

# JAK (NE)PRACOVAT S BETONEM

## TÉMA 5 – VÝROBA, DOPRAVA A UKLÁDÁNÍ BETONU

Vladimír Veselý

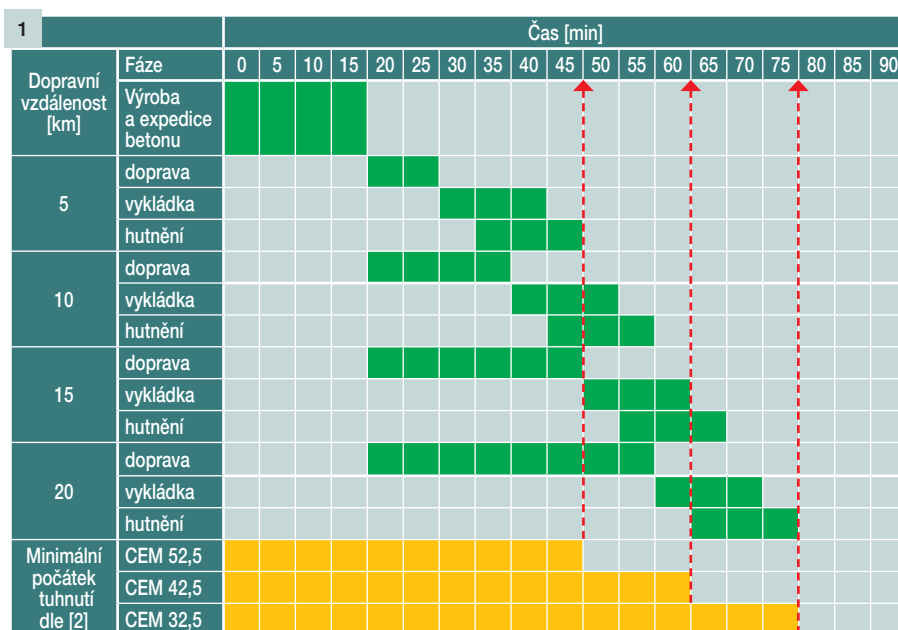
Nedílnou součástí procesu zhotovení betonové konstrukce je nesporně i vlastní výroba, doprava a ukládání čerstvého betonu (podle starší terminologie „betonové směsi“) následovně správným a dostatečně dlouhým ošetřováním. Tento zdánlivě jednoduchý proces je zcela zásadním na cestě od záměru (projekt, specifikace betonu, návrh složení) k požadovanému výsledku, kterým je bezesporu plně funkční betonová konstrukce.

### VÝROBA, DOPRAVA A UKLÁDÁNÍ BETONU

Jak bylo uvedeno v 4. části tohoto seriálu (*Beton TKS 4/2017, pozn. red.*), je pro výrobu, dopravu a ukládání betonu k dispozici omezený čas. Tyto jednotlivé fáze jsou navíc zajišťovány často různými subjekty, a proto je velmi důležitá jejich spolupráce a koordinace, včetně kontroly vlastností a přejímky čerstvého betonu.

Při plánování betonáže je třeba vzít v úvahu, že nejdéle trvá uložení betonu a doprava dle vzdálenosti. Pro představu je na obr. 1 uveden jednoduchý modelový případ situace pro výrobu 5 m<sup>3</sup> betonu, transport běžným autodomíchávačem (průměrná rychlost uvažována 30 km/h), vykládku do 15 min a zhutňování.

Z uvedeného jednoduchého modelu vyplývá, že bez mimořádného plánování a koordinace činností jsou dodávky betonu za běžných teplotních pomě-



Obr. 1 Modelový příklad procesu výroby, dopravy a ukládání

Obr. 2 Příklad rozměrové tabulky mobilního čerpadla

rů možné do vzdálenosti 5 až 20 km s ohledem na použitou pevnostní třídu cementu. V ostatních případech je vždy třeba předchodí koordinace a domluvy mezi zúčastněnými subjekty a v úvahu připadá i použití potřebných opatření jako např. použití zpomalovače. Plán betonáže může být vyžadován i v prováděcí dokumentaci stavby, jak je uvedeno v článku 8.2 ČSN EN 13670 [1].

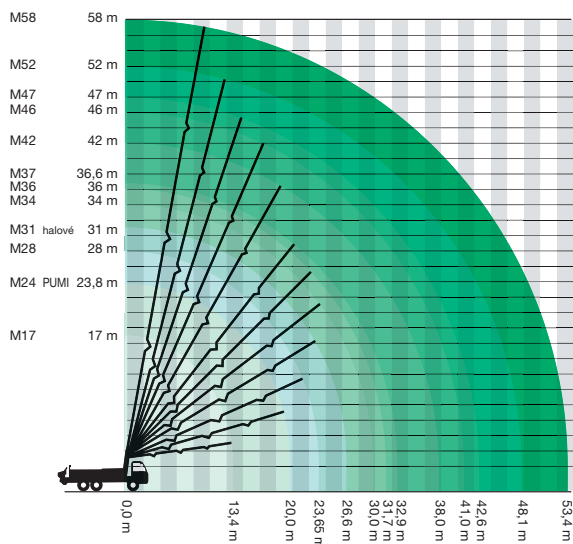
V jednotlivých fázích procesu výroby, dopravy a ukládání je možné najít rizika vedoucí k neshodnému výrobku.

### Výroba

V současnosti je výroba betonu v centrálních betonárnách vysoce sofistikovaný proces řízený počítači, do

kterých je zadáno velké množství dat. Vlastní míchání je kontrolováno kamerovými systémy, konzistoměry a vlhkoměry. Přesto může při výrobě občas dojít k chybám způsobeným lidským faktorem, ale i neočekávanou poruchou zařízení. Autor se během své dlouholeté praxe v oboru setkal s případy:

- kontaminace vstupních materiálů (cement, kamenivo),
- záměny vstupních materiálů (cement/popílek, druh přísady),



Typ čerpadla	M17	M24 PUMI	M28	M31 halové	M34	M36	M37	M42	M46	M47	M52	M58
Rozměry pro ustavení stroje (m)	4,97 m ↑	6,90 m ↑	5,85 m ↑	6,30 m ↑	6,20 m ↑	8,70 m ↑	8,83 m ↑	10,00 m ↑	12,30 m ↑	13,40 m ↑	10,40 m ↑	17,20 m ↑
Šířka vpředu (m)	3,85	4,0	5,96	6,3	6,2	6,2	6,96	8,0	8,0	8,3	10,5	8,9
Šířka vzadu (m)	2,5	2,3	3,6	6,3	5,7	6,5	6,75	8,0	8,9	8,3	9,8	12,5
Délka (m)	8,5	9,55	9,3	10,1	10,7	11,3	11,7	13,0	11,8	10,3	14,1	11,5
Výška (m)	17,0	23,8	28,0	31,0	34,0	36,0	36,6	42,0	46,0	48,0	52,0	58,0
Vzdálenost (m)	13,4	20,0	23,65	26,6	30,0	31,7	32,9	38,0	41,0	42,6	48,1	53,4
Hloubka (m)	8,0	12,4	17,42	20,4	22,5	23,7	25,3	29,1	31,5	36,0	38,1	44,0
Vzdálenost od kabiny auta (m)	12,4	19,2	21,46	24,3	27,5	29,3	31,7	35,3	38,2	42,0	44,8	49,6

- poruchy vázicího systému, předávkování složek.

Tato rizika je třeba snížit na minimum zejména důsledným dodržováním systému řízení výroby a ve fázi expedice betonu výstupní kontrolou.

### Doprava

Doprava je zdánlivě jednoduchá činnost, která však skrývá rovněž některá úskalí s možným vlivem na přepravovaný beton. Jde např. o:

- malou přistavenou kapacitu,
- špatný technický stav šroubovice v bubnu autodomíchávače,
- staveništní komunikace s nedostatečnou kapacitou a únosností (může dojít k uvíznutí nebo převrácení autodomíchávače!),
- některá specifická dopravní omezení (zákaz jízdy nákladních vozidel na silnicích 1. třídy v pátek a v neděli v letních měsících),
- nepředvídatelné dopravní zácpy,
- kontaminaci naloženého betonu zbytky betonu nebo vodou v bubnu z předchozí přepravy.

Pokud je beton úspěšně dopraven na stavbu ke konstrukci, je třeba provést před jeho uložením do konstrukce pečlivou přejímku, která by měla zahrnovat:

- kontrolu dodacího listu (shoda objednávky s dodávkou),
- optickou kontrolu, zda nedochází k segregaci (krvácení) betonu,
- kontrolu konzistence zkouškou,
- u provzdušněných betonů kontrolu obsahu vzduchu.

Absence kvalifikované odborné přejímky je často příčinou uložení neshodného betonu do konstrukce. Autor článku se několikrát setkal s tím, že u přejímky betonu byl přítomen laborant, který měl za úkol pouze měřit vlastnosti a evidovat výsledky. Pracovník s rozhodovací pravomocí přítomen nebyl a do konstrukce byl uložen beton s evidentně neshodnými parametry, což v konečném důsledku vedlo k náročným sanačním opatřením, nebo dokonce k nucenému odstranění již zhotovené konstrukce.

### Čerpání

Čerpání betonu je dnes běžným způsobem jeho ukládání. Podíl čerpání na celkovém objemu ukládaného betonu je v závislosti na typu stavby a regionu možno odhadnout mezi 30 až 60 %, a proto je třeba se vhodnými podmínkami pro čerpání v procesu dopravy a ukládání zabývat.

K dispozici jsou čerpadla mobilní, stabilní či věže a pro rozhodnutí jaké

Tab. 1 Maximální zrno kameniva betonu a vhodný průměr potrubí pro jeho čerpání

$D_{max}$	[mm]	22	16	8
$\emptyset$ potrubí	[mm]	125	100	60 (potěry)

čerpadlo a jaké potrubí (hadice) použít je důležité znát parametry betonu, čerpací techniky a podmínky stavby:

- maximální zrno kameniva  $D_{max}$  a jeho druh (těžené, drcené),
- obsah cementu, příměsí a jemných podílů v drobném těženém kamenivu,
- dosah čerpadla (poskytovatelé služeb nabízejí tzv. rozměrové tabulky – obr. 2),
- vzdálenost a přepravní výšku betonu,
- konfiguraci staveniště a únosnost terénu.

Beton vhodný pro čerpání by měl obsahovat minimálně 350 až 400 kg jemných podílů (cement, příměs, jemné podíly z písku) v závislosti na typu použitého hrubého kameniva (těžené/drcené) a měl by mít konzistenci sednutím Abramsova kužele alespoň 100 mm a vyšší.

Pro maximální zrno kameniva je vhodné použít potrubí a hadic o světlém průměru dle tab. 1.

Dále je třeba počítat s tím, že než se začne čerpat vlastní beton do konstrukce, je nutno „namazat“ potrubí a hadice „najížďecí směsí“, která v žádném případě nesmí být uložena do konstrukce, a že v potrubí a hadicích zbyde po přečerpání určitý objem betonu, který se již do konstrukce přečerpát nepodaří.

Rizika spojená s čerpáním betonu jsou následující:

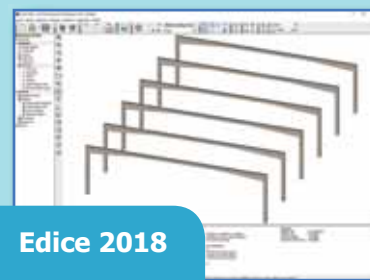
- na stavbě jsou vedení vysokého napětí v kolizi s výložníkem čerpadla,
- podloží je málo únosné,
- do konstrukce je přečerpána „najížďecí směs“ (vážná degradace původního betonu),
- složení betonu je nevhodné (dojde k ucpání potrubí),
- není uvažováno se zbytkem betonu v čerpadle a potrubí (chybí beton v konstrukci – vznikne pracovní spára),
- v dodávce betonu nastane přestávka (může dojít k zatuhnutí betonu v potrubí – nutno vyčistit a znova „najat“).

### Ukládání

Ukládání a zhutňování betonu má rovněž svá pravidla, která je třeba dodržovat, abychom dosáhli očekávaného výsledku. Důležitá je příprava před betonáží, která zahrnuje:

## FINEC

Statika a dimenze stavebních konstrukcí



Edice 2018

- **FIN 2D, FIN 3D**  
- proměnné průřezy dílců
- **FIN 3D**  
- možnost zarovnání kresby dílců
- **Dimenzační programy**  
- posouzení dílců s náběhy
- **Protlak**  
- protlačení základové desky
- **Zatížení**  
- zatížení větrem na informační tabule  
- načítání úloh ve formátu XML

... a další vylepšení.

## GEO5

Geotechnické programy



Edice 2018

- **Stratigrafie** (nový program)  
- zadávání a import všech provedených vrtů a polních zkoušek  
- tvorba geologických profilů ze zkoušek (CPT, SPT, DMT ...)  
- jednoduché vytváření 3D modelu podloží  
- snadná tvorba geologických řezů  
- napojení na ostatní programy GEO5  
- geologická dokumentace v modulu IG průřezem
- **Patka CPT** (nový program)  
- posouzení plošných základů na základě výsledků CPT a SPT zkoušek  
- výpočet svislé únosnosti, sedání a dimenzování nosné výztuže

fine

tel.: +420 233 324 889  
fax: +420 233 321 754  
E-mail: hotline@fine.cz

www.fine.cz



Obr. 3 Spadané listy pod výztuž na dně bednění

Obr. 4 Vytečení cementového mléka netěsnou ložnou spárou bednění

Obr. 5 Pracovní spára vzniklá vlivem špatného postupu prací

Obr. 6 Charakteristické trhliny vzniklé pomalým stékáním betonu při chybné betonáži shora dolů

- přípravu bednění včetně jeho nátěru odbedňovacím prostředkem a vyčištěním před zahájením betonáže,
- zajištění dostatečného počtu pracovníků,
- plán betonáže a sjednání kapacity dodávek dle potřeby.

Během vlastní betonáže je třeba zajistit, aby:

- se beton nerozmísil (maximální výška volného pádu je do 1,5 m, jinak je nutno použít límce či zpomalovací smyčky na potrubí),
- beton zatekl do všech detailů bednění,
- byl beton efektivně a správně ztuhnutí (beton je ztuhnutí pokud se jeho povrch přirozeně „slije“ do hladkého povrchu a dále z něj neuniká vzduch). Rizika při ukládání a ztuhování betonu jsou následující:
- nečistoty v bednění (obr. 3),
- nevhodný odbedňovací prostředek, nebo jeho příliš silná vrstva (může dojít k lokálnímu rozmíslení betonu a krvácení do bednění),

- absence odbedňovacího prostředku (bednění se spojí s betonem a nejde bez násilí z betonu sejmout),
- nečistoty bednění, různá kvalita povrchu bednění v jedné ploše (defekty vzhledu betonu),
- nedostatečná únosnost bednění (možná destrukce),
- netěsnosti bednění (odloučení cementového mléka z betonu a jeho protečení mimo konstrukci – obr. 4),
- nedostatečná kapacita pracovníků a prostředků pro zpracování dodaného betonu (hromadění autodomíchávačů na stavbě, degradace betonu vlivem překročení doby vhodné pro jeho uložení),
- nedostatečná kapacita dodávaného betonu (přerušování betonáže, vznik pracovní spáry – obr. 5),
- příliš vysoké vrstvy ukládaného betonu (nedostatečné provibrování betonu v konstrukci, vznik vrstev betonu s odlišnou strukturou a vlastnostmi včetně vzhledu),
- při vibrování se hlava vibrátoru dotýká výztuže (rozmíslení betonu v okolí výztuže, špatná soudržnost),
- nedostatečné provibrování vrstvy betonu, použití málo účinného způsobu vibrace (plastické sednutí, trhliny podél výztužných prutů),
- betonáž desek ve spádu směrem od horního okraje ke spodnímu (tečení betonu, vznik trhlin ve směru toku betonu – obr. 6).

## Úpravy složení betonu po hlavním míchacím cyklu

Samostatnou kapitolou v procesu výroby, dopravy a ukládání betonu jsou úpravy složení betonu po hlavním míchacím cyklu. Tyto úpravy jsou specifikovány v článku 7.5 ČSN EN 206 [2], kde se výslovně uvádí, že „obecně je jakákoli úprava složení směsi po ukončení hlavního míchání zakázána. Ve zvláštních případech je možné přidat přísady, pigmenty, vlákna nebo vodu, pokud je to:

- na zodpovědnosti výrobce,
- za účelem úpravy konzistence na požadovanou hodnotu, a to za předpokladu, že vyhoví specifikaci,
- jsou dokumentovány postupy pro provádění těchto úprav, které jsou zabezpečeny systémem řízení výroby. Jakékoliv přidání vody, vláken, pigmentů či přísad musí být vždy zaznamenáno na dodacím listu a musí být provedeno dodatečné zamíchání dle stanoveného předpisu. Přitom je-li přidáno jakékoli množství vody, musí být za účelem prokázání shody odebrán kontrolní vzorek z upraveného betonu.“

Pokud jsou do autodomíchávače přidávány výše uvedené složky bez souhlasu výrobce, musí být dávka označena jako neshodná a za důsledky tohoto rozhodnutí je odpovědný pracovník, který úpravy nařídil (viz pozn. 15 přílohy L normy [2]). Tato podmínka je dle zkušeností autora splněna málokdy a je, v případě že není dosaženo požadovaných vlastností betonu, častou příčinou následných diskusí a reklamací.

Předpokládáme tedy, že beton je řádně vyroben, dopraven a uložen v konstrukci. Zbývá již jen pečovat o jeho zráním, které začíná jeho ošetřováním správným způsobem a po dostatečně dlouhou dobu. Tomuto procesu, majícímu rovněž zásadní vliv na konečné vlastnosti betonu v konstrukci, se budeme věnovat v dalším díle seriálu.

### Literatura:

- [1] ČSN EN 13670. *Provádění betonových konstrukcí*. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [2] ČSN EN 206 + A1. *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha: ÚNMZ, 2017.

Ing. Vladimír Veselý  
Betotech, s. r. o.

e-mail: vladimir.vesely@betotech.cz

