

BETONEM PROTI ŠEDI ■ CONCRETE AGAINST GREYNESS

Kristýna Vinklerová

Stejně tak jako jsou vylepšovány vlastnosti betonu, nezůstává beze změny ani jeho charakteristická šedá barva. Nápad beton obarvit se objevil před více než 50 lety, ale větší obliby a širšího uplatnění získávají probarvené betony zejména v posledních letech. Článek se věnuje možnostem barevné škály betonové směsi – pojmenovává příčiny šedého zabarvení, rozebírá obtížnosti produkce bílého betonu a popisuje proces výroby betonu s barevnými odstíny. Pozornost je věnována vlivům působícím na barevnost, rizikům při volbě požadovaného odstínu a rozdílu mezi probarveným a nabarveným betonem. ■ Features of concrete have been improving recently. The changes also affect its typical grey colour. The idea to colour concrete appeared more than 50 years ago, but larger scale implementation of coloured concrete has come in the last few years. The article deals with the range of colours applicable to the concrete mix – names the reasons for the grey colour of the mixture, analyses the difficulties of producing white concrete and describes the process of production of concrete in different colours. Attention is paid to influences on the colour, possible risks of the desired choice of colour and to the difference between permeated and surface painted concrete.

Co beton, to originál, a u probarvených betonů to platí obzvláště. Vyrobit dva stejné, byť i běžné šedé betony je téměř nemožné.

Beton je přírodní materiál, skládá se z několika složek a každá z nich ve větší či menší míře ovlivňuje výslednou barevnost směsi. Pro beton je charakteristická šedá barva. Vezmeme-li v úvahu základní složky běžného betonu (cement, voda, kamenivo, písek), pak je zřejmé, že příčinou šedé barvy je zejména cement.

ŠEDÉ BETONY

Existuje široká škála cementů od základního portlandského přes směsné až ke speciálním žáruvzdorným, bílým apod. Volba a množství cementu vždy vychází z požadavků na vlastnosti betonu (pevnostní třída, odolnost vůči různým vlivům prostředí, rychlost nárůstu pevnosti atd.). Pro betony vyráběné z cementů běžně používaných v ČR platí, že betony z portlandského cementu (CEM I) jsou nejtmaší, oproti tomu betony z vysokopevnostních cementů (CEM III) bývají světlejší. Odstín cementu se může lišit navíc podle druhu, třídy, výrobce, lokality a konkrétní šarže.



1

Další nezanedbatelný vliv mají různé příměsi, např. popílek a mikrosilika, které odstín šedi ztmaví. Naproti tomu zesvětlit lze směs příměsí vápence. Pokud je tedy požadavkem např. světlý odstín samozhutnitelného betonu, je třeba jako příměs použít spíše vápenec než běžný popílek.

U konstrukčních betonů, zejména vyšších tříd (vyšší obsah cementu), je vliv použitého kameniva na výslednou barevnost zanedbatelný. K ovlivnění odstínu může dojít při použití kameniva s vyšším obsahem prachových částic o velikosti do 0,125 mm, ovšem v praxi se většinou používá prané kamenivo, kde je obsah prachových částic minimální.

BÍLÉ BETONY

Bílou barvu betonů lze dosáhnout náhradou běžných „šedých“ cementů za

speciální bílý cement. V ČR se bílé cementy nevyrábí, nejbližšími výrobci jsou vedle Slovenska ještě Belgie a Dánsko. Jedná se o portlandské cementy s velmi nízkým obsahem oxidů železa a manganu. Stejně jako běžné cementy se i ty bílé mohou barevností lišit v závislosti na zdroji, typu a období, v němž byl cement vyroben.

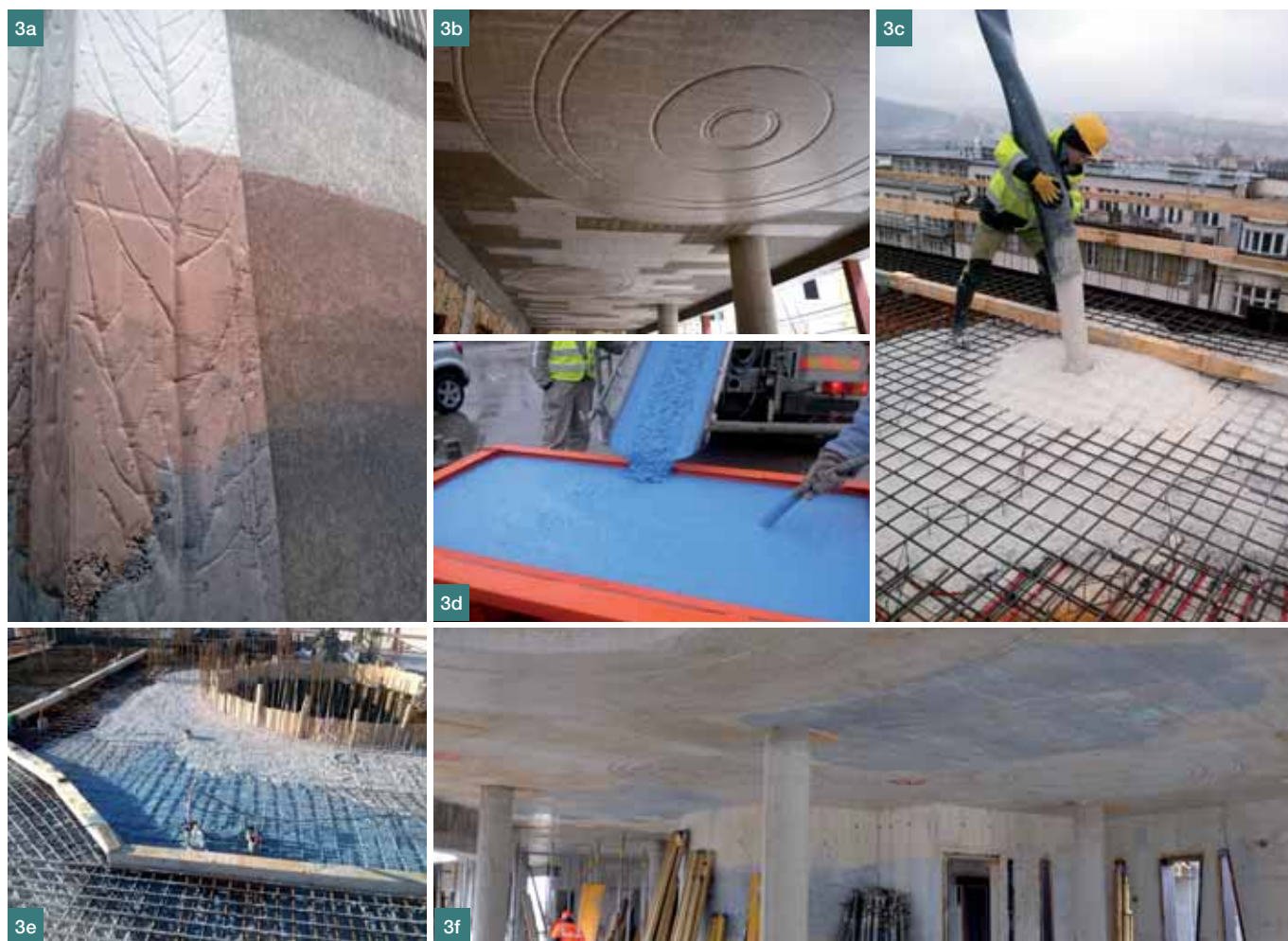
Bílé cementy mohou navíc vykazovat odlišné chování od běžných cementů. Jako příklad lze uvést bílý cement ze Slovenska pod označením CEM I 52,5R, který má vyšší měrný povrch, beton z něj vyrobený má rychlejší počátek tuhnutí, rychlejší náběhy pevností a vyšší vývin hydratačního tepla. V případě teplého počasí se tedy jeho reologie v čase může významně měnit, a proto je vhodné kombinovat tento cement s tzv. pomalejšími plastifikačními



2a



2b



Obr. 1 Nohobob, autor: Štěpán Šefr – černý samozhutnitelný beton, dávka pigmentu 6 % (bobová dráha Praha–Prosek) ■

Fig. 1 Nohobob, author: Štěpán Šefr – black, self-compacting concrete, pigment dose 6 % (bobsled run in Prague–Prosek)

Obr. 2a,b Chodníčky z betonu s bílým cementem (Praha–Modřany) ■
Fig. 2a,b Pathways from concrete with white cement (Prague–Modřany)

Obr. 3 Palác Národní, Praha: a) barevný vodopád – černý pigment 4 %, hnědý pigment 4 %, cihlový pigment 2 % a bílý pigment 6 %, b) stropní konstrukce – neprobarvený beton, různé odstíny dosaženy vlivem

rozdílné nasákavosti bedničního materiálu, c) stropní konstrukce s oblaky – čerpání betonu z bílého cementu, d) zkušební vzorek s modrým pigmentem, e,f) beton z bílého cementu, místy příměsí 1 % modrého pigmentu ■ Fig. 3 Národní Palace, Prague: a) coloured waterfall – black pigment 4 %, brown pigment 4 %, red brick pigment 2 % and white pigment 6 %, b) ceiling structure – non-permeated concrete, various shades reached by influence of different absorbability of the formwork materials, c) ceiling structure with clouds – pumping concrete from white cement, d) sample with blue pigment, e,f) concrete from white cement, locally applied 1 % of blue pigment additive

mi přísadami, ideálně ve formě čiré kapaliny, aby nedošlo k ovlivnění celkové barevnosti.

Další možností jak získat bílý odstín je přidání bílých pigmentů. Dávkováním bílých pigmentů do betonové směsi s běžnými cementy ovšem nikdy nelze dosáhnout takové bělosti jako při použití bílého cementu.

Nejasnější bělosti lze dosáhnout kombinací bílého portlandského cementu a bílého pigmentu.

Při výrobě bílých betonů je obzvláště nutné volit příměsí i přísady s ohledem na jejich barvu – ideální jsou bílé nebo čiré látky. Výroba bílých betonů je náročná i na technologickou kázeň. Míchací jádro, autodomíchač i veškeré jiné stroje, nádoby a nářadí musí být čisté, aby nemohlo dojít k jakémukoliv ovlivnění barevnosti.

BAREVNÉ PIGMENTY

Jiných barevných odstínů betonu lze dosáhnout příměsí barevných pigmentů. Poprvé přišla s nápadem obarvit beton v 50. letech 20. století americká firma F.D.Davis Company, která do betonu přidávala v různém množství oxid železitý, odpad chemické výroby, čímž získala širokou škálu zemitých odstínů. I dnes se pro obarvení betonu nejvíce používají právě železité pigmenty, díky nimž je výsledná barva červená, černá, hnědá či žlutá.

Barevná škála pigmentů do betonových směsí je omezena požadavkem na světlostálost a odolnost vůči alkalickému prostředí. Světlostálost, tedy odolnost vůči vlivu slunečního světla a povětrnosti, znamená, že výsledná barva nebude v čase měnit svůj odstín. Proto je vhodné volit renomované výrobce

a dlouhodobě ověřené pigmenty. Silně alkalické prostředí, způsobené hydroxidem vápenatým vznikajícím při hydrataci betonu, za přítomnosti vlhka působí korozivně na organické látky. Z toho důvodu by pigmenty měly být anorganické báze, jako např. oxidy kovů. Dosáhnout kvalitních modrých, zelených a fialových betonů je tedy ekonomicky velmi náročné.

Barevné pigmenty jsou nejčastěji k dostání ve dvou formách: práškové a tekuté. Nejvyšší kvality lze dosáhnout s tekutými pigmenty, které se snadno dávkuje a lze od nich očekávat vyšší barevnou homogenitu. Barevné pigmenty se dávkuje do betonových směsí v závislosti na hmotnosti cementu a jiných příměsí a jejich doporučené množství se uvádí v %. Principem obarvení betonové směsi je předpoklad, že pigmenty, které jsou



zhruba desetkrát jemnější než cement, obalí jednotlivé částice pojiva.

Dávka pigmentu se běžně pohybuje v rozmezí 2 až 8 % z hmotnosti pojiva. Obecně platí, že dávka pigmentu by neměla překročit 10 % hmotnosti pojiva, vyšší dávka může mít negativní dopad na vlastnosti zatvrdlého betonu.

OSTATNÍ VLIVY NA BAREVNOST BETONŮ

Na výsledné barvě se podílí i další neméně důležité vlivy jako např. vodní součinitel, vlhkost a teplota prostředí, v němž dochází ke zrání betonu, typ bednění, povrchová úprava a v neposlední řadě i přirozený proces stárnutí betonu.

Jakákoliv, i nepatrná změna vodního součinitele během výroby, dodávky a ukládky směsi má vliv na barevnost. Vyšší vodní součinitel má za následek světlejší zbarvení a naopak nižší vod-

ní součinitel způsobí tmavší odstíny barev. Konstrukce zhotovená z více dávek betonové směsi o rozdílném vodním součiniteli pravděpodobně nebude mít v celé ploše stejný barevný odstín.

Vlhkost betonu se mění i během jeho zrání v závislosti na vzdušné vlhkosti a rychlosti odparu. Betony zrající ve vlhčím prostředí bývají většinou světlejší než betony, u nichž vlivem suššího prostředí došlo k většímu odpadu vody.

Barevný odstín je ovlivněn i okolní teplotou během zrání. Při vyšších teplotách prostředí dochází při hydrataci k tvorbě jemnějších krystalů, jež lépe odráží a rozptylují světlo dopadající na povrch a ten pak působí světleji než v případě větších krystalů vznikajících v důsledku nižších teplot. Z toho důvodu mohou mít po dokončení stavby vedle sebe stojící konstrukce betonované za jiných teplotních podmínek odlišný barevný odstín.

Barevnost se v závislosti na vodním součiniteli a vlhkosti betonu v průběhu času mění. Konstrukci jako celek je tedy třeba posuzovat až poté, kdy dojde k vyschnutí.

Na celkový vzhled betonů má vždy velký vliv bednění. Tradičním bednicím materiálem je dřevo a ocel, výjimečně i pryž, plast, sklo, textil, papír. Odstín betonu je určován vlastnostmi bednicího materiálu, zejm. jeho savostí či struktu-

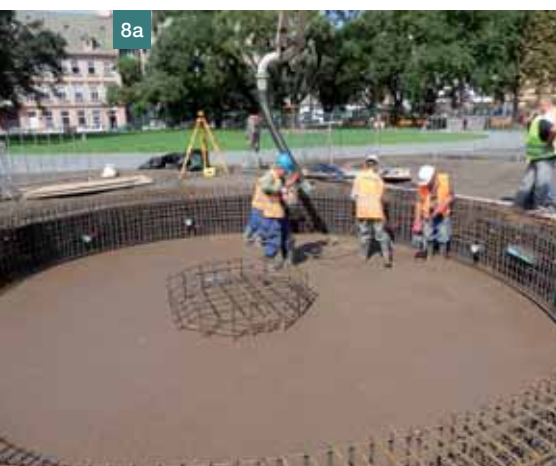
Obr. 4a,b Chodníček z červeného betonu, dávka pigmentu 3 % (ZŠ a MŠ Koloděje) ■ Fig. 4a,b Pathway from red concrete, pigment dose 3 % (Elementary school and Kindergarten in Koloděje)

Obr. 5 a) Betonáž parkovacího stání ze žlutého betonu, dávka pigmentu 4 % (Rohanský ostrov, Praha), b) parkovací stání (zleva) – beton z bílého cementu a čedičového kamene, ultra vysokohodnotný beton (UHPC), beton se žlutým pigmentem a vysokopevnostní beton (HSC) ■ Fig. 5 a) Concreting the parking place with yellow concrete, pigment dose 4 % (Rohanský ostrov, Prague), b) parking space (from the left) – concrete from white cement and basalt stone, ultra high performance concrete (UHPC), concrete with yellow pigment and high strength concrete (HSC)

rou. Nasákové bednění (hoblovaná, nehoblovaná prkna, palubky apod.) na povrchu betonu vytvářejí výraznou strukturu o tmavším odstínu a nízké poréznosti. Naproti tomu konstrukce, u nichž bylo použito nenasákové bednění, jsou světlejší. Opticky světlejší se zdají také konstrukce z hladkého bednění, na rozdíl od těch s povrchem hrubším.

Většina bednicích materiálů se před ukládkou betonu opatřuje odebňovacím olejem, který je nutné nanést v dostatečném a rovnoměrném množ-





Obr. 6 Schodiště z červeného samozhutnitelného betonu, dávka pigmentu 4 %
Fig. 6 Stairway from red self-compacting concrete, pigment dose 4 %

Obr. 7 Sklepní prostor domu, je zde plánován vinný sklípek – žlutý beton, dávka pigmentu 4 % (Praha, ulice Na Kampě)
Fig. 7 a) Basement of a house planned for a wine cellar – yellow concrete, pigment dose 4 %, (Prague, Na Kampě street)

Obr. 8a až d Karlínská kašna – hnědý beton, dávka pigmentu 2 % (Praha–Karlín)
Fig. 8a to d Karlín fountain – brown concrete, pigment dose 2 % (Praha–Karlín)



ství. Nerovnoměrný nános odbedňovacího oleje vede ke vzniku map na barevné konstrukci a nedostatečným nánosem odbedňovacího oleje může při odbedňování dojít k odtržení povrchových vrstev betonu, které ulpí na bedně. Dokonalé odstranění takových nedostatků je velmi náročné i u běžných betonů. Výjimečně se podaří provést sanaci tak, aby nebyla patrná, zejména pokud je beton ještě navíc probarvený v celé své hmotě.

V případě dekorativní úpravy povrchu betonu broušením má na celkový barevný odstín významný vliv barevnost kameniva a finální impregnace. Celková barevnost je závislá na hloubce broušení, které odhalí více či méně zrn kameniva. Vlivem mokrého procesu broušení dochází současně k částečnému vyplavení pigmentu z povrchových vrstev cementového tmele.

Výsledný barevný efekt dotvoří finální impregnace, jejíž funkcí je zpevnění povrchových vrstev, snížení pórovitosti, zajištění nenasákavosti a omezení změn vzhledu betonu v čase. Impregnace na povrchu vytváří tenký film, který nepatr-

ně mění vzhled povrchu, a to zvýšením lesku a mírným ztmavnutím či rozjasněním sytosti barvy.

VÝBĚR BAREVNÉHO ODSTÍNU

Při výběru barevného odstínu se nedoporučuje vybírat dle fotografií, příp. z tištěného katalogu výrobců barev. Vhodnější je vybrat si barevný odstín na základě betonového vzorkovníku, který je vyroben z materiálů používaných danou betonárnou. Pro získání co nejpřesnější představy o odstínu požadované barvy je však ideální zhotovit na stavbě referenční vzorek, který by se měl co nejvíce podobat finální konstrukci ve smyslu tvaru a typu bednění, ošetřování, finální úpravy apod. Barevný odstín se navíc jinak jeví na svislé či vodorovné ploše a jinak působí na zaoblených konstrukcích.

PROBARVENÝ NEBO NABARVENÝ BETON?

Každá realizace probarveného betonu je zajímavým překvapením. Lze splnit základní požadavky na barevnost, nicméně v případě konkrétní představy o od-

stínu nelze probarvený beton srovnávat se syntetickými materiály. Výhodou probarvených betonů je, že v případě narušení či odlomení povrchových vrstev nebude oproti nabarvenému betonu porušení znatelné, neboť probarvený beton je rovnoměrně obarven v celém svém objemu.

ZÁVĚR

Barevné betony, stejně jako beton samotný, nacházejí uplatnění v různých oblastech – barevné mohou být podlahy, schody, kašny, sochy či celé budovy. Přestože každá realizace z probarveného betonu může překvapit svým odstínem, důležitý zůstává fakt, že proti šedi betonu je možno bojovat betonem samotným – tím probarveným.

Ing. Kristýna Vinklerová
TBG Metrostav, s. r. o.
e-mail: kristyna.vinklerova
@tbg-beton.cz



Fotografie: 1 až 4a, 5, 7, 8 – archiv společnosti TBG Metrostav, 4b – archiv ZŠ a MŠ Koloděje, 6 – archiv společnosti ŠvecDekor