

**KOUPACÍ JEZÍRKA,
BIOBAZÉNY
A VEŘEJNÁ KOUPALIŠTĚ**
PŘÍRODĚ BLÍZKÁ ŘEŠENÍ

24|1|2024

Ing. Jakub Štrouf

**MATERIÁLY A KONSTRUKCE
PRO STAVBU KOUPACÍCH JEZÍREK
A PŘÍRODNÍCH BAZÉNŮ**



Základní technická specifikace betonu

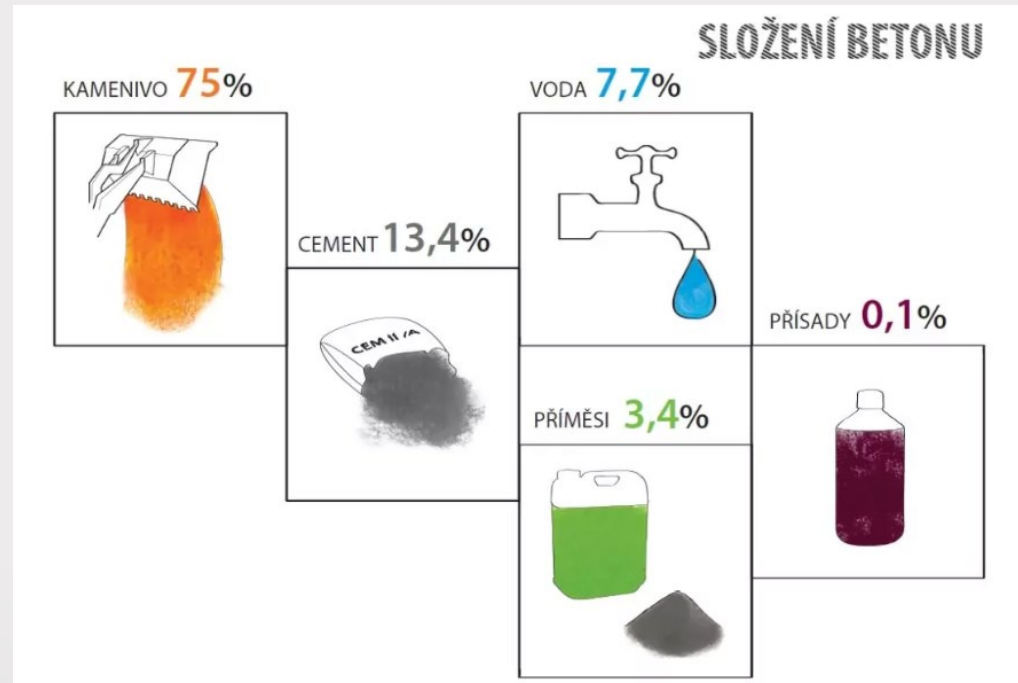
Ing. Jakub Štrouf

Agenda

- Složení betonu
- Technická specifikace betonu
- Základní zkoušky betonu
- Stupně vlivu prostředí
- Defekty betonu

Složení betonu

- Beton vznikne smícháním cementu, hrubého a drobného kameniva, vody, příměsí a přísad. Smícháním cementu s vodou se nastartuje chemická reakce — hydratace. Cement působí v betonu jako pojivo. Beton pak postupně tuhne a tvrdne.



Základní rozdělení

Podle způsobu výroby:

- monolitický beton
- montovaný
(prefabrikovaný) beton

Podle objemové hmotnosti:

- lehký beton - $800-2000 \text{ kg/m}^3$
- obyčejný beton – $2000-2600 \text{ kg/m}^3$
- těžký beton - 2600 kg/m^3 a více

Podle pevnosti a tvaru zkušebního tělesa:

- krychelná pevnost betonu
- válcová pevnost betonu

Podle vyztužení:

- vláknobeton
- drátkobeton
- železobeton
- předpjatý beton
- prostý beton (bez výztuže)

Podle konečného vzhledu:

- pohledový beton
- probarvený beton
- pemrlovaný beton
- vymývaný beton
- grafický beton

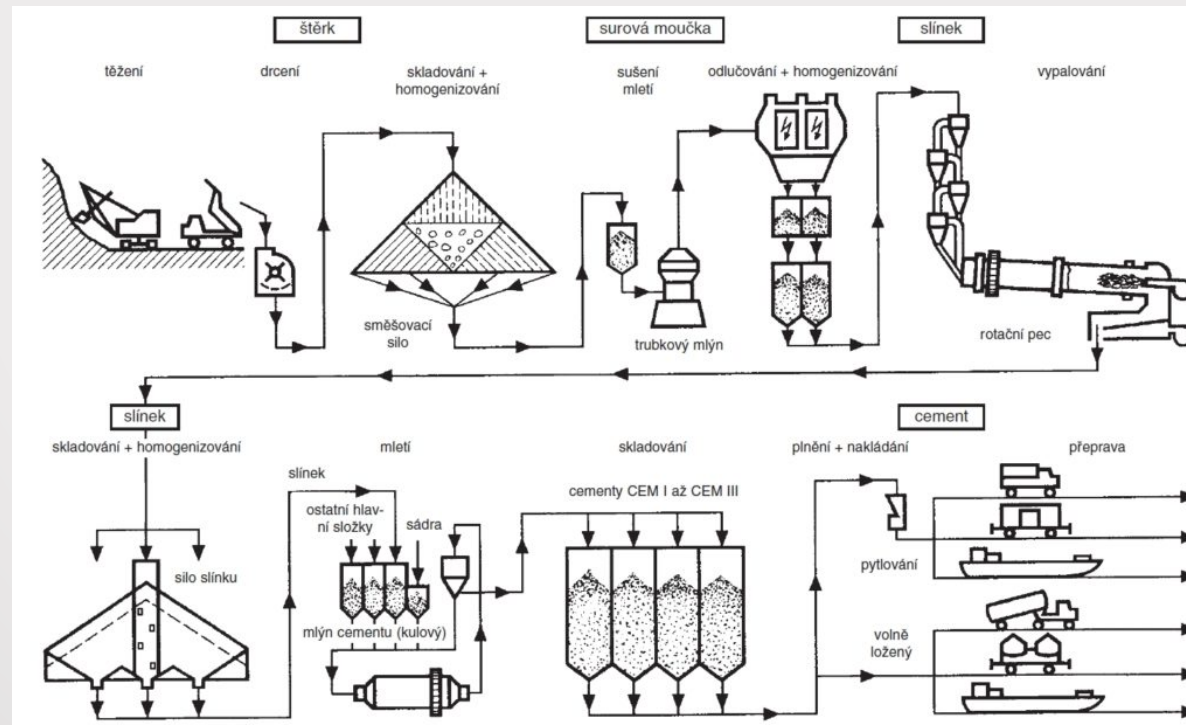
atd.

Voda

- Voda má v čerstvém betonu dvě funkce: spolupodílí se na hydrataci a ovlivňuje jeho zpracovatelnost. Po zamíchání vody s cementem startuje chemická reakce nazývaná hydratace, v důsledku čehož začíná beton po několika desítkách minut tuhnout a tvrdnout. Minimální potřeba vody pro hydrataci je asi 25 – 35% z hmotnosti cementu.
- Vyšší dávka vody zlepšuje zpracovatelnost ALE!
- ve ztvrdlém betonu je větší množství pórů a kapilár
- beton má významně nižší pevnosti
- beton má významně nižší odolnosti vůči vlivům prostředí
- Z výše uvedených důvodů je zakázáno přidávání vody do betonu na staveništi!

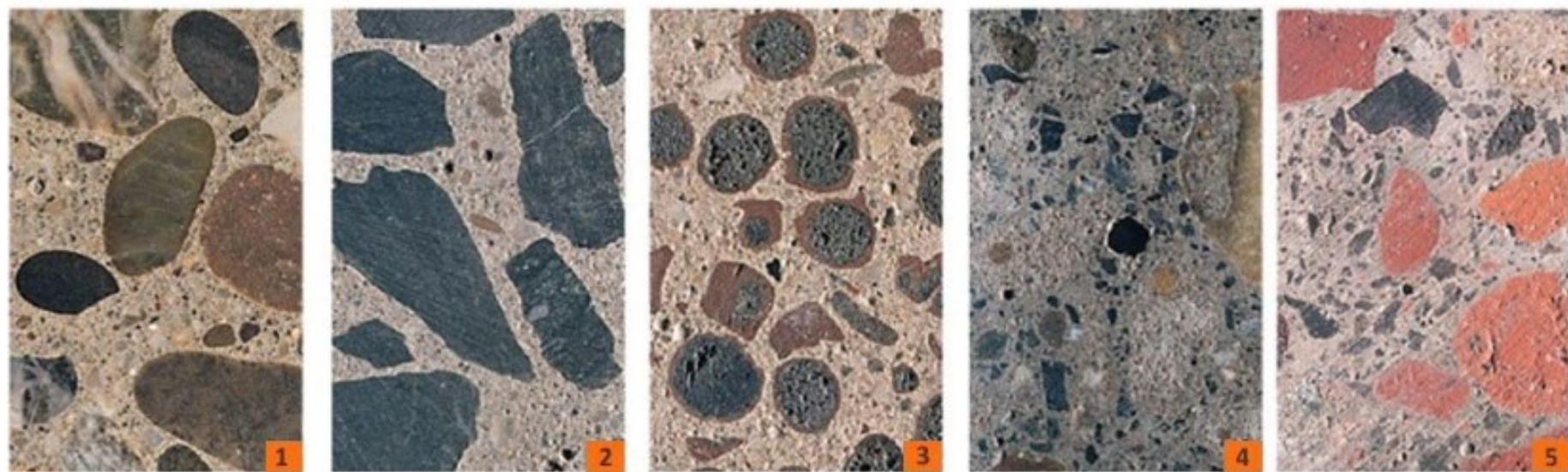
Cement

- Cement je hydraulické pojivo. Jedná se o jemně mletý anorganický materiál, který po smíchání s vodou vytváří kaši, která v důsledku chemické hydraulické reakce tuhne a tvrdne. Po předchozím zatuhnutí na vzduchu dále tuhne a tvrdne i pod vodou, při zachování pevnosti a stability.



Kamenivo

- Kamenivo tvoří hlavní složku betonu společně s cementem a vodou. Jedná se o zrnitý materiál hojně používaný ve všech oblastech stavebnictví. S vhodným složením a zrnitostí slouží k výrobě betonu. Výrobci betonu nejčastěji kamenivo dělí podle velikosti na jednotlivé frakce.



pictures courtesy of FedBeton

Na obrázku jsou řezy betonem s různými druhy kameniva: 1—přírodní těžené, 2—přírodní těžené drcené, 3—umělé, 4—recyklované z betonu, 5—recyklované ze zdiva.

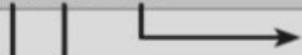
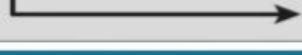
Technická specifikace

- Specifikace betonu je popis betonu, který potřebujete, když si ho jdete koupit. Jedná se o soupis technických parametrů. Příklad:
- **BETON ČSN EN 206+A1 a ČSN P 73 2404**
C25/30 — XC2, XF2 — C1 0.2 — Dmax 22mm — S3
 - Max. průsak 40mm podle ČSN EN 12 390 – 8
 - Modul pružnosti 25 GPa podle TP ČBS 05

Technická specifikace



Pevnost betonu v tlaku

C25/30	
	$f_{ck, cube}$ - charakteristická krychelná pevnost betonu v tlaku
	$f_{ck, cyl}$ - charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku
	C - concrete (obyčejný a těžký beton), příp. LC pro lehký beton

T1 - Pevnostní třídy betonu v tlaku (platí pro obyčejný a těžký beton)		
Pevnostní třída betonu v tlaku ^{a)}	$f_{ck, cyl}$ (válec) [N/mm ²]	$f_{ck, cube}$ (krychle) [N/mm ²]
C-/5	-	5
C-/7,5	-	7,5
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115
^{a)} Pevnosti jsou definovány jako minimální charakteristické.		

T1L - Pevnostní třídy betonu v tlaku (platí pro lehký beton)		
Pevnostní třída betonu v tlaku ^{a)}	$f_{ck, cyl}$ (válec) [N/mm ²]	$f_{ck, cube}$ (krychle) ^{b)} [N/mm ²]
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88
^{a)} Pevnosti jsou definovány jako minimální charakteristické.		
^{b)} Pokud jsou stanoveny a zdokumentovány vztahy mezi těmito a referenčními válcovými pevnostmi, mohou být použity i jiné třídy pevností.		

Pevnost betonu v tlaku



OČIŠTĚNÍ ZATĚŽOVACÍ PLOCHY

Konzistence betonu

Konzistence se může stanovit jako:

- stupeň zhutnění — označení **C0** až **C3**
- Vebe — označení **V0** až **V4**
- sednutí kužele (Abrams) — označení **S1** až **S5**
- rozlití — označení **F1** až **F7**

Stupeň	Sednutí [mm]
S1	10 – 40
S2	50 – 90
S3	100 – 150
S4	160 – 210
S5	≥ 220

Zkouška sednutí kužele (Abrams)



OČIŠTĚNÍ PODKLADNÍ DESKY

Stupně vlivu prostředí

Stupně vlivu prostředí a mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu platné v České republice (s předpokládanou životností 50 let)																	
Stupeň vlivu prostředí	Popis prostředí	ČSN EN 206+A1 a ČSN P 73 2404 (tabulka F.1.1)					ČSN P 73 2404 (tabulka F.1.1)		Informativní příklady výskytu stupně vlivu prostředí								
		Maximální w/c ^{a)}	Minimální pevnostní třída ^{a)}	Minimální obsah cementu ^{a)} [kg/m³]	Minimální obsah vzduchu [%]	Jiné požadavky	Max. průsak vody při zkoušce dle ČSN EN 12390-8 [mm] ^{b)}	Odolnost proti ch.r.l. dle ČSN 73 1326 metoda/počet cyklů/max.odpad [g/m²] ^{a)}									
X0	bez nebezpečí koroze nebo narušení; všechny vlivy s výjimkou zmrazování a rozmrazování, obrusu nebo chemicky agresivního prostředí; pro beton s výztuží nebo se zabudovanými kovovými vložkami; velmi suché	--	C12/15	--	--	--	--	--	beton uvnitř budov s velmi nízkou vlhkostí vzduchu; beton základů bez výztuže v prostředí bez vlivu mrazu; beton bez výztuže uvnitř budov; beton chráněný před účinky vnějšího prostředí vrstvou izolace nebo vrstvou jiného stavebního materiálu, který zabrání vnějšímu prostředí přístupu k betonu (např. beton do ztraceného bednění), tato izolace/vrstva musí zajistit plánovanou životnost betonu								
XC	Koroze vlivem karbonatace; beton obsahující výztuž nebo jiné zabudované kovové vložky vystavený ovzduší a vlhkosti																
XC1	suché nebo stále mokré	0,65	C16/20	260	--		--	--	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu; beton trvale ponořený ve vodě; části staveb uvnitř budov se střední vlhkostí vzduchu (včetně kuchyní, koupelen a prádelén v obytných budovách)								
XC2	mokré, občas suché	0,60	C16/20	280	--		--	--	povrch betonu vystavený dlouhodobému působení vody; většina základů; části vodojemů								
XC3	středně mokré, vlhké	0,55	C20/25	280	--		--	--	beton uvnitř budov se střední nebo velkou vlhkostí vzduchu; venkovní beton chráněný proti dešti; části staveb, ke kterým má často nebo stále přístup venkovní vzduch, například: haly, vnitřní prostory s velkou vlhkostí vzduchu (kuchyně pro hromadná stravování, lázně, prádelny, veřejné a kryté bazény, stáje a chlévy)								
XC4	střídavě mokré a suché	0,50	C25/30	300	--		50	--	povrchy betonu ve styku s vodou, které nejsou zahrnuty ve stupni vlivu prostředí XC2; vnější části staveb z betonu přímo vystavené srážkám								
XD	Koroze způsobená chloridy jinými než z mořské vody; beton obsahující výztuž nebo jiné zabudované kovové vložky ve styku s vodou obsahující chloridy, včetně rozmrazovacích solí, ze zdrojů jiných než z mořské vody																
XD1	středně mokré, vlhké	0,55	C25/30	300	--		--	--	povrchy betonů vystavené chloridům rozptýleným ve vzduchu; stavební části dopravních ploch; jednotlivé garáže								
XD2	mokré, občas suché	0,55	C25/30	300	--		50	--	plavecké bazény; beton vystavený působení průmyslových vod obsahujících chloridy								
XD3	střídavě mokré a suché	0,45	C30/37 ^{d)}	320	--		35	--	části mostů vystavené postřikům obsahujícím chloridy; vozovky; betonové povrchy parkovišť; části mostů a inženýrských staveb vystavené postřikům obsahujícím chloridy								
XF	Působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly), s rozmrazovacími prostředky nebo bez nich; mokrý beton vystaven významnému působení střídavého mrazu a rozmrazování																
XF1	mírně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků	0,55	C25/30	300	--	kamenivo podle EN 12620 s dostatečnou mrazuvzdorností	50	--	svislé betonové povrchy vystavené dešti a mrazu								
XF2	mírně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky	0,55	C25/30	300	4 ^{a)}		50	A/75/1250 C/50/1500	svislé betonové povrchy silničních konstrukcí vystavené mrazu a rozmrazovacím prostředkům rozptýleným ve vzduchu, pokud nespadají do prostředí XF4								
XF3	značně nasycen vodou bez rozmrazovacích prostředků	0,50	C25/30	320	4 ^{a)}		35	--	vodorovné betonové povrchy vystavené dešti a mrazu; otevřené nádrže na vodu; části staveb v zóně kolísání hladiny sladké vody; přelivná tělesa vodních staveb								
XF4	značně nasycen vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou	0,45	C30/37	340	4 ^{a)}		35	A/100/1000 C/75/1000	vozovky a mostovky vystavené rozmrazovacím prostředkům; betonové povrchy vystavené přímému postřiku rozmrazovacími prostředky a mrazu; omývaná část staveb v moři vystavená mrazu; lapoly a nádrže u komunikací; betonová svodidla								
XA	Chemicky agresivní prostředí; beton vystaven chemickému působení rostlé zeminy a podzemní vody																
XA1	slabě agresivní chemické prostředí	0,55	C25/30	300	--	síránovzdorný cement ^{b)}	50	--	beton vystavený rostlé zemině a podzemní vodě podle tabulky 2 normy; nádrže čistění odpadních vod; jímky odpadních vod (žumpy, septiky); základy staveb v prostředí XA1 podle tabulky 2 ČSN EN 206+A1								
XA2	středně agresivní chemické prostředí	0,50	C25/30	320	--		35	--	beton vystavený rostlé zemině a podzemní vodě podle tabulky 2 normy; části staveb v půdách agresivních vůči betonu; základy staveb v prostředí XA2 podle tabulky 2 ČSN EN 206+A1								
XA3	silně agresivní chemické prostředí	0,45	C35/45	360	--		20	--	beton vystavený rostlé zemině a podzemní vodě podle tabulky 2 normy; průmyslové čistírný odpadních vod s chemicky agresivními vodami; základy staveb; sklady chemických rozmrazovacích látek a umělých hnojiv; silniční jámy a krmné žláby v zemědělství; chladič věže s odvodem kouřových plynů; POZNÁMKA: Pokud jsou konkrétní hodnoty chemických charakteristik prostředí nepřiznivější, než uvádí tabulka 2 ČSN EN 206+A1, musí se beton proti styku s agresivním prostředím navíc chránit sekundární ochranou.								
XM	Koroze způsobená pohyblivým mechanickým zatížením (obrusem); beton vystaven pohyblivému mechanickému zatížení																
XM1	mírné nebo střední namáhání obrusem: minimální požadavky, včetně pojezdu vozidly opatřenými pneumatikami	0,55	C30/37 ^{ma)}	300	--		--	--	nosné vyztužené nebo nevyztužené průmyslové podlahy pojižděné vozidly s pneumatikami; žláby akvaduktů								
XM2	silné namáhání obrusem: provoz vysokozdvížných vozíků, obrus unášenými splaveninami vody při malé rychlosti vody	0,55	C30/37 ^{ma)}	300	--	speciální zpracování povrchu ^{mb)}	--	--	nosné vyztužené nebo nevyztužené průmyslové podlahy pojižděné vozidly s pneumatikami nebo celogumovými koly vysokozdvížných vozíků; stěny a dna kanálů; jezové pilíře a tělesa jezů								
		0,45	C35/45 ^{ma)}	320	--		--	--									
XM3	velmi silné namáhání obrusem: častý pojezd pásovými vozidly, otluk unášenými splaveninami vody při vysoké rychlosti vody	0,45	C35/45 ^{ma)}	320	--	úprava povrchu odolnými materiály ^{mc),md)}	--	--	nosné vyztužené nebo nevyztužené průmyslové podlahy pojižděné vozidly s ocelovými nebo umělohmotnými koly vysokozdvížných vozíků; plochy pojižděné pásovými vozidly; vodní stavby vystavené intenzivnímu proudění vody, např. vývěristě								
^{a)} Pokud není beton provzdušněn, mají se vlastnosti betonu zkoušet podle příslušné zkušební srovnání s betonem, u kterého byla prokázána odolnost proti mrazu a rozmrazování (mrazovým cyklům) pro příslušný stupeň vlivu prostředí.				^{d)} Pokud se vyskytuje pouze vliv XD3 a vliv XF je vyloučen, lze použít minimální třídu betonu C25/30, pokud je beton provzdušněn podle požadavku pro XF2 až XF4.				^{ma)} Při použití provzdušněného betonu je pevnostní třída o jeden stupeň nižší. ^{mb)} vakuováním či lazením ^{mc)} výsypy ^{md)} Beton vodoohospodářských konstrukcí nesmí obsahovat kamenivo uhličitanoých hornin. Max. otlukovost dle ČSN EN 1097-2 ≤ 30.									
^{b)} Pokud množství síranů vyvolá stupeň vlivu prostředí XA2 a XA3, je nezbytné použít síránovzdorný cement podle EN 197 nebo příslušné národní normy. Podle ČSN P 73 2404 je třeba použít cement dle tabulky F.3 normy.				^{e)} Platí pouze pro průkazní zkoušky (počáteční zkouška typu).													
^{c)} Pokud se používá koncepce k hodnoty, pak se maximální w/c a minimální obsah cementu stanoví podle 5.2.5.2. Mezní hodnoty pro w/c a minimální obsahcementu musí být dodrženy vždy.				^{f)} Platí pro konstrukce objektů v přímém styku s vodou. Hodnoty platí, nepožaduje-li specifikátor jiné. Nezkouší se u provzdušněných betonů. Při průkazních zkouškách musí být hodnoty o 20 % nižší.													
				^{g)} Minimální třída pevnosti byla stanovena ze vztahu mezi vodním součinitelem a třídou pevnosti betonu za předpokladu použití cementu pevnosti třídy 32,5. Minimální pevnostní třída může být stanovena doplňkově.													
<table><tr><td>velmi nízká</td><td>méně než 30 %</td></tr><tr><td>nízká</td><td>30 až 60 %</td></tr><tr><td>střední</td><td>60 až 85 %</td></tr><tr><td>velká</td><td>více než 85 %</td></tr></table>										velmi nízká	méně než 30 %	nízká	30 až 60 %	střední	60 až 85 %	velká	více než 85 %
velmi nízká	méně než 30 %																
nízká	30 až 60 %																
střední	60 až 85 %																
velká	více než 85 %																

Obsah chloridů

Obsah chloridů způsobuje korozi oceli v betonu. Maximální obsah chloridů v betonu udává ČSN EN 206+A2 v části 5.2.7. Norma omezuje množství chloridů na 0,4 – 0,2 % u železobetonu a na 0,2 – 0,1 % u předpjatého betonu. Obsah chloridů je také omezen ve složkách betonu, v cementu 0,1 % hm., ve vodě 0,06 – 0,2 % a v kamenivu 0,03 %.

Korozní vlivy - Nedodržení stupně vlivu prostředí, nedodržení krytí výztuže



Korozní vlivy - Nedodržení stupně vlivu prostředí, nedodržení krytí výztuže

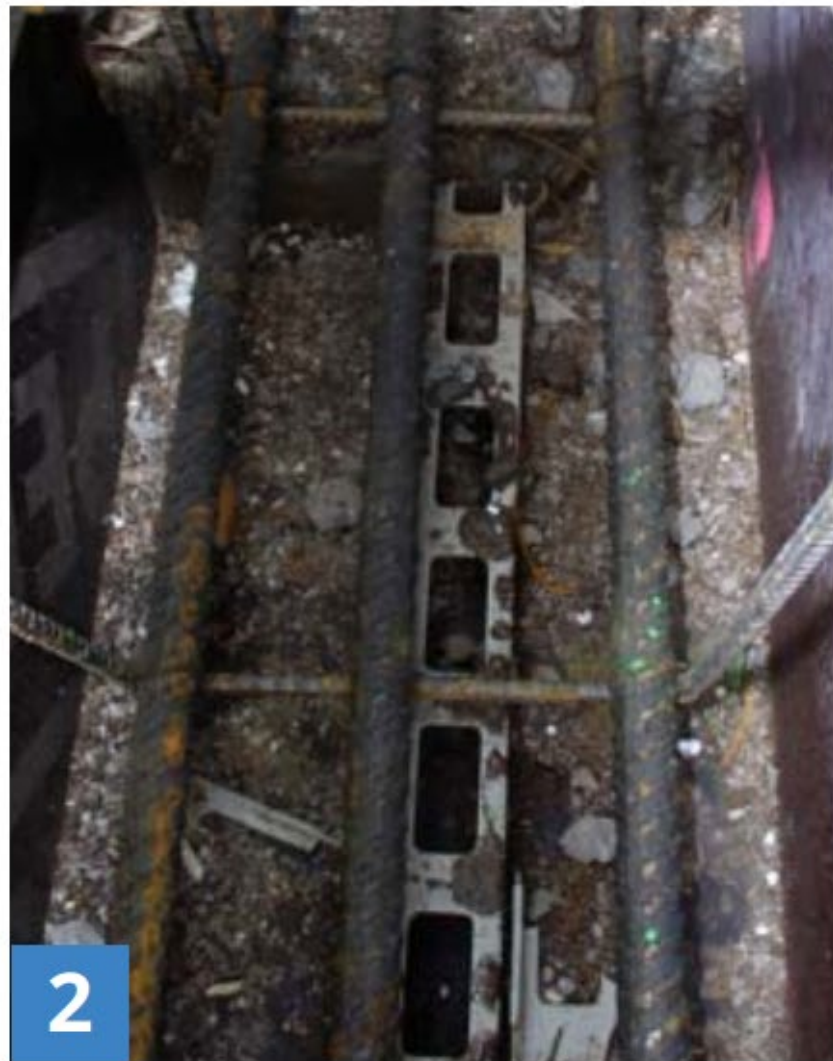


Nedodržení návrhu



1

Nevhodné vyztužení



2

Nečistoty v bedně

Nevhodná technologie ukládání betonu do bednění



3

Lunkry a póry

Nevhodná technologie ukládání betonu do bednění



5

Odtok cementového mléka

Nevhodná technologie ukládání betonu do bedněří



- Štěrkové hnízdo, odtok cementového mléka

Nevhodná technologie ukládání betonu do bednění



Obnažená armatura a štěrkové hnízdo