10	130 ±20	165 ±15	185 ±10
B 16	3,56	150 ±20	185 ±15	205 ±10	140 ±20	180 ±15	200 ±10
B 8	2,89	175 ±20	205 ±15	225 ±10	170 ±20	200 ±15	220 ±10
C 63	3,72	145 ±20	180 ±15	200 ±10	135 ±20	175 ±15	190 ±10
C 32	3,30	165 ±20	200 ±15	220 ±10	160 ±20	195 ±15	215 ±10
C 16	2,75	185 ±20	215 ±15	235 ±10	175 ±20	205 ±15	225 ±10
C 8	2,27	200 ±20	230 ±15	250 ±10	185 ±20	215 ±15	235 ±10

KS - zvlhčlý

KP - plastický = rozílí 350 - 410 mm

KR - měkký = rozílí 420 - 480 mm