

EFFC/DFI Příručka doporučeného postupu pro betonáž hlubinných základů licí rourou

Vypracovala Pracovní skupina pro beton, ve spojení EFFC/DFI



1. VYDÁNÍ, 2016

EFFC/DFI Příručka doporučeného postupu pro betonáž hlubinných základů licí rourou

Vypracovala Pracovní skupina pro betonáž, ve spolupráci s EFFC/DFI



ČLENOVÉ PRACOVNÍ SKUPINY

Karsten Beckhaus (Chairman)

Bauer Spezialtiefbau, Contractor

Bartho Admiraal

Volker Staal en Funderingen, Contractor

Björn Böhle

Keller Grundbau, Contractor

Jesper Boilesen

Züblin, Contractor

Michel Boutz

SGS INTRON, Consultant

Dan Brown

Dan Brown & Associates, Consultant

Sabine Darson-Balleur

Soletanche Bachy, Contractor

Thomas Eisenhut

Mapei Betontechnik, Additive Supplier

Peter Faust

Malcolm Drilling, Contractor

Christian Gilbert

Systra, Consultant

Raffaella Granata

TREVI S.p.A., Contractor

Chris Harnan

Ceecom, Consultant

Michael Löffler

CDM Smith, Consultant

Gerardo Marote Ramos

Terratest, Contractor

Duncan Nicholson

ARUP, Consultant

Sarah Williamson

Laing O'Rourke, Contractor

(Český překlad ADSZS – Ing. Jindřich Řičica)

SPONZOŘI



OBSAH

Předmluva k českému vydání	4
Přehled brázků a tabulek	5
Termíny a definice	7
Seznam zkratk a značek	9
1. Všeobecně	11
1.1 Zdůvodnění	11
1.2 Účel a rozsah	11
2. Předpoklady návrhu působící na tečení betonu	13
3. Reologie betonu pro licí rouru	14
3.1 Všeobecně	14
3.2 Rheology	15
4. Návrh čerstvého betonu	17
4.1 Úvod	17
4.2 Předpoklady návrhu čerstvého betonu	17
4.3 Materiály	17
4.4 Dávkování a výroba	20
5. Výroba a zkoušení betonu, včetně kritérií kontroly	22
5.1 Nový přístup ke specifikování čerstvého betonu	22
5.2 Ověřovací zkoušky, prokazování shody a kontrolní zkoušky	22
5.3 Vliv času	22
5.4 Řízení kvality procesu výroby betonu	23
6. Provádění	24
6.1 Všeobecně	24
6.2 Před betonáží	24
6.3 Licí roura a násypka	25
6.4 Rozteč licích rour	26
6.5 Počáteční ukládka betonu	26
6.6 Vetknutí licí roury	27
6.7 Systém tečení betonu	27
6.8 Tečení kolem výztuže a výklenků	29
6.9 Záznamy betonáže	29
7. Poloprovozní zkoušky	30
8. Kontrola kvality provedených prací	31
8.1 Všeobecně	31
8.2 Zkušební metody po zhotovení	31

OBSAH

Příloha A	Zkušební metody pro charakteristiky čerstvého betonu	32
Příloha B	Úvodní doporučení pro kontrolní kritéria u vybraných zkušebních metod	37
Příloha C	Koncepce použití příměsí	39
Příloha D	Metody zkoušení dokončených prací	41
Příloha E	Interpretace imperfekcí	42
Příloha F	Podrobné informace o předpokladech návrhu	45
Odkazy		50

PŘEDMLUVA K ČESKÉMU VYDÁNÍ

Překlad této příručky iniciovala Asociace dodavatelů speciálního zakládání (ADSZS) k prospěchu všech, kteří se účastní řešení specifických problémů betonáže hlubinných základů. Jako člen Evropské federace dodavatelů zakládání (EFFC) se ADSZS zúčastnila mezinárodních diskusí o nově vznikajících problémech s touto betonáží od počátku jejich výskytu. Došlo k tomu s nástupem nových receptur a postupů výroby betonu, zhruba v první dekádě nového století. Závažnost vznikajících poruch betonů a jejich narůstající četnost naléhavě volala po rychlém opatření. Vzhledem k tomu, že se takové problémy projeví celosvětově, došlo k úzké spolupráci s další organizací, sdružující specialisty v oboru zakládání staveb z mimoevropských kontinentů v Institutu hlubinného zakládání (DFI). Společným úsilím byly v roce 2014 soustředěny odborné a materiální zdroje pro zastavení nepříznivého vývoje. Výsledkem je 1. vydání této příručky na jaře 2016 v anglickém znění.

Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků ve výstavbě (ČKAIT) prostřednictvím Informačního centra ČKAIT aktivně uchopila nabídku ADSZS ke společnému vydání této pomůcky v češtině, aby všem svým členům zajistila potřebný nástroj k odpovědné práci v této náročné oblasti. Spoluprací obou organizací se tak příručka dostává do rukou našich odborníků již na počátku roku 2017.

České znění tohoto dokumentu je vázáno úplným převzetím původního podkladu. Vyžádalo si řadu konzultací s odbornými institucemi a experty, aby byl zachycen posun v odborné terminologii, který odpovídá přesunu pozornosti na reologické jevy procesu betonáže. Tomu se ostatně podřizuje celý komplex doporučených postupů přípravy a realizace zhotovení betonu hlubinného základu. Některé změny názvosloví se již projeví i v našich současných revizích souvisejících norem provádění geotechnických konstrukcí speciálního zakládání.

V příručce je mnoho původních odkazů na zahraniční literaturu a prameny informací, které není možno pro jejich obsáhlost poskytnout v překladu. Místní odborníci je mohou nejnáze získat k nahlédnutí v originále prostřednictvím mezinárodní výpůjční služby, kterou zajišťuje Národní technická knihovna v Praze. Řada těchto informací, aplikovaných na tuzemské podmínky, je dostupná v domácí odborné literatuře a zejména v Profesním informačním systému ČKAIT PROFESIS.

Celospolečenský prospěch této speciální disciplíny betonáže vyžaduje, aby se nejen odborníci, ale i další odborná veřejnost, seznámily s novými informacemi a převzaly uvedená doporučení do své každodenní praxe.

Ing. Jindřich Řičica
předseda ADSZS

Obsah této příručky odráží názory autorů, kteří jsou zodpovědní za zde prezentovaná fakta a přesnost údajů. Příručka nenahrazuje normu, technické požadavky nebo nařízení.

OBRÁZKY

Obrázek 1	Příklady hlubinných základů	10
Obrázek 2	Typický vývoj složení čerstvého betonu pro realizaci	12
Obrázek 3	Požadavky na krytí betonem při provádění hlubinných základů	13
Obrázek 4	Závislosti mezi složením, reologií a souvisejícími charakteristikami, a souhrnnými požadavky	14
Obrázek 5	Plastické chování Binghamské kapaliny (např. betonu) versus Newtonské kapaliny (např. vody)	15
Obrázek 6	Srovnání typů betonu	15
Obrázek 7	Ztuhnutí a doba tuhnutí	16
Obrázek 8	Vliv cementu a dalších složek na reologii podle Wallevika	18
Obrázek 9	Model křivky zrnitosti stanovený podle Dreux, Festa	19
Obrázek 10	Doporučená křivka zrnitosti	19
Obrázek 11	Prodloužení doby zpracovatelnosti	22
Obrázek 12	Geometrie těžního nástroje se odráží v linii dna rýhy	25
Obrázek 13	Posloupnost jednotlivých fází v lití rourou	26
Obrázek 14	Řez vrtanou pilotou betonovanou licí rourou s různě obarvenými dávkami betonu	28

TABULKY

Tabulka 1	Kontrolní hodnoty pro pažicí bentonitovou kapalinu před betonáží	24
Tabulka 2	Kontrolní hodnoty pro pažicí polymerovou kapalinu	24

PŘÍLOHA A

Obrázek A.1	Příklad typického uspořádání zkoušení reologie čerstvého betonu	32
Obrázek A.2	Zařízení pro kombinovanou zkoušku sednutí, sednutí-rozlitím a VSI	33
Obrázek A.3	Zkouška L-Boxem podle CIA Z17	33
Obrázek A.4	Sednutí betonu o indexu vizuální stability VSI třídy 0	34
Obrázek A.5	Princip postupu a uspořádání při zkoušce statické segregace podle německé příručky DAfStb pro SCC (dole vlevo) nebo podle ASTM C1610 (dole vpravo)	35
Obrázek A.6	Uspořádání pro určení krvácení v důsledku gravitace	35
Obrázek A.7	Uspořádání pro stanovení odfiltrované vody ze stlačeného čerstvého betonu	36
Obrázek A.8	Uspořádání zkoušky pro určení filtrace vody ze stlačeného čerstvého betonu	36
Tabulka A.1	Kvalitativní třídy konzistence s odpovídajícím chováním betonu při hnětení podle CIA Z17	34
Tabulka A.2	Třídy indexu vizuální stability VSI podle ASTM C1611	34

PŘÍLOHA B

Tabulka B1	Prozatímní kontrolní kritéria betonu pro licí rouru, používaný v hlubinném zakládání	37
Tabulka B2	Typy zkoušek a typický plán zkoušek	38

PŘÍLOHA E

Obrázek E.1	Příklady pilot s vrypy, neovlivňujícími minimální krycí vrstvu pro trvanlivost	42
Obrázek E.2	Příklady inkluzí v podzemní stěně a pilotě	43
Obrázek E.3	Příklady kanálků probíhajících vzhůru po povrchu piloty nebo podzemní stěny	43
Obrázek E.4	Stínování na pilotě (vlevo) a matracovitost na lamele (vpravo)	44
Obrázek E.5	Schematické znázornění různých stupňů matracovitosti	44

PŘÍLOHA F

Tabulka F.1	Obvyklé požadavky na výztuž pro vrtané piloty	46
Tabulka F.2	Obvyklé požadavky na výztuž pro podzemní stěny	47
Tabulka F.3	Obvyklé požadavky na soudržnost, kotvení, přesah a šířku trhlin	48
Obrázek F.1	Detaily spoje vrtané piloty použité pro podporu sloupu nadzemní konstrukce	49

TERMÍNY A DEFINICE

TERMINOLOGIE	DEFINICE
příměs (filler a SCM: doplňkový cementační materiál)	Jemně tříděný anorganický materiál, použitý do betonu za účelem nahrazení cementu, k zlepšení určitých vlastností nebo dosažení speciálních vlastností. Sestávají ze dvou hlavních typů: Typ I) – inertní a téměř inertní (filler), Typ II) – latentně hydraulická nebo pucolánová (SCM).
přísady chemické	Materiál přidávaný během procesu míchání v malém množství vzhledem k množství cementu za účelem úpravy vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu.
element podzemní stěny (EPZ: element přenášející zatížení)	Element podzemní stěny je na místě zabetonovaný železobetonový sloup. Může být také definován jako pravoúhlý element podzemní stěny, který je použit jako hlubinný základ.
bentonit	Jíl s obsahem minerálu montmorillonitu, který se používá v pažicích kapalinách buď jako bentonitová suspenze, nebo jako příměs v polymerových roztocích.
pojivo (cementační)	Anorganický materiál nebo směs anorganických materiálů, která smícháním s vodou tvoří pastu, jež působením hydratačních reakcí a procesů tuhne a tvrdne, a po ztvrdnutí si zachová svou pevnost a stabilitu i pod vodou.
Binghamská kapalina	Kapalina s nenulovým napětím na mezi toku.
vrtaná pilota (vrtaný pilíř)	Na místě betonovaný sloup (nebo pilota), obvykle kruhového průřezu viz <i>obrázek 1</i> .
krvácení	Způsob odloučení vody, při němž část vody ze směsi směřuje vzhůru k povrchu čerstvě uloženého betonu.
světlá rozteč	Minimální mezera mezi jednotlivými pruty nebo svazky výztuže, tj. otvor pro průtok mezi výztuží.
konzistence	Relativní mobilita nebo schopnost tečení čerstvě namíchaného betonu, tj. ukazatel zpracovatelnosti.
krycí vrstva (krytí)	Vzdálenost mezi povrchem výztuže a nejbližším povrchem betonu.
hlubinný základ	Typ základu, který přenáší zatížení konstrukce vrstvami málo únosné základové půdy do vhodného souvrství (piloty nebo elementy podzemních stěn); také se to týká speciálních pažicích stěn, jako jsou podzemní stěny nebo stěny z převrtávaných pilot.
podzemní stěna	Stěna z na místě vyrobeného železobetonu (monolitického betonu), která obvykle sestává z řady samostatných sousedních lamel, viz <i>obrázek 1</i> .
trvanlivost	Schopnost materiálu (např. betonu) odolávat vlivům zvětrávání, chemických účinků, abraze a jiných podmínek provozu.
jemné částice	Souhrn jemného materiálu v čerstvém betonu, s částicemi o rozměru menším než nebo rovným 0,125 mm.
schopnost vyplňování	Schopnost čerstvého betonu k tečení a k vyplňování veškerého vytěženého prostoru působením své vlastní tíhy.
filtrační koláč	Útvar z odfiltrovaného materiálu, jako je bentonit nebo těžená zemina v suspenzi, vytvořený v přechodové zóně směrem do propustného prostředí oddrenážování vody pod působícím tlakem.
filtrace	Mechanismus oddělování kapalin (záměsově vody nebo cementové pasty) z dosud ne zcela zhydratovaného betonu, přičemž okolní propustná základová půda funguje pod hydrostatickým tlakem jako filtr.
udržení tekutosti	Viz udržení zpracovatelnosti.
pohyblivost	Snadnost tečení čerstvého betonu, když mu není bráněno bedněním a/nebo výztuží.
čerstvý beton	Beton, který je zcela zamíchán, uchovává si pohyblivost a je ještě v takovém stavu, který umožňuje jeho zhutnění zvoleným způsobem, viz beton pro licí rouru.

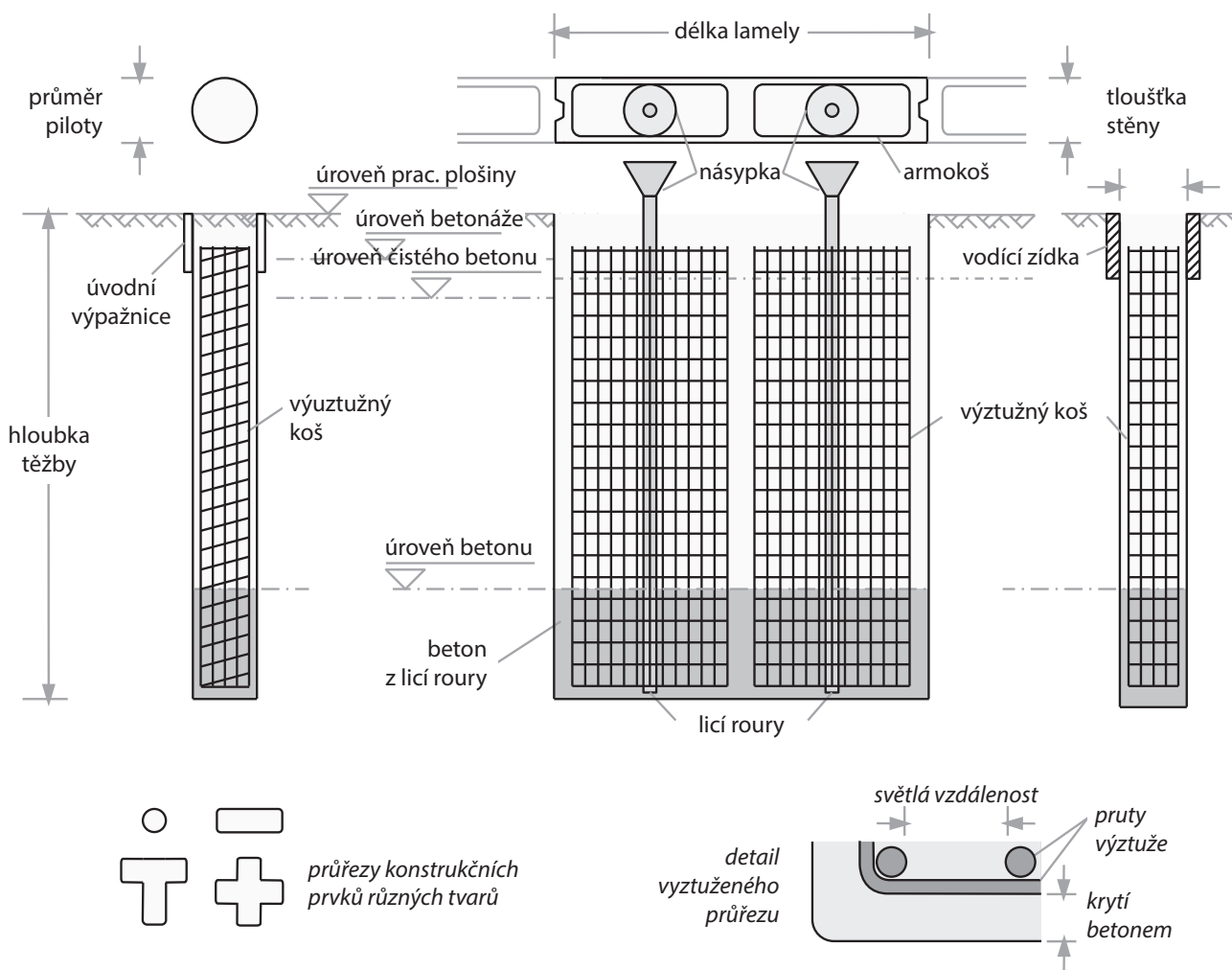
TERMÍNY A DEFINICE

TERMINOLOGIE	DEFINICE
lamela	Úsek podzemní stěny, který je betonován jako samostatná jednotka. Může být přímá, tvaru-T, tvaru-L nebo v jiné konfiguraci, viz obrázek 1.
schopnost průtoku	Schopnost čerstvého betonu protéci úzkými mezerami, jako jsou mezery mezi pruty ocelové výztuže bez segregace nebo ucpání.
plastická viskozita	Viskozita Binghamské kapaliny (s nenulovým smykovým napětím).
reologie	Nauka o deformaci a tečení látek pod vlivem smyku.
robustnost (čerstvého betonu)	Schopnost betonové směsi udržet si svoje vlastnosti v čerstvém stavu před a po betonáži, i když dojde k mírným přijatelným změnám v přesnosti dávkování a ve vlastnostech surových složek.
odolnost proti segregaci	Schopnost betonu zůstat svým složením homogenní, dokud je v čerstvém stavu.
udržení sednutí kužele	Viz udržení zpracovatelnosti.
specifikace betonu	Konečná sestava dokumentovaných technických požadavků, předaných výrobcí ve formě požadovaných vlastností nebo složení betonu.
specifikátor	Osoba nebo organizace, stanovující specifikaci pro čerstvý a ztvrdlý beton.
stabilita	Odolnost betonu proti segregaci, krvácení a filtraci.
stop-end (koutový přípravek)	Přípravek, obvykle z oceli nebo betonu, umístěný v kraji (krajích/koutech) lamely pro vytvoření spoje; do spoje může být zabudován těsnicí waterstop.
pažicí kapalina	Kapalina použitá během těžby pro pažení stěn rýhy nebo vrtu.
tixotropie	Tendence látky k postupné ztrátě tekutosti při ponechání v nerušeném klidu, a naopak zpětné získání její tekutosti při zapůsobení smykového napětí.
beton pro licí rouru	Beton se schopností dosáhnout plného zhutnění vlastní tíhou při ukládání licí rourou do hlubinných základů za podmínek pod hladinou vody.
licí roura	Kolona rour s vodotěsnými spoji a nasazenou násypkou.
metoda licí roury (betonáž pod vodou nebo metoda nahrazení suspenze)	Metoda ukládání betonu s použitím licí roury pro zabránění rozměšování betonu nebo znečištění výplachem ve vrtu. Licí roura zůstává – po počátečním osazení – ponořena v předtím uloženém betonu do ukončení procesu betonáže.
viskozita	Míra schopnosti kapaliny odolávat smykovému napětí; specificky se jedná o odpor proti tečení čerstvého betonu, pokud tečení nastalo.
zpracovatelnost	Vlastnost čerstvě namíchaného betonu, která určuje snadnost, s jakou může být namíchán, uložen, zhutněn a dokončen.
udržení zpracovatelnosti	Udržení specifikovaných vlastností čerstvého betonu, jako je tečení a sednutí kužele, po určenou dobu.
mez toku	Mezní smykové napětí, požadované pro dosažení počátku tečení.

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AASHTO	American Association of State and Highway Transportation Officials
ACI	American Concrete Institute
AFNOR	Association Francaise de Normalisation
API	American Petroleum Institute
ASTM	ASTM International, until 2012: American Society for Testing and Materials
CIA	Concrete Institute of Australia
CIRIA	Construction Industry Research and Information Association (UK organisation)
CEN	European Committee for Standardisation
DFI	Deep Foundations Institute
EFFC	European Federation of Foundation Contractors
FHWA	Federal Highway Administration
ICE	Institution of Civil Engineers (UK Professional Body)
ISO	International Organization for Standardization
ÖBV	Österreichische Bautechnik Vereinigung (en: Austrian Society for Construction Technology)
ECPC	Koncept ekvivalentní vlastnosti betonu (Equivalent Concrete Performance Concept)
EPCC	Koncept ekvivalentní kombinace vlastností betonu (Equivalent Performance of Combinations Concept)
GGBS	Mletá vysokopecní struska (Ground granulated blast furnace slag)
PFA	Popílek
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control (kontrola kvality)
SCC	Samozhutnitelný beton (Self-Compacting Concrete)
VSI	Vizuální index stability (Visual Stability Index)
c_{min}	minimální vrstva krytí betonem podle konstrukčních nebo prováděcích norem
Δc_{dev}	povolená návrhová stavební odchylka
c_{nom}	jmenovité krytí betonu = $c_{min} + D_{Cdev}$ (pro uvážení v projektu)
D	rozměr (průměr nebo tloušťka) těžby nebo betonového prvku
D_{nom}	jmenovitý rozměr těžby, definovaný rozměry těžního nástroje
D_G	maximální zrno kameniva
D_{final}	konečný rozměr průměru rozlití betonu při zkoušce poklesu kužele
D_s	průměr prutu výztuže
D_T	vnitřní průměr licí roury
d_{b-t}	vzdálenost od dna těžby k vyústění licí roury
η	dynamická viskozita
H_2/H_1	poměr mezi dotčenými značkami při zkoušce L-boxem
h_1/h_2	vetknutí licí roury před (h_1) a po zkrácení (h_2) kolony
h_c	úroveň betonu ve vytěženém prostoru
$h_{c,T}$	úroveň betonu v licí rouře (= bod hydrostatické rovnováhy)
h_F	úroveň výplachu v rýze/vrtu
k	faktor, který bere v úvahu aktivitu příměsi typu II
μ	plastická viskozita
$p_{i,T}$	hydrostatický tlak uvnitř licí roury
p_o/p_i	hydrostatický tlak vně (p_o) a uvnitř (p_i) vytěženého prostoru
s_T	délka úseku kolony licí roury ke zkrácení
T_x	čas, za který dosáhne beton odpovídající značky ($x = 200/400/500$ mm) v horizontální skříni při zkoušce L-boxem
T_{end}	čas, za který beton dosáhne vzdáleného konce skříně při zkoušce L-boxem
T_{final}	čas, za který beton dosáhne konečné rozlití při zkoušce
τ	smykové napětí
τ_0	smykové napětí na mezi toku
Y	rychlost smyku

OBRÁZEK 1: Příklady hlubinných základů



1 VŠEOBECNĚ

1.1 Zdůvodnění

Techologie betonu pokračuje v rychlém vývoji a moderní záměsí s pěti složkami – cement, příměsí, kamenivo, (chemické) přísady a voda – mají často vlastnosti, které se výrazně liší od starších tříložkových záměsí – cement, kamenivo a voda. Poslední trendy upřednostňují vysokopevnostní třídy a nízký vodní součinitel, což má za následek vyšší závislost na přísadách pro kompenzaci snížené zpracovatelnosti a pro dosažení (často protikladných) požadavků na zpracovatelnost v čerstvém stavu a na dobu tuhnutí. Používání zkušebních metod, které odpovídají skutečným reologickým vlastnostem betonu, se nevyvinulo stejnou rychlostí jako samotné směsi a není stále neobvyklé použít jako jediné zkoušky pro převzetí čerstvého betonu zkoušku sednutí kužele, nebo rozlítí na desce.

Evropská federace dodavatelů zakládání (EFFC) a Institut hlubinného zakládání (DFI) ve Spojených státech, vypracovaly společně přehled problémů a vyznačily obecnou tematiku. Tento přehled určil, že mnoho problémů bylo způsobeno (nebo částečně ovlivněno) použitím neadekvátních betonových směsí s neadekvátní zpracovatelností nebo s nedostatečnou stabilitou nebo robustností směsí. Dále stanovil, že základními příčinami jsou neadekvátní specifikace betonu a neadekvátní postupy zkoušek. Důsledky těchto problémů jsou často závažné a bylo uznáno, že nákladově nejúčinnějším přístupem k porozumění betonu je vynaložení více času a peněz.

V roce 2014 EFFC a DFI ustavily společnou Pracovní skupinu pro beton, aby se této záležitosti věnovala. Příručka je výsledkem práce této skupiny.

Výzkumný a vývojový projekt, financovaný sponzory příručky, je realizován Technickou univerzitou v Mnichově a Univerzitou vědy a techniky v Missouri. Projekt zahrnuje rešerše, laboratorní zkoušky a stavební zkoušky na stavbách v Evropě a v USA. Výzkum má být dokončen během roku 2017.

1.2 Účel a rozsah

Prvořadým účelem příručky je poskytnout doporučení pro charakteristické vlastnosti čerstvého betonu a pro metodu jeho uložení pomocí metod licí roury ve vrtaných pilotách a podzemních stěnách, umožňující zhotovení vysoce kvalitních prvků. Navíc příručka navrhuje změny metod používaných pro specifikaci betonové směsi, stejně jako metod používaných pro zkoušení směsi. Principy příručky mohou být také použity pro jiné formy hlubinných základů (např. pro pilotování průběžným šnekem).

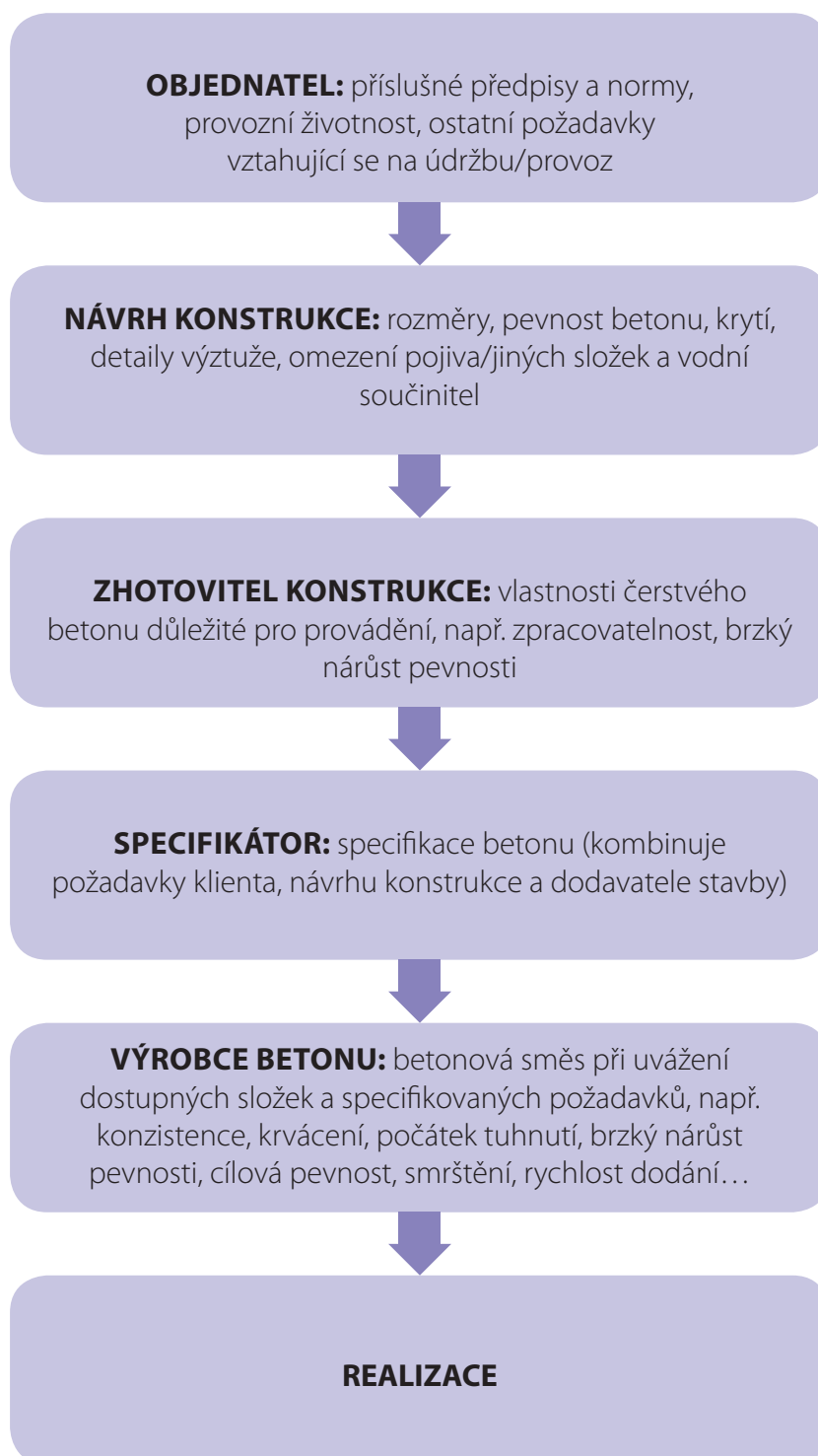
Beton v hlubinných základech musí splňovat množství náročných a často protikladných požadavků, které musí být uváženy během celého vývoje betonové směsi, jak je shrnuto na *obrázku 2*.

Mezi partnery (např. projektant, zhotovitel stavby, vlastník, objednatel, výrobce betonu atd.) existuje zřetelný potenciál pro konflikt i riziko pro kvalitu prací, a příručka osvětluje významná místa, která vyžadují pečlivá uvážení k minimalizaci rizik. Získání správné směsi může být dosaženo jedině prostřednictvím společného přístupu mezi speciálním dodavatelem (k splnění prováděcích požadavků), projektantem (k uspokojení konstrukčních nároků a trvanlivosti) a výrobcem betonu (k výrobě ekonomické a praktické směsi).

Pracovní skupina provedla podrobné zhodnocení současných ověřených postupů a výzkumu. Očekává se, že příručka poskytne informace k využití v budoucích evropských a amerických normách. První vydání příručky navrhuje vhodná kritéria vlastností betonu společně se zkušebními metodami a úvodní doporučení kontrolních hodnot. Druhé vydání příručky bude publikováno po dokončení prací výzkumu a vývoje, což umožní vydat definitivní kontrolní hodnoty.

Příručka se zaměřuje na předpoklady návrhu zahrnujícího reologii betonu, návrh směsi, podrobnosti výztuže, krytí betonem a pravidla ověřeného postupu pro ukládání. Je uveden přehled metod zkoušek provedených elementů společně s návodem na stanovení a výklad výsledků.

OBRÁZEK 2: Typický vývoj složení čerstvého betonu pro realizaci



Příručka je určena těm, kteří jsou účastníky přípravy, návrhu a zhotovení vrtaných pilot a podzemních stěn, včetně vlastníků/objednatelů, generálních zhotovitelů a speciálních dodavatelů. Je zamýšlena jako praktický doplněk existujících norem, nikoli jejich náhrada.

2 PŘEDPOKLADY NÁVRHU PŮSOBÍCÍ NA TEČENÍ BETONU

Návrh hlubinných základů je odborná záležitost vyžadující znalost jak konstrukční, tak i geotechnickou, neboť musí také uvážit podmínky pro realizaci hlubinných základů. Kapitola je omezena na konstrukční detaily a vliv výztužného armokoše na tečení betonu z licí roury v zóně krycí vrstvy. Vliv ukládání betonu na únosnost v patě a plášťové tření není v příručce uvažován; pro odkazy je třeba se obrátit k Eurokódu 7 (EN 1997-1:2004) nebo k příslušným americkým normám FHWA GEC10, 2010.

S ohledem na podrobnosti návrhu ukládání betonu licí rourou je ideální situací cesta tečení bez překážek. Výztužný armokoš s distančními bločky a vložkami pro výklenky představuje hlavní překážku tečení. Protože je výztuž nutná z důvodu konstrukčních požadavků, hraje návrh konstrukce, včetně návrhu výztuže, klíčovou roli v kvalitě dokončené piloty/lamely.

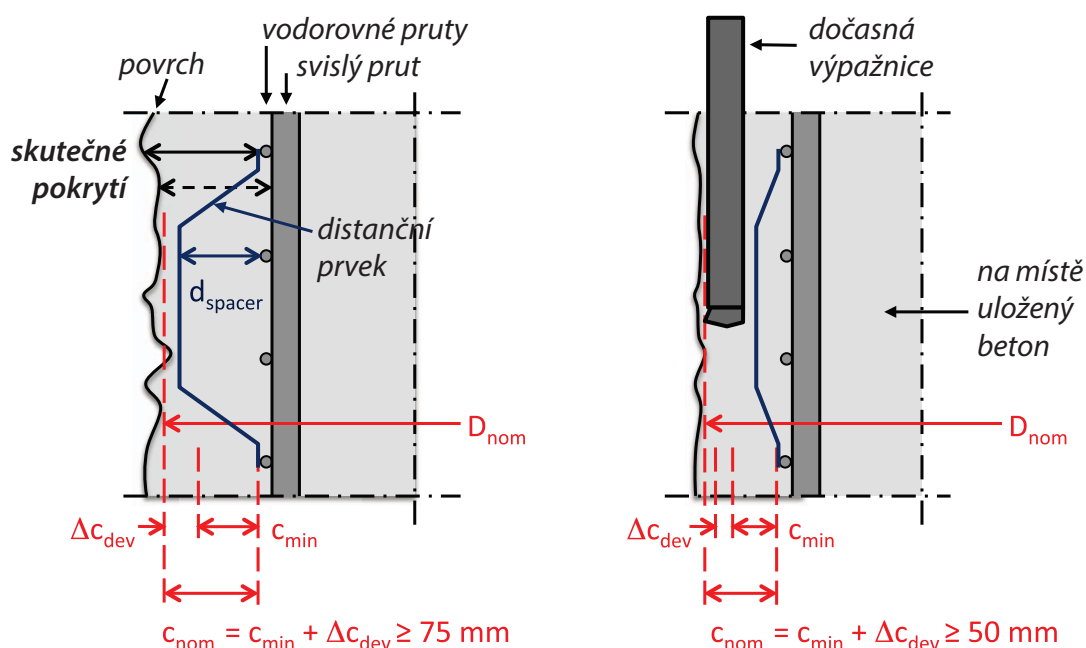
Co se týká krycí vrstvy betonem u hlubinných základů, jsou zde dva nezávislé požadavky, které je třeba při návrhové fázi uvážit.

První požadavek odpovídá potřebě jistého krytí betonem po dobu provozní životnosti konstrukce, druhým je potřeba minimální krycí vrstvy betonu během provádění, a to jmenovitě pro tečení betonu. Tyto dva přístupy jsou nezávislé, a proto nikoli nezbytně slučitelné.

Projektant by měl stanovit jmenovitou krycí vrstvu na základě minimálního krytí plus přídatku pro stavební tolerance. Tam, kde je beton ukládán přímo proti základové půdě, je doporučeno minimální nominální krytí 75 mm. Tam, kde je použita výpažnice a odtěžený povrch může být považován za „hladký“, může být minimální požadavek na krytí snížen na 50 mm. Tyto hodnoty jsou uvedeny na obrázku 3.

Ve většině případů budou výše uvedené minimální jmenovité hodnoty převyšovat hodnoty, odvozené z konstrukčních a trvanlivostních nároků. Evropská norma EN 1536:2010 v článku 7.7.3 určuje jednotlivé případy, kdy může být zapotřebí zvýšit minimální jmenovité krytí; pravidla by měla být dodržena.

OBRÁZEK 3: Požadavky na krytí betonem při provádění hlubokých základů



Podrobnější informace o předpokladech návrhu jsou uvedeny v Příloze F.

3 REOLOGIE BETONU PRO LICÍ ROURU

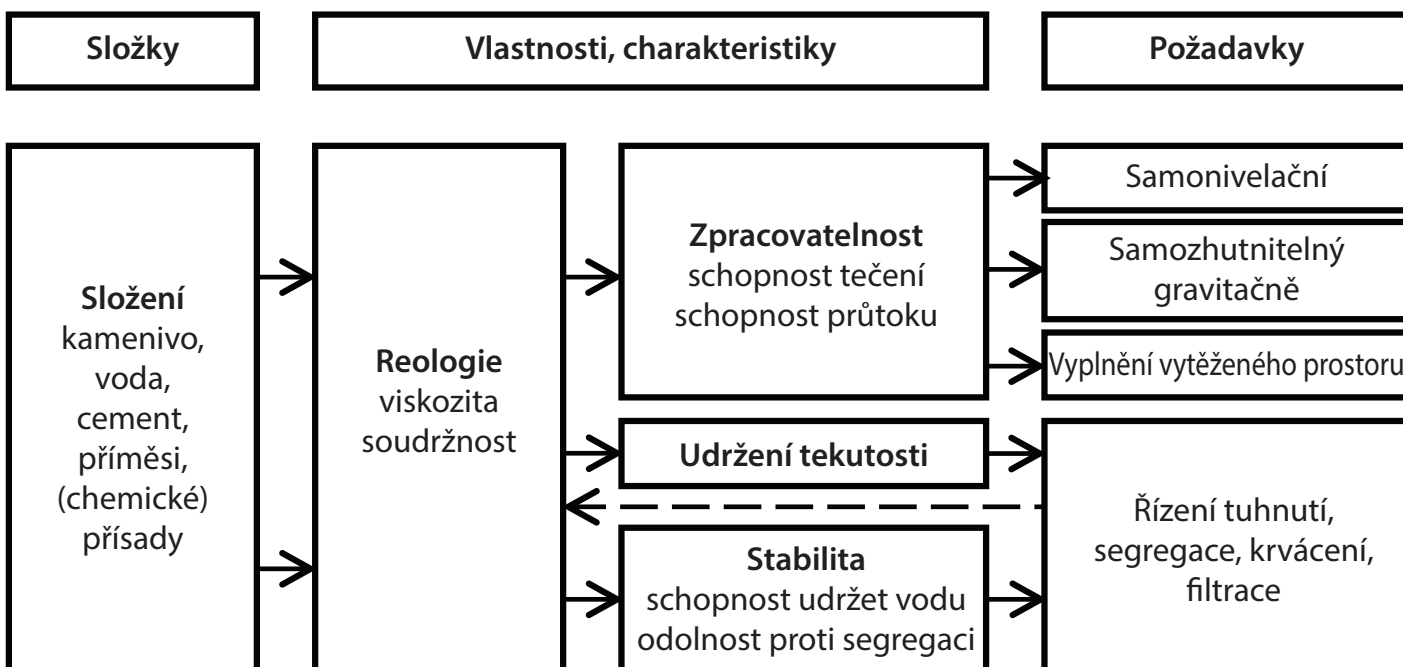
3.1 Všeobecně

Reologie zkoumá deformaci a tečení látky pod vlivem působícího smykového napětí. Pro chování betonu během betonáže je jeho reologie zásadní. Reologie určuje úspěšnost ukládání a kvalitu výsledného produktu. Klíčové reologické charakteristiky jsou:

- zpracovatelnost (všeobecný termín, definující schopnost betonu vyplnit vytěžený prostor, téci mezi a kolem překážek a gravitačně se ztuhnout);
- udržení tečení (definující, jak dlouho budou určené čerstvé vlastnosti udrženy);
- stabilita (odpor proti segregaci, krvácení a filtraci).

Během předchozích desetiletí se beton, jako materiál, výrazně vyvinul. Betony jsou navrhovány také s ohledem na trvanlivost, kromě pevnosti, a tendencí je specifikovat vyšší třídy pevnosti a nižší vodní součinitele. To vyústuje do větší závislosti na chemických přísadách pro kompenzaci sníženého obsahu vody, spojeného s nižší zpracovatelností a pro uspokojení často protichůdných požadavků specifikace na zpracovatelnost, stabilitu a udržení tečení, když nedostatečná stabilita nebo udržení tečení může působit na zpracovatelnost. Vztahy mezi ingrediencemi, zásadními reologickými vlastnostmi, všeobecnými charakteristikami betonu a požadavky na výsledné vlastnosti jsou znázorněny na *obrázku 4*.

OBRAZEK 4: Závislosti mezi složením, reologií a souvisejícími charakteristikami, a souhrnnými požadavky



V současných normách je velmi málo doporučení na hodnocení reologického chování. Kapitola 3 poskytuje vysvětlení reologie betonu a klíčové parametry užívané k určení reologie.

3.2 Reologie

Pro řádné porozumění chování betonu v čerstvém stavu je nutné definovat jisté parametry:

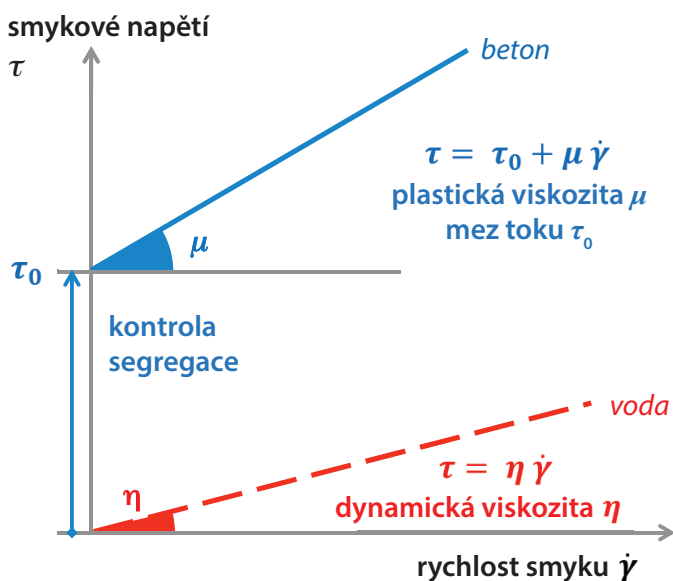
- mez toku, τ_0
- plastickou viskozitu, μ

Mez toku je smykové napětí, požadované k dosažení počátku tečení betonu. Pro kontrolu segregace nesmí být mez toku příliš nízká. Naopak, pro umožnění gravitačního zhutnění – bez vnější vibrace – nesmí být mez toku příliš vysoká.

Plastická viskozita je viskozita Binghamské kapaliny a je mírou jejího odporu proti tečení. Souvisí se zrnitostní interakcí a s viskozitou pasty mezi zrna. Úspěšné ukládání betonu vyžaduje nízkou viskozitu, která působí na rozprostření uvnitř vytěženého prostoru, a také na čas požadovaný pro vyprázdnění autodomíchávače.

Obrázek 5 znázorňuje zjednodušeným grafem, že beton vyžaduje jisté množství energie, aby se začal pohybovat (mezní napětí toku), a tudíž tomuto pohybu vzdoruje (viskozitou).

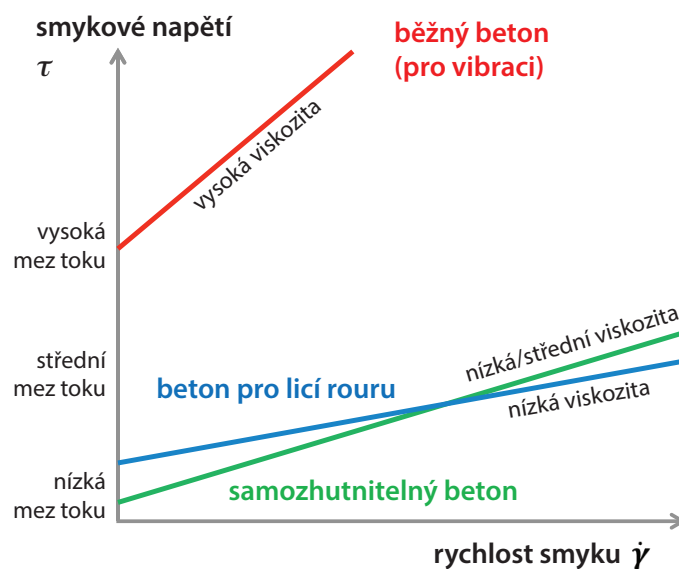
OBRÁZEK 5: Plastické chování Binghamské kapaliny (např. betonu) versus Newtonské kapaliny (např. vody)



Jednotlivé praktické zkoušky vlastností čerstvého betonu používané v současnosti pro kontrolní zkoušky a kontrolu jsou nezpůsobilé rozeznávat mezi klíčovými reologickými parametry (mezní smykové napětí a plastická viskozita), které mohou být správně měřeny jen laboratorními přístroji (reometr). Doposud byla snadnost tečení – jako míra viskozity – odhadována intuitivně a kvalitativně v průběhu ukládání, například prostřednictvím pozorování a klasifikování obtížnosti při vyprazdňování lící roury nebo doby vyprazdňování autodomíchávače.

Obrázek 6 znázorňuje kvalitativní porovnání mezního napětí a viskozity pro různé typy betonu a použití. Normální beton, zhutněný s užitím vibrátorů, má jak vysokou mez toku, tak i vysokou viskozitu. Samozhutnitelný beton vyžaduje velmi nízkou mez toku pro samorozlití a pro zhutnění jen vlastní tíhou. Beton pro lící rouru potřebuje nízkou viskozitu pro dobrou schopnost vyplňování při relativně vysoké kohezi (reprezentované hodnotou meze toku) pro nerušené odtlačování pažicí kapaliny a kontrolu segregace v hlubinných základech. Jako výhoda napomáhá při zhutnění velký přetlak betonu, který činí nepotřebnou práci s velmi nízkými hodnotami meze toku, jež mohou vyústit ve velmi senzitivní betonové směsi.

OBRÁZEK 6: Srovnání typů betonu

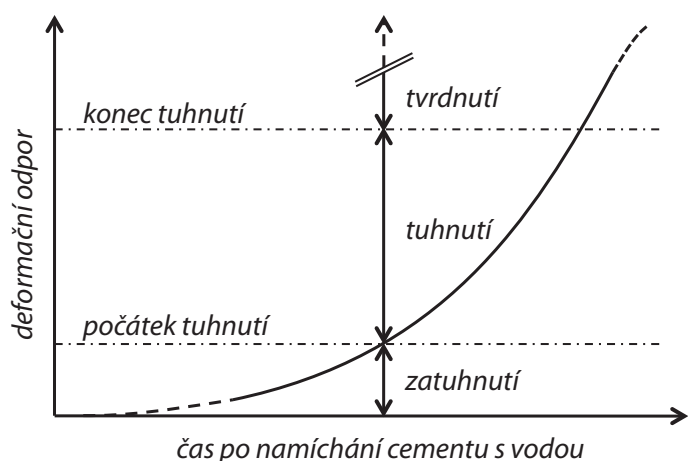


3.2 Reologie pokračování

Beton je v čerstvém stavu považován za tixotropní materiál, což se projevuje formou ztuhnutí, které je zvrtné, a tekutost je obnovena, když je materiál rozpohybován.

Je důležité rozpoznat, že existuje časový bod, za nímž by již beton neměl být dále rozpohybován, jelikož jde nyní o tuhnutí zejména v důsledku hydratace cementu a je nezvratné (Rousse, 2012). Znáznorněno na obrázku 7.

OBRÁZEK 7: Ztuhnutí a doba tuhnutí



4 NÁVRH ČERSTVÉHO BETONU

4.1 Úvod

Předmětem této příručky není diskuze o všeobecných principech návrhu směsi a proporcích materiálů. Čtenář by se měl obrátit na jeden ze standardních textů pro souhrnnou informaci příslušných záležitostí, např. „Concrete Technology“ od Neville a Brooks (2010).

Komentáře obsažené v kapitole 4.2, 4.3 a 4.4 mají vysvětlit kritické problémy, které jsou významné při betonáži licí rourou.

4.2 Předpoklady návrhu čerstvého betonu

Úspěšný návrh čerstvého betonu musí uspokojit nároky na vlastnosti v čerstvém i ztvrdlém stavu a musí být prakticky dosažitelný. Může být dosažen ekonomicky, obvykle s místně dostupnými materiály; ačkoli by mělo být na paměti, že použití dražšího kameniva s lepší zrnitostí může vyústit do větší úspory, protože může být potenciálně sníženo množství cementu.

Skladba čerstvého betonu je složitým procesem vyrovnávání požadavků specifikace s chováním betonu a jeho výslednými vlastnostmi. Proces výběru složek směsi a dávkování a konečné ověření směsi by měl zahrnovat následující:

- specifikaci;
- dostupnost, variabilitu a ekonomiku materiálu;
- účinnost betonárny a schopnost řízení výroby;
- okolní podmínky, očekávané v době betonáže;
- logistiku výroby betonu, dodávky a betonáže.

V návaznosti k výše uvedenému vyhodnocení musí počáteční výběr složek zahrnovat následující:

- pevnost v tlaku a životnost (a jakékoli další návrhové vlastnosti);
- dostatečnou zpracovatelnost a dobu/udržení zpracovatelnosti;
- stabilitu směsi (odolnost k segregaci, včetně krvácení);
- zdroj kameniva, maximální zrno, tvar (drcené nebo oblé) a zrnitost;
- obsah a složení cementu;
- použití příměsí (viz podrobnosti v Příloze C);
- obsah volné vody;
- vodní součinitel;
- vhodné přísady;
- senzitivita směsi k variacím složek (tj. opakovatelnost v normální výrobě).

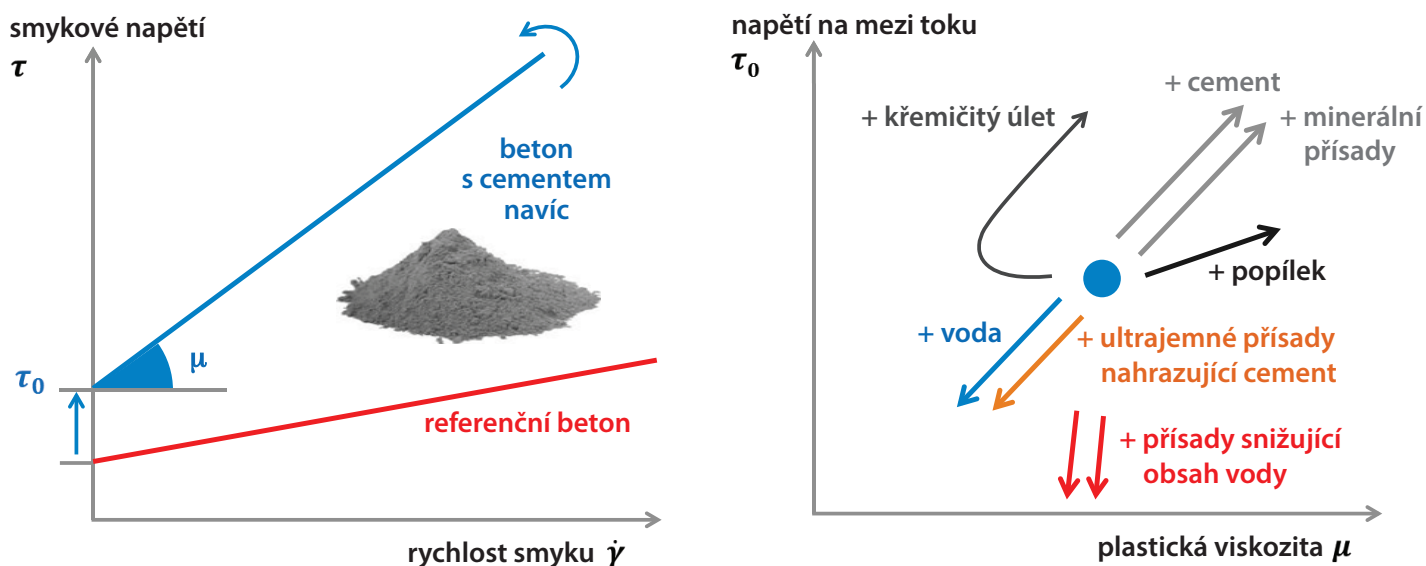
Jiné návrhové vlastnosti mohou být výsledkem obzvláštních požadavků na trvanlivost, třeba ze specifické studie návrhu provozní životnosti. Pak musí být vzaty do úvahy jmenovité požadavky, např. omezený koeficient difuze chloridů. Následný požadavek na speciální složky – vyšší dávky velmi jemných příměsí, extra nízkého vodního součinitele nebo podobně – pak naopak ovlivní vlastnosti čerstvého betonu. Protichůdné účinky na trvanlivost a zpracovatelnost musí být vyváženy.

4.3 Materiály

Reologie betonu je ovlivněna vlastnostmi kameniva, tvarem částic a rozdělením velikosti, obsahem pojiva, vodním součinitelem a typem a dávkou přísady.

Vliv cementačních příměsí na reologické chování betonu, a to jak vede k vyšší mezi toku a k vyšší viskozitě, je znázorněn na *obrázku 8* vlevo. Vliv různých složek betonu, jak na mez toku, tak i na viskozitu, je znázorněn na reogramu na *obrázku 8* vpravo.

OBRÁZEK 8: Vliv cementu a dalších složek na reologii podle Wallevika (2003)



4.3 Materiály pokračování

Čerstvý beton musí vyhovovat požadavkům platných norem a předpisů. Musí zůstat v přijatelném rozmezí předepsaném specifikovaným vodním součinitelem, obsahem jemných příměsí, minimální pevnosti v tlaku atd.

Pro dosažení čerstvého betonu s vyšší zpracovatelností, tj. pro snížení viskozity anebo meze toku, mohou být vhodná opatření:

- zvýšení množství vody;
- částečné nahrazení cementu ultrajemnými příměsemi (výrazně jemnějšími než cement);
- přidáním přísad redukujících vodu (plastifikátor nebo superplastifikátor).

Poznámka: Je dobrou praxí omezit procento přísad redukujících vodu, aby se předešlo nadměrné senzitivitě k malým variacím v obsahu vody, která naopak může vést k nedostatečné robustnosti betonové směsi.

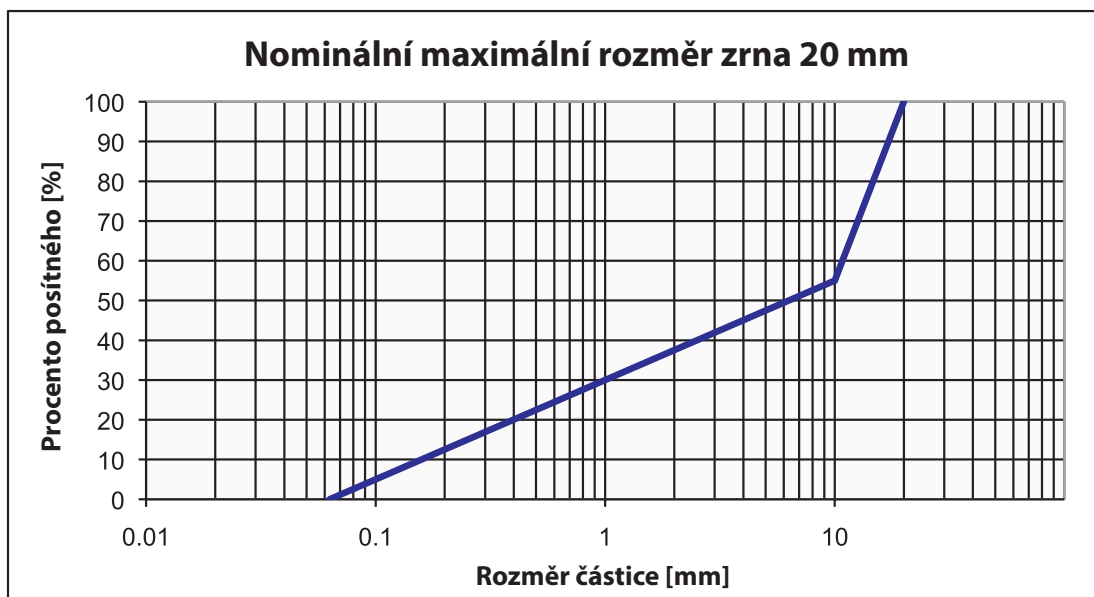
Pro dosažení stabilnějšího čerstvého betonu, tj. pro zvýšení viskozity anebo meze toku, což by snížilo tendenci betonu ke statické segregaci, mohou být vhodná opatření:

- snížení množství vody anebo přidání cementu nebo filleru;
- přidání cementu, jemně mleté granulované strusky nebo popílku, anebo filleru, např. vápencového prachu;
- přidání přísad modifikujících viskozitu.

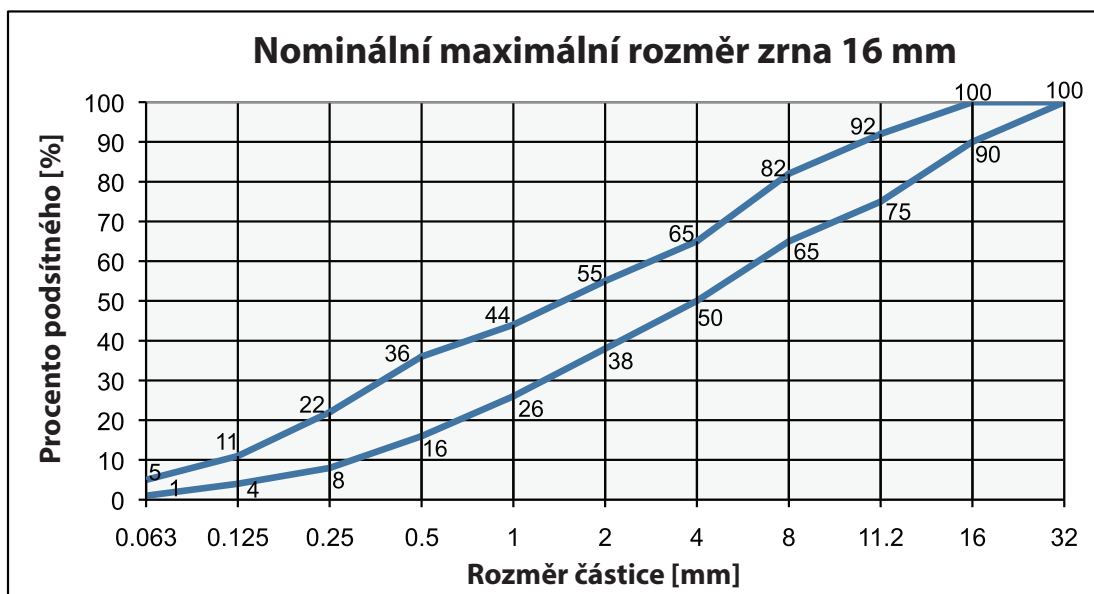
Poznámka: Křemičitý úlet může hrát speciální roli v tom, že někdy může být specifikován pro dosažení vyšších výsledných vlastností, jako je extra životnost. Do malého procenta může mít křemičitý úlet pozitivní účín na zpracovatelnost (podobně jako ultrajemný filler), ale při vyšším procentu se beton stane viskóznější a dosáhne vyšší meze toku.

Obrázky 9 a 10 znázorňují křivky zrnitosti pro maximální rozměr kameniva 20 mm, respektive 16 mm, podle všeobecných doporučení pro optimalizaci hmotnosti kameniva po setřesení.

OBRÁZEK 9: Model křivky zrnitosti stanovený podle Dreux, Festa (1988)



OBRÁZEK 10: Doporučená křivka zrnitosti (Merkblatt Weiche Betone, 2009, rakouská příručka pro měkké betony)



4.3 Materiály pokračování

Při vyvíjení vhodné zrnitosti musí být vyváženo několik činitelů:

- tvar kameniva: (přírodní) oblý tvar podporuje výrobu tekutých betonů lépe než hranatější tvar drceného kameniva;

Poznámka: Při stejné zrnitosti a objemu je u betonu s drceným kamenivem uvažován vyšší blokační odpor ve výztuži, takže je obvykle pro beton s drceným kamenivem požadována více (stabilní) pasta.

- rozměr kameniva: hrubší zrnitost (větší podíl většího kameniva) může poskytnout lepší zpracovatelnost, ale bude také náchylnější k segregaci;
- podíl materiálu jemných částic: vyšší podíl jemných částic poskytne vyšší soudržnost čerstvého betonu.

Poznámka: Nadměrné množství jemných částic může ohrozit zpracovatelnost vlivem jejich vysokého nároku na vodu a může vést k vyšším dávkám požadovaných přísad.

Zatímco je uznán přínosný účinek moderních přísad pro výrobu zdokonaleného betonu, nemělo by se zapomenout na jejich možné negativní účinky (je to také částí našich současných výzkumných prací). Redukování množství vody použitím přísad může naopak zvýšit viskozitu. Výsledkem pak bude snížena mez toku masы betonu a vzroste tendence k segregaci.

Navíc k dané dávce přísad může jejich povaha a mechanismus působení vyvolat vedlejší účinky, jako je lepkavý vzhled (vysoká viskozita) nebo zatuhnutí. Některé kombinace cementů a přísad mohou zapříčinit nedostatek robustnosti čerstvého betonu, která může vést k nadměrné segregaci (Aitcin, Flatt, 2015).

4.4 Dávkování a výroba

Mezní hodnoty směsi mají být v souladu s evropskou normou EN 206:2013, jmenovitě s Přílohou D, kde byly sloučeny požadavky norem EN 1536:2010 nebo EN 1538:2010, nebo s příslušnými místními normami.

Mohou být uváženy odchylky od těchto norem s ohledem na nový vývoj nebo specifické pracovní podmínky, jako je částečné nahrazení cementu např. popílkem, nebo dokonce použití menšího obsahu cementu než je mezní hodnota. Pro použití a uplatnění příměsí typu II jsou k dispozici tři koncepce nebo schválené postupy k posouzení ekvivalentních vlastností. Jsou to:

- 1) Koncepce k-hodnoty
 - 2) Ekvivalentní koncepce posouzení vlastností betonu
 - 3) Ekvivalentní koncepce posouzení kombinací vlastností
- Detaily těchto koncepcí obsahuje *Příloha C*.

Následně k počátečnímu vývoji v laboratoři by měl být čerstvý beton pokusně vyzkoušen a podrobně doladěn na záměsí v plném provozu staveniště.

Zkoušení a vyhodnocení staveništních záměsí má být provedeno nebo podporováno kvalifikovaným personálem. Je třeba věnovat péči ověření podmínek, které byly nastaveny během staveništních záměsí, zda jsou stejné i během celé stavby. Jestliže se podmínky změní (zdroj kameniva, typ nebo dávky příměsí, chemické přísady atd.), musí být provedeny nové zkušební studie čerstvého betonu, aby bylo zajištěno, že cílové charakteristiky a vlastnosti budou stále dosažitelné (US standard FHWA GEC10, 2010).

Požadovaná dávka přísady má být určena ve staveništních záměsích, kde jsou podmínky (okolní teplota, doby dodávky, technologie betonáže atd.) očekávané během stavby opakovány a je odebrán a zkoušen vzorek betonu pro určení charakteristik udržení zpracovatelnosti (Australian Tremie Handbook CIA Z17, 2012). Studie zkušebního namíchání by měla také zahrnovat zkoušení zpracovatelnosti pro stanovení grafu závislosti ztráty zpracovatelnosti na čase po namíchání.

Měly by být rozpoznány potenciální problémy, jsou-li použity nesprávné dávky chemických přísad (například předávkování superplastifikátoru, které může vést k nestabilitě směsi), nebo když nebyla učiněna opatření proti vlivu teplého počasí. Bez úpravy dávkování zpoždovacích chemických přísad bude při zvýšení teploty o zhruba 10 °C zvýšena míra ztráty sednutí kužele přibližně faktorem 2. To znamená, že křivka ztráty sednutí kužele vytvořená v laboratoři pro teplotu 22 °C bude velmi zavádějící pro beton, ukládaný na staveništi při vyšší teplotě 32 °C (Tuthill, 1960).

Běžnou praxí je zavést letní a zimní směsi s odlišnými dávkami přísad a malými úpravami obsahu cementu a vodního součinitele.

4.4 Dávkování a výroba pokračování

Speciální pozornost má být věnována typu procedury míchání na betonárně. Všeobecně je dáována přednost mokrému postupu míchání před suchým postupem. Při suchém postupu míchání jsou obvykle suché složky zváženy, zamíchány a nadávkovány do bubnu automíchače, kde je přidána voda a je zamíchán beton. Takové betonové směsi mají sklon ke ztrátě stálosti ve svých vlastnostech čerstvého betonu a k širšímu rozptylu ve skutečném obsahu vody. Doporučuje se, aby byly vydávány podrobné záznamy záměsí se skutečným časem míchání a kvantitami pro náklad automíchače.

Proces, vyžadovaný pro výrobu robustního čerstvého betonu, naplňujícího různorodé požadavky na čerstvé a ztvrdlé vlastnosti, je složitý a žádá pečlivé promyšlení všech jeho složek a jejich účinků na reologii. Zkoušení pro charakteristiky reologických vlastností je uvedeno v kapitole 5.

Typické kroky při vývoji návrhu betonové směsi jsou následující:

- 1)** Začíná se od požadovaných charakteristických mechanických vlastností, obvykle prosté pevnosti v tlaku (UCS), definování střední UCS, na základě statistických předpokladů (předchozí zkušenost a očekávaná standardní odchylka).
- 2)** Výběr maximálního průměru kameniva na základě roztečí výztuže. S ohledem na podrobnosti (světla vzdálenost mezi pruty, krycí vrstva atd.) se přezkoumá podíl složek se speciálním zaměřením na vhodnou zpracovatelnost.
- 3)** Dávkování komponentů pojiva na základě požadavků pevnosti a trvanlivosti. Uvážení náhrady cementu příměsemi, pro snížení hydratačního tepla a teplotních gradientů ve velkých konstrukčních prvcích i pro ekonomické důvody.
- 4)** Výběr vodního součinitele (voda/pojivo) na základě mechanických a trvanlivostních požadavků.
- 5)** Výběr nutné zpracovatelnosti na základě metody betonáže.
- 6)** Odhad potřebného množství záměsové vody na základě zpracovatelnosti, maximálního rozměru zrna a tvaru kameniva, obsahu vzduchu (když je vyžadován) a užití přísady omezující vodu.
- 7)** Výpočet potřebné váhy pojiva na základě vybraného vodního součinitele a potřebné záměsové vody.
- 8)** Výpočet celkového množství kameniva, podle odlišných objemů a jejich zrnitosti, na základě jemnosti písku.
- 9)** Vyhodnocení typu a množství přísady k přidání pro regulaci trvanlivosti zpracovatelnosti betonu, v závislosti na teplotě a celkovém času požadovaného pro dodání a betonáž.
- 10)** Vyhodnocení typu a množství jiných přísad k přidání pro úpravu (reologických) vlastností čerstvého betonu anebo jiných charakteristik.

5 VÝROBA A ZKOUŠENÍ BETONU, VČETNĚ KRITÉRIÍ KONTROLY

5.1 Nový přístup ke specifikování čerstvého betonu

Specifikace reologických vlastností betonu pro licí roury je kritická z důvodů popsaných v kapitole 3. Zavedení zkoušek shody zajistí, že jsou tyto vlastnosti udrženy po celou dobu výstavby.

Současnou standardní praxí je specifikovat pevnost v tlaku, minimální obsah cementu, maximální vodní součinitel a sednutí kužele nebo rozliti. Tyto parametry jsou často pro plné popsání požadovaných vlastností čerstvého betonu pro licí roury nedostatečné, zejména pro podmínky soudržnosti, tečení a udržení tečení.

Pro adekvátní stanovení reologických vlastností ve vztahu k příslušným kritériím jsou doporučeny jako součást procesu vývoje směsi doplňkové zkoušky. Výběr i popis standardizovaných zkoušek je obsažen v Příloze A.

5.2 Ověřovací zkoušky, prokazování shody a kontrolní zkoušky

Zatímco ověřovací zkoušení by mělo zahrnovat široký rozsah zkoušek, je na specifikátorovi, aby potvrdil reologické vlastnosti a zkoušky, které má použít výrobce betonu k prokázání shody a ke kontrole na staveništi, viz obrázek 2. Tyto požadavky a zkoušky budou záviset na mnoha činitelích, včetně složitosti prací speciálního zakládání.

Doporučená kontrolní kritéria obsahuje *tabulka B1 v Příloze B*. Kritéria jsou považována za předběžná a budou doplněna a finalizována později na základě výsledků současného programu výzkumu a vývoje.

Tabulka B2 Přílohy B představuje typický plán zkoušek a uvádí doporučení vhodných zkušebních režimů.

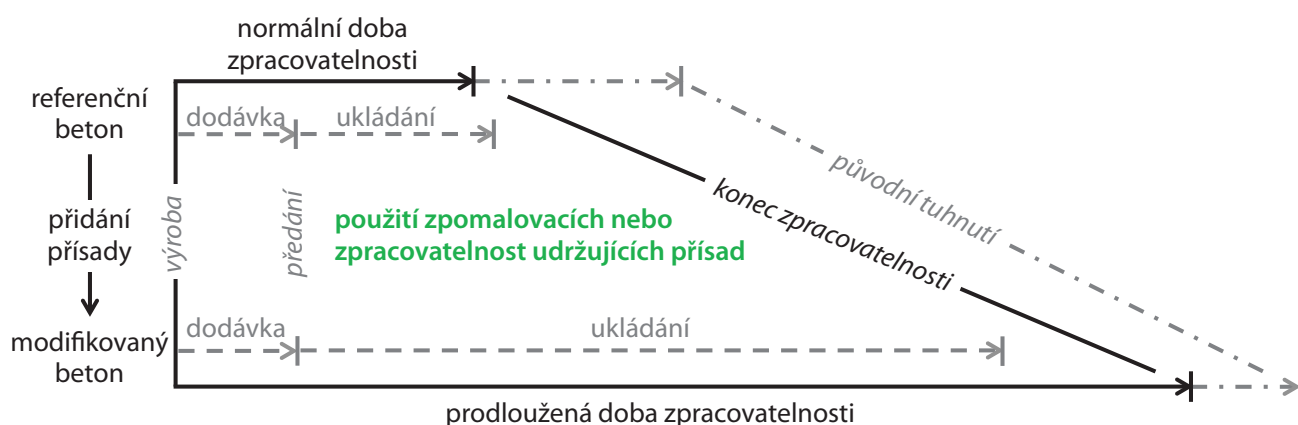
5.3 Vliv času

Důležité je, aby dodavatel stavby provedl realistický odhad doby, po kterou musí být požadované vlastnosti udrženy, obzvláště pro velké betonáže (> 200 m³), tam, kde je kapacita dodávky omezena, nebo kde je dodávka kvůli stísněnému staveništi složitá. Odhad musí uvážit:

- dobu požadovanou pro zalití piloty/lamely;
- vzdálenost/čas pro transport z betonárny na stavbu;
- kapacitu betonárny;
- dostupnost schválených náhradních výroben;
- kapacitu autodomíchávače a počet autodomíchávačů;
- kvalitu přístupu na stavbu;
- klimatické podmínky, jmenovitě teplotu.

Podrobné uvážení výše uvedených faktorů často vede k požadavku na prodloužení doby zpracovatelnosti (nebo k udržení rozliti/sednutí kužele, někdy nazývaného jako otevřená trvanlivost) s použitím zpouzdřovacích nebo zpracovatelnost udržujících přísad, jak znázorňuje obrázek 11.

OBRÁZEK 11: Prodloužení doby zpracovatelnosti



5.4 Řízení kvality procesu výroby betonu

Dodavatelé transportbetonu by měli pracovat v souladu s příslušnými normami a vlastními protokoly kvality. Výrobce transportbetonu musí mít certifikát o shodě s následujícím minimem požadavků:

- schválený systém řízení kvality, např. mezinárodní a evropský standard EN ISO 9001;
- zkoušení výrobků prostřednictvím nebo s kalibrací laboratoře akreditované pro provádění těchto zkoušek;
- dohled, zahrnující kontrolování platnosti výrobcových prohlášení o shodě, s akreditací od certifikačního orgánu.

Poznámka 1: Kontrola shody musí být v souladu s požadavky kontroly shody pro navržené betony, specifikované v evropské normě EN 206:2013, odstavec 8.

Poznámka 2: Opatření pro vyhodnocení, dohled a certifikaci výrobní kontroly akreditovaným orgánem jsou uvedena v evropské normě EN 206:2013, Příloha C.

Výrobní proces hraje klíčovou roli ve stálosti záměsi betonu a je proto pro vlastnosti betonu pro licí roury nejdůležitější. Je dobrou praxí seznámit se s procesem návrhu, výroby a kontroly kvality výrobce betonu před jeho objednávkou. Výrobce by měl informovat specifikátora o statusu betonárky v čase tendru a okamžitě, když nastane jakákoli změna statusu během doby mezi časem tendru a ukončením dodávání.

V oblastech, kde nejsou výrobci transportbetonu s požadovanou úrovní certifikace výroby k dispozici, můžeme použít výrobce s nižší úrovní záruky kvality. Může to pak být zodpovědnost zákazníka, aby zajistil správnou kvalitu a stálost dodávaného betonu. Zkušený personál by měl minimálně kontrolovat (nebo hodnotit) následující záležitosti:

- kalibraci čidel váhy, pro zajištění správného dávkování směsi;
- kalibraci průtokoměrů, tam, kde jsou použity pro dávkování vody atd.;
- metodu měření přísad;
- kalibraci měřidel vlhkosti, jak automatických, kde se měří obsah vlhkosti například v jemné frakci kameniva, tak i ručních přístrojů pro měření obsahu vlhkosti na skládkách.

Všeobecně je za dobrou praxi pro dodávku betonu pro licí rouru s náležitou stálou kvalitou považováno následující:

- Obsah vlhkosti v kamenivu se měří na pravidelném základě v závislosti na objemu použitého materiálu, podmínkách počasí, podmínkách uskladnění, senzitivity směsi atd. Obsah vlhkosti má být měřen minimálně dvakrát denně.

Poznámka 1: Monitoring obsahu vlhkosti v zásobníku na povrchu materiálu, který nebyl nedávno rozrušen, nemusí být reprezentativní pro většinu materiálu v zásobníku.

Poznámka 2: Povrchové obsahy vlhkosti a absorpční hodnoty pro jemné a hrubé kamenivo by měly být pravidelně ověřeny vysušením reprezentativních vzorků v peci.

- Kontroly skutečného obsahu vody v čerstvém betonu mají být prováděny na pravidelném základě.

Poznámka 1: Beton je často míchán s využitím automatických kontrol, které vyrovnávají objem přidaných složek s kroutícím momentem míchačky. Toto není přesné měření; má být preferováno měření skutečného obsahu vody.

- Záměsová voda, včetně jakékoli recyklované vody, má být týdně kontrolována na obsah jemných částic a chemické složení pro zajištění souladu s příslušnými normami, např. US standard ASTM C1602 (2012).

Poznámka 1: Použití recyklované vody může vyžadovat dodatečné přísady k zajištění žádané zpracovatelnosti. Jestliže je užívána recyklovaná voda, má být znova odzkoušeno udržení zpracovatelnosti.

Poznámka 2: V současnosti se někteří zhotovitelé stavby zdráhají přijmout užití recyklované vody, s ohledem na jejich zkušenosti s velkým rozptylem vlastností čerstvého betonu, patrně v důsledku proměnného obsahu jemných částic anebo zbytků superplastifikátorů.

- Zrnitost reprezentativních vzorků jemného i hrubého kameniva má být kontrolována týdně, nebo pokaždé, když je změněn zdroj dodávky.
- Doba míchání má být kontrolována týdně.
- Míchačka má být úplně vyčištěna alespoň jednou denně.
- Elektronická kopie záznamů vážení dávek má být vytištěny přímo na každý dodávací list záměsi, nebo poskytnuty dodavatelem betonu do 24 hodin od namíchání.
- Autodomíchače by měly být před naplněním čisté a bez jakýchkoli zbytků cementu nebo vody.

Poznámka: Od výrobce transportbetonu by mělo být vyžádáno přihlášení k schválení jakéhokoli systému minimalizace odpadů, jež zahrnuje sběr a opětné použití betonu nebo jejich složek.

6 PROVÁDĚNÍ

6.1 Všeobecně

Tato kapitola posuzuje technologie a metody používané pro betonáž hlubinných základů (vrtané piloty a podzemní stěny) technologií licí roury.

Evropské, americké a mezinárodní normy a pravidla správné praxe se různí. Příručka proto dává doporučení toho, co je považováno za osvědčenou praxi.

Kapitola se netýká podmínek „suchého“ lití, kde je obvykle povolen volný pád betonu z určité výšky. Evropská norma EN 1536:2010 dovoľuje betonáž v suchých podmínkách, když kontrola těsně před ukládacím prokáže, že v patě pilotového vrtu nestojí žádná voda. Americká norma U.S. Department of Transportation FHWA GEC10, 2010 definuje „sucho jako méně než 75 mm vody v patě vrtu a přítok nikoli větší než 25 mm za 5 minut“. V případě většího přítoku vody je doporučeno, že vytěžený prostor je vyplněn pro překonání přítoku vodou z externího zdroje na úroveň pozitivního přetlaku ve vytěženém prostoru a potom se použije pro ukládku betonu technologie licí roury. Ukládání betonu (i licí rourou) do vytěženého prostoru s nadměrným přítokem vody znamená riziko, že se přicházející voda promísí s čerstvým betonem.

6.2 Před betonáží

Zásadní je, aby pata vytěženého prostoru byla prosta volných zbytků těžby (odvrtu), které mohou být promíchány počátečním vyražením betonu z licí roury. Je obtížné odstranit z paty všechny zbytky těžby. Menší množství zbytků těžby je běžně přijatelné.

Tam, kde je vysoká závislost na čistotě paty, jako jsou elementy nesoucí zatížení s velkou závislostí na únosnosti v patě, je důležité, aby byly zbytky těžby v patě piloty nebo lamely udrženy na minimu. Příslušná úroveň čistoty paty by měla být diskutována a odsouhlasena v návrhové fázi stavby a ověřena na staveništi. Je k dispozici řada metod pro kontrolu čistoty paty; některé příklady jsou uvedeny v kapitole 19 americké normy US standard FHWA GEC10 (2010).

Je třeba zohlednit, že tvar paty je diktován geometrií těžebního nástroje. U drapaků pro podzemní stěny je vytvořen na dně každého záběru zakřivený profil. V takových případech je zásadní, aby umístění každé kontroly čistoty paty bylo pečlivě zváženo a zaznamenáno. Obrázek 12 ukazuje speciální situaci zařiznutí do tvrdého materiálu při použití frézy, kde pata může jen kopírovat tvar řezných bubnů, což zahrnuje u velkých lamel s prostředními záběry přehloubené zóny.

Paty pilot jsou čištěny s použitím čistících hrců nebo jiným schváleným systémem. Paty podzemních stěn jsou normálně čištěny užitím těžebního zařízení nebo jiným schváleným systémem.

Na odstranění nadměrného filtračního koláče z povrchů vytěženého prostoru (narostlého během fáze těžby), nebo z povrchů přilehlých elementů (narostlého vlivem interakce mezi čerstvým betonem a bentonitem), mohou být použity speciální nástroje. Není to standardní procedura a ve většině případů není požadována, ale může o ní být uvažováno s ohledem na požadavky návrhu, dobu vystavení působení těchto jevů nebo speciální požadavky. Obecně je těžební nástroj s nominálním průřezem běžně dostatečný pro odstranění jakéhokoli nadměrného koláče.

Pažicí kapalina musí být před osazením výztužného armokoše čistá. Vlastnosti vzorku pažicí kapaliny odebraného z paty vytěženého prostoru jsou uvedeny v *tabulce 1* nebo *tabulce 2*.

TABULKA 1: Kontrolní hodnoty pro pažicí bentonitovou kapalinu před betonáží (evropská norma EN 1538:2010, americká norma FHWA GEC10, 2010)

VLASTNOST	ZKUŠEBNÍ METODA	VYHOVUJÍCÍ HODNOTA
objemová hmotnost	výplachové váhy	< 1,150 g/ ml
viskozita	kužel Marsh	≤ 50 sekund
obsah písku	pískoměr	< 4%

TABULKA 2: Kontrolní hodnoty pro pažicí polymerovou kapalinu (FHWA GEC, 2010)

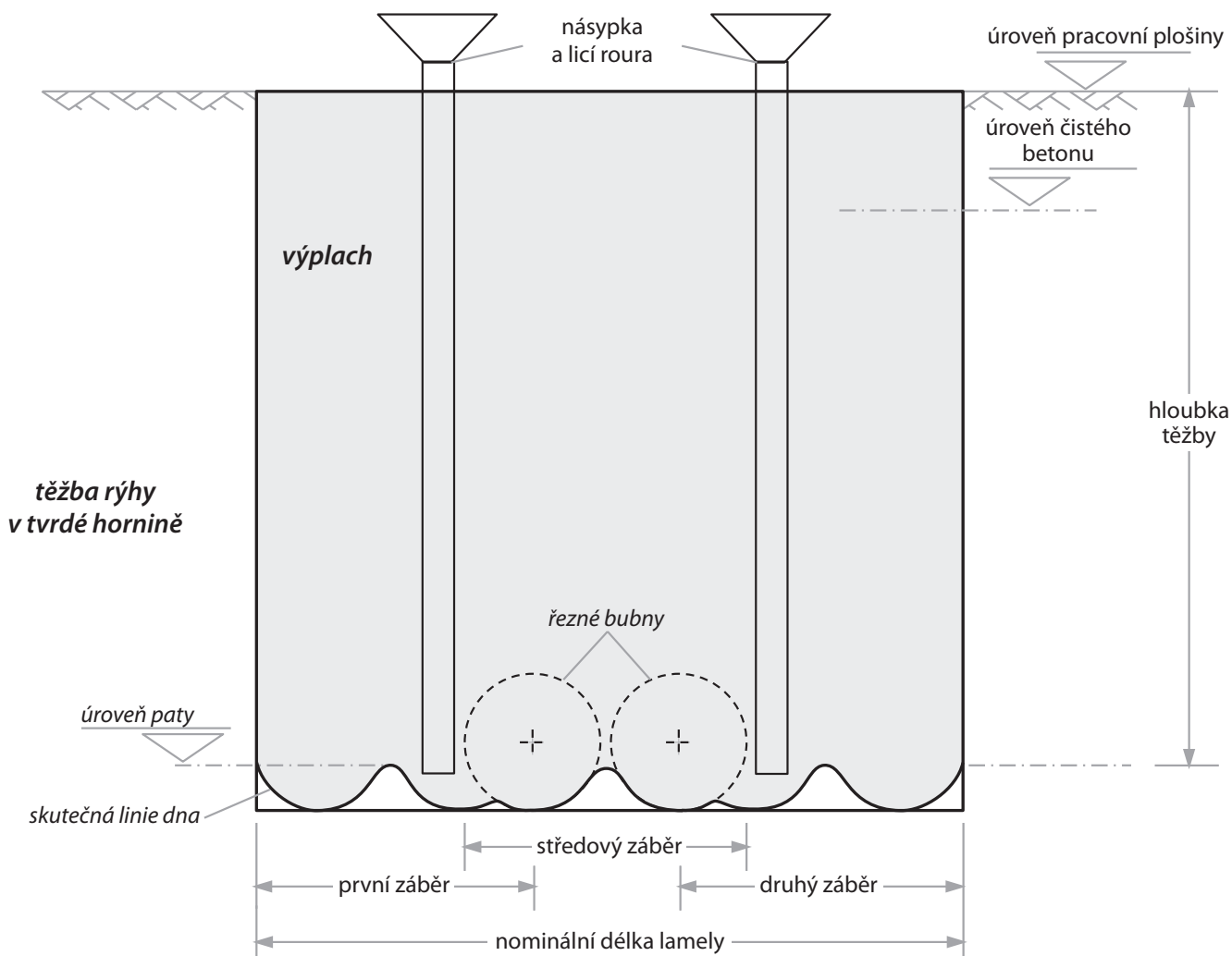
VLASTNOST	ZKUŠEBNÍ METODA	VYHOVUJÍCÍ HODNOTA
objemová hmotnost	výplachové váhy	≤ 1,025 g/ ml
viskozita	kužel Marsh	≤ 135 sekund
obsah písku	pískoměr	< 1%

V určitých specifických podmínkách, jako jsou dlouhé betonáže, mohou být pro minimalizaci rizika sedimentace zbytků těžby použity přísnější vyhovující hodnoty.

Před zahájením lití by mělo být potvrzeno, že skutečné podmínky před betonáží jsou v souladu s návrhem a specifikací, tj. vytěžená hloubka, jmenovitě krytí betonem (distanční vložky) a armokoš.

Ve vícezáběrových lamelách podzemní stěny by měla být spodní úroveň každého záběru stejná v rozmezí 0,5 m, kromě extrémních případů, jako jsou vícezáběrové lamely založené na tvrdé hornině. Jestliže je lamela odstupňovaná, musí to být při postupu ukládky betonu zohledněno.

OBRÁZEK 12: Geometrie těžního nástroje se odráží v linii dna rýhy (příklad s použitím frézy)



6.2 Před betonáží pokračování

Doba, která proběhne mezi konečným čištěním vytěženého prostoru a zahájením betonáže, má být udržena co nejkratší. Tam, kde mají být osazeny prvky, jako jsou stop-ends nebo armokoše, má být před osazením provedeno čištění. Procedura čištění, stejně jako doby mezi operacemi, by měly být ustaveny na prvních lamelách. Když se vyskytnou zpoždění, má být pažicí kapalina přezkoušena, a jestliže je to nutné, provedeno dodatečné čištění.

Zbytky těžby a částice, které se usadí v pažicí kapalíně, budou běžně vyneseny na vršku stoupajícího povrchu betonu. Beton je přelit nad teoretickou úroveň, aby se umožnilo boční odstranění nezdravého betonu nad čistou úrovní a tím byl zajištěn zdravý beton v čisté úrovni.

6.3 Licí roura a násypka

Roury pro gravitační lití by měly mít minimální vnitřní průměr 150 mm, nebo šestinásobek maximálního zrna kameniva, kterýkoli z toho je větší (evropská norma EN 1536:2010). Obvykle je použit průměr 250 mm. Uzavřené systémy licích rour (čerpací potrubí) mohou mít menší průměr než 150 mm.

Licí roury by měly být zhotoveny z oceli, protože hliník reaguje s betonem. Plastické licí roury nejsou běžné, avšak mohou být použity, pokud jsou dostatečně robustní.

Segmentové úseky kolony by měly být spojeny plně vodotěsnými konstrukčními spoji. Typické úseky mají délku 1 až 5 m. Delší úseky jsou obecně preferovány, protože pak má úsek méně spojů, ale musí být uváženo rozsah různých délek podle specifických podmínek

6.3 Licí roura a násypka pokračování

(např. hloubka těžby, úroveň násypky, vetknutí při odnímání první roury a naposledy i zatížení při nízkém hydrostatickém tlaku). Licí roury musí být rozpojeny v každém spoji po každém použití, aby se předešlo vodorovnému pokládání větších délek rour na terén, a aby se umožnilo řádné čištění. Během manipulace, se stává, že může dojít k poškození spojů. Proto je nutná plná vizuální kontrola.

- Pevné licí roury (bez spojů) mohou být použity v mělkých vytěžených prostorech, kde to manipulace s rourou dovoluje.
- Násypka musí mít dostatečný objem pro umožnění souvislého dodávání betonu do roury.
- Roury musí být čistě hladké a přímé, aby byl minimalizován odpor v tření při tečení betonu.

6.4 Rozteč licích rour

Piloty jsou normálně kruhové; obvykle dostačuje jedna roura, umístěná centrálně ve vrtu. Pro podzemní stěny specifikují pravidla různé limity pro horizontální vzdálenost toku od 1,8 do 2,5 m, maximálně 3 m (UK Specification, SPERW, 2007, European Standard EN 1538:2010, Australian Tremie Handbook CIA Z17, 2012). Je doporučeno omezit vzdálenost na 2 m. Delší vzdálenost pohybu betonu až do 3 m může být přijatelná, jestliže je prokázána jeho dostatečná zpracovatelnost, v kombinaci s volným průchodem mezi pruty výztuže a krycí vrstvou betonu nad minimálními hodnotami.

Licí roury by měly být umístěny v půdoryse co nejvíce symetricky, aby se předešlo nerovnoměrnému vzestupu úrovně betonu, tj. centrálně při jedné rourě a přibližně v $\frac{1}{4}$ délky lamely od každého konce při dvou licích rourách.

6.5 Počáteční ukládka betonu

Zahájení ukládky betonu je jedním z nejkritičtějších kroků v celém postupu betonáže, protože první dávka betonu musí být oddělena od pažicí kapaliny.

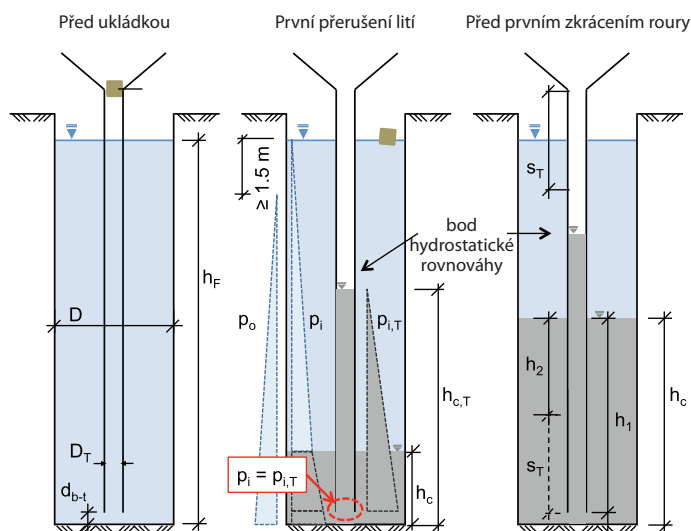
V normách a předpisech (např. FHWA GEC10, 2010) jsou citovány jak suché, tak i mokré metody počáteční ukládky.

Při suché metodě počáteční ukládky je na dno licí roury umístěn ocelový plech nebo překližka s těsnícím kroužkem, což umožňuje zamezit vniku kapaliny do roury během jejího spuštění na dno vytěženého prostoru. Beton je potom vypuštěn přímo do suché roury a roura je pozdvižena o 100 až 200 mm, aby byl umožněn výtok betonu do vytěženého prostoru.

Při mokré metodě počáteční ukládky musí být použito separační médium, protože roura je plná kapaliny. Příklady pro takové „ucpávky“ zahrnují granule vermikulitu (třeba svázané v pytlí), nafukovací gumové míče, koule z houby nebo pěny. Někdy je dodatečně použit ocelový plech na dně násypky, který je po naplnění násypky zdvižen jeřábem. Ucpávka musí při počátečním vyražení betonu zabránit jeho promíchání s kapalinou, což by vedlo k segregaci v rourě. Pro zahájení betonáže by měla být roura spuštěna na dno vytěženého prostoru a pak se pozvedne o krátkou vzdálenost (nepřesahující průměr licí roury) k uvedení betonu do toku a k umožnění vypuzení zátky z konce roury.

Obrázek 13 ukazuje tlakové podmínky před a během licích fází. Zdůrazňuje fakt, že před prvním zkrácením musí být roura dostatečně vetknuta. Požadovaná úroveň betonu by měla být odhadnuta pro každé specifické staveništní podmínky, ale ve většině okolností je požadováno minimum 5 m před prvním rozpojením kolony. Zásadní je, aby byl na staveništi před zahájením lití k dispozici dostatečný objem betonu.

OBRÁZEK 13: Posloupnost jednotlivých fází lití rourou



Kde:

- h_F** úroveň kapaliny ve vytěženém prostoru
- D_T** průměr licí roury
- D** rozměr (průměr nebo tloušťka) vytěženého prostoru
- d_{b-t}** vzdálenost od dna vytěženého prostoru k vyústění licí roury
- h_c** úroveň betonu ve vytěženém prostoru
- $h_{c,T}$** úroveň betonu v licí rourě (= bod hydrostatické rovnováhy)
- h_1/h_2** vetknutí licí roury před (1) / po (2) zkrácení licí roury
- s_T** délka úseku z kolony licích rour ke zkrácení, při: $h_2 \geq 3$ m
- p_o/p_i** hydrostatický tlak vně (o) / uvnitř (i) vytěženého prostoru
- $p_{i,T}$** hydrostatický tlak uvnitř licí roury

6.6 Vetknutí licí roury

Je vyžadováno minimální vetknutí licí roury do betonu, který již byl nalit. Evropské prováděcí normy (EN 1536:2010, EN 1538:2010) specifikují minimální vetknutí od 1,5 do 3 m, s vyššími hodnotami pro větší vytěžené prostory. Obecně je minimální vetknutí 3 m v praxi dobře akceptováno. Na konci lití, tj. v blízkosti úrovně plošiny, je přijatelné snížit minimální vetknutí roury na 2 m.

Jestliže je během lití betonu rourou použita dočasná výpažnice, je třeba uvážit oddělování úseků výpažnice s ohledem na udržení minimálního vetknutí licí roury. Odstranění úseků dočasné výpažnice zapříčiní pokles úrovně betonu, protože beton vyplní mezikruží po vytažené výpažnici. Před odstraněním úseku výpažnice musí být vetknutí licí roury adekvátní k udržení minimálního požadovaného vetknutí, až beton poklesne během odstraňování výpažnice.

Jestliže jsou použity dvě nebo více licích rour (viz *odstavec 6.4*), musí být paty licích rour udrženy ve stejné úrovni (kromě toho, když je dno odstupňované, což vyžaduje speciální počáteční opatření).

Pro započítání toku betonu musí tíha betonu uvnitř licí roury překonat:

- odpor vně paty licí roury (hydrostatický tlak kapaliny),
- odpor již nalitého betonu,
- tření mezi betonem a vnitřním povrchem licí roury.

Někteří autoři poukazují na „bod hydrostatické rovnováhy“, kde je gravitační síla uvnitř licí roury v rovnováze s odporem proti tečení, viz *obrázek 13*. Každý beton přidaný nad bodem hydrostatické rovnováhy zapříčiní tečení betonu, a čím vyšší je rychlost lití, tím rychlejší je vytékání z ústí licí roury.

Nadměrné vetknutí licí roury může vést k nadměrnému odporu tečení, který pak může například způsobit zvedání armokoše v raných fázích lití.

Existují silné technické argumenty pro vyvarování se nadměrnému vetknutí licí roury. Větší vetknutí vede k nižšímu přetlaku, ztrátě přísunu energie a pomalejšímu tečení betonu. Britský předpis ICE Specifikace pro piloty a vetknuté podzemní stěny omezuje maximální vetknutí roury na 6 m (SPERW, 2007). Zkušenost z oboru ukazuje, že dobrou

praxí je užít vetknutí mezi minimálně 3 m a maximálně 8 m. Pro vrtané piloty s průměrem 750 mm nebo menším může být maximální vetknutí zvýšeno na 12 m.

Dobrou praxí je měřit hloubku betonu v polohách licí roury po každé dávce uloženého betonu. Může být také nápomocné určit bod hydrostatické rovnováhy měřením hloubky betonu uvnitř licí roury.

Beton by měl volně vytékat z licí roury bez potřeby prudké manipulace (rychlé zvedání a spouštění licí roury). Potřeba prudké manipulace s licí rourou pro udržení tečení je známkou ztráty zpracovatelnosti. To může ovlivnit systém tečení betonu a může riskovat smíchání pažicí kapaliny a kontaminovaného materiálu na povrchu betonu a vést k zachycení zbytků těžby. Při řádném složení směsi a minimálním vetknutím by neměla být prudká manipulace potřebná.

Předem by měla být dohodnuta vhodná metodologie pro opětné vetknutí licí roury po jejím nepředvídaném vytažení nad úroveň betonu.

6.7 Systémy tečení betonu

Systémy (vzory) tečení betonu nejsou řádně probádány. Probíhá další výzkum, ve kterém jsou vzory tečení betonu z licí roury numericky modelovány s využitím programů kapalinové dynamiky nebo simulací (Böhle, Pulsfort, 2014). *Obrázek 14* ukazuje podélný řez vrtanou pilotou, která byla pro zkoumání systému tečení za specifických podmínek betonována s použitím obarveného betonu.

Další výzkum, financovaný sponzory této příručky, je prováděn Mnichovskou technickou univerzitou pro větší pochopení kritických reologických parametrů, které mohou ovlivnit tečení čerstvého betonu. Nálezy výzkumu budou začleněny do druhého vydání této příručky.

OBRÁZEK 14: Řez vrtanou pilotou betonovanou licí rourou s různě obarvenými dávkami betonu (Böhle, Pulsfort, 2014)



6.8 Tečení kolem výztuže a výklenků

Jak je uvedeno v kapitole 2, musí být speciálně uvážena všechna omezení tečení betonu. Jakákoli překážka je odporem v tečení a snižuje potenciál betonu využitý k řádnému obtečení a těsnému obklopení prutu výztuže nebo výklenku. Jelikož je skutečné tečení funkcí energie v místě odporu, je ucpání kritičtější ve větší vzdálenosti od ústí licí roury a ve vyšších úrovních, kde je přetlak betonu nižší.

Doporučení musí být kombinací uvážení reologie betonu, metody ukládání a podrobností návrhu, včetně umožnění dostatečného přelítí nad čistou úroveň.

Distanční bločky a jiné obtékané předměty by měly být profilovány tak, aby usnadnily tečení betonu.

6.9 Záznamy betonáže

Hloubka úrovně betonu v každé poloze licí roury musí být změřena a vetknutá délka licí roury zaznamenána v pravidelných intervalech, odpovídajících každé dávce betonu.

Změřené hloubky, uložené objemy a délky licí roury by měly být okamžitě během operace lití zakresleny do grafu a porovnány s teoretickými hodnotami. Příklad takové křivky je uveden v Příloze C evropské normy EN 1538:2010.

Takové porovnání může určit místa, kde se může vyskytnout rozšíření profilu (kavernování), nebo kde může beton vyplňovat dutiny. Zúžení profilu je vzácné a podspotřeba betonu může indikovat problém jako je nestabilita, kolaps nebo smíchání pažicí kapaliny, zbytků těžby nebo zeminy s betonem. Měření mohou označit neobvyklé podmínky ve vytěženém prostoru, kde pak může být vhodné provést další průzkum.

7 POLOPROVOZNÍ ZKOUŠKY

Účinnou cestou, jak získat informace, kritické pro jakýkoli prvek hlubinného zakládání, je instalovat jeden nebo více prvků v poloprovozním pokusu ve skutečné velikosti. Ideální by bylo, kdyby prvky byly zhotoveny s použitím stejné instalační technologie, zařízení a materiálu jaké jsou navrženy pro trvalé práce. Problémy zjištěné při poloprovozních zkouškách mohou pak být řešeny před provedením trvalých prací. Poskytují také příležitosti k vyladění aspektů postupu provádění a k vyvinutí vyhovujících parametrů.

Rozsah a rozměr prací na pokusu by měl být úměrný rozsahu projektu, složitosti a rizikům. Zkoušené komponenty by měly být vybrány z posouzení:

- návrhu a podrobností projektu,
- vlastností čerstvého betonu,
- celkové zkušenosti a schopnosti dodavatele stavby,
- zkušenosti s danými podmínkami základové půdy.

V praxi je nevhodnější provést takovéto poloprovozní zkoušky se jmenovaným dodavatelem stavby po jeho převzetí staveniště, ale ještě před zahájením trvalých prací. Doba a náklady pokusu musí být klientem uznány v rané etapě záměru a podrobně specifikovány v tendrových dokumentech.

Jestliže omezení rozpočtu anebo časového plánu neumožňují takovéto zkoušky provést, doporučuje se uskutečnit alespoň staveništní pokusné zkoušky betonu, doplňkové k návrhovým pokusům, prováděným v laboratoři výrobce betonu.

8 KONTROLA KVALITY PROVEDENÝCH PRACÍ

8.1 Všeobecně

Vrtané piloty a podzemní stěny jsou betonovány do styku s povrchem zeminy a proces betonáže není z povrchu viditelný. V prostředí průmyslové výroby jsou nějaké nedokonalosti nevyhnutelné. Kontrola kvality dokončených prací by proto měla umožnit přijetí některých imperfekcí tam, kde nejsou z hlediska konstrukční pevnosti a trvanlivosti dokončených prací podstatné.

Obvykle je mnohem lepší strávit čas a úsilí na pokusech před zahájením prací, spíše než specifikovat podrobné a drahé kontrolní zkoušky po dokončení, když je v mnoha ohledech příliš pozdě. Je také možné odkrýt a vyzkoušet omezený vzorek pilot nebo lamel podzemních stěn po zhotovení prvních prvků, a to může tvořit část procedur zajišťování kvality, pro umožnění opravných činností v rané fázi.

8.2 Zkušební metody po zhotovení

Obecně je pro poskytnutí informací týkajících se geometrie a kvality pilot nebo podzemní stěny k dispozici celá řada metod, jak destruktivních, tak i nedestruktivních.

Přehled metod je obsažen v *Příloze D*.

Nedestruktivní metody je často obtížné správně interpretovat a vyžaduje to specializovanou znalost a zkušenost.

Imperfekce mohou být obecně zařazeny do některé ze tří kategorií:

- anomálie materiálu,
- kanálky,
- matracovitost (může být také nazývána „stínování“ nebo „prošívání“).

Další popis každé z kategorií imperfekcí, společně s příklady, je uveden v *Příloze E*. Když se z imperfekcí stanou defekty a jestliže jsou časté, můžeme postulovat mechanismus vytváření imperfekce, který při dostatečně včasném nalezení umožní změny materiálů nebo postupů k předcházení dalšího výskytu.

Imperfekce mohou být zapříčiněny betonem, který nemá řádné vlastnosti tečení nebo adekvátní stabilitu pro podrobnosti a postup ukládání na místě, anebo nedostatečnou řemeslnou prací. Využití doporučení obsažených v této příručce by mělo omezit imperfekce na absolutní minimum.

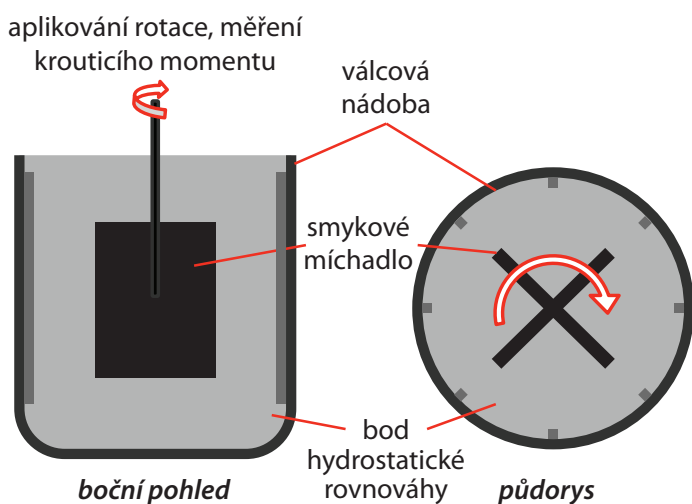
PŘÍLOHA A: ZKUŠEBNÍ METODY PRO CHARAKTERISTIKY ČERSTVÉHO BETONU

1 Reologie

Beton není, za podmínek rozdělení zrnitosti, homogenní. Proto je značně náročným cílem, určit jeho reologii přesně s absolutními fyzikálními parametry, jmenovitě s mezním smykovým napětím a viskozitou. Navíc každý reometr – přístroj pro měření reologických parametrů – může obsahovat specifickou proměnnou, která nemůže být kalibrována, protože neexistuje přímý vztah. Příklad typického uspořádání zkoušky je znázorněn na obrázku A1.

Použitím stejného uspořádání zkoušky na významném souboru vzorků betonu mohou být odvozeny zásadní znalosti porovnáním různých betonů v různých stadiích, což je částí výzkumného programu, probíhajícího v současnosti pro EFFC a DFI.

OBRÁZEK A.1: Příklad typického uspořádání zkoušení reologie čerstvého betonu



Poznámka: Reometr je všeobecně považován za laboratorní zkušební přístroj.

2 Zpracovatelnost

Níže popsané zkušební metody nemohou oddělit viskozitu nebo mez toku od reologického chování betonu. Velkou výhodou těchto zkoušek je však jejich praktičnost, která je společně s prokázanou přesností opakovatelnosti činí uznávanými mezinárodními standardními zkouškami.

2.1 Zkouška rozlitím podle EN 12350-5

Princip: Rozlití betonu je mírou jeho konzistence.

Postup: Čerstvý beton je naplněn a zhutněn do formy, která sestává z 20 cm vysokého dutého komolého kužele. Po zvednutí kužele a změření počátečního sednutí je deska zvednuta a spuštěna 15krát, což vede ke konečnému rozlití.

Připomínky: Vážný nedostatek stability může být potenciálně zjištěn vizuálně.

2.2 Zkouška sednutím podle evropské normy EN 12350-2, US Standard ASTM C143

Princip: Sednutí betonu je důsledkem míry konzistence.

Postup: Čerstvý beton je naplněn a zhutněn do formy, která sestává z 30 cm vysokého dutého komolého kužele. Při zvednutí kužele beton poklesne.

Připomínky: Vážný nedostatek stability může být zjištěn vizuálně.

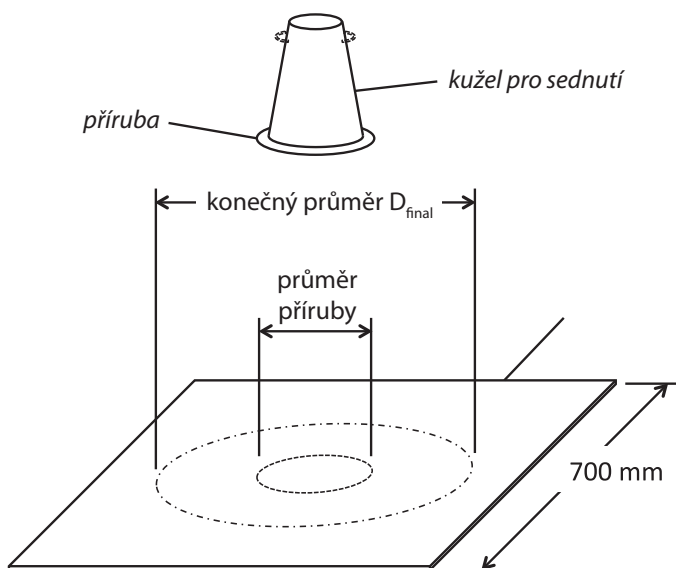
2.3 Zkouška sednutí-rozlitím podle evropské normy EN 12350-8, US Standard ASTM C1611

Princip: Sednutí-rozlitím je důsledkem míry konzistence a částečně schopností tečení.

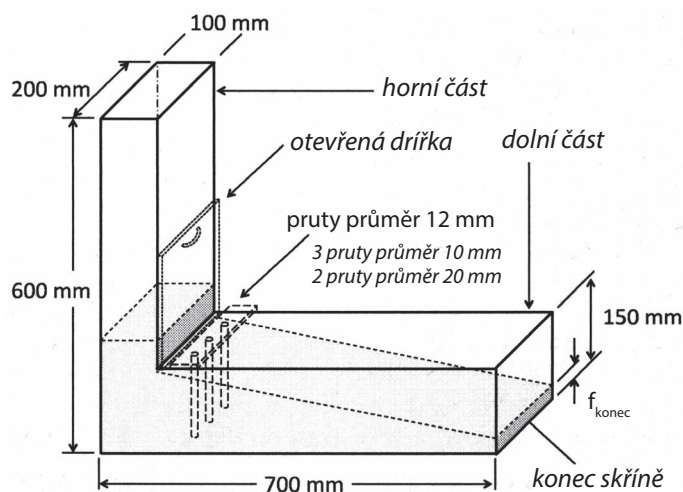
Postup: Čerstvý beton je naplněn do formy, která sestává z 30 cm vysokého dutého komolého kužele. Při zvednutí kužele beton sedne a rozlije se. Konečný průměr betonu je změřen (sednutí-rozlitím v mm). Zkouška může být také rozšířena o měření času potřebného pro rozlití.

Připomínky: Vážný nedostatek stability může být potenciálně zjištěn vizuálně. Původní zkouška specifikuje T_{500} jako čas, který beton potřebuje k rozlití na průměr 500 mm. Protože běžný beton pro lící rouru se nemusí nutně rozlít tak daleko, při nejmenším ne dále než 500 mm, může být alternativně definován T_{final} jako čas, který beton potřebuje pro konečné rozlití, tj. konečný průměr D_{final} viz obrázek A.2 (Australian Tremie Handbook CIA Z17, 2012).

OBRÁZEK A.2: Zařízení pro kombinovanou zkoušku sednutí, sednutí-rozlítím a VSI (CIA Z17, 2012)



OBRÁZEK A.3: Zkouška L-Boxem (podle ACI Z17)



2.4 Zkouška L-Boxem podle evropské normy EN 12350-10, a Australian Tremie Handbook (ACI Z17)

Princip: Zkouška je použita pro stanovení zpracovatelnosti v souvislosti se schopností průtoku.

Postup: Dvířka jsou zavřena a svislá část přístroje je naplněna betonem. Po 1 minutě se dvířka otevrou a beton začne téct dvířky s (2 až 3) hladkými pruty, simulujícími překážky výztuže, viz obrázek A.3.

Při standardním zkoušení jsou měřeny výšky ve svislé části H1 a na konci vodorovné části H2 a zaznamenán poměr H2/H1 jako míra jak zpracovatelnosti, tak i odporu proti zablokování. Místo použití poměru H2/H1 doporučuje Australian Tremie Handbook zaznamenat jenom absolutní výšku f_{end} na konci boxu, k nejbližší hodnotě 5 mm. Pro beton, který nedosáhne konce boxu, by měla být místo plnicí výšky změřena vzdálenost dráhy od dvířek.

V rámci rozšířené zkoušky je měřen čas, který potřebuje beton k dosažení určených vzdáleností dráhy 200 mm a 400 mm. Australian Tremie Handbook doporučuje měření času pro dosažení vzdáleného konce vodorovného boxu a zaznamenat čas příchodu T_{end} jako míru schopnosti tečení.

Připomínky: Vážný nedostatek odporu proti ucpání nebo stability může být potenciálně zjištěn vizuálně.

Je doporučeno použít pouze 2 pruty, jestliže není maximální zrno 10 mm nebo menší, kde by měly být použity 3 pruty.

3 Udržení zpracovatelnosti (doba zpracovatelnosti)

Udržení zpracovatelnosti nebo doba zpracovatelnosti se vztahují k obecně použitelnému termínu, označujícím celkový rozsah času požadovaný, aby měl beton po celou dobu během vykládky a uložení dostatečnou zpracovatelnost k vyplnění mezer. Konec doby zpracovatelnosti nastane výrazně před tuhnutím podle evropské normy EN 196-3, která je určena pro cementovou kaši.

3.1 Zkouška udržení sednutí

Princip: Sledování zpracovatelnosti během plánované doby lití použitím zkoušky sednutí.

Postup: Namíchat záměs alespoň 3 m³ čerstvého betonu a uložit za podmínek okolí. Zabránit během trvání zkoušky drénování nebo vysychání podložním/zakrytím nebo skladováním ve formě. Provádí se zkoušky sednutím každé 2 hodiny s použitím vždy čerstvého vzorku.

Sednutí >180 mm anebo sednutí-rozlítím >400 mm jsou doporučenými hodnotami pro dobrou zpracovatelnost betonu pro licí roury na konci plánované doby lití.

Připomínky: V principu může být podle toho použita zkouška rozlítím. Doporučené hodnoty nebyly určeny.

3.2 Zkouška hnětením v sáčku

Princip: Zjištění změny konzistence v důsledku hydratace.

Postup: Asi dva litry čerstvého betonu se naplní do plastického sáčku. Skutečný stav konzistence je zjišťován a zaznamenáván při položení hnětacího sáčku na plochu ruku a poté zatlačením prstu do čerstvého betonu v pravidelných intervalech. Skutečný stav konzistence je zjišťován podle *tabulky A.1* a zaznamenáván.

Australian Tremie Handbook považuje přechod z tekuté do měkké konzistence za pozorovatelné ztuhnutí, a proto jako kritický čas pro ukládání za mokrých podmínek.

Připomínky: Pozdější přechod z měkké do plastické konzistence může již indikovat počátek tuhnutí. Opět pouze kvalitativně, je možno zjistit počátek a konec tuhnutí, viz *tabulku A.1* (Australian Tremie Handbook CIA Z17, 2012).

TABULKA A.1: Kvalitativní třídy konzistence s odpovídajícím chováním betonu při hnětení podle CIA Z17 (2012)

KONZISTENCE	CHOVÁNÍ PŘI HNĚTENÍ	HYDRATAČNÍ FÁZE
tekutá	přetéká přes plochu ruky	–
měkká	sednutí na ploše ruky, snadno se při tlaku deformuje	–
plastická	bez pohybu přes plochu ruky, dá se hníst	počátek tuhnutí
tuhá	30 mm	
polopevná	stlačitelné, ale méně než 10 mm	–
pevná	stlačitelné, ale méně než 1 mm	konec tuhnutí

3.3 Zkouška časového indexu tuhnutí

Princip: Zkouška může být použita pro určení časového rozpětí tuhnutí betonu, schopného tečení nebo měkkého, opakovaným zkoušením schopnosti betonu uzavřít otvor účinkem vlastní tíhy.

Postup: Naplnit několik nádob (věder) čerstvým betonem ze zkoumané dávky. Utěsnit nádoby, aby se nemohla z povrchu vzorku betonu odpařit žádná voda a zabránit přímému slunečnímu osvětlení, nebo jiným vlivům na vzorky betonu.

V předurčených časových intervalech, které by měly být založeny na plánované době lití nebo zpracovatelnosti, zatlačit tyč nebo prut výztuže (o průměru 40 až 50 mm) do čerstvého betonu alespoň 15 cm a ihned, ale zvolna, opět vytáhnout.

Jmenovitý vzorek betonu může být označen za ještě netuhnoucí, pokud se mezeru opět zavírá – bez zanechání otvoru hlubšího, než je průměr použité tyče. Časový rozsah přechodu ve schopnosti zavřít řádně mezeru by měl být zaznamenán jako rozpětí doby tuhnutí.

4 Stabilita

Stabilita, zejména odpor proti segregaci, krvácení a filtraci, může být kvantifikována následujícími zkouškami.

4.1 Zkouška indexu vizuální stability (VSI) podle US Standard ASTM C1611

Princip: Index vizuální stability je výsledkem vizuálního vyhodnocení a klasifikuje odpor proti segregaci.

Postup: Stejný jako sednutí-rozlítím, s následnou vizuální prohlídkou při použití kritérií sepsaných v *tabulce A.2*.

Připomínky: Australian Tremie Handbook (CIA Z17, 2012) doporučuje povolit hodnotu VSI pouze 0.

TABULKA A.2: Třídy indexu vizuální stability VSI (podle ASTM C1611)

HODNOTA VSI	KRITÉRIA
0 = vysoce stabilní	žádná známka segregace nebo krvácení
1 = stabilní	žádná známka segregace a slabé krvácení pozorované jako lesk na objemu betonu
2 = nestabilní	menší prstenec z malty ≤ 10 mm anebo nahromaděné kamenivo ve středu objemu betonu
3 = vysoce nestabilní	zřetelná segregace prokázaná velkým prstencem malty $> > 10$ mm, anebo velkým nahromaděním kameniva ve středu objemu betonu

OBRÁZEK A.4: Sednutí betonu o indexu vizuální stability VSI třídy 0 (podle ASTM C1611)



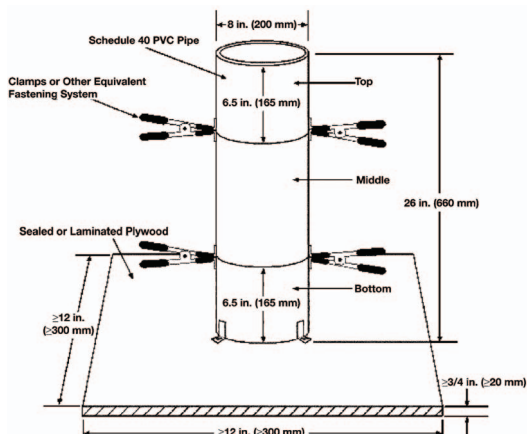
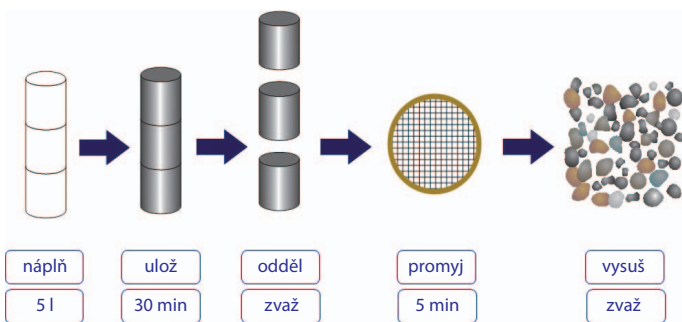
4.2 Zkouška statické segregace nebo promytím podle US Standard ASTM C1610 nebo německé příručky DAfStb pro SCC

Princip: Zkouška vyhodnocuje statickou segregaci podle rozdílů rozdělení hrubého kameniva po výšce.

Postup: Dutý sloupec ze 3 spojených válců je naplněn a zhutněn čerstvým betonem, viz *obrázek A.5* (originální norma a příručka nepovoluje pro směsi SCC žádné zhutňování nebo vibraci). Po standardní době, např. 2 hodin, je stanoven podíl hrubého kameniva v dolním a spodním válci promytím na síti. Rozdíl v hrubém kamenivu je mírou segregace.

Připomínky: Zkouška byla vyvinuta pro samozhutnitelný beton (SCC) se záměrně nízkou mezí toku, kde je segregace kameniva řízena viskozitou a závisí tedy na čase. Zdá se tedy přiměřenější delší čekací čas než doba 15 minut pro SCC, a proto by se měl čekací čas přizpůsobit v závislosti na době zpracovatelnosti. Pro užití na beton pro licí rouru existuje však s touto zkouškou jen omezená zkušenost.

OBŘÁZEK A.5: Princip postupu (nahore; Lowke, 2013) a uspořádání při zkoušce statické segregace podle německé příručky DAfStb pro SCC (dole vlevo) nebo podle ASTM C1610 (dole vpravo)



4.3 Zkouška ztvrdlého indexu vizuální stability (HVSÍ) podle AASHTO PP58-12

Princip: Zkouška vyhodnocuje statickou segregaci prozkoumáním rozdělení kameniva ve ztvrdlém zkušebním vzorku, přeříznutém na dvě části.

Postup: Standardní válcová forma je vyplněna betonem bez zhutnění nebo vibrace a ponechána v klidu k vytvrzení. Po nabytí dostatečné pevnosti je vzorek podélně přeříznut a rozdělení kameniva je porovnáváno se standardními popisy a fotografiemi k určení třídy HVSÍ.

Připomínky: Zkouška byla vyvinuta pro samozhutnitelné betony, ale je pravděpodobně stejně použitelná na beton pro licí rouru. Má výhody, že bere v úvahu celý čas tuhnutí a nepotřebuje žádné jiné speciální zařízení než pilu na beton. Nicméně je třeba čas několika dní, než je betonový vzorek dost pevný na řezání.

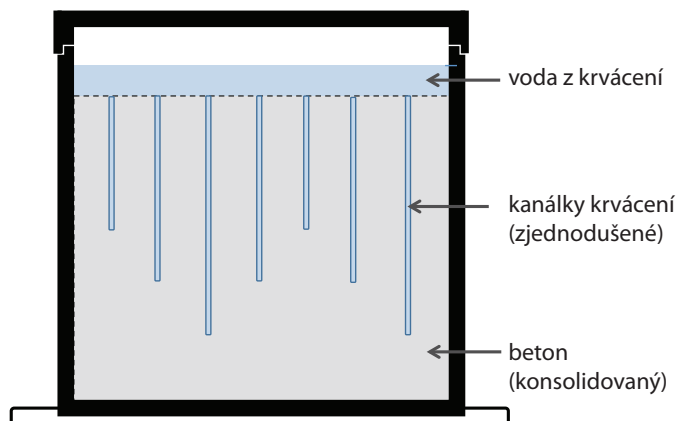
4.4 Zkouška krvácení podle evropské normy EN480-4, US Standard ASTM C232

Princip: Množství vody na povrchu betonu v nádobě je mírou pro krvácení, viz *obrázek A.6*.

Postup: Beton je vložen do válcové nádoby. Vyloučení vody na povrchu je měřeno, dokud se krvácení nezastaví, když beton ztuhne.

Připomínky: Někteří dodavatelé stavby spoléhají na důležitost této zkoušky a usilují o průměrné tempo krvácení po 2 hodinách menší než 0,1 ml/min.

OBŘÁZEK A.6: Uspořádání pro určení krvácení v důsledku gravitace (podle EN480-4, ASTM C232)



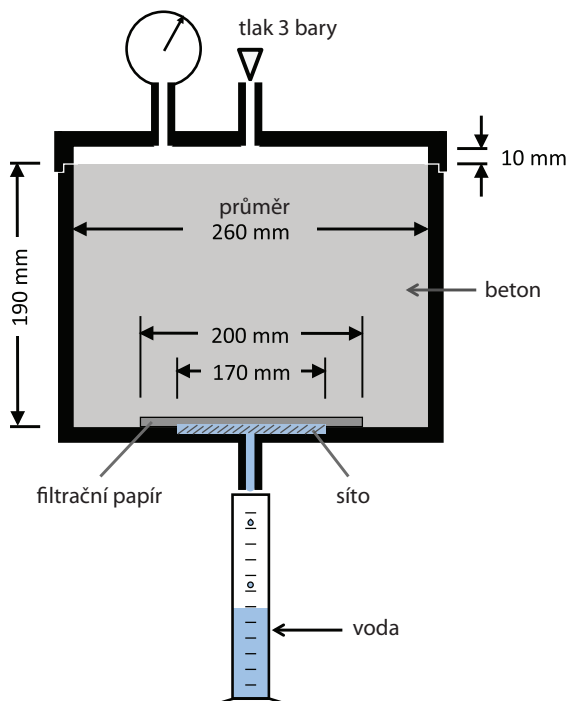
4.5 Zkouška betonu filter-pressem, podle rakouské Guideline on Soft Concrete (Merkblatt, Weiche Betone, 2009)

Princip: Zkouška simuluje schopnost čerstvého betonu udržet pod působením hydrostatického tlaku vodu a stanovuje filtrační ztrátu přes filtr, viz obrázek A.7.

Postup: Válcová nádoba je naplněna 10 l čerstvého betonu a natlakována stlačeným vzduchem (3 bar). Voda, která se odlučuje z objemu betonu přes filtrační papír, je sbírána na spodku nádoby do odměrného válce. Zaznamenaná filtrační ztráta je mírou filtrační stability betonu.

Připomínky: Pro beton pro licí rouru je definována třída stability FW20 (kde hloubka přesahuje 15 m). Pro zkoušení vhodnosti je doporučeno kontrolní kritérium maximálně 20 l/m³ a 15 minut zkušební čas. Podle toho je pro 10 l vzorek zkušební hodnota 200 ml.

OBRÁZEK A.7: Uspořádání pro stanovení odfiltrované vody ze stlačeného čerstvého betonu (Merkblatt, Weiche Betone, 2009)



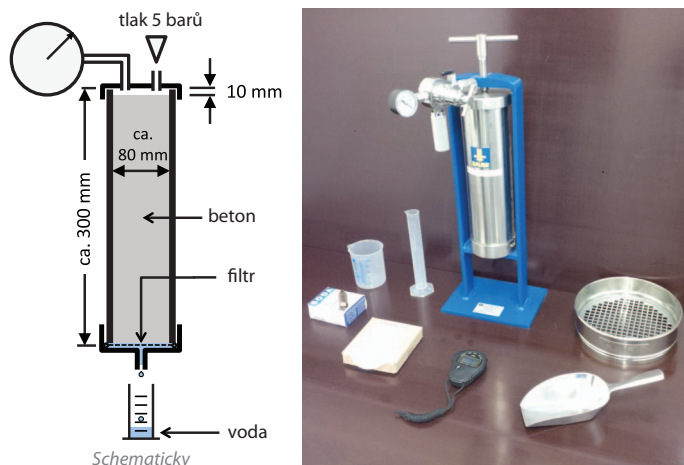
4.6 Zkouška filtrace Bauer podle australské normy (ACI Z17, 2012)

Princip: Zkouška simuluje schopnost čerstvého betonu pod hydrostatickým tlakem udržet vodu a určuje ztrátu vody filtrem, viz obrázek A.8.

Postup: Válcová nádoba je naplněna 1,5 l čerstvého betonu a natlakována stlačeným vzduchem (5 bar). Voda, která se odlučuje z objemu betonu přes filtrační papír, je sbírána na spodku nádoby do odměrného válce. Zaznamenaná filtrační ztráta je mírou filtrační stability betonu. Změřená tloušťka filtračního koláče je doplňkovou mírou robustnosti betonu proti ztrátě zpracovatelnosti.

Připomínky: Australian Tremie Handbook omezuje maximální rozměr kameniva na 20 mm. Stejná příručka doporučuje přijetí kritéria 15 l/m³ u betonu pro licí rouru v hlubinném zakládání (více než 15 m hloubky). Odpovídající zkušební hodnota pro 1,5 litru je zhruba 22 ml. Interní zkoušky v oboru speciálního zakládání ukazují na korelaci mezi rakouskou zkouškou filter-pressem a zkouškou filtrace Bauer, která je $V_{15,OVBB} [l/m^3] / V_{loss,BAUER} [l/m^3] = 1,8$ (přibližně 2).

OBRÁZEK A.8: Uspořádání zkoušky pro stanovení filtrace vody ze stlačeného čerstvého betonu (Bauer)



Poznámka: Zkušební zařízení je založeno na standardním zkoušení vrtných výplachů podle API RP 13B-1, uvedeno také v EN ISO 10414-1.

5 Složení čerstvého betonu

Pro ověření, že skutečné složení je v souladu s návrhovými hodnotami, by specificky měly být zkoušeny objemová hmotnost, obsah vody, vodní součinitel, obsah jemných částic < 0,125 mm, obsah a tvar hrubého kameniva specializovanou laboratoří.

Zkouška vysušením v peci pro stanovení obsahu vody, kde je voda odpařena z betonu buď v nízkoteplotní nebo mikrovlnné peci, může být snadno provedena na staveništi.

PŘÍLOHA B: ÚVODNÍ DOPORUČENÍ PRO KONTROLNÍ KRITÉRIA U VYBRANÝCH ZKUŠEBNÍCH METOD

TABULKA B1: Prozatímní kontrolní kritéria betonu pro licí rouru používaný v hlubinném zakládání

	ZKUŠEBNÍ METODA A VLASTNOSTI BETONU	DOPORUČENÉ HODNOTY – V PŘEZKUMU*
1	KOMBINACE ZKOUŠKY SEDNUTÍ, SEDNUTÍ-ROZLITÍ A VSI	
	sednutí	$h \geq 180 \text{ mm}$ minimální stabilita má být zkontrolována zkouškou VSI
	sednutí-rozlití	$400 \text{ mm} \leq D \leq 600 \text{ mm}$
	čas k dosažení konečného rozlití	$3 \text{ s} \leq T_{\text{final}} \leq 11 \text{ s}$
	index vizuální stability (VSI)	0
2	ZKOUŠKA L-BOXEM	
	čas k dosažení konce boxu	$T_{\text{end}} \leq 12 \text{ s}$
	plnicí výška na vzdáleném konci	$f_{\text{end}} > 0 \text{ mm}$
	ucpání prutů	No
3	ZKOUŠKA FILTRACE (HLOUBKA > 15M)	
	ztráta filtrací	$V_{\text{loss,A}} \leq 270 \text{ ml}$ (rakouská zkouška filtrace) $V_{\text{loss,B}} \leq 22 \text{ ml}$ (zkouška filtrace BAUER) Poznámka: 22 ml koresponduje s 15 l/m ³ jak uvedeno v ACI Z1
	tloušťka filtračního koláče	$h_{\text{cake,B}} \leq 100 \text{ mm}$ (zkouška filtrace BAUER)
4	RYCHLOST KRVÁCENÍ	
		$x_{\text{bleed}} \leq \dots$ (hodnota má být specifikována na základě návrhu)

*Poznámka: Tabulka B.1 je předběžná a bude přezkoumána v rámci současného projektu výzkumu a vývoje (viz kapitola 1.2). Výše uvedené hodnoty jsou převzaty z Australian Tremie Handbook (ACI Z17, 2012).

TABULKA B2: Typy zkoušek a typický plán zkoušek

ZKUŠEBNÍ METODA	URČUJE					APLIKACE / ČETNOST ZKOUŠKY PRO	
	Konzistence	Pohyblivost	Schopnost průtoku	Odolnost proti segregaci	Udržení vody	Shoda v laboratoři	Kontrola na stavbě
rozlitím/sednutím	✓					M	každá dodávka*
sednutí-rozlitím	✓	(✓)**				R	každá dodávka*
VSI				✓	✓	R	každá dodávka*
L-Box		✓	✓	(✓)***		R	na vyžádání
filtrace				(✓)****	✓	R	na vyžádání
segregace				✓		P	–
krvácení					✓	R	na vyžádání
udržení sednutí	✓ v průběhu času					R	na vyžádání

M = Povinně (Mandatory); R = Doporučené (Recommended); P = Možné (Possible)

* Četnost zkoušení může být snížena podle specifikací návrhu, jakmile byly cílové hodnoty spolehlivě dosaženy.

** Když je měřena doba, kterou beton potřebuje k dosažení určitého rozprostření, může být ukazatelem pohyblivosti.

*** Extra informace o stabilitě může být získána, když je zkouška provedena po určité době klidu (např. 60 minut).

**** Beton s vyšší odolností proti filtraci bude mít často vyšší odolnost proti segregaci.

PŘÍLOHA C: KONCEPCE POUŽITÍ PŘÍMĚSÍ

Specifikované minimální obsahy cementu pro betony ve vrtaných pilotách a podzemních stěnách nejsou často nezbytné pro dosažení požadované třídy pevnosti, ale pro dosažení zvláštních vlastností v čerstvém stavu. Příměsi jako popílek a GGBS (jemně mletá vysokopecní granulovaná struska) jsou často použity pro náhradu části cementu, což následně ovlivní zpracovatelnost čerstvého betonu, udržení tekutosti a stability, stejně jako pevnost, trvanlivost a celkovou udržitelnost.

K dispozici jsou tři koncepce pro využití a aplikaci příměsí (reaktivních) typu II (EN 206). Jsou to:

- 1) Koncepce k-hodnoty.
- 2) Ekvivalentní koncepce posouzení vlastností betonu (ECPC).
- 3) Ekvivalentní koncepce posouzení kombinace vlastností (EPCC).

Pravidla pro aplikaci těchto tří koncepcí jsou odlišná v různých členských zemích CEN. Koncepce by měla být pečlivě uvážena pro každý projekt, jak z technického, tak i z ekonomického hlediska.

Koncepce k-hodnoty

Koncepce k-hodnoty je koncepcí příkazovou. Je založena na srovnání vlastností životnosti referenčního betonu s nějakým jiným, v kterém je část cementu nahrazena příměsí, jako funkcí vodního součinitele a obsahu příměsí.

Koncepce k-hodnoty umožňuje vzít v úvahu příměsi druhu II při:

- nahrazení termínu vodní součinitele, tj. „poměru voda/cement“ součinitelem „poměru voda/(cement + k * příměs) a
- množství cementu (cement + k * příměs) nesmí být menší než minimální obsah cementu, požadovaný pro příslušný stupeň vlivu prostředí.

Pravidla pro použití koncepce k-hodnoty pro popílek podle evropské normy EN 450-1, pro křemičitý úlet podle EN 13263-1 a pro jemně mletou vysokopecní strusku podle EN 15167-1 spolu s cementy typu CEM I a CEM II/A podle EN 197-1 jsou uvedena v odpovídajících odstavcích EN 206:2013.

Tam, kde vhodnost pravidel koncepce k-hodnoty byla prokázána, mohou být aplikovány jejich modifikace (např. vyšší k-hodnoty, zvýšený podíl příměsí, použití dalších příměsí, kombinace příměsí a jiných cementů).

Pro další popis celé procedury a aplikace koncepce k-hodnoty je čtenář odkázán na CEN/TR 16639 (2014).

Ekvivalentní koncepce posouzení vlastností betonu (ECPC)

Principy ekvivalentní koncepce posouzení vlastností betonu byly představeny v evropské normě EN 206:2013.

Tato koncepce povoluje dodatky k požadavkům na minimální obsah cementu a maximální vodní součinitel, když je použita kombinace určité příměsi a určitého zdroje cementu, u kterých jsou zdroje výroby a jejich charakteristiky jasně definovány. Musí být prokázáno, že beton má ekvivalentní vlastnosti, obzvláště s ohledem na jeho chování ve vztahu k prostředí na jeho trvanlivost, při srovnání s referenčním betonem, v souladu s požadavky na příslušný stupeň vlivu prostředí. Referenční cement musí splňovat požadavky EN 197-1 a pocházet ze zdroje, který byl užíván v praxi v místě použití posledních pět let a použit ve vybraném stupni vlivu prostředí. Referenční beton musí být v souladu s ustanoveními, platnými na místě použití pro vybraný stupeň vlivu prostředí.

Složení betonu a materiál složek pro navržený a předepsaný beton musí být vybrány pro uspokojení požadavků specifikovaných pro čerstvý a zatvrdlý beton, včetně konzistence, objemové hmotnosti, pevnosti, trvanlivosti a ochrany zabudované oceli proti korozi, s ohledem na výrobní postup a zamýšlenou metodu provádění betonářských prací.

Ekvivalentní koncepce posouzení kombinace vlastností (EPCC)

Princip ekvivalentní koncepce posouzení kombinace vlastností povoluje definovaný rozsah kombinací cementu v souladu s evropskou normou EN 197-1 a příměs (příměsí) se zavedenou vhodností, která může být plně započítána do požadavků na maximální vodní součinitel a na minimální obsah cementu, které jsou specifikovány pro beton.

Základy metodologie jsou:

- 1) určení typu cementu, který je v souladu s evropskými normami pro cementy a který má stejné nebo podobné složení do zamýšlené kombinace;
- 2) posouzení, zda betony, vyrobené kombinací mají podobnou pevnost a trvanlivost jako betony zhotovené s cementem typu určeného pro příslušný stupeň vlivu prostředí;
- 3) nastavení kontroly výroby, která zajišťuje, že tyto požadavky na betony obsahující kombinaci jsou definovány a zavedeny.



PŘÍLOHA C: KONCEPCE POUŽITÍ PŘÍMĚSÍ POKRAČOVÁNÍ

V Evropě existují tři metody, použité k zavedení ekvivalentního posouzení kombinace vlastností – britská metoda, irská metoda a portugalská metoda. Tyto tři metody byly vyvinuty samostatně a podstatně se liší v požadavcích na kontrolu kombinací. Všechny tři metody jsou plně popsány v CEN/TR 16639 (2014).

PŘÍLOHA D: METODY ZKOUŠENÍ DOKONČENÝCH PRACÍ

Zkoušení dokončených prací není u geotechnických konstrukcí povinné, jestliže je jejich návrh v souladu s příslušnými normami a provedení je v souladu jak s prováděcími normami, tak i s osvědčenými postupy oboru. V poslední době se však zkoušení po provedení stavby stalo častějším. Všeobecně jsou zkoušky použity podle specifikací projektu. Některé zkoušky je třeba připravit před zhotovením základů, jiné mohou být ještě použity, když je důvod k podezření, že existuje defekt. Viz Příloha F.

Jak destruktivní, tak i nedestruktivní zkušební metody obvykle pro provedení a vyhodnocení vyžadují odbornou znalost. Odbornost na úrovni technika je požadována pro vedení zkoušek, zatímco vyhodnocení výsledků by mělo být provedeno kvalifikovaným inženýrem a konzultováno s inženýrem-geotechnikem.

K seznamu přímých zkušebních metod je navíc v představení nedestruktivních zkušebních metod přidán jen popis příčného ultrazvukového měření (CSL) a termálního profilování integrity (TIP). Zkoušky CSL již byly specifikovány u mnoha základů a zkoušky TIP budou pravděpodobně častěji specifikovány v budoucnosti, vzhledem k jejich popsaným výhodám. Jiné metody jsou k dispozici a popsány např. v Recommendations on Piling (2012) or FHWA GEC (2010), nebo v odborné literatuře o nedestruktivním zkušebnictví.

Přímé zkušební metody

- Jádrové vrty uvnitř základů pro zkoumání částí vnitřku prvku nebo prohlídka podmínek v patě. Pro posledně zmíněný případ mohou být k usnadnění jádrového vrtání instalovány podél výztužného koše měřicí trubky, dosahující až do blízkosti paty.
- Prohlídka základu a jeho paty v uzavřeném televizním okruhu (CCTV) uvnitř vyvrtaného otvoru.
- Výkop pro prohlídku povrchu základu.
- Vytažení piloty.

Ultrazvukové měření

Šíření akustické vlny z vysílače, umístěném v měřicí trubce uvnitř základového prvku, k přijímači, umístěném buď v téže trubce, nebo v oddělené trubce. Tato zkušební metoda je podrobně uvedena v americké normě ASTM D6760-14, a ve francouzské normě NF P94-160-1.

Čas průchodu vlny a její energie jsou měřeny a využity k interpretaci výsledku. U většiny aplikací jsou silné anomálie v době šíření, kombinované se ztrátou energie, interpretovány jako ultrazvukové anomálie (potenciální defekty, poruchy).

Měřicí trubky pro ultrazvukové měření jsou umístěny v seskupení uvnitř výztužného koše základu, aby se nebránilo protékání betonu. Schopnost získat ultrazvukové profily mezi několika páry trubek může poskytnout indikaci podstaty, polohy a rozměru možného defektu ve středu armokoše a okolo trubek. Nemůže poskytnout žádnou indikaci možných defektů v zóně krycí vrstvy, tj. mezi výztužným košem a povrchem vytěženého prostoru.

Zkouška je citlivá na změny jak skutečné rychlosti šíření uvnitř betonu, tak i přesnosti polohy umístění trubek. Její interpretace, stejně jako vyhodnocení, potřebuje odbornou znalost a má zahrnovat veškeré dostupné informace vztahující se k provedení (Beckhaus, Heinzelmann, 2015).

Termální profilování integrity

Termální profilování integrity (TIP) je vývojová technologie.

Využívá teplo z hydratace betonu a rozdíly v tepelné vodivosti mezi inkluzemi a zeminou v době jednoho nebo dvou dnů po betonáži k vykázání odchylek teploty blízko okraje prvku. Tato zkušební metoda je podrobně uvedena v americké normě ASTM D7949-14.

Teploty jsou monitorovány provazci termistorů, upevněnými na výztužný koš. Je možno zvolit umístění termálních čidel, zavedených v trubkách v základovém elementu.

U většiny aplikací indikuje nedostatek zvýšení teploty místní snížení obsahu cementu ve srovnání se střední hodnotou v pilotě což je interpretováno jako termální anomálie (potenciální defekt). Kabely jsou umístěny v sestavě s armokošem základu. Uspořádání kabelů umožňuje získat data v celém dířku piloty a provést plnou trojdimenzionální analýzu dířku. Systém může vyhodnotit stejně jádro dířku i krycí zónu; může také poskytnout informaci o vychýlení armokoše.

PŘÍLOHA E: INTERPRETACE IMPERFEKČÍ

Imperfekce uvnitř hlubinného základového prvku, které se věci odchylují od bezvadné kvality anebo od pravidelné kontinuity na místě betonovaného železobetonového prvku, jsou považovány za možné defekty a jsou obvykle předmětem další prohlídky. Imperfekce jsou také označovány jako zvláštní znaky.

Imperfekce nejsou nutně defekty. Například znaky na povrchu betonu pilot po vytahování těžních nástrojů jsou nevyhnutelné, viz obrázek E.1. Takové vrypy by neměly být považovány za imperfekce, pokud neohrožují konstrukčně požadované minimální krycí po zhotovení.

OBRÁZEK E.1: Příklady pilot s vrypami, neovlivňujícími minimální krycí vrstvu pro trvanlivost



Důkladná interpretace imperfekcí by měla být provedena zkušeným specialistou v geotechnických pracích, který může objektivně zhodnotit, zdali imperfekce znamenají defekt nebo jen anomálii, bez zapříčinění nepříznivých účinků na únosnost nebo trvanlivost. V interpretování a zhodnocování imperfekcí mohou být nápomocny následující odstavce.

Mechanismus vytváření imperfekcí

Mechanismus vytváření imperfekcí mohou pro jejich klasifikaci vyjasnit zvláštní znaky, ačkoli je častým případem, že nemají jedinou příčinu, a že je proto požadována speciální znalost a zkušenost:

- Umístění imperfekcí – související s hustou výztuží nebo překážkami v krycí zóně?
- Omezení imperfekcí – změny v tloušťce vrstvy krytí, související s výskytem?
- Typ zachyceného materiálu – směs materiálu nebo sestává výlučně z materiálů betonu?
- Nepravidelnosti během ukládání – záznamy betonáže a vetknutí licí roury jsou v pořádku?
- Nedostatečný čas zpracovatelnosti – dávka zpomalovače podle specifikace udržení tekutosti?
- Nestabilita betonu – přítomnost silné vrstvy materiálu, stoupající na rozhraní vršku betonu, znaky kanálek na odkrytém líci, chybějící kamenivo v betonu?

Přímá prohlídka odrytého hlubinného základu

Po odtěžení mohou být anomálie povrchu betonu vizuálně zhodnoceny a fotografovány pro dokumentaci.

Přes předpokládané anomálie, mohou být provedeny jádrové vrty pro zhodnocení jejich rozsahu a k prozkoumání vazby mezi výztuží a betonem. Odebraná jádra mohou být podrobena dalšímu zkoušení nebo petrografickému rozboru, k většímu porozumění kvalitě betonu.

Nepřímá prohlídka hlubinných základů

Nepřímá prohlídka se týká nedestruktivního zkoušení a vyhodnocení signálů, jako jsou záznamy ultrazvukového zkoušení nebo profilování termální integrity.

PŘÍLOHA E: INTERPRETACE IMPERFEKČÍ POKRAČOVÁNÍ

Klasifikace typů imperfekcí

Jakmile jsou imperfece interpretovány jako systematické, mají být klasifikovány. Většina imperfekcí případně do některé z následujících tří kategorií:

Inkluze (vměstky)

Inkluze sestávají z materiálu, zachyceného uvnitř základu, který neodpovídá srovnatelnému betonu. Může to být nebezpečný materiál, pocházející ze směsi pažicí kapaliny, těžného materiálu a betonu, nebo špatně stmelžený materiál, pocházející ze segregovaného betonu. Dva příklady jsou ukázány na obrázku E.2.

OBRÁZEK E.2: Příklady inkluzí v podzemní stěně a v pilotě (foto piloty je vzato z obrázku 9.14b, FHWA GEC10)



Inkluze jsou obvykle považovány za přijatelné, když jsou omezené v rozsahu a četnosti. Pouze když jsou takových rozměrů, že ovlivňují únosnost, nebo pokrývají širší oblasti v krycí zóně a mohou tak snížit trvanlivost, je třeba je klasifikovat jako defekty. K identifikaci inkluzí může být nápomocné nedestruktivní zkoušení, viz Příloha D. Tyto zkoušky potřebují zvláštní znalosti a zkušenosti, s nimiž je možno zhodnotit rozsah imperfekcí dalším vyhodnocením.

Kanálkování

Kanálkování je také nazýváno jako kanálky krvácení. Jsou to svislé úzké zóny s málo zpevněným kamenivem s nedostatkem jemných částic betonu a cementové matrice, obvykle blízko u povrchu lamely nebo piloty. Kanálkování je důsledkem nedostatečné stability betonu (špatná odolnost proti segregaci/krvácení) pro skutečné podmínky základové půdy a betonáže.

Kanálky krvácení nejsou obvykle považovány za defekty, pokud jsou ojedinělé a omezené tloušťky, takže nesnižují významně trvanlivost, viz obrázek E.3. Navíc může voda krvácení projít okolo svislých instalací vnitřku příčných průřezů, např. podélných prutů výztuže nebo vnitřku jádra širokých prvků.

OBRÁZEK E.3: Příklady kanálků probíhajících vzhůru po povrchu piloty nebo podzemní stěny



Matracovitost

Zatímco lehká matracovitost popisuje svislé lineární znaky, vycházející primárně ze svislých výztužných prutů, těžší a výraznější matracovitost odráží křížící se svislé a vodorovné znaky. Oba znaky vycházejí v místě výztuže, s materiálem zachyceným ve stínu výztužných prutů. Svislé znaky matracovitosti mohou poskytnout předurčenou cestu pro vodu krvácení, což vede ke kombinaci defektů.

PŘÍLOHA E: INTERPRETACE IMPERFEKČÍ POKRAČOVÁNÍ

Matracovitost cont.

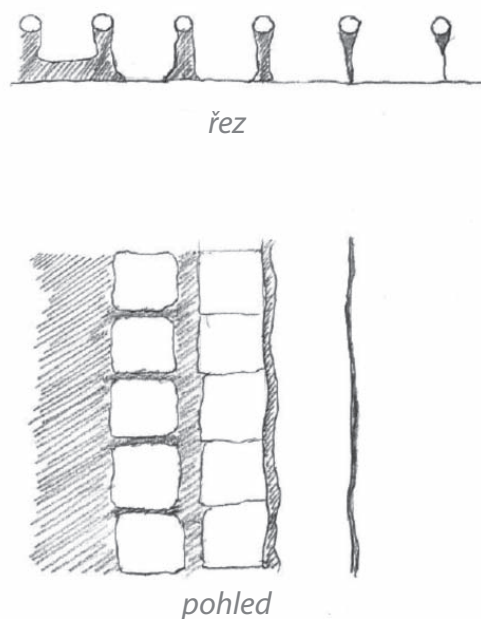
Matracovitost může úplně přerušit hloubku krytí výztuže betonem. Protože účinek na trvanlivost nebo únosnost (v závislosti na rozsahu a četnosti) může být výrazný, matracovitost by měla být interpretována jako možný defekt a dále zkoumána, viz *obrázky E.4 a E.5*.

Vytváření matracovitosti je spojeno s horizontálním tečením betonu mezi výztuží do zóny krytí, a proto s nedostatkem volného průtoku kolem výztužných prutů. Energie aplikovaná na čerstvý beton, jeho schopnost tečení, stabilita a schopnost průtoku, v kombinaci s nahromaděním výztuže a s rozměrem vrstvy krytí betonem, může dohromady přispět k rozsahu této imperfekce. Matracovitost bude pravděpodobně více převažovat v horních úrovních, kde je hydrostatický tlak nižší.

OBRÁZEK E.4: Stínování na pilotě (vlevo) a matracovitost na lamele (vpravo)



OBRÁZEK E.5: Schematické znázornění různých stupňů matracovitosti



PŘÍLOHA F: PODROBNÉ INFORMACE O PŘEDPOKLADECH NÁVRHU

Příloha F by měla být čtena zároveň s *kapitolou 2*. Obsahuje doplňující informace o podrobném návrhu, krycí vrstvy betonu, případu pilota/sloup, a únosnosti na patě, a to vše ve vztahu k účinku na tečení betonu.

Podrobný návrh

Podrobný návrh konstrukce hlubinného základu by měl být proveden pouze zkušeným personálem.

Musí být uplatněno veškeré úsilí k tomu, aby výztuž nebyla přehušťena a uspokojila pravidla pro minimální volnou vzdálenost, uvedenou v příslušných normách. Požadavky na volnou vzdálenost by neměly být za žádných okolností porušeny. Kde je požadován vysoký stupeň vyztužení, musí být použito maximálního průměru prutu a maximální rozteče prutů. Kde je potřeba několika vrstev, musí se věnovat speciální pozornost udržení dostatečného tečení betonu, viz *kapitoly 3 a 6*. Je častým případem, že velmi hustá výztuž ukazuje na potřebu zvětšit rozměry prvku hlubinného základu.

Další omezení pro rozvržení výztužného koše také zahrnují:

- dodatečnou výztuž pro umožnění zvedání a osazení (např. třmínky);
- prostor pro stop-end, kde je použit;
- prostor pro licí rouru;
- instrumentaci;
- omezení šířky a délky z důvodu transportních omezení;
- tíhu armokoše;
- součásti v krycí zóně, jako jsou distanční prvky, výklenky nebo spojky;
- průchodky kotev a další vložené součásti, jako jsou přípoje k inženýrským sítím atd.

Rozteč prutů obzvláště ovlivňuje schopnost tečení betonu v krycí zóně. Vyžaduje to uvážit rozteč mezi svislými a vodorovnými pruty, rozměr volného okna, rozvržení množství řad výztuže, rozměr kameniva betonu, a reologii ve spojení se vzdálenostmi tečení a hydrostatickými tlaky. Podrobné požadavky pro armokoše jsou shrnuty v *tabulkách F.1, F.2 a F.3*.

Příčná výztuž, která běží středem výztužného koše (spojky, závěsy, kotevní tyče), ovlivňuje svislé vzestupné tečení betonu.

PŘÍLOHA F: PODROBNÉ INFORMACE O PŘEDPOKLADECH NÁVRHU POKRAČOVÁNÍ

TABULKA F.1: Obvyklé požadavky na výztuž pro vrtané piloty

MINIMÁLNÍ VÝZTUŽ PRO VRTANÉ PILOTY			
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	HODNOTA	POZNÁMKA
svisle	ACI336.3R, 3.3 odkaz na ACI318,10.9.1	1 % A_c	pro tlačené prvky, které nemohou být navrženy z prostého betonu, kde A_c je nominální průřez (kde je to větší, než je požadováno pro konstrukční účely, ACI318, 10.8.4 povoluje A_c vzít jako redukovanou plochu stejně pro pevnost i minimální výztuž, ale ne menší než polovinu jmenovitého průřezu)
	EN1536, tabulka 5	0,5 % A_c	$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$
		0,0025 m^2	$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$
		0,25 % A_c	$A_c > 1,0 \text{ m}^2$
vodorovně	ACI336.3R, 3.3 odkaz na ACI318,10.9.3		výraz (10–5) udává minimální plochu spirálové výztuže
	EN1536, tabulka 6	$\geq 6 \text{ mm}$ \geq jedna čtvrtina z maximálního průměru podélného prutu	závěsy, kruhy nebo spirálová výztuž
		$\geq 5 \text{ mm}$	dráty svařované sítě příčné výztuže
ROZTEČ PRO VRTANÉ PILOTY			
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	HODNOTA	POZNÁMKA
vodorovná a svislá rozteč prutů	ACI336.1, 3.4.9	$\geq 100 \text{ mm}$	včetně místa přesahu
	FHWA GEC10, 8.4	$\geq 5 \text{ in}$	podle požadavků mnohých orgánů, když je předpokládáno ukládání licí rourou
		$\geq 10 D_G$	kde D_G = maximální rozměr kameniva, včetně místa přesahu; viz také výše uvedená poznámka
	EN1536, 7.5.2.5	$\geq 400 \text{ mm}$	
	EN1536, 6.3.2.2	$\geq 4D_G$	kde D_G = maximální rozměr kameniva
	EN1536, 7.5.2.6	$\geq 100 \text{ mm}$	pro jednotlivé nebo svazky podélných prutů
	EN1536, 7.5.2.7	$\geq 80 \text{ mm}$	pro délku přesahu, při $D_G \leq 20 \text{ mm}$ (zvláštní zřetel musí být věnován udržení dostatečného tečení betonu, viz kapitola 3 a 6)
EN1536, 7.5.2.9	$\geq 1,5 D_G$ a $\geq 2,0 D_S$	pro vrstvy prutů, umístěné radiálně, kde D_S = průměr (ocelového) prutu	

PŘÍLOHA F: PODROBNÉ INFORMACE O PŘEDPOKLADECH NÁVRHU POKRAČOVÁNÍ

TABULKA F.2: Obvyklé požadavky na výztuž pro podzemní stěny

MINIMÁLNÍ VÝZTUŽ PRO PODZEMNÍ STĚNY			
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	HODNOTA	POZNÁMKA
svislé – podzemní stěny/ jednotka délky	EN1992-1-1, 9.6.2	0,2 % A_c	kde A_c je nominální plocha lamely/jednotka délky
	EN1538, 7.5.3.1	$D_s \geq 12$ mm	kde D_s = průměr prutu (oceli)
	EN1538, 7.5.3.1	≥ 3 bars/m	
vodorovné – podzemní stěny/ jednotka délky	EN1992-1-1, 9.6.3	$\geq 0,1$ % A_c	kde A_c je nominální plocha svislého řezu lamely/jednotka výšky
	EN1992-1-1, 9.6.3	≥ 25 % A_{sv}	kde A_{sv} je plocha svislé výztuže
	EN1538		nejsou specifické požadavky
ROZTEČ PRO PODZEMNÍ STĚNY			
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	HODNOTA	POZNÁMKA
vodorovná rozteč svislých prutů	EN1538, 7.5.3.3	$\geq 4 D_G$	kde D_G = maximální rozměr kameniva
	EN1538, 7.5.3.2	≥ 100 mm	pro jednotlivé pruty nebo skupiny, rovnoběžné s lícem stěny
	EN1538, 7.5.3.3	≥ 80 mm	pro délku přesahu nebo v případě silně vyztužených lamel (zvláštní zřetel musí být věnován udržení dostatečného tečení betonu, viz kapitola 3 a 6)
svislá a rozteč vodorovných prutů	EN1538, 7.5.4.2	≥ 200 mm	
	EN1538, 7.5.4.3	≥ 150 mm	kde je požadováno, za předpokladu $D_G \leq 20$ mm, kde D_G je maximální rozměr kameniva
vodorovná rozteč vodorovných prutů	EN1538, 7.5.4.4	≥ 150 mm	

PŘÍLOHA F: PODROBNÉ INFORMACE O PŘEDPOKLADĚCH NÁVRHU POKRAČOVÁNÍ

TABULKA F.3: Obvyklé požadavky na soudržnost, kotvení, přesah a šířku trhlin

SOUDRŽNOST, KOTVENÍ (KOTEVNÍ DÉLKA) A PŘESAH (DÉLKA STYKU) PRO VRTANÉ PILOTY A PODZEMNÍ STĚNY		
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	POZNÁMKA
kotvení	ACI318, 12.2	pruty v tahu
	ACI318, 12.3	pruty v tlaku
	ACI318, 12.4	dodatečná pravidla pro svazky prutů
délka přesahu	ACI318, 12.15	pruty v tahu
	ACI318, 12.16	pruty v tlaku
	ACI318, 12.17	dodatečná pravidla pro sloupy, jejichž platnost je předpokládána také pro piloty
pevnost	EN1992-1-1, 8.4.2	Jestliže nebyla použita pažicí kapalina, budou běžně podmínky soudržnosti klasifikovány jako dobré stejně pro svislé a vodorovné pruty. Odborné doporučení (např. Jones, Holt, 2004) by mělo být vyhledáno ohledně vlivu pažicí kapaliny na soudržnost.
kotevní délka	EN1992-1-1, 8.4.4	Povšimněte si, že kde krytí přesahuje rozměr prutu, což bude obvyklý případ, faktor α_2 může být stanoven menší než jednotka.
délka přesahu	EN1992-1-1, 8.7.3	Povšimněte si, že kde krytí přesahuje rozměr prutu, což bude obvyklý případ, faktor α_2 může být stanoven menší než jednotka. Faktor α_6 však bude obvykle 1,5, což odpovídá tomu, že všechny pruty mají přesah na jednom místě. Mělo by se počítat s použitím spojek, obzvláště pro velké pruty, což EN1992-1-1, 8.8 specifikuje jako průměr větší než 32 mm (40 mm v UK NA).
ŠÍŘKY TRHLIN		
UMÍSTĚNÍ	ODSTAVEC	POZNÁMKA
a výpočet šířek trhlin	ACI336.3R	žádné požadavky
	EN1992-1-1, 7.3.4	Povšimněte si, že poznámky pod tabulkou NA.4 v UK National Annex k EN1992-1-1, zahrnují doporučení pro situace, kde je krytí výrazně větší, než je požadováno pro trvanlivost a nejsou žádné požadavky na pohledovost u konstrukcí betonovaných do základové půdy. Za těchto okolností je rozumné určit šířku trhliny u krytí vyžadovaného pro trvanlivost a ověřit, že nepřekračuje příslušnou maximální šířku trhliny. To může být provedeno na základě úvahy, že šířka trhliny se mění lineárně od nulové šířky v místě povrchu prutu k vypočtené hodnotě na povrchu betonu.

PŘÍLOHA F: PODROBNÉ INFORMACE O PŘEDPOKLADECH NÁVRHU POKRAČOVÁNÍ

Krycí vrstva betonu

V pojmech konstrukčních požadavků je krytí betonem požadováno jak pro trvanlivost, tak i pro poskytnutí odporu proti příčným silám, vyvolaným soudržností s výztuží.

Pro provedení hlubinných základů s použitím betonu uloženého licí rourou je zajištění vhodné velikosti krycí vrstvy, jak je uvedena v prováděcích normách (EN 1536 and EN 1538, ACI 301), kritickým činitelem k umožnění tečení betonu prostorem krycí vrstvy a dosažení hutného a trvanlivého betonu v této zóně.

Větší z jednotlivých minimálních hodnot krytí, požadovaných z důvodu soudržnosti, trvanlivosti a provádění, by měla být navýšena o přídavek stavební tolerance, jak je uvedeno níže.

Nominální krytí = větší z minim požadovaných pro krytí na trvanlivost, soudržnost, provádění + přídavek na stavební toleranci.

Příručka doporučuje, že minimální nominální krycí vrstva pro realizaci by měla být:

- 1) Pro konstrukce betonované do základové půdy (bez přípravy) je navrženo nominální krytí rovné 75 mm, tj. minimální krytí 50 mm plus tolerance 25 mm.
- 2) Pro konstrukce, kde je použita výpažnice, je navrženo nominální krytí rovné 50 mm, tj. minimální krytí 35 mm plus tolerance 15 mm.

Vyšší tolerance pro beton uložený přímo do základové půdy by měla pokrýt účinky z možného nárůstu filtračního koláče, nebo jiné nepříznivé účinky na skutečné krytí.

Minimální nominální krytí by mělo být zvýšeno v případech, kde je konstrukční minimální krytí, např. podle EN 1992, větší než výše uvedená hodnota minimálního nominálního krytí pro provádění, např. v důsledku specifických požadavků na trvanlivost v daném místě, o velikost tohoto rozdílu.

Minimální nominální krytí u dočasně pažených vrtů by mělo být také zvýšeno, jestliže jsou považovány podmínky pro tečení betonu za kritické, což může být případ důvodů, uvedených v odstavci 7.7.3 EN 1536:2010, tj. u pilot malých průměrů (< 0,6 m), kde je použit velký maximální rozměr zrna 32 mm, jestliže je uvážena zvýšená viskozita betonu, např. když je cement částečně nahrazen křemičitým úletem, nebo v měkké zemině.

V podrobném návrhu může být uvážěn dodatečný přídavek pro umožnění instalace armokoše do vytěženého prostoru (nebo do výpažnice).

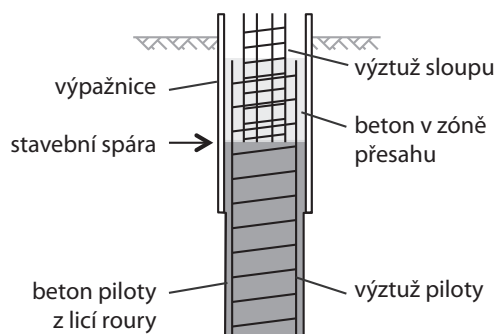
Mnozí projektanti se zdráhají použít velké krytí betonem, obávají se, že šířka trhliny na líci by mohla být nadměrná. Obavy nejsou na místě, protože šířka trhliny by měla být vypočtena v minimální pozici krytí, při uvážení betonu nad touto hodnotou jako přebytku (CIRIA Guide C580, ACI 350).

System pilota/sloup

U vrtaných pilot, kde je jednotlivá pilota použita jako podpora pro jednotlivý sloup, a kde se stykování mezi sloupem a pilotou vyskytne blízko vršku piloty, mohou představovat detaily spojení armokošů výzvu k proveditelnosti. Tento detail může být obzvláště přehuštený, když je použito stykování přesahem bez kontaktu a výztuž sloupu sestává ze samostatného armokoše uvnitř piloty, jak je znázorněno na obrázku F.1. Připojení kotevních šroubů přenosových stožárů, informačních sloupů nebo podobných konstrukcí mohou také vyústit do přehuštení tohoto typu. Pro betonáž licí rourou je mimořádně obtížné projít mezi dva armokoše, aniž by bylo zachyceno tekuté znečištění úplně na vršku piloty.

Nejúčinnějším řešením této situace je zajistit stavební spáru v místě pod stykováním, takže hlava piloty může být odbourána a beton ve stykovém spoji může být uložen za sucha jako konvenční stavební beton. Tento přístup vyžaduje použití úvodní výpažnice pro zajištění stabilního vytěženého prostoru nad stavební spárou. Povrch stavební spáry vyžaduje přípravu s odstraněním všeho cementového mléka, vody z krvácení nebo znečištěného betonu před uložením betonu do styku. V některých případech může být možné odstranit kapaliny a znečištěný beton v zóně styku a dokončit styk dokud beton zůstane zpracovatelný.

OBRÁZEK F.1: Detaily spoje vrtané piloty, použité pro podporu sloupu nadzemní konstrukce



ODKAZY

PŘEDPISY ACI		
ACI CT-13	ACI Concrete Terminology - An ACI Standard.	2013
ACI 211.1-91	Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (Reapproved 2009). ACI.	1991
ACI 301-10	Specifications for Structural Concrete. ACI.	2010
ACI 304R-00	guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete (Reapproved 2009). ACI.	2000
ACI 318-14	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. ACI.	2014
ACI 336.1-01	Specifications for the Construction of Drilled Piers. ACI.	2001
ACI 336.3R-13	Report on Design and Construction of Drilled Piers. ACI.	2013
ACI 350-06	Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary. ACI	2006
ACI 543R-12	guide to Design, Manufacture, and Installation of Concrete Piles. ACI.	2012
MEZINÁRODNÍ NORMY ASTM		
ASTM C143-15	Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete. ASTM Standard.	2015
ASTM C232-14	Standard Test Method for Bleeding of Concrete. ASTM Standard.	2014
ASTM C1602-12	Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete. ASTM Standard.	2012
ASTM C1610-14	Standard Test Method for Static Segregation of Self-Consolidating Concrete Using Column Technique. ASTM Standard.	2014
ASTM C1611-14	Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete. ASTM Standard.	2014
ASTM D6760-14	Standard Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing. ASTM Standard.	2014
ASTM D7949-14	Standard Test Method for Thermal Integrity Profiling of Concrete Deep Foundations. ASTM Standard.	2014
NORMY CEN		
EN 196-3:2005	Methods of testing cement – Part 3: Determination of setting. European Standard. CEN.	2005
EN 197-1:2011	Cement – Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements. European Standard. CEN.	2011
EN 206:2013	Concrete – Specification, performance, production and conformity. European Standard. CEN.	2013
EN 450-1:2012	Fly ash for concrete. Definition, specifications and conformity criteria. European Standard. CEN.	2012
EN 480-4:2005	Admixtures for concrete, mortar and grout. Test methods. Determination of bleeding of concrete. European Standard. CEN.	2005
EN 1536:2010	Execution of special geotechnical work – Bored piles. European Standard. CEN.	2010
EN 1538:2010	Execution of special geotechnical work – Diaphragm Walls. European Standard. CEN.	2010

ODKAZY

NORMY CEN POKRAČOVÁNÍ		
EN 1992-1-1:2004	Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1 1: General rules, and rules for buildings. European Standard. CEN.	2004
EN 1997-1:2004	Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules. European Standard. CEN.	2004
EN 12350-1 to -12	Testing fresh concrete – Parts 1 to 12. European Standard. CEN.	2000 to 2010
EN 13263-1:2005	Silica fume for concrete. Definitions, requirements and conformity criteria. European Standard. CEN.	2005
EN 15167-1:2006	Ground granulated blast furnace slag for use in concrete, mortar and grout. Definitions, specifications and conformity criteria. European Standard. CEN.	2006
EN ISO 9001:2015	Quality management systems. Requirements. European and International Standard. CEN + ISO.	2015
EN ISO 10414-1	Petroleum and natural gas industries – Field testing of drilling fluids (ISO 10414:2008)	2008
TR 16639	Use of k-value concept, equivalent concrete performance concept and equivalent performance of combinations concept. Technical report. CEN.	2014
JINÉ NORMY, PŘÍRUČKY A DOPORUČENÍ		
AASHTO PP58	Standard Specification for Static Segregation of Hardened Self-Consolidating Concrete (SCC) Cylinders.	2012
API RP 13B-1	Field testing for Water-Based Drilling Fluids. API Recommended Practice 13B-1. 4th edition, 3-2009.	2009
CIA Z17	Tremie Concrete for Deep Foundations. Recommended Practice, Concrete Institute of Australia. Australia.	2012
CIRIA C580	Embedded retaining walls – guidance for economic design. CIRIA. London. UK.	2003
CUR/COB report 231	Handboek diepwanden - Ontwerp en uitvoering [en: Handbook diaphragm walls – Design and execution]. Stichting CURNET, Gouda.	2010
DAFStb guideline on SCC	Selbstverdichtender Beton (SVB-Richtlinie). DAFStb. Beuth. Berlin. Germany.	2012
DFI Publication 74	Industry practice standards and DFI practice guidelines for structural slurry walls. Deep Foundations Institute.	2005
FHWA GEC10	Drilled Shafts: Construction Procedures and LRFD Design Methods. NHI Course No. 132014, Geotechnical Engineering Circular No. 10. D.A. Brown, J.P. Turner, R.J. Castelli. Publication No. FHWA-NHI-10-016. National Highway Institute, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington, D.C.	2010
ICE	The ICE Specification for piling and embedded retaining walls (by Institution of Civil Engineers), 2nd edition, Thomas Telford Publishing, London, UK.	2007
Merkblatt Weiche Betone	Weiche Betone. Betone mit Konsistenz \geq F 59. Inklusive ergänzender Klarstellungen. ÖBV. December 2009, Wien. Austria [en: guideline on Soft Concrete. Concrete with consistency equal or greater than F59 cm flow (tested acc. to EN 12350-5)].	2009
NF P94-I60-1	Auscultation d'un élément de foundation, partie 1: Méthode par transparence. AFNOR. Paris. France.	2000
Recommendations on Piling	(EA Pfähle). 2nd edition 2012. DGGT (Ed.). Wiley, Berlin. Germany.	2012
Richtlinie Bohrpfähle	Richtlinie Bohrpfähle. ÖBV. 2013, Wien, Austria [en: guideline on Bored Piles].	2013
Richtlinie Dichte Schlitzwände	Richtlinie Dichte Schlitzwände. ÖBV. 2013, Wien. Austria [en: guideline on Waterproof Cut-Off Walls].	2013

ODKAZY

OSTATNÍ PUBLIKACE		
Aitcin, P.-C., Flatt, R.J. (Ed.)	Science and Technology of Concrete Admixtures. Woodhead Publishing.	2015
Beckhaus K., Heinzelmann H.	Cross-Hole Sonic Integrity Testing for Bored Piles – A Challenge. Proceedings of the International Symposium on Non-Destructive Testing in Civil Engineering. NDT-CE 2015, Berlin	2015
Böhle B., Pulsfort, M.	Untersuchungen zum Fließ- und Ansteifverhalten von Beton bei der Herstellung von Bohrpfählen. 33. Baugrundtagung, 2014. DGGT, Berlin, Germany [en: Fluid and casing supported Execution of bored Piles and their effects on Concrete Flow Behaviour]	2014
Brown D., Schindler A.	High Performance Concrete and Drilled Shaft Construction. Contemporary Issues in Deep Foundation - Conference Proceedings. GeoDenver 2007, USA	2007
Dreux, G., Festa, J.	Nouveau guide du Béton et de ses constituants. Eyrolles, Paris, France [en: New guide on concrete and its constituents]	1998
Jones, A.E.K., Holt, D.A.	Design of laps for deformed bars in concrete under bentonite and polymer drilling fluids. Structural Engineer, vol. 82. London, UK	2004
Kosmatka S., et al	Design and Control of Concrete Mixtures. 14th Edition, Portland Cement Association. Skokie, IL, USA	2003
Lowke, D.	Sedimentationsverhalten und Robustheit Selbstverdichtender Betone (Segregation resistance and robustness of self-compacting concrete). Doctoral Thesis, Technical University of Munich	2013
Loukili A. (Ed.)	Les bétons auto-plaçants. Hermès Science, Lavoisier. Paris. France (en: self-consolidating concrete)	2011
Lubach A.	Bentonite cavities in diaphragm walls. Case studies, process decomposition, scenario analysis and laboratory experiments	2010
Neville A.M., Brooks, J.J.	Concrete Technology. Second Edition 2010, Pearson Education Ltd., UK	2010
Poletto R.J., Tamaro G.J.	Repairs of diaphragm walls, lessons learned. Proceedings of the 36th Annual Conference on Deep Foundations. DFI 2011, Boston, USA	2011
Puller M.	Deep Excavations: A Practical Manual (2nd Edition), Thomas Telford Publishing Ltd, London, UK	2003
Rupnow, T., Icenogle, P.	Comparison of Conventional and Self-Consolidating Concrete for Drilled Shaft Construction. Final Report 533. Louisiana Transportation Research Center . 2015	2015
Roussel N. (Ed.)	Understanding the Rheology of Concrete. Woodhead Publishing Ltd., UK	2012
Seitz J.M., Schmidt H.-G.	Bohrpfähle. Ernst & Sohn, Berlin, Germany (en: Bored Piles)	2000
Sellountou, A., et al	Thermal Integrity Profiling: A Recent Technological Advancement in Integrity Evaluation of Concrete Piles. Proceedings from the First International Conference, Seminar on Deep Foundations: Santa Cruz , Bolivia	2013
Spruit, R.	To detect anomalies in diaphragm walls. PhD thesis, Civil Engineering and Geosciences, TU Delft. PhD thesis, Technical University Delft, Civil Engineering and Geosciences. IPSKAMP drukkers, the Netherlands	2015
Torrenti J.M.	Du béton frais au béton durci. Techniques de l'Ingénieur, website (www.techniques-ingenieur.fr), France	2009
Turner M.J.	R144 Integrity testing in piling practice. Report. Construction Industry Research & Information Association (CIRIA), UK	1997
Tuthill, L., et al	Observations in Testing and Use of Water-Reducing Retarders. ASTM International.	1960
Wallevik O.H.	Rheology – A Scientific Approach to Develop Self-Compacting Concrete. Proceedings of the 3rd International Symposium on Self-Compacting Concrete. Reykjavik, Iceland.	2003
Yao S. X., Bittner R. B.	Underwater concrete in drilled shafts: the key issues and case histories. Contemporary Issue in Deep Foundation - Conference Proceedings, Geo-Denver 2007, USA	2007



EFFC/DFI Příručka doporučeného postupu pro betonáž hlubinných základů licí rourou

Vypracovala Pracovní skupina pro beton, ve spojení EFFC/DFI
Překlad Ing. Jindřich Řičica
Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT)
vydalo Informační centrum ČKAIT, s r. o., Sokolská 15, Praha 2,
jako 354. publikaci ČKAIT.
1. vydání
Odborná redakce: Ing. Renata Karasová
Grafická úprava a sazba: Michal Špatz
Tisk a knihařské zpracování: Nová tiskárna Pelhřimov, s.r.o., Krasíkovická 1787, Pelhřimov

Stran: 72

Praha, 2017

ISBN 978-80-87438-90-09

ASOCIACE DODAVATELŮ SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB



Cílem činnosti Asociace je podpora rozvoje metod speciálního zakládání ve všech oblastech použití

Řádní členové:

A-Z PREZIP, a. s.
AZ SANACE, a. s.
ČENĚK a JEŽEK, spol. s r. o.
GEO-ING Jihlava, spol. s r. o.
GEOINDUSTRIE, spol. s r. o.
GEOSTAV, spol. s r. o.
GKR ZAKLÁDÁNÍ, s. r. o.
HINTON, a. s. Divize zakládání staveb
KELLER-Speciální zakládání, spol. s r. o.
LENAKO, spol. s r. o.
PMK Drill, spol. s r. o.
PORR, a. s., Speciální zakládání staveb
PRAGIS, a.s., divize STAVEBNÍ SPECIALIZACE
SOLETANCHE Česká republika, s. r. o.
ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.
ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

Podpůrní členové:

DEUTSCHE LEASING ČR, spol. s r. o.
INTERMARKET, s. r. o.
PEMECA s. r. o.

ADSZS (Asociace Dodavatelů Speciálního Zakládání Staveb)
Mikulandská 2, Praha 1
Tel: 224 933 658, 224 933 658, 224 933 518, 224 933 518
Fax: 224 934 101
E-mail: secretary@adszs.cz
Kontakt: Irina Vařilová

www.adszs.cz

PILOTOVÉ ZAKLÁDÁNÍ

- > pilotové základy vrtané (až do hloubky 30 m) včetně technologie CFA (vrtání průběžným šnekem)
- > pilotové podzemní stěny, převrtávané pilotové stěny
- > hloubení šachet a hloubkových rýh do 12 m
- > zajištění stavebních jam a svahů
- > mikropiloty, zemní kotvy, mikrozápory, hřebíkování

Specializujeme se na zakládání staveb a pilotové založení. Společnost je vybavena moderními vrtnými soupravami CASAGRANDE, což umožňuje provádění zakládání i v mimořádně složitých geologických podmínkách.

Práce dodáváme včetně projektu speciálního zakládání a zaměření. Zajišťujeme také konzultační činnost pro investory a projektanty.

ŽELEZOBETONOVÉ PREFABRIKOVANÉ KONSTRUKCE

Provádíme dodávku a montáž železobetonových konstrukcí včetně projektu. Při řešení konstrukcí vycházíme z maximální snahy vyhovět vysokým nárokům na architektonické ztvárnění stavby s vynaložením co možná nejnižších nákladů při současném zajištění možnosti provádění díla nezávisle na ročním období. Konstrukční systémy doplňujeme vhodným obvodovým pláštěm - betonovými sendvičovými panely s hladkým nebo vymývaným povrchem.

- > halové konstrukce
- > vícepodlažní skelety budov
- > průmyslové stavby
- > sportovní stavby
- > stavby pro zemědělství

Za dobu působení společnosti jsme úspěšně dokončili řadu náročných projektů. Podívejte se na naše reference na www.azprezip.cz



Historie společnosti

Vznik stavební společnosti AZ SANACE a.s. se datuje k roku 1998.

Společnost úspěšně realizovala desítky staveb a projektů pro státní organizace, nadnárodní společnosti a další významné investory. Zkušenosti a technologické zázemí firmy dovoluje nabízet služby i v oboru speciálního zakládání staveb.

Ve spolupráci s firmou AZ Consult, spol. s r.o. úspěšně zajistí kompletní dodávku stavby od inženýrsko-geologického průzkumu, projektových a geologických prací, monitoringu, až po vlastní realizaci projektu do fáze kolaudace.

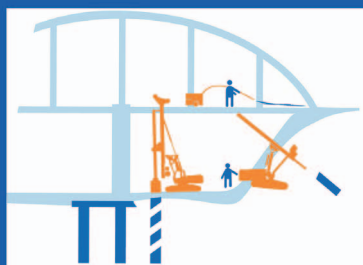


Spolupracujeme s ústeckou střední školou



Výrobní program

- **Speciální zakládání:** piloty, mikropiloty, zemní kotvy, štětové stěny, záporové pažení, výdřeva, stříkané betony (suchou i mokrou cestou), injektáže
- **Stavby HSV:** statické zajištění objektů, výstavba a rekonstrukce mostů a propustků, výstavba a rekonstrukce opěrných zdí, sanace betonových konstrukcí, sanace kamenných objektů
- **Vodohospodářské stavby:** protipovodňová ochrana, rekonstrukce vodních děl, revitalizace vodních toků, čištění odpadních vod
- **Skalní stavby:** sanace skal a svahů, dynamické bariery, realizace záchytných a ochranných sítí a plotů
- **Báňské stavby:** zajištění a likvidace starých důlních děl



AZ SANACE a.s.
Pražská 53/37
400 01 Ústí nad Labem

azsanace@azsanace.cz
www.azsanace.cz



www.cenekajezek.cz

Jsme jiní. I v zakládání staveb.



**SPECIÁLNÍ
ZAKLÁDÁNÍ**

**VELKOPRŮMĚROVÉ
PILOTY**



**SPECIÁLNÍ
ZAKLÁDÁNÍ**

MIKROPILOTY



**SPECIÁLNÍ
STAVEBNÍ PRÁCE**

**ZAJIŠTĚNÍ VÝKOPŮ
STŘÍKANÉ BETONY**



SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

VELKOPRŮMĚROVÉ PILOTY

Sortiment námi prováděných pilot zahrnuje průměry od 460 mm do 1 200 mm, nepažené piloty až do průměru 1 500 mm.

MIKROPILOTY

Mikropiloty jsou maloprofilové piloty do průměru 300 mm, které se do okolní zeminy upínají vysokotlakou injektáží kořene mikropiloty. Podle očekávaného namáhání se mikropiloty vystrojují ocelovými trubkami průměru 70–108 mm, případně několika pruty betonářské oceli. Používají se především v místech, kde jsou geologické poměry nevhodné pro vrtání velkopřůměrových pilot, nebo ve stísněných prostorách staveb.

SPECIÁLNÍ STAVEBNÍ PRÁCE

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM A SVAHŮ

Hřebíkování, mikrozápory, zápory a záporové stěny, zemní kotvy.

INJEKTÁŽE

Zpevňující injektáže v podzákladí staveb (mosty, opěrné zdi, historické objekty), těsnící injektáže v hrázích vodních děl.

STŘÍKANÉ BETONY

Stříkané betony provádíme jak na povrchu, tak v podzemí, zejména tam, kde nelze použít litý beton, ať z důvodů vysoké pracnosti bednění nebo pro nepřístupnost místa betonáže. Na přání zákazníka lze stříkané betony provést s hlazeným povrchem.

NA PEVNÝCH ZÁKLADECH

GEOINDUSTRIE s.r.o.

piloty ▶ mikropiloty ▶ zápory ▶ mikrozápory ▶ kotvy ▶ torkrety ▶ projektování



Strojní vybavení velkoprofil:

BAUER BG20, BG18, BG15
SOILMEC R312, VDW G1500

nepažené piloty D530 až 1 500 mm
pažené piloty D620 až 1 180 mm

Strojní vybavení maloprofil:

KLEMM Kr805, Kr702
CASAGRANDE C6, RPS, G800

svíslé i ukloněné mikropiloty
D95 až 250 mm



GEOSTAV

SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

SPOLEHLIVOST
FLEXIBILITA
KVALITA



GEOSTAV OTROKOVICE GEOSTAV spol. s r.o.

Objízdná 1897, 765 02 Otrokovice
T: +420 577 922 357
E: geostav@geostav.cz
www.geostav.cz

GEOSTAV SLOVAKIA GEOSTAV Slovakia s.r.o.

Továrenská 4069/44, 018 41 Dubnica nad Váhom
E: geostav@geostav.eu

SORTIMENT PRACÍ

- štětovnicové stěny a záporové pažení
- CFA vrtání průměru 400 – 1 200mm
- širokoprofilové vrtané piloty průměru 400 – 1 200mm
- pilotové základy PHS
- štěrkopískové konsolidační piloty
- těsnící jílocementové stěny sloužící k sanaci hrází
- zakládání a pažení v podmínkách snížené volné výšky
- sanace sesuvů a hrází
- ekologické a vodohospodářské stavby
- projektová činnost
- těžká dynamická penetrace

WWW.GEOSTAV.CZ



GKR ZAKLÁDÁNÍ s.r.o.

GKR ZAKLÁDÁNÍ s.r.o.

Dnes GKR ZAKLÁDÁNÍ s.r.o., do roku 2015 GKR TRANSPORT s.r.o., podniká v několika oblastech stavebnictví na českém trhu od roku 1998. Zpočátku byla naším hlavním zaměřením vnitrostátní nákladní doprava. V roce 2006 došlo k rozšíření poskytovaných služeb o zemní práce.

V roce 2015 byla na základě strategického rozhodnutí mateřské společnosti GKR HOLDING a.s. odkoupena divize speciálního zakládání společnosti Skanska a.s. To zahrnovalo jak nákup moderních speciálních technologií pro výkon této činnosti, tak převzetí kvalifikovaného a zkušeného týmu pracovníků. Tím jsme se zařadili mezi nejvýznamnější poskytovatele služeb speciálního zakládání v České republice a vytvořili společnost schopnou nabízet komplexní služby od dopravy přes demolicí, zemní práce až po samotné speciální zakládání staveb.

Společnost dále disponuje vlastním servisním zázemím pro opravy nákladních vozů a stavebních strojů, čerpací stanicí pohonných hmot v areálu provozovny a pískovnou, která zároveň slouží k ukládce odpadů.

Kontaktní a identifikační údaje

ZEMNÍ PRÁCE

Cechy

Ing. Václav Holenda
724 922 290
v.holenda@gkr.cz

SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ

Cechy

Ing. Tomáš Houska
737 255 589
t.houska@gkr.cz

SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ

Morava, Slovensko

Ing. Jan Krejzar
737 256 492
j.krejzar@gkr.cz

SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ

ČR, Slovensko

Pavel Chleborád
739 501 858
p.chleborad@gkr.cz

GKR ZAKLÁDÁNÍ s.r.o. / Kratochvílova 2659 / 413 01 Roudnice nad Labem / Tel.: +420 416 911 106 / E-mail: l.balkova@gkr.cz
IČ: 250 42 726 / DIČ: CZ25042726

www.gkr.cz



HINTON

STAVĚT NÁS BAVÍ

www.hinton.cz



Rekonstrukce ŽST Praha - Hostivař - 2014-2015
Záporové pažení dočasně kotvené

Pro Vaši stavbu odborně provedeme

horninové kotvy dočasné a trvalé
z lan nebo tyčí

zajištění stavební jámy

hřebíkové svahy

záporové pažení

mikropiloty

injektáže



LENAKO
S.R.O.
SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ STAVEB



Dálnice D8 - Řehlovice - 2016
Trvalé špramencové kotvy

LENAKO s.r.o.

Na Poříčí 1041/12, 110 00 Praha 1

www.lenako.cz

☎ 602 321 433 ✉ info@lenako.cz



- Kompletní zajištění stavebních jam
- Trysková injektáž
- Hlubkové vibrační hutnění
- Dočasné a trvalé kotvy
- Deep Soil Mixing
- Podzemní a štětové stěny, těsnicí clony
- Piloty vrtané, CFA, Mikropiloty
- Hřebíkování zemin
- Stříkané betony
- Injektáže, Soilfrac®
- Zpracování projektové dokumentace

KELLER - speciální zakládání, spol. s r.o.**www.kellergrundbau.cz**

Na Pankráci 30
140 00 Praha 4

Tel: +420 226 211 301

Fax: +420 226 211 300

E-mail: office.praha@kellergrundbau.cz

Kancelář Brno:

Vídeňská 120, 619 00 Brno

Tel: +420 547 424 381

Fax: +420 547 424 380

E-mail: office.brno@kellergrundbau.cz

Kancelář Zlín:

K Cihelně 246, 763 02 Zlín

Tel: +420 577 103 700

Fax: +420 577 103 800

E-mail: office.zlin@kellergrundbau.cz



Informace o společnosti PMK Drill s.r.o.

PMK Drill s.r.o.

Adresa: PMK DRILL s.r.o. DOBRONICKÁ 1256 148 00 - PRAHA 4 KUNRATICE

Telefon: +420 261 115 300

Fax: +420 261 115 301

Email: piloty@pmkdrill.cz

Web: www.pmkdrill.cz

Datum vzniku: 12. 9. 2005

IČO: 26980487

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Registrovaný kapitál (k datu 12. 9. 2005): 1 000 000 Kč

Počet zaměstnanců: 25

Procentuální podíl:

Ing. Zdeněk Novotný, obchodní podíl: 50 %

Josef Kopecký, obchodní podíl: 50 %

Management společnosti

Ing. Zdeněk Novotný – jednatel

Josef Kopecký – jednatel

Josef Kopecký – obchodní ředitel

tel: 602 128 646

kopecky@pmkdrill.cz

Ing. Zdeněk Novotný – výrobně technický ředitel

tel: 725 586 765

novotny@pmkdrill.cz

kancelář Praha:

PMK Drill s.r.o.

areál VIMBAU

Dobronická 1256

Praha 4 – Kunratice

Výrobní program:

Poradenská činnost a návrhy založení

Piloty a pilotové stěny převrtávané

Záporové stěny kotvené

Vrtané železobetonové hlavice včetně založení

Dále zajišťujeme: Realizaci mikropilot, mikrozápor, kotev, hřebíků, převázky, stříkané betony a podezdívky základů.

**Intelligentní
stavění
spojuje lidi.**



Pobočka Speciální zakládání staveb, člen Asociace dodavatelů speciálního zakládání staveb, Vám nabízí komplexní provedení prací speciálního zakládání staveb pro dopravní, inženýrské a pozemní stavby.

- Projekty speciálního zakládání a statiky stavebních konstrukcí
- Sanace sesuvů svahů
- Kompletní zajištění stavebních jam
- Podzemní konstrukční stěny, těsnicí stěny hloubené drapákem
- Předvrtávané pilotové stěny
- Vrtané piloty, piloty prováděné technologií CFA
- Mikropiloty, záporny
- Tyčové a lanové horninové kotvy dočasné/trvalé, hřebíky
- Injektáže hornin a stavebních konstrukcí
- Těsnicí clony
- Odvodňovací vrty - odvodnění stavebních jam a sesuvů
- HLV ražené piloty

PORR a.s. Jahodová 523 | 58 . 620 00 Brno
T +420 602 536 312 . zakladani@porr.cz
porr.cz

powered by **PORR**



PRAGIS a.s.
– divize Stavební specializace

Kontaktní údaje:

PRAGIS a.s. – divize Stavební specializace
Budovatelská 286
190 15 Praha 9 – Satalice

tel.: 283 086 101
e-mail: pragis@pragis.cz
www.pragis.cz



Předmětem činnosti divize je zejména provádění těchto prací:

- Velkopřůměrové vrty průměrů 630 mm až 2 000 mm pro piloty, zápory apod.
- Pilotové práce zvláštního zakládání objektů na velkopřůměrových pilotách
- Pilotové stěny kotvené i nekotvené, těsnící převrtávané pilotové stěny
- Záporové pažení stavebních jam, zajišťování svahů technologií tzv. „Berlínských stěn“ a podchycování stávajících objektů
- Mikropiloty, kotvy tyčové i lanové. Štětové stěny – beranění larssen trvalého i dočasného charakteru
- Provádění průvrtů v železobetonových konstrukcích do průměru 300 mm. Zámečnické práce

V rámci zakázek poskytujeme konzultace v oblasti zvláštního zakládání, vypracování nejvhodnějšího technického řešení s ohledem na ekonomické ukazatele a operativní zpracování realizační dokumentace.



SOLETANCHE Česká republika s.r.o.

K Třebonicům 100/34, 155 00, Praha 5
tel., fax: +420 271 745 212
soletanche@soletanche.cz | www.soletanche.cz

IČO: 43875637, DIČ: CZ43875637



SOLETANCHE

Provádíme veškeré metody speciálního zakládání staveb

TRYSKOVÁ INJEKTÁŽ

podchycování konstrukcí, pažení, těsnicí stěny

INJEKTÁŽE

těsnicí, výplňové

MIKROPILOTY

pažicí, základové

PILOTY

pažené, CFA, screwsol

ZLEPŠOVÁNÍ ZEMIN

dynamická konsolidace, šterkové pilíře, soil-mixing, vibroflotace

PODZEMNÍ STĚNY

pažicí, konstrukční, těsnicí,

ZEMNÍ KOTVY

pramencové i tyčové, trvalé i dočasné

SANACE ZNEČIŠTĚNÍ

těsnicí bariéry, reakční stěny, drenážní stěny

PROJEKTOVÉ PRÁCE

projektová dokumentace všech stupňů



A SUBSIDIARY OF



SOLETANCHE BACHY





Speciální zakládání

Podzemní a těsnicí stěny
Piloty včetně kalichů
Zápory, mikrozápory, mikropiloty
Kotvy a stříkané betony
Trysková injektáž
Beranění

Ekologické stavby

Těsnicí clony



www.zakladanigroup.cz

Generální dodávky staveb

Bytové domy
Realizace administrativních a
průmyslových staveb
Monolitické konstrukce
Vodohospodářské stavby

Vodní stavby

Protipovodňová opatření





ZAKLÁDÁNÍ STAVEB®



Metro V. A v Praze, stanice Motol trvale zajištěna kotvenou podzemní stěnou a záporovým pažením



Městský tunel v Karlsruhe v Německu, těžba podzemních stěn na Ettlinger Strasse

Váš spolehlivý partner

pro všechny typy staveb



Modernizace železniční trati Rokycany–Píseň, hlubinné zakládání na opěře nového mostu přes řeku Úslavu



Metro V. A v Praze, montážní šachta pro razicí štít TBM pažená převrtávanou pilotovou stěnou

Deutsche Leasing



Chcete Investovat? Hledáte spolehlivého partnera? Deutsche Leasing, člen skupiny německých spořitelenn Sparkassen, jedné z největších a nejsilnějších finančních organizací na světě, **je špičkou ve financování strojů a zařízení.**

Naším zákazníkům a dodavatelům nabízíme komplexní škálu služeb: od poradenství přes zajištění investice a řízení průběhu administrativního zpracování až po umožnění výhodného pojištění předmětu leasingu. Servis v nejvyšší kvalitě nabízíme i pro úvěrové kofinancování investic pořizovaných v rámci dotačních titulů.

Společně s námi najdete optimální finanční řešení pro Vaše investiční záměry.



Deutsche Leasing ČR, spol. s r.o.

Antala Staška 2027/79
140 00 Praha 4
Tel.: +420 267 228 111
Fax: +420 267 228 222
E-Mail: info@dlcr.cz
www.deutsche-leasing.cz

LEASING 
KREDIT 
VERSICHERUNG 

Deutsche Leasing Slovakia, spol. s r.o.

Prievozska 4B
821 09 Bratislava
Tel.: +421 257 789 211
Fax: +421 257 789 222
E-Mail: info@dlslovakia.sk
www.deutsche-leasing.sk



intermarket[®] s.r.o.

PRODEJ, SERVIS A PŮJČOVNA STROJŮ PRO SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ

Dodáváme osvědčené stroje a zařízení pro technologie speciálního zakládání přímo od předních světových výrobců, které zastupujeme: SOILMEC, ICE (DIESEKO GROUP), IHC HYDROHAMMER, MECBO, DAWSON (DCP), TAETS, TURBOSOL a vrtné a servisní soupravy pro hlubinné vrtání DRILLMEC.

PŮJČOVNA STAVEBNÍCH STROJŮ

Půjčujeme stroje (i s obsluhou) z našeho parku: zejména vrtné soupravy SOILMEC, beranidla ICE, BSP, DAWSON, čerpadla betonů a kalů, ale i další techniku a zařízení podle přání a dohodnutých podmínek.

AUTOMATICKÉ PARKOVACÍ DOMY

TREVI PARK[®]



INTERMARKET s. r. o.
K Třebonicům 1074, 155 11 Praha 5 - Řeporyje,
tel.: +420 261 102 405, e-mail: intermarket@intermarket.eu

www.intermarket.eu



PRODEJ, SERVIS A PŮJČOVNA STROJŮ PRO SPECIÁLNÍ ZAKLÁDÁNÍ

Dodáváme osvědčené stroje a zařízení pro technologie speciálního zakládání přímo od předních světových výrobců, které zastupujeme: SOILMEC, ICE (DIESEKO GROUP), IHC HYDROHAMMER, MECBO, DAWSON (DCP), TAETS, TURBOSOL a vrtné a servisní soupravy pro hlubinné vrtání DRILLMEC.

PŮJČOVNA STAVEBNÍCH STROJŮ

Půjčujeme stroje (i s obsluhou) z našeho parku: zejména vrtné soupravy SOILMEC, beranidla ICE, BSP, DAWSON, čerpadla betonů a kalů, ale i další techniku a zařízení podle přání a dohodnutých podmínek.

AUTOMATICKÉ PARKOVACÍ DOMY

TREVI PARK[®]



INTERMARKET s. r. o.
K Třebonicům 1074, 155 11 Praha 5 - Řeporyje,
tel.: +420 261 102 405, e-mail: intermarket@intermarket.eu

www.intermarket.eu

intermarket[®] s.r.o.

jsme:

DODAVATEL STROJNÍHO VYBAVENÍ PRO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

zastupujeme:

CASAGRANDE maloprofilové a velkoprofilové vrtací soupravy

vibrační beranidla **FAYAT PTC**

CIMA METAX injektážní centra, vysokotlaké pumpy pro tryskovou injektáž

hydraulické vrtací soupravy pro geologický průzkum **MASSENZA**

MOVAX beranidla s postranní svěrou, hydraulická kladiva, vrtací hlavy

hydraulická kladiva **BSP**

zajišťujeme:

ZÁRUČNÍ A POZÁRUČNÍ SERVIS

VČETNĚ ZAŠKOLENÍ OBSLUHY A UVEDENÍ STROJE DO PROVOZU

TECHNICKÁ ŠKOLENÍ PŮJČOVNU STROJŮ

VÝHRADNÍ ZASTOUPENÍ PRO
ČESKOU REPUBLIKU A SLOVENSKOU REPUBLIKU

 **pemecca**



WWW

KONTAKTNÍ ÚDAJE:

TEL: (+420) 722 162 877
EMAIL: M.KUBES@PEMECCA.CZ
WEB: WWW.PEMECCA.CZ



KONTAKT

