



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební
Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb

1

BW051

Technologie stavebních prací 1

6. téma

Ing. Pavel Liška, Ph.D.



Harmonogram přednášek

1. Úvod do vědního oboru technologie staveb.
2. Procesy zemních prací.
3. Procesy zakládání staveb.
4. Bednění betonových konstrukcí.
5. Procesy vyztužování železobetonových konstrukcí.
- 6. Betonářské procesy.**
7. Zdící procesy.
8. Montáž dřevěných konstrukcí a objektů.
9. Zřizování obvodových plášťů budov.
10. Provádění klempířských prací.
11. Provádění skládaných střešních plášťů.
12. Provádění střešních plášťů na plochých střechách.

Beton

- ✓ Beton – materiál ze směsi cementu, hrubého a drobného kameniva a vody s přísadami, příměsemi, s vlákny nebo bez nich, který získá své vlastnosti hydratací cementu,
- ✓ čerstvý beton – beton který je zcela zamíchán a je v takovém stavu, který umožňuje jeho zhutnění zvoleným způsobem,
- ✓ ztvrdlý beton – beton, který je v pevném stavu a má již určitou pevnost.

Betony dle způsobu zpracování

- ✓ Čerpaný beton – na místo spotřeby čerpadly, vhodná konzistence – S1, S2, zlepšení čerpatelnosti použitím plastifikátorů,
- ✓ litý beton – řídká konzistence (F1 až F4), lije se do bednění pro tenkostěnné hustě vyztužené konstrukce,
- ✓ samozhutnitelný beton – umožňuje vyrobit betonovou konstrukci bez hutnění. Extrémně vysoká pohyblivost = tekutost, vyplní prostor a sám se vyrovná do roviny. Během ukládání z něj unikne vzduch,
- ✓ proteplovaný beton – urychlování tvrdnutí při výrobě prefabrikátů, u monolitů v zimním období nebo u krátkých lhůt. Ohřev horkým vzduchem nebo párou, nebo ohřevem bednění, nebo ohřevem elektrickým proudem mezi elektrodami. Mohou se ohřívat i jen jednotlivé složky – kamenivo, voda. Teplota při plnění autodomíchávačů je 60 stupňů,
- ✓ provzdušněný beton – přidávání provzdušňovacích přísad, jenž vytvoří malé vzduchové bublinky. Lepší trvanlivost a odolnost proti střídavému zmrazování a rozmrazování).

Betony dle způsobu zpracování

- ✓ Stříkaný beton – směs cementu a kameniva se promísí, pak se suchá směs žene vzduchem hadicí nebo potrubím k trysce, kde se promísí s rozprášenou vodou a prudce se vrhá na místo uložení. V trysce obvykle přísady pro urychlování tvrdnutí cementu. Zejména pro tenkostěnné konstrukce (velké sklony, stěny tunelů...),
- ✓ prolíváný beton – betonáž odděleným způsobem: do zhutněného kameniva v bednění se zespodu nebo shora vhání tekutá cementová malta injektážním způsobem pod tlakem (omezené prostory, pod vodou, opravy, sanace...),
- ✓ vakuovaný beton – částečné odsátí vzduchu a přebytečné vody ze zhutnělého čerstvého betonu pod tlakem 40 – 70 kPa v odsávaném prostoru. Část bednění se nahradí vakuačním štítem. Odsává se jen 10 – 15 % záměsové vody.

Beton dle hmotnosti

- ✓ Obyčejný beton – objemová hmotnost po vytvrzení větší než $2\,000\text{ kg/m}^3$,
- ✓ lehký beton – objemová hmotnost po vytvrzení nižší než $2\,000\text{ kg/m}^3$ (je vyráběn buď zcela nebo z části s použitím pórovitého kameniva),
- ✓ těžký beton – objemová hmotnost po vytvrzení větší než $2\,800\text{ kg/m}^3$.

Složky betonu

- ✓ Cement
- ✓ Kamenivo
- ✓ Záměsová voda
- ✓ Přísady
- ✓ Příměsi

Cement

- ✓ Dle ČSN EN 197-1 ed. 2 „Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití “ rozeznáváme 5 druhů cementů:
 - CEM I : Portlandský cement,
 - CEM II: Portlandský cement směsný,
 - CEM III: Vysokopecní cement,
 - CEM IV: Pucolánový cement,
 - CEM V: Směsný cement.
- ✓ Normalizovaná pevnost cementu v tlaku dle ČSN 196-1 „Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti:
 - třída 32,5;
 - třída 42,5;
 - třída 52,5.
- ✓ Podle rychlosti vývoje počátečních pevností:
 - N – normální, R – rychlý, L – pomalý.

Cement

Výběr druhu a množství cementu ovlivňuje výsledné vlastnosti, zvýšení množství zlepšuje pevnost, mrazuvzdornost, vodotěsnost betonu a odolnost výztuže proti korozi. Na druhou stranu roste vývin hydratačního tepla, zvětšuje se smršťování betonu, klesá modul pružnosti betonu a jeho dotvarování.

Pevnostní třída	Pevnost v tlaku [MPa]				Počátek tuhnutí [minut]
	Počáteční pevnost		Normalizovaná pevnost		
	2 dny	7 dnů	28 dnů		
32,5 N	---	≥ 16,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 R	≥ 10,0	---			
42,5 N	≥ 10,0	---	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60
42,5 R	≥ 20,0	---			
52,5 N	≥ 20,0	---	≥ 52,5	---	≥ 45
52,5 R	≥ 30,0	---			

Kamenivo

- ✓ Hutné kamenivo – s objemovou hmotností zrn 2 000 až 3 000 kg/m³,
- ✓ pórovité kamenivo – zrna s pórovitou strukturou s objemovou hmotností do 2 000 kg/m³,
- ✓ těžké kamenivo – s objemovou hmotností zrn větší než 3 000 kg/m³.

Kamenivo musí vyhovovat ČSN EN 12 620 + A1 „Kamenivo do betonu

Kamenivo tvoří přibližně $\frac{3}{4}$ objemu betonu. Je to přírodní nebo umělý zrnitý materiál anorganického původu, který tvoří kostru betonu.

Kamenivo musí být dostatečně pevné, mít vhodný tvar (kulovitá zrna, nevhodná jsou zrna plochá a jehlicovitá), mít vhodnou granulometrii (podíl zrn jednotlivých rozměrových skupin) a být čisté (nesmí obsahovat hlinité příměsi a humusovité látky nad přípustnou hranici).

Nelze používat kamenivo zvětralé a znečištěné škodlivinami, jako jsou např. odplavitelné a organické látky, sloučeniny síry, jílovité částice v hrudkách, slída a látky vyvolávající alkalické rozpínání.

Kamenivo

- ✓ Dle velikosti zrn se třídí na řadu frakcí (tyto frakce jsou nepoužívanější):
 - 0 – 4 mm,
 - 4 – 8 mm,
 - 8 – 16 mm,
 - 16 – 22 mm,
 - 16 – 32 mm.
- ✓ Volba maximálního zrna kameniva se volí dle:
 - tloušťky konstrukce,
 - vzdálenosti prvků výztuže,
 - velikosti krytí výztuže.

Voda

- ✓ **ČSN EN 1008** „Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu”,
- ✓ pro hydrataci cementu je třeba cca 25 % vody z hmotnosti cementu,
- ✓ množství vody v čerstvém betonu se hodnotí vodním součinitelem w , poměrem vody a cementu, běžně 0,4 – 0,7. Vodní součinitel – w je poměr hmotnosti efektivního obsahu vody k hmotnosti cementu v čerstvém betonu. Efektivním obsahem vody se rozumí rozdíl mezi veškerou vodou obsaženou v čerstvém betonu a vodou absorbovanou na povrchu a v pórech zrn kameniva,
- ✓ voda umožňuje hydrataci, čímž se vytvářejí pevné vazby mezi jednotlivými kamennými zrny a současně umožňuje takovou pohyblivost betonu, aby se dal dobře zpracovat – zhutnit,
- ✓ voda nevázaná v hydratačních produktech se vypařuje, proto beton v průběhu tvrdnutí ošetřujeme vlhčením, aby mohla pokračovat hydratace cementu. Voda ošetřovací je stejně důležitá jako záměsová, proto nutno hlídat kvalitu.

Přísady

- ✓ Chemickým nebo fyzikálním účinkem upravují některé vlastnosti čerstvého betonu a betonu,
- ✓ obvykle se dávkuje do 5 % z hmotnosti cementu,
- ✓ plastifikační a ztekucující přísady pro zlepšení zpracovatelnosti a čerpatelnosti čerstvého betonu, k dodržení nebo snížení množství záměsové vody bez zhoršení zpracovatelnosti, k možnému snížení dávky cementu,
- ✓ provzdušňovací přísady pro betony vystavené mrazu nebo rozmrazovacím solím,
- ✓ zpomalující nebo urychlující přísady k ovlivnění počátku doby tvrdnutí při extrémních teplotách nebo u speciálních požadavků na technologii,
- ✓ přísady zvyšující voděodolnost.

Příměsi

- ✓ Příměsi jsou práškovité anorganické látky přidávané do betonu za účelem zlepšení některých vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu (zpracovatelnost, hutnost, pevnost a trvanlivost),
- ✓ popílký, mletá struska, přírodní moučky (bentonit, křemelina), silika (křemičité úlety), barevné pigmenty, disperze plastů.

Vzduch

- ✓ Zlepšuje soudržnost, pohyblivost a zpracovatelnost čerstvého betonu,
- ✓ ve ztvrdlém betonu ovlivňuje jeho hutnost a pevnost,
- ✓ zvyšuje mrazuvzdornost pokud objem vzduchu v kulovitých pórech velikosti 0,05 – 0,25 mm dosahuje 4 – 6 % objemu.

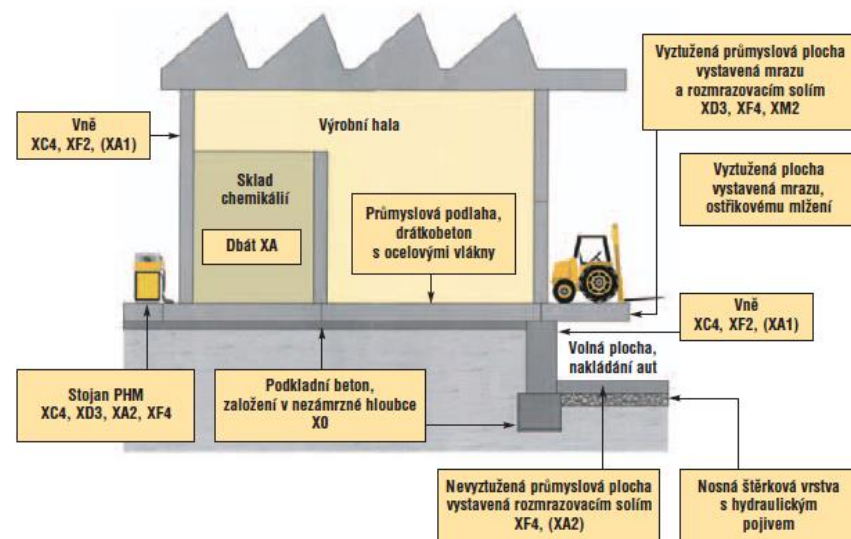
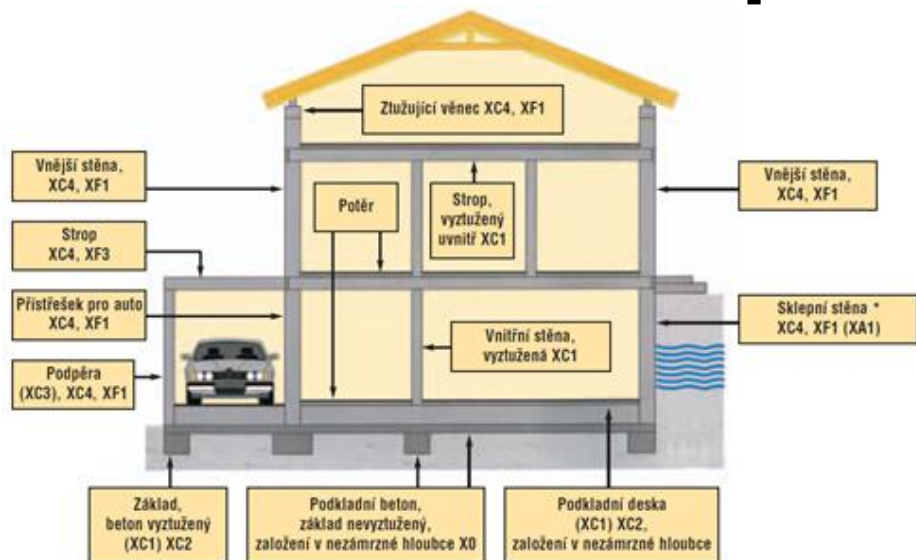
Požadavky na beton

- ✓ Pevnostní třída betonu v tlaku,
- ✓ druh a třída cementum
- ✓ stupeň vlivu prostředí,
- ✓ kategorie obsahu chloridů,
- ✓ konzistence,
- ✓ vodní součinitel,
- ✓ speciální vlastnosti (přísady, příměsi),
- ✓ požadavky na kamenivo, maximální mez frakce kameniva,
- ✓ požadavky na teplotu čerstvého betonu.

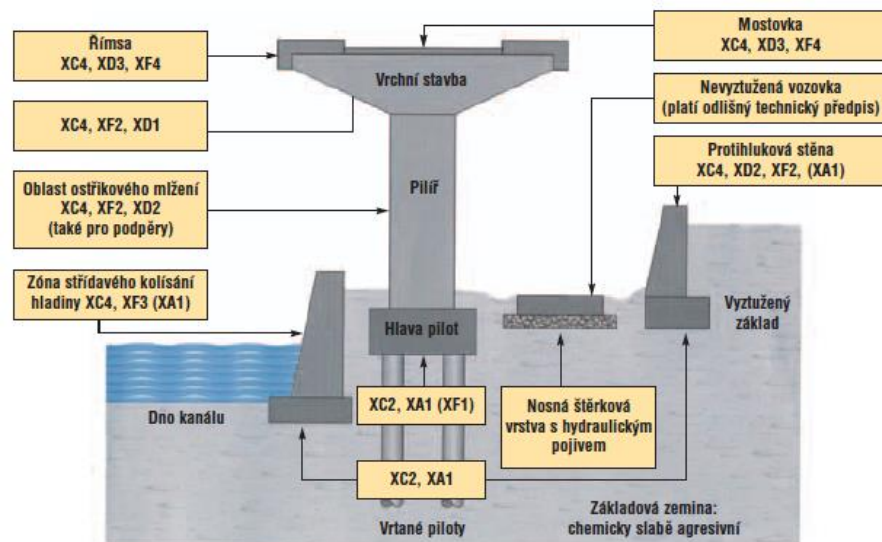


Další návrhové parametry, které by měl projektant specifikovat: např. průnik vody povrchem betonu nebo modul pružnosti.

Stupeň vlivu prostředí – informativní příklady



- ✓ Bez nebezpečí koroze nebo narušení (X0),
- ✓ koroze vlivem karbonatce (XC1 – XC4),
- ✓ koroze vlivem chloridů ne však z mořské vody (XD1 – XD3),
- ✓ koroze vlivem chloridů z mořské vody (XS1 – XS3),
- ✓ střídavé působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly) (XF1 – XF4),
- ✓ chemické působení (XA1 – XA3).



Betonárka (výroba betonu mimo staveniště)

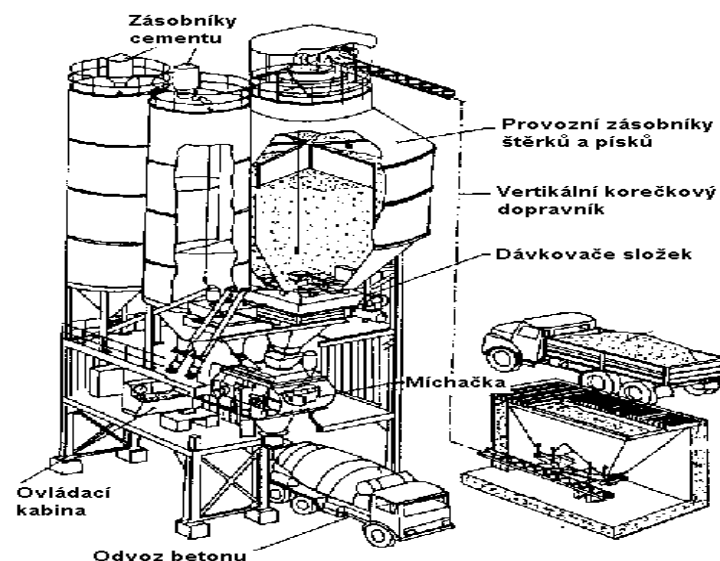
zásobovací síla s cementem

míchací věž



zásobníky různých frakcí kameniva

Čerstvý beton je vyroben dle platné normy. Za kvalitu betonu odpovídá betonárka, která ho bude dovážet na stavbu. Zároveň dodá certifikát kvality betonu a výsledků kvalitativních zkoušek.



Staveništní výroba betonu

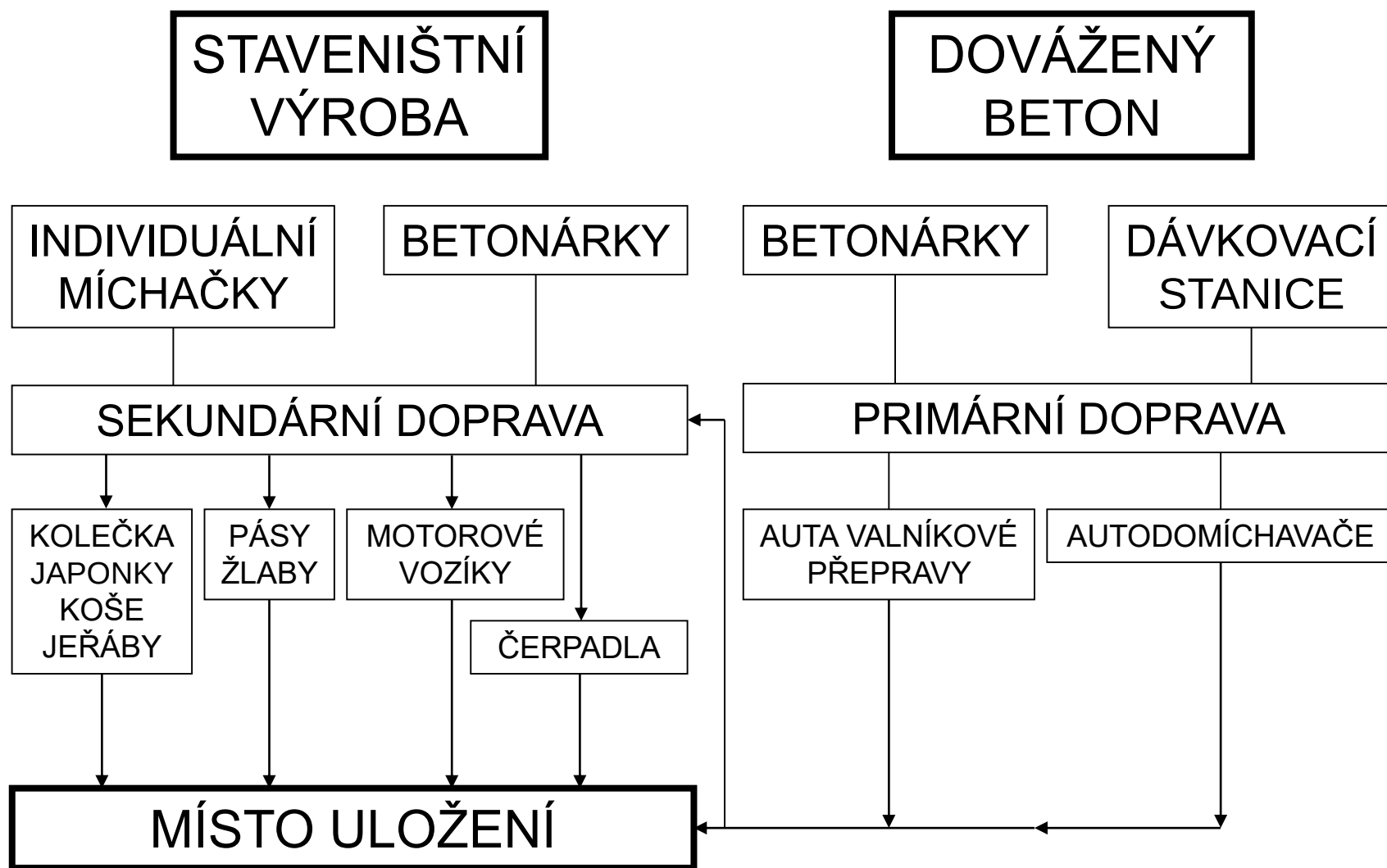
Staveništní betonárny jsou využívány jen u velkých staveb, dnes málo používané. Využití především při realizaci dopravních staveb.

Sekundární výroba:

- ✓ míchačky s otáčivým bubnem,
- ✓ míchačky s nepohyblivým bubnem.



Doprava čerstvého betonu



Stroje pro dopravu čerstvého betonu

- ✓ Doprava primární – z výroby na staveniště:
 - Automobilová (auta, vanové přepravníky),
 - autodomíchačem.



Autodomíchávač

Dopravní prostředek s domíchávacím zařízením a s vlastním pohonem, který během dopravy udržuje čerstvý beton v požadovaném stavu a složení.

Parametry	objem bubnu 4 m³	objem bubnu 7 m³	objem bubnu 9 m³
rozvor (mm)	3 700 + 1 320	3 550 + 1 355	1 940 + 2 360 + 1 355
hmotnost (kg)	23 400	26 000	32 000
délka (mm)	8 670	8 810	9 200
šířka (mm)	2 500	2 500	2 500
výška (mm)	3 500	3 810	3 780

Přeprava práškového a sypkého materiálu



Dodací list pro čerstvý beton

- ✓ Identifikace betonárny,
- ✓ datum a čas naplnění míchačky,
- ✓ identifikace dopravního prostředku,
- ✓ identifikace odběratel,
- ✓ název a místo staveniště,
- ✓ množství betonu,
- ✓ čas dodání a zahájení vyprazdňování čerstvého betonu,
- ✓ čas ukončení vyprazdňování.

Doprava čerstvého betonu

✓ Doprava sekundární – po staveništi:

➤ horizontální:

- bez přeložení,
- s přeložením:
 - ❖ gravitační (ručně, žlaby či potrubím),
 - ❖ potrubní:
 - doprava čerpadly (rotační, pístové),
 - tlakovzdušná,
 - ❖ pásová,

➤ vertikální:

- jeřábová,
- čerpadly,
- pásová.

**Pomocná
sekundární
doprava –
kolečka japonky
či motorová
vozítka**



Gravitační doprava

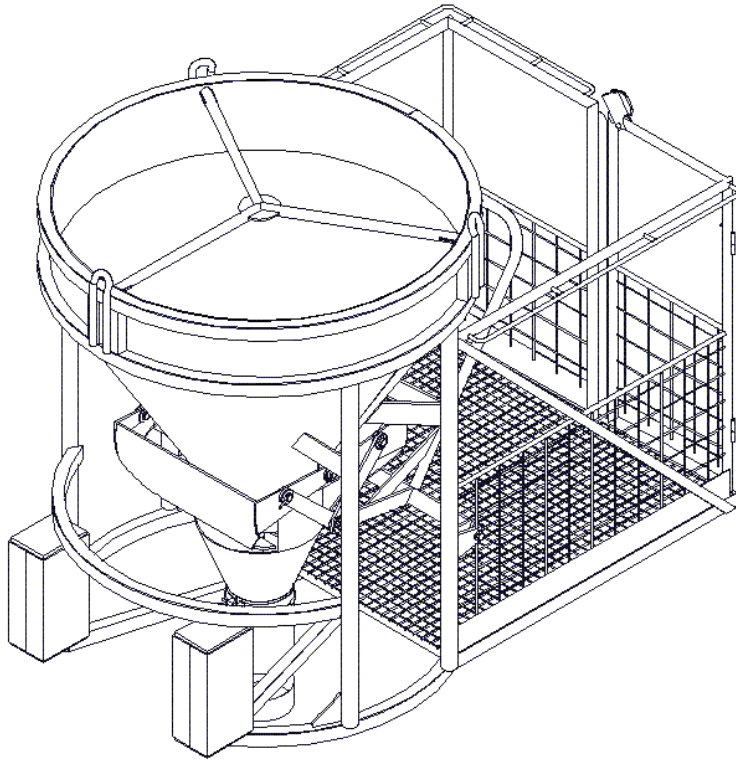


Žlaby a skluzy: sklony 30 až 60°
pro měkké až tekuté směsi, nebo
uzavřené (roury) o min. průměru 110
mm

Pásový dopravník



Ukládání čerstvého betonu pomocí betonovacího koše



Objemy: 300, 500, 1 000, 1 500, 2 000 l

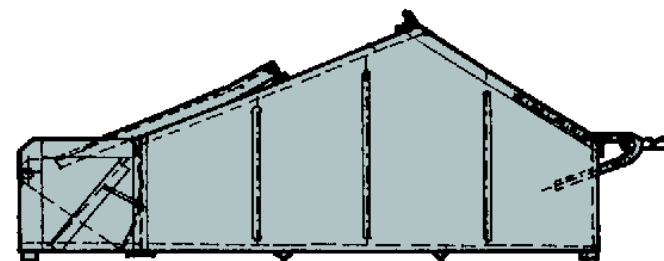
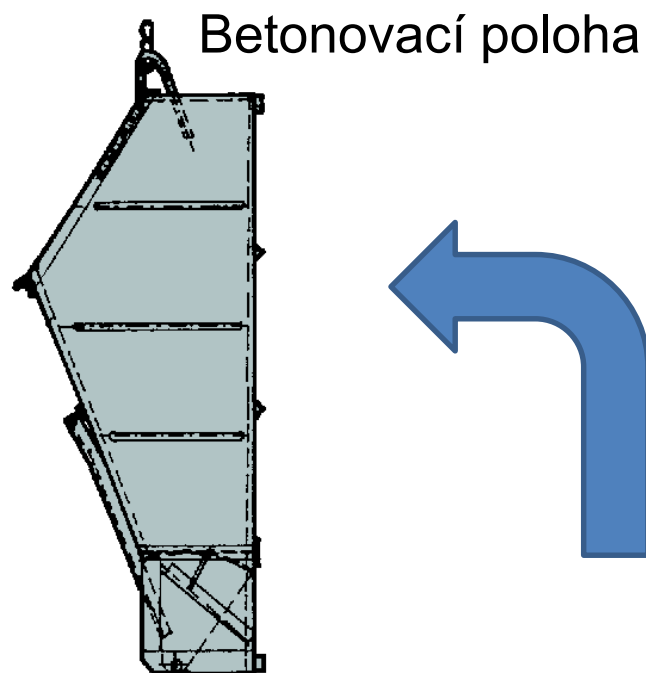
Příslušenství: rukáv pro ukládání
čerstvého betonu

Dle objemu nutno uvažovat s vahou betonovacího koše pro dimenzování navrhované nosnosti jeřábu či autojeřábu v souvislosti s místem plnění košů a ukládání betonu do konstrukcí (vyložení ramene).

Transport betonovacím košem – překládání

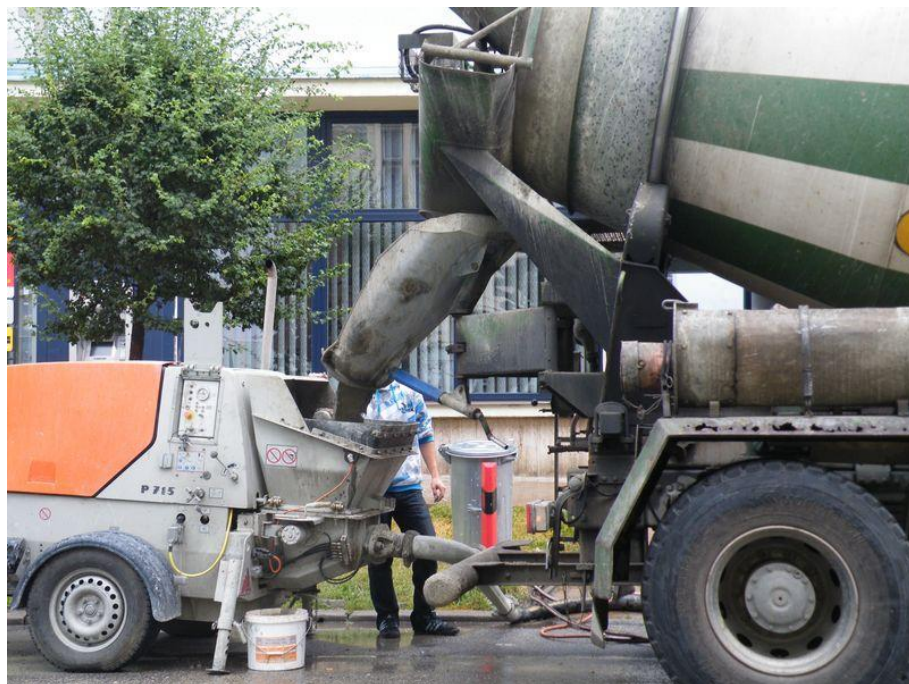


Ležatý kontejner na beton



Plnicí poloha

Čerpadla

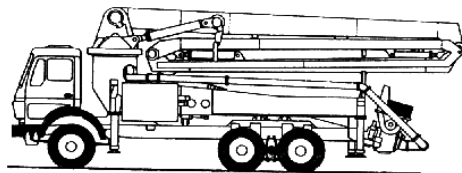
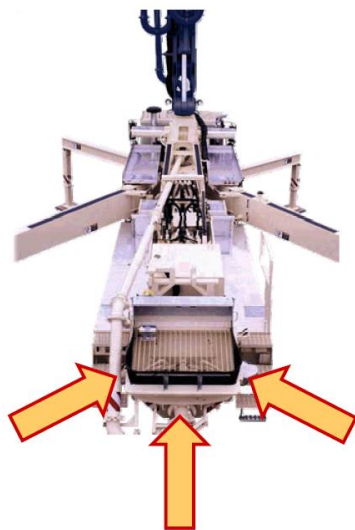


Technický parametr	Hodnota
Pumpa	2-pístová s hydraulickým pohonem
Výkon	17,3 m ³ /h, 70 bar
Motor	3-válec, 34,5 kW
Rozměry	4 200/1 510/1 600mm
Kamenivo	16 mm
Hmotnost	1 850 kg

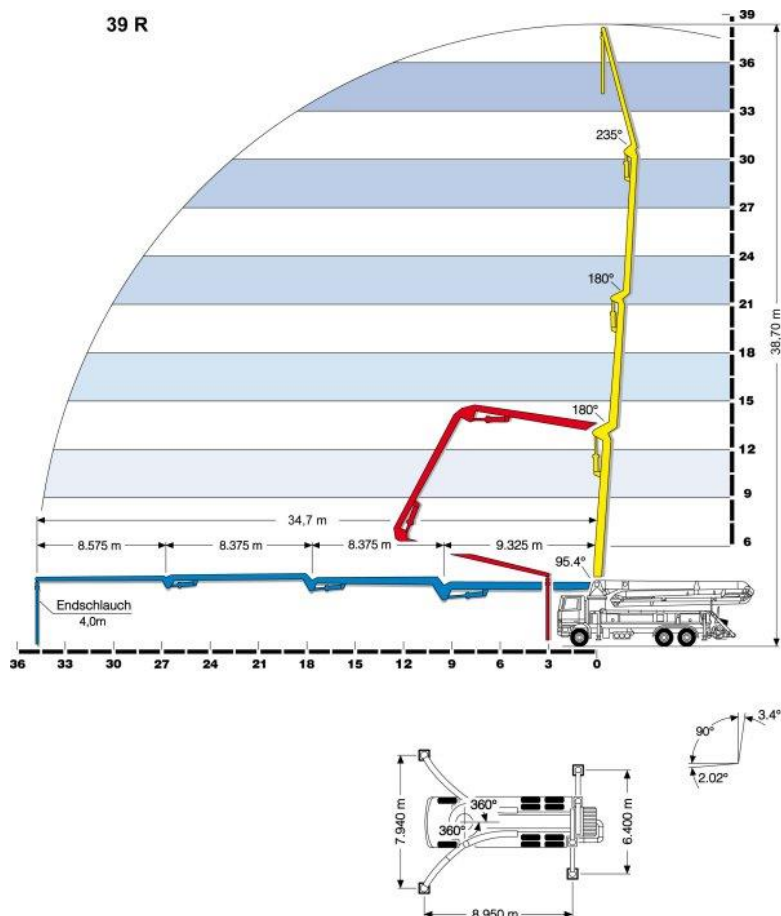


Autočerpadla

- ✓ Hydraulická pístová a výložníky
- ✓ Hydraulická rotorová
- ✓ Pneumatická



Autočerpadla – příklad



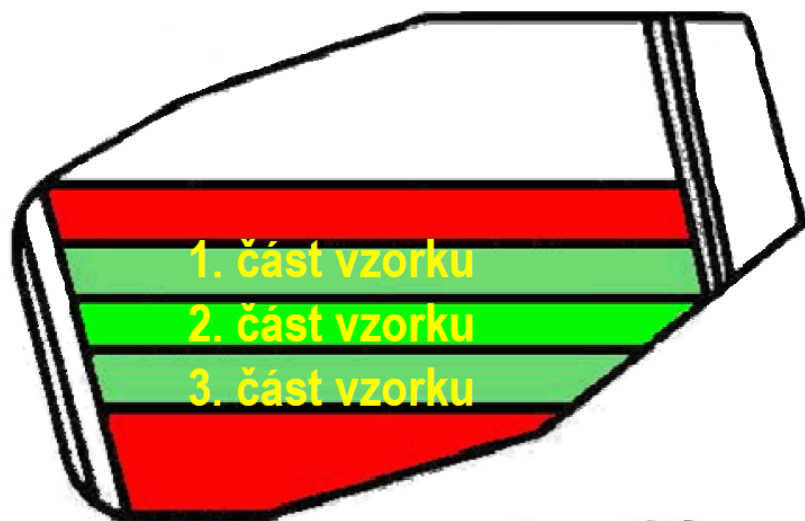
Parametr	Jednotka	Hodnota
Vertikální dosah	(m)	38,7
Horizontální dosah*	(m)	34,7
Skládání výložníku	-	R
Počet ramen	-	4
Dopravní potrubí	-	DN 125
Délka koncové hadice	(m)	4
Pracovní rádius otoče	°	2x360°
Zaparkování podpěr - přední	(m)	7,94
Zaparkování podpěr - zadní	(m)	6,40
Dopravované množství	(m ³ /h)	až 163
Tlak betonu max.	(bar)	85

* od osy otoče výložníku

Zkoušení betonu

- ✓ Zkoušení čerstvého betonu:
 - obsah vzduchu,
 - viskozita, schopnost průtoku, odolnost proti segregaci,
 - obsah cementu a vodní součinitel,
 - obsah vláken.
- ✓ Zkoušení ztvrdlého betonu:
 - pevnost v tlaku,
 - pevnost v příčném tahu,
 - pevnost v tahu ohybem,
 - objemová hmotnost,
 - odolnost vůči průsaku vody,
 - odolnost proti ohni.

Odběr vzorků (ČSN EN 12350-1)



Při odběru z automíchače se musí vyloučit začátek a konec vyprazdňování kde se může projevit **extrémní segregace**.

Vzorek obvykle obsahuje nejméně tři dílčí vzorky odebrané z míst stejnoměrně rozmístěných z množství betonu, který je vzorkem reprezentován.

Dílčí vzorky se musí ihned dát na čistý povrch a musí se nejméně 3x promíchat lopatou, lopatkou nebo zednickou lžící

Vzorky čerstvého betonu musí být chráněny proti přidání nebo ztrátě vody, proti nadměrným teplotám a rozměšování.

Objem vzorku musí být nejméně 1,5 násobek množství potřebného pro zkušební tělesa nebo pro provedení zkoušek čerstvého betonu.

Klasifikace konzistence

Konzistence čerstvého betonu vyjadřuje odpor proti přetváření:

✓ Metody:

- klasifikace podle sednutí kužele (S1 – S5) – ČSN EN 12350-2,
- klasifikace podle Vebe (V0 – V4) – ČSN EN 12350-3,
- klasifikace podle zhutnitelnosti (C0 – C3) – ČSN EN 12350-4,
- klasifikace podle rozlití (F1 – F6) – ČSN EN 12350-5.



▲ Sednutí kužele



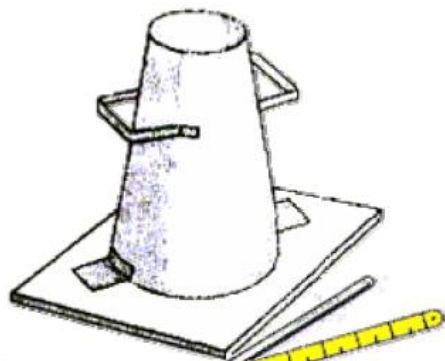
▲ Vebe



▲ Rozlití kužele

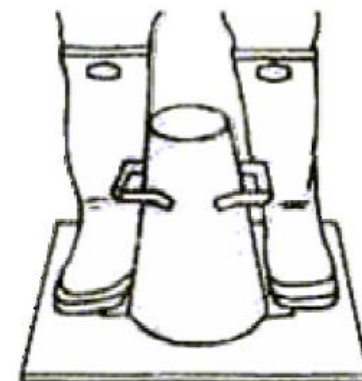
Zkouška sednutím (ČSN EN 12350-2)

Vybavení ke zkoušce



◀ zkušební kužel
s podložkou
(300mm vysoký zúžení
z $\varnothing$ 200 na $\varnothing$ 100 mm
podložka čtverec
450 mm)

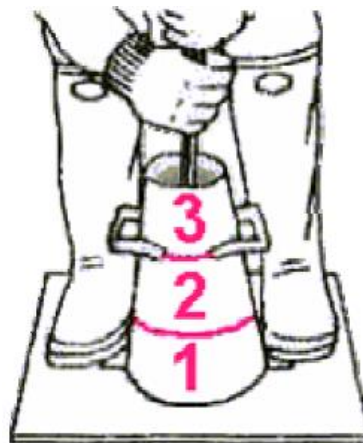
Forma se
vyčistí a
navlhčí, položí
se na tuhý a
nenasákavý
podklad. ▶



◀ metr

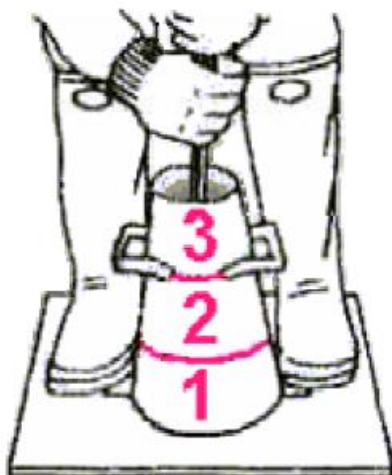


◀ vědra
malá lopatka
hadr



◀ Forma se plní po
třech stejně vysokých
vrstvách, každá vrstva
se zhutňuje 25 vpichy
propichovací tyčí
rovnoměrně
rozloženými po ploše
formy.

Zkouška sednutím (ČSN EN 12350-2)

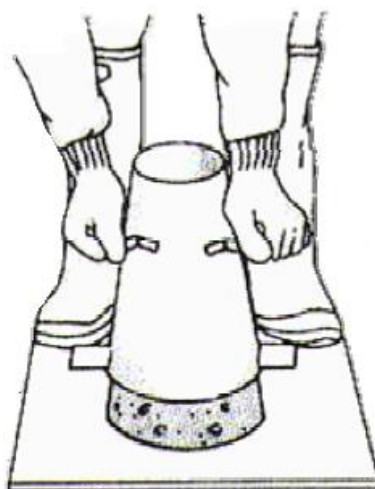
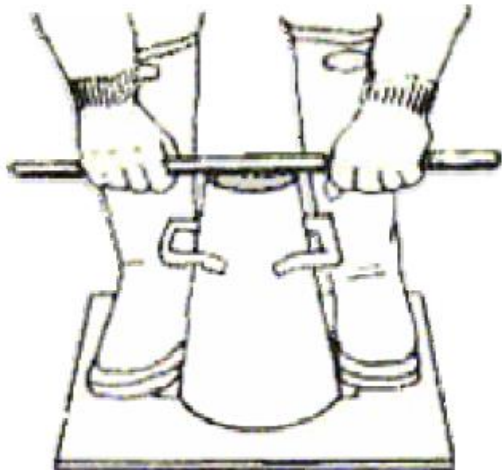


◀ Spodní vrstva se propichuje na celou tloušťku.

Druhá a horní vrstva se propichuje na celou tloušťku tak, aby vpich jen zasahoval do nižší vrstvy.

Při plnění poslední vrstvy se beton doplňuje aby byl stále nad horním okrajem formy.

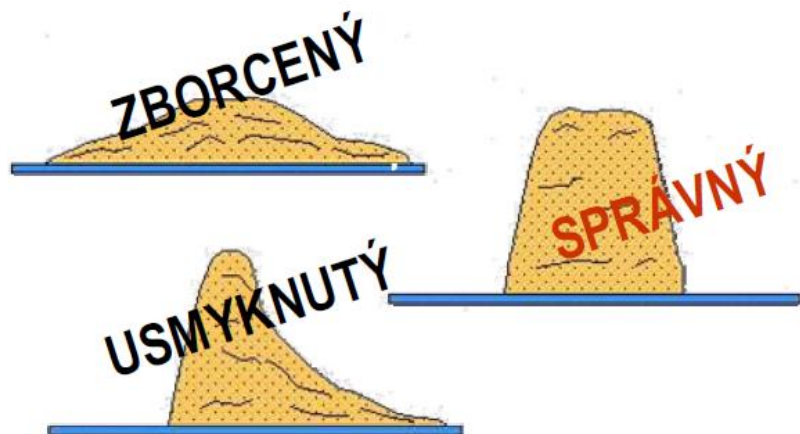
Po skončení propichování se odstraní přebytečný beton. Podkladní deska se očistí.



◀ Forma se opatrně zvedne. Zvedání musí probíhat rovnoměrně během **2 až 5 sekund**.

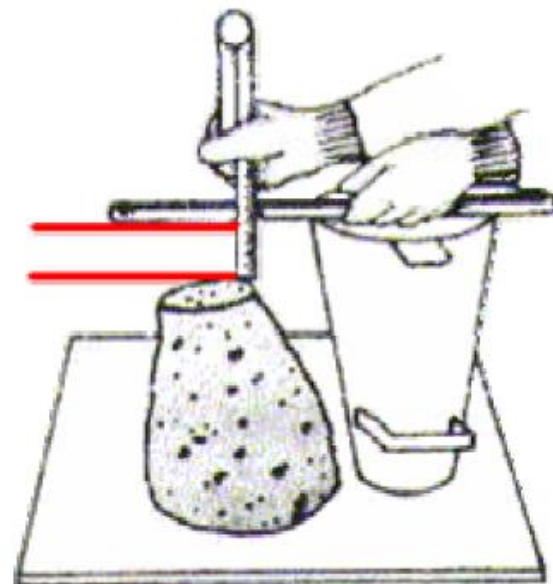
Celá zkouška od začátku plnění až po zvednutí trvá **150 sekund bez otáčení svisle nahoru**.

Zkouška sednutím (ČSN EN 12350-2)



◀ Pokud kužel nemá správný tvar, opakujte zkoušku s další částí zkušebního vzorku!

Položte propichovací tyč přes otočenou formu. Změřte vzdálenost mezi vrcholem kužele a spodkem tyče (s přesností na 5 mm). ►



Zkoušení pevnosti

Pevnostní třídy betonu (obyčejný, těžký) v tlaku:

C 8/10, C 12/15, C 16/20, C 20/25, C 25/30, C30/37, C35/45, C40/50, 45/55, C 50/60, C 55/67, C 60/75, C 70/85, C 80/95, C 90/105, C 100/105

Dané hodnoty určují charakteristickou pevnost v tlaku zjištěná na válcích ($f_{ck,cyl}$) a krychlích ($f_{ck,cube}$) o hraně 150 mm ve stáří 28 dnů.



Ukládání čerstvého betonu

- ✓ Před uložením čerstvého betonu je nutno překontrolovat:
 - rozměry,
 - tvar bednění a tuhost obedňovacích konstrukcí,
 - vyhotovení a uložení výztuže,
 - kvalitu provedení všech prací, které jsou později těžko kontrolovatelné,
 - čistotu bednění a výztuže,
- ✓ nesmí se použít čerstvý beton, který začal tuhnout před zpracováním na místě určení,
- ✓ při betonáži je nutné sledovat stav bednění i jeho podporové konstrukce, také polohu výztuže,
- ✓ **beton se nesmí ukládat z větší výšky jak 1,5 m,**
- ✓ musí se dodržovat zásady hutnění betonu,
- ✓ betonovat po vrstvách svislé konstrukce,
- ✓ v době tvrdnutí beton ošetřovat (vlhkost, teplota).

O všech vykonaných kontrolách musí být proveden záznam do stavebního deníku.

Ukládání čerstvého betonu pomocí betonovacího koše



Při dopravě a manipulaci s čerstvým betonem se požaduje, aby nedošlo k jejímu rozmísení, tj. oddělení hrubé frakce kameniva od frakce jemné a střední, případně od cementové malty nedošlo k znehodnocení betonu povětrnostními vlivy, případné znečištění, zůstala zachována konzistence čerstvého betonu.



Ukládání čerstvého betonu pomocí autočerpadla



Ukládání čerstvého betonu – práce ve výškách



Práce mohou probíhat pouze z bezpečných míst, kde jsou pracovníci chráněni proti pádu z výšky, do hloubky, proti zavalení či zalití čerstvým betonem apod. Pokud taková místa nelze zajistit, musí být pracovník chráněn jiným způsobem (osobním zajištěním proti pádu, ochranným košem apod.).

Hutnění čerstvého betonu

Hutnění betonu je, s výjimkou samozhutnitelných betonů, vždy nutné. O způsobu a vhodnosti hutnění musí před zahájením betonáže rozhodnout odborník na provádění betonářských prací (odborná firma, stavební dozor apod.) přítomný na stavbě.



▲ Ponorný vibrátor



▲ Vibrační lať ručně tažená

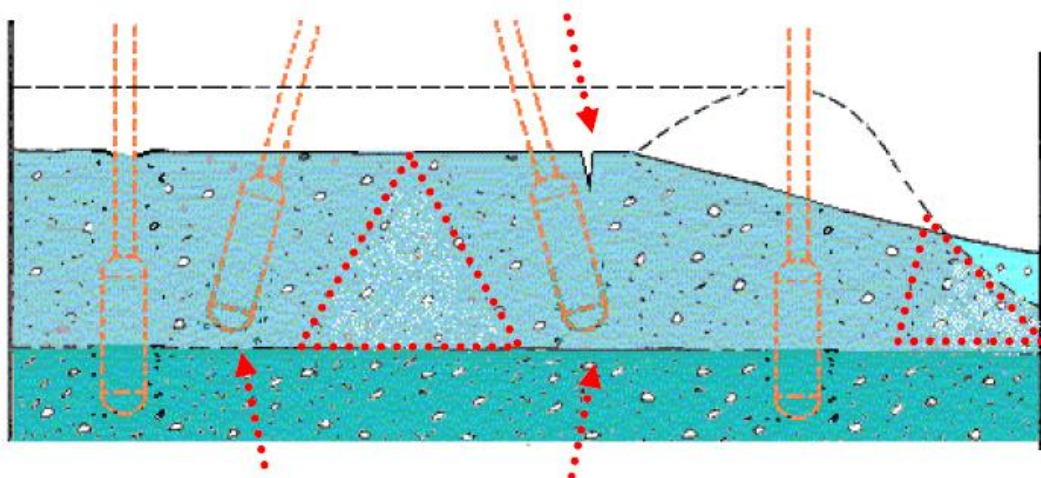
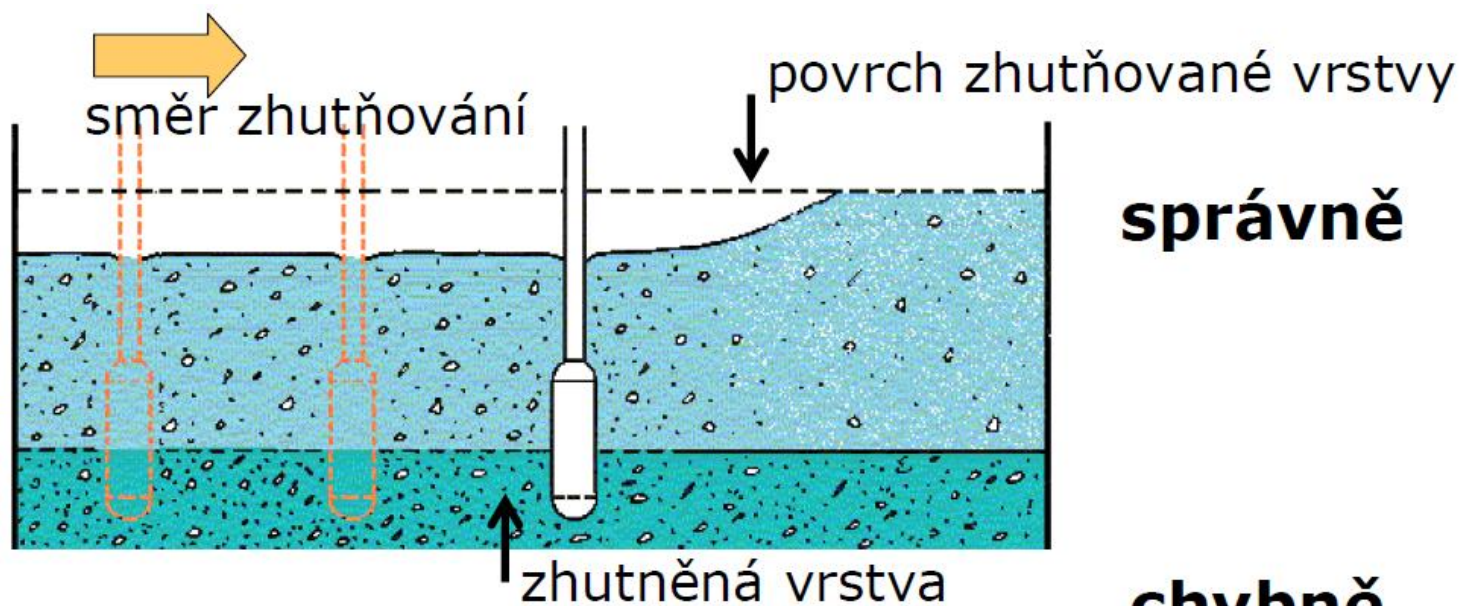


▲ Vibrační lať strojní

Hutnění čerstvého betonu

- ✓ Obvyklé způsoby hutnění betonu jsou: hutnění ponornými a příložnými vibrátory, vibračními lištami, propichování, dusání, válcování apod.,
- ✓ vždy je nutné uvážit volbu hutnění betonu s ohledem na budovanou konstrukci a druh použitého betonu,
- ✓ nejčastěji se hutnění provádí **ponornými vibrátory** tak, že se vibrátor rychle ponoří do uložené směsi s krátkým setrváním v dolní poloze a pomalu se vytahuje, dokud neustane vytlačování zadrženého vzduchu, který má tendenci zachytávat se na anomáliích bednění (odřeniny, škrábance, zbytky betonu) a tvořit na povrchu dutiny a póry,
- ✓ pozor na převibrování, které může mít za následek segregaci čerstvého betonu,
- ✓ vpichy vibrátoru mají být od sebe ve vzdálenosti přibližně 15 násobku průměru vibrátoru. U větších ploch se s vibrátorem postupuje šachovnicově,
- ✓ je nutné vyloučit kontakt vibrátoru s výztuží a bedněním,
- ✓ při ukládání další vrstvy čerstvého betonu mají být vpichy vibrátoru jen tak hluboké, aby lehce zasáhly do předchozí vrstvy a došlo k jejich spojení.

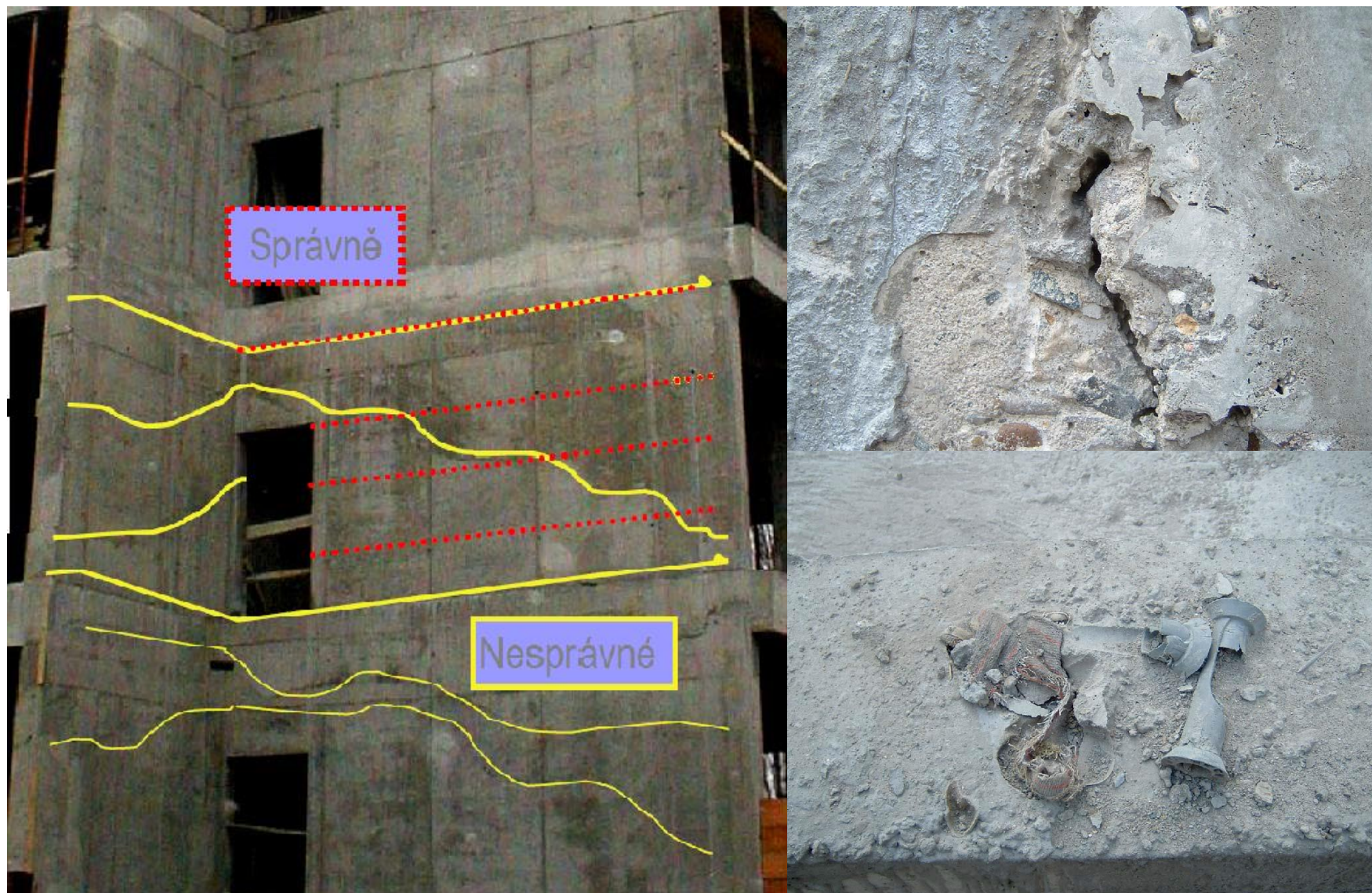
Hutnění čerstvého betonu



chybně

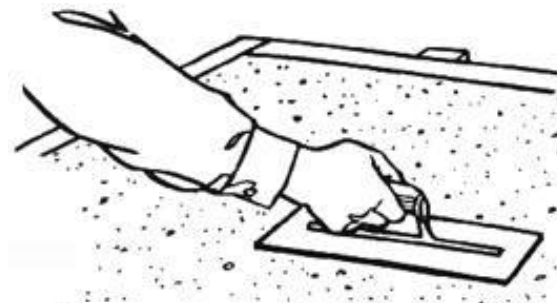
nespojené vrstvy
nezhutněný beton
rovnání povrchu
vibrátorem

Chyby při provádění



Úpravy povrchu betonu – ruční

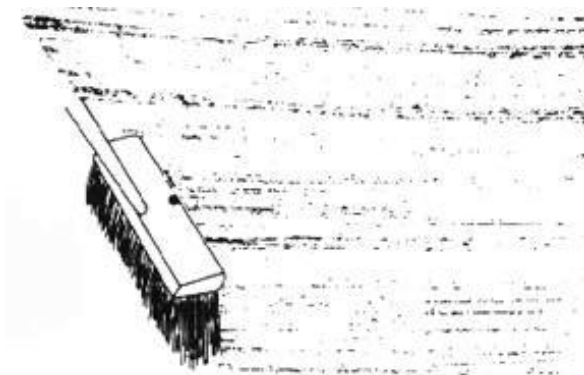
Hlazení hladítkem ocelovým nebo dřevěným ►



Rovnění a hlazení velkým stíradlem ►



Zdrsňování ►



Úpravy povrchu betonu – strojní

▼ Řízená strojní hladička



▲ Ručně vedená strojní hladička



Přerušeni a pokračování betonáže

Nemůže-li se konstrukce zabetonovat najednou, musí se betonovat po několika částech (záběrech) – odděleny pracovními spárami. Pracovní spáry je možno zhotovit pouze v místech určených projektem nebo po dohodě s projektantem.

Všeobecná pravidla:

- ✓ u trámů a průvlaků se spáry zřizují v místech malých nebo nulových ohybových momentů nebo malých příčných sil,
- ✓ u sloupů se spáry zřizují ve spodní nebo v horní úrovni stropní konstrukce, vždy kolmo na podélnou osu sloupu,
- ✓ u desek se zřizují kolmo na hlavní tlak, to je prakticky ve směru šikmých ohybů výztuže.



Ošetřování zhotovené konstrukce

- ✓ Zakrytí mokrou tkaninou,
- ✓ postřik chemickou látkou (membrána),
- ✓ zaplavení,
- ✓ postřik a mlžení,
- ✓ zakrytí fólií,
- ✓ zakrytí izolací.



Vývoj pevnosti betonu	Odhad $f_{cm,2}/f_{cm,28}$	Minimální doba ošetřování betonu ve dnech			
		Povrchová teplota ve °C			
		PT ≥ 25	25 > PT ≥ 15	15 > PT ≥ 10	10 > PT ≥ 5
Rychlý	≥ 0,5	1	1	2	3
Střední	≥ 0,3 až < 0,5	2	2	4	10
Pomalý	≥ 0,15 až < 0,3	2	4	7	10
Velmi pomalý	< 0,15	3	5	10	15

Při teplotách pod 5 °C se doba ošetřování betonu prodlouží o dobu, po kterou byla teplota pod 5 °C.

Odbedňování zhotovené konstrukce

Bednění a jeho podpěrné a opěrné konstrukce se nesmí odstranit dokud beton nedosáhl dostatečné pevnosti, aby:

- ✓ betonový prvek přenesl veškerá zatížení, která na něj budou působit v průběhu dalších stavebních prací,
- ✓ nedošlo k poškození povrchů úderem při odbedňování,
- ✓ nevznikly odchylky tvaru konstrukce nad stanovené tolerance.

Technologické přestávky pro odbedňování

Cement	Nenosné bočnice trámů a bednění stěn a sloupů	Bednění stropní desky	Podpěry trámů, průvlaků a desek o velikém rozpětí
CEM II 32,5	4 dny	10 dní	28 dní
CEM I 32,5	3 dny	8 dní	20 dní
CEM I 32,5 R CEM I 42,5	2 dny	5 dní	10
CEM I 42,5 R CEM I 52,5	1 den	3 dní	6 dní

Zařízení pro betonáž v zimním období

- ✓ Teplovzdušné agregáty na lehký topný olej a elektrické
- ✓ Teplovzdušné agregáty a topidla na propan butan



Bezpečnost při kontaktu s čerstvým betonem

Beton může v čerstvém stavu způsobit vážné poškození očí, podráždění kůže, alergickou kožní reakci, podráždění dýchacích cest apod.

- ✓ Při práci s čerstvým betonem se vždy musí používat ochranné prostředky: vodotěsné rukavice, ochranný oděv (pro celé tělo), vodotěsnou a dostatečně vysokou obuv, ochranné brýle nebo obličejový štít,
- ✓ při zasažení očí je nutné několik minut je opatrně oplachovat vodou,
- ✓ při styku s kůží je nutné jí omýt velkým množstvím vody a mýdla,
- ✓ při vdechnutí je zasažený pracovník přeneste na čerstvý vzduch a ponechá se v klidu v poloze usnadňující dýchání,
- ✓ kontaminovaný oděv se svlékne a před opětovným použitím se vypere,
- ✓ bezpečnostní riziko pomine po zatvrdnutí betonu.

Studijní literatura

- ✓ JURÍČEK, Ivan. Technológia stavieb. Hrubá stavba. ISBN 978-80-89228-58-4.
- ✓ DOČKAL, Karel. Technologie staveb I – Modul 4 – Technologie provádění betonových a železobetonových konstrukcí. 2005.
- ✓ LÍZAL, Petr a kol. Technologie stavebních procesů pozemních staveb. Úvod do technologie. Hrubá spodní stavba. ISBN 80-214-2536-9.

Otázky na zkoušku

70. Vyjmenujte a popište betony dle způsobu zpracování?
71. Jaké jsou základní požadavky na beton.
72. Vyjmenujte a popište dopravu (primární) čerstvého betonu z betonárky na stavbu.
73. Jaké údaje obsahuje dodací list čerstvého betonu.
74. Vyjmenujte a popište dopravu (sekundární) čerstvého betonu v rámci staveniště.
75. Popište a schematicky nakreslete provádění zkoušky sednutí kužele.
76. Popište základní zásady ukládání čerstvého betonu do bednění.
77. Jaké jsou základní zásady hutnění čerstvého betonu.
78. Popište jednotlivé povrchové úpravy betonu.
79. Popište možnosti a zásady přerušení a pokračování betonáže.
80. Popište ošetřování zhotovené betonové/železobetonové monolitické konstrukce.
81. Popište zásady betonáže v zimním a letním období.

A wide-angle photograph of a construction site. In the foreground, a large area of dark, wet concrete is being prepared. A grid of rusty rebar is visible, partially covered by the concrete. To the left, a section of the floor is covered with reddish-brown plastic sheeting. In the middle ground, several workers in safety gear are visible, some standing and others working. To the right, a worker in a blue shirt and light-colored pants is bent over, working on a smooth, light-colored concrete surface. In the background, there are industrial buildings with large green doors and windows. A crane is visible in the distance.

Děkuji za pozornost