

Tato stránka je určena především pro drobné stavebníky, kteří vyrábějí beton doma v ambulantních podmínkách. Na této stránce najdete stručné návody jak namíchat betonovou směs a jaké zásady dodržet při výrobě betonu, aby měl beton dostatečnou nebo požadovanou odolnost a životnost. Z mé praxe a z mnoha provedených odborných posudků jsem zjistil, že řada chyb, které následně vedou k problémům s kvalitou stavebního výrobku nebo stavebního díla, jsou způsobeny nedodržením základních pravidel pro výrobu, zpracování a ošetřování betonu nebo cementové malty. Jestliže chcete, aby měla stavební konstrukce jako celek životnost mnoho roků, tak je třeba každé části stavební konstrukce věnovat náležitou pozornost a o betonu toto dvojnásobně.

Beton je hmota, se kterou se všichni lidé během svého života setkali, a velká většina lidí beton doma alespoň v malém množství vyráběla. Obecně panuje názor, že beton je pouze jednoduchá směs cementu, písku a vody a že na něm není v podstatě co zkazit. Bohužel většinou bývá opak pravdou. Mnoho betonů, které jsou vystaveny vlivům povětrnosti, nepřežije již první zimu a na jaře nastává problém, co s poškozenou konstrukcí. Opravy betonů nejsou jednoduché, mají-li být trvanlivé a v mnoha případech přijde ke slovu sbíječka, kontejner a dosti namáhavá práce při odstranění poškozené konstrukce. Přitom při dodržení několika hlavních zásad lze tomuto stavu předejít a vyrobit betonovou konstrukci, která bude svému účelu sloužit mnoho roků, aniž se bude drolit nebo praskat.

Vůbec nejdříve je třeba říci, co lze vyrobit anebo opravit betonem a co ne. Betonovat bychom měli spíše masivnější konstrukce a například desky zhotovené z betonu by neměly mít menší tloušťku než 50 mm. Tenké desky anebo tenké opravy jsou ohroženy především rychlým vyschnutím. Navíc takovéto konstrukce vyžadují jemnozrnný beton, který se již neobejde bez speciálních přísad, které zabraňují tvorbě smršťovacích trhlin, regulují tuhnutí a tvrdnutí betonu a zajišťují potřebnou přilnavost k povrchu. Pro provádění slabších betonových desek nebo tenčích oprav je třeba již použít speciální hmoty určené pro tenkovrstvé opravy, které jsou dnes dostupné ve velkých supermarketech (OBI, Hornbach, Baumax apod.). Tyto hmoty mají speciálně upravené složení, které zabraňuje jejich rychlému vysychání, mají vysoké pevnosti, rychle tvrdnou a nepraskají a dobře přilnou k podkladu díky příměsím na bázi pryskyřic. Těmito hmotami se nebudeme podrobně zabývat, protože na každém pytlí je návod k jejich použití a ošetřování. Tato stránka bude věnována výrobě betonu v domácích podmínkách z písku, štěrku a cementu.

Při rozhodování, zda beton vyrábět nebo nevyrábět vlastními silami, je pro zhotovení stavební konstrukce třeba také zvážit, jakou funkci bude beton plnit. Jestliže budete stavět nosnou betonovou konstrukci, tak musí beton splňovat určité požadavky, aby byla betonová konstrukce spolehlivá a bezpečná. Beton, který svými vlastnostmi splňuje určité požadavky, je označován jako „konstrukční beton“. Zhotovení nosné betonové konstrukce je vhodnější svěřit odborné stavební firmě nebo je třeba zajistit odborný dohled nad provedením betonové konstrukce. Beton pro nosné konstrukce by měl být vyroben strojně na zařízení, které je schopné zaručit složení betonové směsi. Na nenosné stavební konstrukce jsou zpravidla kladeny podstatně nižší nároky než na nosné konstrukce a pro nenosné konstrukce se používají „nekonstrukční betony“, na které nejsou kladeny požadavky na složení betonu. Na nekonstrukční betony jsou především kladeny požadavky na požadovanou odolnost a životnost.

VÝROBA BETONU



Prvním problémem je to, jak v domácích podmínkách zabezpečit dodržování stálého složení betonové směsi a jak vůbec betonovou směs složit. Dodnes panuje názor, že běžný objemový poměr míchání písku a cementu je 6:1 a poměr míchání 4:1 je již přepych a plýtvání cementem. Protože se většinou v domácích podmínkách nepoužívá hrubé kamenivo do betonu, jsou betony vyráběny pouze z písku a zde je poměr míchání 4:1 ještě nedostatečný. Dobrý a pevný beton lze při výrobě betonu pouze z písku získat teprve při poměru písku a cementu v rozmezí 2:1 až 3:1, protože

cementový tmel tvořený cementem a vodou musí obalit velké množství malých zrn písku. Při větším obsahu písku než při poměru 3:1 již nestačí cementový tmel na obalení všech zrn písku a zrna písku se po zatvrdnutí vydrolují z hmoty betonu a beton má nízkou pevnost. Uvedenými mísíci poměry se rozumí skutečné objemové poměry a ne dávkování malých lopat cementu a velkých lopat písku. Kdo beton někdy míchal, musel zjistit, že lopata cementu je podstatně lehčí než lopata písku. Toto je dáno různými sypnými objemovými hmotnostmi těchto materiálů. Z důvodu této různosti obou materiálů by dávkování cementu a písku nemělo být objemové, ale hmotnostní podle odborně provedeného návrhu složení betonové směsi. Kompromisem je navážít pro první míchačku cement a písek do kbelíků a dále dodržovat dávky kbelíků na jednu míchačku. Ještě jednodušší je nechat si navrhnout složení betonové směsi na jednu míchačku a na jeden pytel cementu a "od oka" pomocí kbelíků dodávat pouze písek. V tomto případě je alespoň jedna složka betonové směsi dávkována přesně. Dávkování písku lopatami nelze vůbec doporučit, protože každá lopata je jiná a navíc hmotnost jedné lopaty písku je závislá na vlhkosti písku. Na povrchu hromady písku je písek suchý a na lopatě se tvoří nízký kužel. Naopak uvnitř hromady je písek vlhčí a na lopatě se tvoří vyšší kužel. Rozdíl hmotnosti těchto dvou lopat může být až několik kilogramů, což vede u malých míchaček k výrobě naprosto odlišných betonových směsí.

SLOŽENÍ BETONU

V následující tabulce jsou uvedena doporučená složení betonových směsí pro výrobu hutného betonu. Pro běžný beton se nejčastěji používá cement pevnostní třídy 32,5. V prodejní síti můžete koupit několik druhů cementu. Jestliže zakoupíte cement pevnostní třídy 32,5, tak se chování betonu liší pouze v rychlosti nárůstu pevnosti v prvních dnech tvrdnutí betonu. Nejrychleji tvrdne beton namíchaný z portlandského cementu a nejpomaleji tvrdne beton namíchaný z vysokopecního cementu.

VÝROBA BETONU

Tabulka se složením hutných betonů

Složka betonové směsi	Dávka na kg/m ³ betonu v kg	Dávka na pytel cementu v kg	Dávka na kg/m ³ betonu v kg	Dávka na pytel cementu v kg
Cement 32,5	500	40	400	40
Betonářský písek frakce 0-4 mm	1415	113	1080	108
Drcené nebo těžené kamenivo frakce 4-8 mm	---	---	580	58
Plastifikátor (lignosulfonát)	1,50	0,12	1,20	0,12
Voda	215	17,2	178	17,8

Sypná objemová hmotnost cementu je cca 1200 kg pro metr kubický a sypná objemová hmotnost písku je cca 1500 kg pro metr kubický. Navržené složení betonové směsi je tedy mícháno v objemovém poměru písek/cement = 2,3. Dávka cementu 500 kg na metr kubický betonu není u betonu z písku přehnaná, ale spíše minimální k dosažení kvalitního neprašivého a nedrolivého povrchu betonu. Snížení dávky cementu je možné pouze při dodání hrubého kameniva do betonu, a to buď drceného anebo těžného. Již při použití kameniva o zrnitosti 4-8 mm lze dávku cementu snížit o 100 kg na metr kubický betonu. Navíc beton s obsahem hrubých zrn je podstatně trvanlivější a odolnější. Pokud je možné sehnat drcené nebo těžné kamenivo frakce 4-8 mm, lze vyrobit s nižší dávkou cementu podstatně lepší beton než z pouhého písku.

KONZISTENCE BETONU – ZPRACOVATELNOST BETONU

Kvalita zatvrdlého betonu je nejvíce ovlivněna konzistencí betonové směsi, která závisí na dávce vody. Dobrý beton by se měl ve spádové míchačce převalovat, měl by vytvořit kužel při vysypání betonu do stavebního kolečka a neměl by po uložení odlučovat vodu. Ve spádových míchačkách se takovýto beton míchá dosti obtížně a tak mnoho betonů po nesprávném nadávkování cementu a písku dostane druhou ránu vysokou dávkou vody. Řídké betony, které odlučují po uložení vodu, jsou po vytvrdnutí prašné, tvoří se v nich smršťovací trhliny a drolí se. Navíc je takovýto beton po zatvrdnutí velmi nasáklý,



což snižuje jeho odolnost proti mrazu. Takovýto beton již většinou spraví jen zmíněná sbíječka, protože jakýkoliv opravný prostředek se od takového betonu oddělí a porušování konstrukce pokračuje. I v domácích podmínkách by měla být pro výrobu betonu použita alespoň plastifikační přísada, která umožňuje dobrou zpracovatelnost betonu při nižší dávce vody. U betonů vystavených vlivům povětrnosti je nejdůležitější vlastností jejich odolnost proti působení mrazu. Mrazuvzdorný beton musí být buď dokonale hutný (což se v ambulantních podmínkách velmi obtížně dosahuje), anebo musí být hmota betonu prostoupena malými vzduchovými póry o velikosti do 0,25 mm. V betonářské praxi se tohoto

VÝROBA BETONU

dosahuje speciálními provzdušňovacími přísadami na bázi kovových mýdel. Při ambulantní výrobě betonu lze provzdušnění dosáhnout přidáním malého množství tekutého saponátu do betonu při jeho míchání (například JAR na nádobí). Do běžné míchačky o objemu 80 litrů postačí jedna polévková lžice tohoto saponátu. Se saponátem je třeba betonovou směs míchat alespoň 2 minuty. Saponát kromě provzdušnění působí jako plastifikátor a betonová směs se lépe zpracovává. Touto nenákladnou úpravou betonové směsi zvýšíte životnost betonu několikanásobně. Dříve se k účelu provzdušnění používalo tzv. "mazlavé mýdlo". Lze jej také použít, ale ve spádových míchačkách se toto mýdlo špatně rozmíchává ve hmotě betonu. Proto je vhodnější tekutý saponát.

Jestliže vyrábíte větší množství betonu, tak je důležité, aby všechny vyrobené míchačky měly stejný obsah vody. Když budou mít jednotlivé míchačky různý obsah vody, tak budou mít části konstrukce odlišné vlastnosti a nejčastěji se na povrchu betonu objeví vlasové trhlinky, které se mohou během zrání betonu rozšiřovat. Kolísání dávky vody se pozná různou barvou betonu jednotlivých míchaček. Beton s nižší dávkou vody má tmavší barvu a beton s vyšší dávkou vody má světlejší barvu.

Při výrobě betonu je třeba počítat s vodou obsaženou v písku, protože různá vlhkost použitého písku má vliv na konzistenci betonu a při objemovém dávkování písku také na velikost dávky písku. Pro výrobu betonu je třeba tedy použít písek se stálou vlhkostí. Když dojde ke změně vlhkosti písku, tak je třeba zkontrolovat dávku písku a upravit složení betonové směsi.

UKLÁDÁNÍ A OŠETŘOVÁNÍ BETONU

Beton by měl být uložen do konstrukce co nejdříve po vyrobení a měl by být zhutněn, aby se ze struktury betonu vypudily velké vzduchové bubliny. Potřeba zhutnění betonu je mnohdy nahrazena vyrobením řídkého betonu, který se v konstrukci rozlije. Samohutnící beton lze také vyrobit v domácích podmínkách, ale pro výrobu je nutná speciální polymerní přísada a stabilizační přísada, které jsou pro drobného stavebníka většinou nedostupné. Dalším jevem současnosti je objednat si zavlhlou betonovou směs, tu vysypat na stavbě a celý den z této směsi vyrábět přidáním vody plastický beton. Protože písek není nikdy úplně suchý, probíhá po celou dobu u této zavlhlé betonové směsi chemická reakce způsobující tuhnutí betonu tvorbou gelů a naředěním betonu nelze tuto reakci vrátit zpět. Beton, který již určitou dobu tuhnul, potom bylo tuhnutí přerušeno přidáním vody a byl uložen do konstrukce, je také většinou po zatvrdnutí prašný, drolivý a vytváří se v něm trhliny. Zhutnění betonu v domácích podmínkách je dosti obtížné, protože stavebník většinou nedisponuje strojními vibrátory. Zhutňovat lze doma přechováním tyčemi nebo poklepaním na bednění, ale protože bednění nemá většinou dostatečnou stabilitu, hutnění se vesměs neprovádí. Zde bych chtěl pouze uvést, že jedno procento velkých vzduchových bublin v betonu snižuje jeho pevnost o asi 6 %. Pokud tedy v betonu zůstane 10 % vzduchových bublin, tak má tento beton zhruba poloviční pevnost než by měl beton zhutněný. Dobře zhutněný beton lze vyrobit i bez strojních vibrátorů vpichováním ocelové tyče anebo přechováním ocelovým nebo dřevěným pěchem. Tímto způsobem byl hutněn beton při stavbě opevnění před druhou světovou válkou a tyto stavby stojí neporušené dodnes. V podstatě u těchto staveb byly pouze dodrženy výše uvedené podmínky. Jinak jsou vyrobeny z naprosto běžného betonu a jejich životnost neohrozila ani válka ani sedmdesát let jejich existence.

VÝROBA BETONU

Dalším problémem je ošetřování betonu během jeho zrání. Nesprávným ošetřováním lze znehodnotit i dobře vyrobený beton. Beton potřebuje během zrání dostatečnou vlhkost a dostatečnou teplotu k průběhu tvrdnutí. Pokud dojde k jeho vyschnutí, zastavuje se chemická reakce a beton se opět může stát nepevným, drolivým a může popraskat. Zabránit vysychání je třeba především u tenkých desek, protože odpařené množství vody je závislé na ploše betonu. To znamená, že z betonové desky silné 1 metr a z betonové desky silné 50 mm se odpaří za časovou jednotku stejné množství vody. Desce silné 1 metr toto odpařené množství vody příliš neuškodí, ale desku silnou jenom 50 mm může odpařené množství vody zlikvidovat. Proto je třeba zvláště u tenkých betonových konstrukcích zabránit odpařování vody přikrytím PE fólií, polystyrénovými deskami apod.



Pro výrobu a ukládání betonu je nejvhodnější počasí, kdy se teploty pohybují od $+15^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$ a je vysoká relativní vlhkost vzduchu. Při teplotách vyšších je třeba beton rychleji zpracovat, protože rychleji tvrdne a zabránit odpaření vody z povrchu betonu přikrytím PE fólií. Horší situace je při teplotách nižších, a to hlavně při teplotách nižších než $+5^{\circ}\text{C}$. Při teplotách betonové směsi nižších než $+5^{\circ}\text{C}$ se zastavuje chemický proces tvrdnutí betonu, z betonu se většinou vypaří voda (voda se odpařuje i při nízkých teplotách) a dojde k znehodnocení betonu. K tomu, aby beton ztvrdl i při okolních teplotách nižších než $+5^{\circ}\text{C}$ je třeba zajistit, aby betonová směs při ukládání měla alespoň $+10^{\circ}\text{C}$ a aby tato její teplota neklesala. Toto lze zajistit použitím teplé vody pro výrobu betonu (ne teplejší než $+60^{\circ}\text{C}$) a zaizolováním konstrukce před únikem tepla rohožemi nebo deskami. Pro výrobu betonu při nízkých teplotách je možné také použít chemické urychlovače tvrdnutí betonu, které zrychlují proces tvrdnutí a způsobují ohřev betonové směsi průběhem chemické reakce. Při betonování za nízkých teplot je třeba vzít v úvahu, že beton musí dosáhnout pevnosti v tlaku alespoň 5 MPa, aby byl odolný proti mrazu. K dosažení této pevnosti při dodržení výše uvedených opatření potřebuje beton v zimě několik dnů. Proto je třeba sledovat předpověď počasí, a pokud jsou hlášeny nízké teploty, je vhodnější vyčkat s betonáží na teplejší období anebo zajistit dostatečná opatření k dosažení dostatečné pevnosti betonu i za nízkých teplot. Podrobnější informace o betonářských pracích v zimním období najdete na stránce [Betonování v zimě](#).

VODOTĚSNÝ BETON

Velmi často jsem dotazován, jak vyrobit vodotěsný beton pro zhotovení betonových jímek, nádrží nebo bazénů. Dosáhnout vodotěsnosti betonu není tak obtížné, jak si mnozí drobní stavitelé myslí. V podstatě je opět třeba dodržet několik zásad pro výrobu dobrého betonu. Vodotěsnost betonu je třeba vzít v úvahu již při návrhu vlastní konstrukce a při návrhu provádění vlastní betonáže. Konstrukci je třeba navrhnout tak, aby v ní nevznikaly vlivem statického namáhání trhliny a aby bylo možné provést betonáž pokud možno v jednom záběru bez vzniku technologických spár, které bývají velmi často zdrojem závad.

Vlastní beton musí být zhotoven z vhodně složené směsi kameniva, s optimální dávkou cementu a ve vhodné konzistenci, která zajistí dobré hutnění a zamezí vzniku štěrkových hnízd. Dobrý vodotěsný beton nelze vyrobit pouze z písku a cementu. Kamenná kostra musí obsahovat zrna o velikosti alespoň 16 mm.

Pro výrobu vodotěsného betonu je třeba použít co nejkvalitnější betonářský písek s minimálním obsahem prachových odplavitelných částic, protože jemné odplavitelné částice způsobují vyšší smršťování betonu a vznik trhlinek v betonu. Pro výrobu vodotěsného betonu by měla být použita alespoň plastifikační přísada na bázi lignosulfonátu. Vhodnější je použít ztekucující přísadu, která má podstatně vyšší plastifikační účinky. Pokud je žádána velmi vysoká odolnost proti průniku vody, je třeba použít utěšňující přísadu. Utěšňující přísady způsobují v betonu zmýdelněním vznik látek, které zaplní vzduchové póry a utěsní beton vůči průniku vody. U masivních konstrukcí se silnými stěnami je vhodné použít do betonu zpomalovač na bázi anorganických fosfátů, který zpomalí rychlost hydratace a vývoj hydratačního tepla, protože rychlá hydratace může způsobit tvorbu trhlin v betonu.

Pro dosažení vodotěsnosti betonu je velmi důležité dobré uložení betonu do bednění a jeho dobré zhutnění. Ocelová výztuž musí být provedena tak, aby beton mohl vyplnit celý prostor bednění. Bednění musí být těsné, protože netěsné bednění způsobuje únik cementového tmelu a tvoření štěrkových hnízd. Beton musí být do bednění sypán po vrstvách o výšce cca 30 cm a tyto vrstvy musí být průběžně hutněny ponorným vibrátorem anebo pěchem. Při hutnění se musí zabránit poškození ocelové výztuže. Betonáž je dobré provádět na jeden záběr, aby se zabránilo vzniku pracovních spár, které mohou způsobit problémy s vodotěsností konstrukce. Po vybetonování konstrukce je třeba zakrýt alespoň na tři dny otevřené plochy bednění PE fólií, která zabrání vysychání betonu.

VYZTUŽENÝ BETON (ŽELEZOBETON)

Beton obecně má pevnost v tahu rovnou jedné šestině až jedné desetině pevnosti v tlaku. Z tohoto důvodu se pro nosné konstrukce beton vyztužuje ocelovou výztuží, která přenáší tahová napětí v betonu. Nosné betonové konstrukce by měly být vždy navrženy statikem a měly by být zhotovovány pod dozorem odpovědného pracovníka, protože při jejich poškození může být ohroženo zdraví anebo životy lidí. Tyto konstrukce by drobný stavebník neměl vůbec sám provádět, pokud si váží svého zdraví a zdraví svých blízkých. Nenosné konstrukce většinou není nutné vyztužovat ocelovou výztuží,



ale mnohdy je vyztužení doporučováno. Panuje všeobecný názor, že ocelová výztuž zvyšuje odolnost betonové konstrukce. Toto někdy platí, ale někdy může použití ocelové výztuže naopak betonové konstrukci ublížit. Při používání ocelové výztuže je třeba dodržet tloušťku krycí vrstvy betonu kolem ocelové výztuže, a to ze všech stran. Například ocelová síť uložená na spodní plochu betonu a zalitá betonem je téměř nefunkční a časem způsobí závady na betonové konstrukci. Taktéž výztuž, která je uložena blízko horního povrchu betonu, způsobí časem závady na betonové konstrukci. Tenké dráty ocelové výztuže (do průměru 10 mm) postačí chránit vrstvou 10 mm betonu u konstrukcí uvnitř objektu, které budou trvale suché. U konstrukcí, které budou vlhké anebo budou vystaveny povětrnosti, je třeba chránit ocelovou výztuž vrstvou betonu silnou alespoň 30 mm. Tuto krycí vrstvu nelze u subtilních betonových výrobků anebo tenkých desek vesměs dodržet. I při nižších krycích vrstvách lze dosáhnout velké životnosti betonu, ale pouze v případě, že se jedná o beton vysokých pevnostních tříd s vysokou odolností proti povětrnosti. Takovýto beton nelze v domácích podmínkách vůbec vyrobit.

VÝROBA BETONU

Ocelová výztuž je v betonu chráněna alkalickým prostředím. Toto alkalické prostředí způsobuje hydroxid vápenatý, který vzniká při tvrdnutí betonu. Vlivem vlhkosti je ale tento hydroxid vyplavován na povrch betonu, kde reaguje se vzdušnou vlhkostí na uhličitán vápenatý. Tímto procesem ztrácí povrchová vrstva betonu postupně svoji alkalitu (neutralizuje se). Tomuto procesu se odborně říká karbonatace betonu. Karbonatace sama o sobě nemá zásadní vliv na životnost betonu, ale ztrátou alkality přestává beton chránit ocelovou výztuž před korozí. Korozi ocelové výztuže vznikají oxidy železa, které mají několikanásobně větší objem než vlastní ocel. Tyto korozní zplodiny vyvolávají nabýváním tahová napětí v betonu, která se projevují po čase vznikem trhlin v místě uložení ocelové výztuže až po oddělení celé krycí vrstvy. Klasickým případem těchto poruch jsou plotové sloupky anebo tenké plotové desky. Obnaženou ocelovou výztuž ale můžeme vidět i na jiných konstrukcích. Podíváme-li se do historie betonu, tak největší životnost měly konstrukce, které nebyly vyztuženy ocelovou výztuží. Například nevyztužený obrubník je sice křehký a může prasknout při špatné manipulaci anebo po nárazu vozidlem, ale nedojde k jeho totální destrukci vlivem koroze ocelové výztuže. Vyztužený obrubník sice vydrží i nešetrnou manipulaci, ale po čase se z něho odlupují vrstvy betonu a dojde k obnažení povrchu výztuže, není-li tato výztuž chráněna dostatečnou vrstvou betonu.



Z výše uvedených důvodů lze tedy doporučit vyztužování nenosných betonových prvků a konstrukcí vystavených vlhkosti anebo povětrnosti pouze v případech, že bude dodržena tloušťka krycí vrstvy betonu a beton bude mít dostatečnou odolnost proti povětrnosti. Není-li možné toto dodržet, je pro životnost betonu vhodnější výztuž nepoužívat anebo použít výztuž z nerezavějící oceli. Ta je ale jednak velmi drahá a navíc těžko dostupná.