

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNOLOGIE STAVEB**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ A KONTROLA  
KVALITY POHLEDOVÉHO BETONU**

**2022**

**Petr Jonák**

Vedoucí bakalářské práce: Ing.Linda Veselá Ph.D



## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucí bakalářské práce Ing. Lindy Veselé, Ph.D.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze 15. 5. 2022 .....

vlastnoruční podpis



## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych na tomto místě poděkoval paní Ing. Lindě Veselé, Ph.D, za námět, vedení a pomoc při zpracovávání tématu.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Jonák

Jméno: Petr

Osobní číslo: 484411

Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: L - Příprava, realizace a provoz staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Technologie provádění a kvalita pohledového betonu

Název bakalářské práce anglicky: Technology of executing and quality of exposed concrete

Pokyny pro vypracování:

- 1) Struktura technologického postupu a kontrolního a zkušebního plánu
- 2) Rešerše technických podkladů a stanovení kvalitativních požadavků na provedení pohledového betonu
- 3) Sestavení technologického postupu a návrhu kontrol, zkoušek a měření pro jednotlivé fáze provádění pohledového betonu

Seznam doporučené literatury:

1. KASAL, Pavel, Rudolf HELA, Petr FINKOUS a Václav LORENC. Pohledový beton: technická pravidla ČBS 03 (2018). 2., přepracované vydání. Praha : Česká betonářská společnost ČSSI,
2. MARGOLDOVÁ, Jana. Pojem pohledový beton. Beton TKS. 2008.
3. Doka s.r.o. Monitorování vývoje betonu v reálném čase. Doka Xpress. 2018, 1

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 16.02.2022

Termín odevzdání BP v IS KOS: 15.5.2022

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá technologií provádění a kontrolou kvality pohledového betonu, ve smyslu stavebního materiálu uplatňujícího se především v českém stavebnictví.

Text práce popisuje, co to vlastně beton je, z čeho se vyrábí a jak jsou betony děleny, podle svého stavu, funkcí, vlastností, výroby a jsou zmíněny i speciální betony. Dále práce popisuje technologii provádění pohledového betonu přímo s uvedeným technologickým postupem a následnou kontrolu kvality na stavbě.

Stručná a pestrá historie pak dokládá, že beton je materiál, používaný již z dávné minulosti. Technologie betonu je popsána od výroby, přes dopravu, ukládání, hutnění, spáry až po ošetřování.

## **KLIČOVÁ SLOVA**

Beton, pohledový, kvalita, technologie



## **ANNOTATION**

The bachelor's thesis deals with the technology of execution and quality control of exposed concrete, in the sense of building material used mainly in the Czech construction industry.

The text of the thesis describes what concrete is, what it is made of and how concretes are divided, according to their condition, functions, properties, production and special concretes are also mentioned. Furthermore, the work describes the technology of exposed concrete directly with the technological process and subsequent quality control on the construction site.

A brief and varied history then proves that concrete is a material used since ancient times. Concrete technology is described from production, through transport, storage, compaction, joints to treatment. Furthermore, the work focuses on the advantages of concrete in conjunction with iron reinforcement from a technical point of view.

## **KEYWORDS**

Concrete, exposed, quality, technology



## Obsah

<b>1. REŠERŠE A ÚVOD DO PROBLEMATIKY</b>	<b>9</b>
<b>2. POHLEDOVÝ BETON</b>	<b>10</b>
2.1 Ekvivalentní názvy pro pohledový beton	10
2.2 Pohledový beton – rozdělení podle typů	11
2.3 Pohledový beton – rozdělení podle tříd	12
2.4 Požadavky, klasifikace a specifikace	16
<b>3. BETON A JEHO SLOŽENÍ</b>	<b>21</b>
3.1 Samozhutnitelné betony pro pohledové plochy	22
<b>4. DOPRAVA BETONU NA STAVENIŠTĚ</b>	<b>23</b>
<b>5. BETONOVÁNÍ</b>	<b>24</b>
<b>6. OŠETŘOVÁNÍ ČERSTVÉHO BETONU</b>	<b>24</b>
<b>7. SLOŽENÍ BETONU</b>	<b>25</b>
7.1 Cement	25
7.2 Druhy cementu a značení cementu	25
7.2.1 Portlandský cement	26
7.2.2 Portlandský struskový cement	26
7.2.3 Portlandský cement s křemičitým úletem	27
7.2.4 Portlandský popílkový cement	27
7.2.5 Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí	27
7.2.6 Portlandský cement s vápencem	27
7.2.7 Vysokopeční cement	27
7.2.8 Pucolánový cement	27
7.2.9 Směsný cement	27
<b>8. KAMENIVO DO BETONU</b>	<b>28</b>
8.1 Kamenivo se dělí do následujících skupin:	28
<b>9. ZÁMĚSOVÁ VODA DO BETONU</b>	<b>29</b>
9.1 Funkce záměsové vody	30
<b>10. HYDRATACE</b>	<b>30</b>
<b>11. PŘÍŠADY A PŘÍMĚSI</b>	<b>31</b>
11.1 Přísady do betonu	31
11.1.1 Vodoredukující přísady	32
11.1.2 Zpomalovací přísady	32
11.1.3 Urychlující přísady	32
11.1.4 Superplastifikátory	32
11.1.5 Antikorozní přísady	33
<b>12. PŘÍMĚSI DO BETONU</b>	<b>33</b>
<b>13. DRUHY PŘÍMĚSÍ</b>	<b>34</b>
1) Struska	34
2) Vápenec mletý	34
3) Popílek	34



4) Sopečné sklo	34
5) Pigmenty do betonu	34
6) Rozptýlená výztuž do betonu	34
<b>14. BEDNĚNÍ</b>	<b>35</b>
14.1 Základní druhy bednění	35
14.2 Porovnání druhů bednění	37
14.3 Plášť bednění	37
14.4 Podle savosti jsou pláště rozdělené na savé a nesavé. Savost bednění má obecně tyto vlivy na betonové povrchy:	38
<b>15. PROVÁDĚNÍ POHLEDOVÉHO BETONU</b>	<b>40</b>
<b>16. KONTROLA KVALITY VAD A NEDODĚLKŮ</b>	<b>40</b>
16.1 Zásady hodnocení	40
16.2 Závady pohledového betonu	41
<b>17. OPRAVY POHLEDOVÉHO BETONU</b>	<b>41</b>
<b>18. TECHNOLOGICKÝ POSTUP</b>	<b>43</b>
<b>1 ÚČEL</b>	<b>43</b>
<b>2 BEDNĚNÍ</b>	<b>43</b>
2.1 Kvalifikace pracovníků	43
2.4 Postup provádění bednění	44
2.5 Sestavování bednění	45
2.6 Technologický postup pro provádění vodorovných konstrukcí	45
2.7 Postup bednění	45
2.8 Postup odbednění	45
2.9 Upozornění	46
2.10 Přejímka konstrukce bednění	46
2.11 Kontrolní třída 1:	46
2.12 Kontrolní třída 2:	47
2.13 Kontrolní třída 3:	47
2.14 Výstupní kontrola bednění	47
<b>3 ARMOVÁNÍ</b>	<b>48</b>
3.1 Vstupní kontrola	48
3.2 Kvalifikace pracovníka	48
3.3 Ukládání výztuže	49
3.4 Krytí výztuže	49
3.5 Svařování výztuže	49
3.6 Výstupní kontrola – přejímka železářských prací	49
<b>4 BETONÁŽ</b>	<b>50</b>
4.1 Přeprava betonové směsi	50
4.2 Kvalifikace a počet pracovníků	51
4.3 Zvolení vyhovujícího mechanizačního prostředku, stroje pro ukládání betonové směsi	51
4.4 Objednávání betonové směsi	51
4.5 Přejímka betonové směsi	51
4.6 Kontrola čerstvého betonu	52
4.7 Zpracování betonové směsi a postup betonáže	53





4.8	Ošetřování a ochrana betonu	54
4.9	Odbedňování betonových konstrukcí	55
<b>5</b>	<b>VÝSTUPNÍ KONTROLA BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>POŽADAVKY NA VZHLED (KVALITU) DOKONČENÉHO POVRCHU POHLEDOVÉHO BETONU</b>	<b>56</b>
6.1	Stanovení vhodných podmínek pro kontrolu finálního vzhledu pohledového betonu	56
6.2	Struktura povrchu, provedení spár	57
6.3	Pórovitost	58
6.4	Vyrovnaná barevnost	58
6.5	Pracovní spáry	59
6.6	Rovinnost	59
6.7	Pracovník co provádí měření na staveništi	60
6.8	Kritéria	60
6.9	Četnost měření	60
6.10	Výstup měření	60
6.11	Celkový dojem výsledného vzhledu povrchu betonové konstrukce	61
6.12	Požadavky na jednotlivé třídy pohledového betonu	61
<b>7</b>	<b>OPRAVY ZÁVAD BETONOVÉ KONSTRUKCE</b>	<b>63</b>
<b>8</b>	<b>PŘEJÍMKA BETONOVÉ KONSTRUKCE</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>BOZP</b>	<b>64</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK A TABULEK</b>	<b>65</b>
19.1	Seznam uvedených zkratk	65
19.2	Seznam tabulek	65
<b>11</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b>	<b>65</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJE</b>	<b>66</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH NOREM</b>	<b>67</b>



## 1. REŠERŠE A ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Pohledový beton za posledních 10 let zažívá u nás v České republice velký průlom, mnoho staveb bylo právě již zrealizováno s využitím povrchu betonu jako jeho finální podobou. Dnes se již setkáváme s faktem, že se na povrch betonu klade vysoký požadavek na jeho „pohledovost“, i když tak není v projektové dokumentaci označován. Je to způsobeno mnoholetými zkušenostmi betonářských firem, které díky technologické kázni dosahují pohledového betonu už jako standardu.

Pohledový beton je v současnosti stále se rozšiřující úpravou povrchu betonu. Jedná se o úpravu zejména u inženýrských objektů, intenzita jeho použití však stoupá i u pozemních staveb.

Provedení pohledového betonu se od provedení konstrukčního betonu liší a klade vyšší důraz jak na kvalitu použitého materiálu, tak na kvalitní realizaci. Díky větší pracnosti a technologické nekázni roste také počet ploch, které neodpovídají estetickým požadavkům, což může mít negativní dopad na budoucí použitelnost v očích investorů. Poruchy mohou vznikat nevhodným návrhem, technologickými procesy, nevhodným umístěním a ošetřením a také korozivními atmosférickými vlivy.

Do dnešní doby neexistuje v České republice norma nebo směrnice, která by definovala základní vlastnosti pohledového betonu. V roce 2018 vznikla druhá přepracovaná verze technických pravidel ČBS 03 pro pohledový beton, která nadefinovala základní parametry pohledových betonů v oblasti bednění, separačních prostředků a vlastní betonáže.

Publikace vychází z platných zahraničních směrnic a tato práce se na technická pravidla odkazuje.



## 2. POHLEDOVÝ BETON

Pohledový beton (Exposed concrete, architectural concrete) je velmi široký pojem. Jednoduše se dá říct, že pohledový beton je beton, který je vidět. V moderní architektuře se beton vystavuje pohledu záměrně. Pro různé betonové povrchy existují různá kritéria a různé vzhledové vlastnosti a proto je obtížné určit jednoznačnou definici. Často se za pohledový beton považuje bezvadně provedená betonová konstrukce, na jejímž povrchu se nevyskytují žádná hnízda, vzduchové bubliny, póry, trhlinky, nepřesnosti povrchu a další. Taková definice je ale značně omezující a málo reálná. Samotný pohledový beton by měl být dán spíše představou investora a architekta společně s technickými možnostmi výroby.

Pohledový beton může být použit i v náročnějších stavbách, jako jsou divadla, knihovny apod. Estetickou kvalitu pohledového betonu je možné zvýšit použitím vyspělých technologií formování a opracování povrchu. Přidáním přídatného jména „pohledový“ ke slovu beton, se tomuto běžně užívanému stavebnímu materiálu přidá hodnota, která má plnit architektonický záměr projektanta, popřípadě architekta, a to především geometrický tvar, strukturu, texturu a barvu povrchu. Jsou to prvky betonové konstrukce, které po dobu užívání stavby budou přiznané, nepřekryté jiným materiálem, ale mohou mít vhodnou technologií upravený povrch. V zahraniční literatuře a stavební praxi se lze setkat s množstvím pojmů a definic vyjadřujících víceméně ekvivalent pojmu pohledový beton.

### 2.1 Ekvivalentní názvy pro pohledový beton

- Fair-face concrete (angl.) – běžný překlad: režný, neomítaný beton Jsou tak označovány všechny typy pohledových betonových povrchů, režné i upravované plochy betonů bílých, šedých i barevných ve hmotě.
- Exposed concrete (angl.) – běžný překlad: odkrytý, nechráněný beton Jsou tak označovány všechny typy pohledových betonových povrchů, režné i upravované plochy betonů bílých, šedých i barevných ve hmotě.
- Sichtbeton (něm.) – běžný překlad: pohledový, dekorativní beton Je tak označován pohledový beton režný i upravovaný, a to beton z cementů šedých, bílých i barevných ve hmotě.
- Architectural concrete (angl.) – běžný překlad: architektonický beton Je tak označován beton šedý, bílý i barevný, s režným povrchem (otisk bednění) nebo s povrchem upraveným v souladu s architektonickým návrhem.
- Béton brut (fr.) – běžný překlad: surový, režný beton základní (šedé/béžové barvy Používá se jako označení režného betonu (textura získaná pouze otiskem bednění) základní (šedé/béžové) barvy, je tak ale označován i beton s některými jednoduchými dodatečnými úpravami.



Bohužel v České republice zatím není žádná norma, která by stanovovala, jak konstrukce z pohledového betonu kvalitativně hodnotit. Často proto autoři projektů vycházejí z norem našich sousedů, Německa a Rakouska.

Naštěstí Česká betonářská společnost vydala Technická pravidla ČBS 03 (2009), o která se mohli ať už architekti nebo projektanti opřít. V roce 2018 Česká betonářská společnost vydala novou přepracovanou verzi TP ČBS 03, které jsou platné dodnes.

## **2.2 Pohledový beton – rozdělení podle typů**

*Betonové povrchy vytvořené otiskem formy, bednění či speciální matricí:*

- Režné betony.
- Otisky plošných matric.
- Otisky speciálních reliéfních vložek do bednění.

*Betonové povrchy upravované v měkkém stavu, tj. brzy po odbednění nebo vyjmutí z formy:*

- Povrchy hlazené.
- Povrchy škrábané.
- Povrchy vymývané.

*Betonové povrchy upravované v tvrdém stavu, tj. vyztužené betony:*

- Pískované.
- Prořezávané.
- Broušené.
- Leštěné.
- Opracované kamenickými technikami.

*Ostatní betonové povrchy*

**Veškeré výše uvedené betony mohou být zároveň vyrobeny jako:**

- prefabrikované obkladové desky, panely
- monolitické prvky
- (barevné betony)



## 2.3 Pohledový beton – rozdělení podle tříd

**PB0** – v této kategorii se jedná o betonové plochy bez zvláštních architektonických nebo technických požadavků, s jediným požadavkem na strukturu betonu a to, že nesmí vznikat hnízda hrubšího kameniva. Jedná se tedy o rezný beton.

**PB1** – betonové plochy s nízkými požadavky. Jedná se např. o opěrné zdi, stěny garáží apod. Struktura povrchu musí být hladká a uzavřená, nesmí vznikat hnízda hrubšího kameniva. Odskoky povrchu mezi plochami vytvořenými sousedními deskami do 5 mm, připouští se otisk rámu bednění. Plocha pórů musí být menší než 1,2 % realizované plochy. V této kategorii jsou nepřipustné barevné skvrny způsobené rzí, různorodostí materiálu bednicího pláště a kamenivem různého původu.

**PB2** – betonové plochy s vyššími požadavky, např. běžné dopravní stavby. Struktura a barevnost je stejná jako u PB1. Plocha pórů musí být menší než 0,9 % realizované plochy. Doporučuje se provést zkušební plochy.

**PB3** – pohledové betony s velmi vysokými požadavky. Struktura povrchu musí být hladká a uzavřená, nesmí vznikat hnízda hrubšího kameniva. Odskoky povrchu mezi plochami vytvořenými sousedními deskami do 3 mm, otisk rámu bednění se nepřipouští. Plocha pórů musí být menší než 0,6 % realizované plochy. Doporučuje se provést zkušební plochy.

**PBS** – architektonicky exponované plochy zvláštního významu, např. reprezentativní budovy. Struktura stejná jako u PB3. Plocha pórů musí být menší než 0,3 % realizované plochy. Jsou nepřipustné barevné skvrny způsobené rzí, cementem, přísadami, kamenivem, bednicím pláštěm, použitím betonu z různých betonáren. Zkušební plochy jsou předepsané. Jedná se tedy o betony architektonické. Pokud se nedodrží některé z následujících kritérií, je odstranění poruch nutné jen v případě, že se ztrácí celkový dojem stavby odsouhlasený na referenčních vzorcích. O celkovém dojmu hovoříme z odpovídající vzdálenosti, ze které se bude objekt pozorovat





## 1) Pohledový beton PB0



[Obr. 1 Opěrná zed' bez požadavků na kvalitu]

[[www.imaterialy.cz](http://www.imaterialy.cz)]

## 2) Pohledový beton PB1



[Obr. 2 Opěrná zed' s požadavky na kvalitu]

[[www.csbeton.cz](http://www.csbeton.cz)]



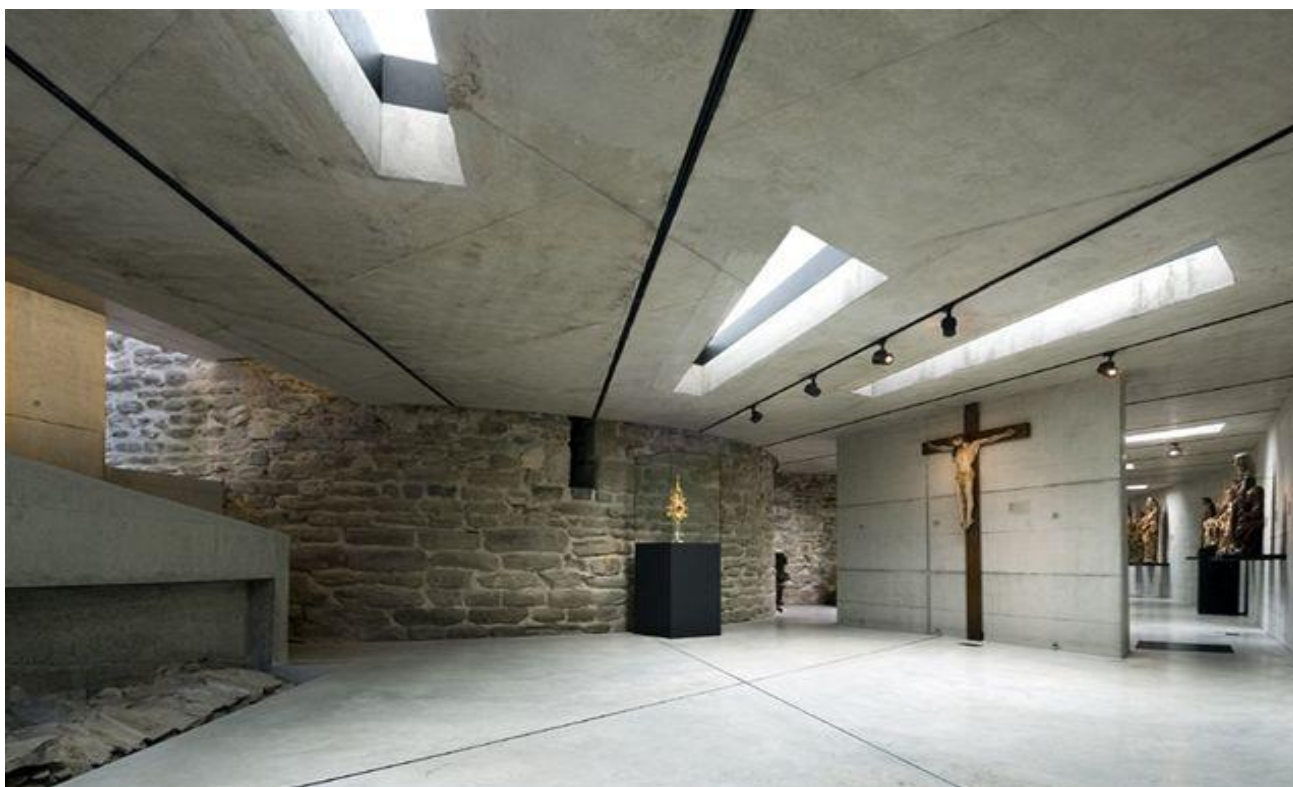
### 3) Pohledový beton PB2



[Obr. 3 Fakulta architektury ČVUT]

[[www.stavbaweb.cz](http://www.stavbaweb.cz)]

### 4) Pohledový beton PB3



[Obr. 4 Arcidiecézní muzeum v Olomouci]

[[www.lidovky.cz](http://www.lidovky.cz)]





## 5) Pohledový beton PBS



[Obr. 5 Mercedes-Benz Museum]

[[www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)]



[Obr. 6 Mercedes-Benz Museum]

[[www.mercedes-benz.com](http://www.mercedes-benz.com)]





## 2.4 Požadavky, klasifikace a specifikace

Klasifikace pohledového betonu je těmito TP zavedena v podobě pěti tříd pohledového betonu (PBO až PB3 a PBS). Pokud se nedodrží některé z uvedených kritérií, pak je odstranění závad povinné tehdy, pokud má takové nedodržení za následek ztrátu celkového dojmu ze vzhledu pohledového betonu, který byl odsouhlasen před zahájením díla. Celkový dojem vzhledu pohledového betonu se posuzuje z odstupu odpovídajícího vzdálenosti, z níž budou na povrch předmětné betonové konstrukce obvykle pohlížet její uživatelé. Samotné posuzování nesmí probíhat krátce po odbednění, ale vždy s časovým odstupem, aby posuzované konstrukce byly vyztužené a přibližně se stejnou vlhkostí.

Ke specifikaci základních požadavků mohou v jednotlivých případech posloužit i referenční stavby. K přesnému stanovení kritérií jsou ale vždy vhodnější zkušební konstrukce uznané jako referenční, provedené přímo na příslušné stavbě. Pro pohledový beton třídy PB3 a PBS je nezbytné zhotovit zkušební konstrukce a zajistit, aby jejich posuzování bylo provedeno všemi smluvními partnery a došlo mezi nimi ke shodě na reálně dosažitelném vzhledu.

**Tab. 1** slouží k jednodušší orientaci a popisu požadovaných tříd pohledových betonů.

Vodorovné řádky určují požadovanou třídu betonu PBO až PBS, svislé sloupce pak vlastnosti nebo podmínky pro dosažení vzhledu výsledné betonové konstrukce, přičemž

- Parametry pevně definovány - šedá pole.
- Jiné možnosti, které lze zvolit - bílá pole.
- Barevné texty (oranžové a červené) označují vyšší finanční náročnost způsobenou mnoha faktory, např. pracností, cenou materiálů, časovou náročností atd.
- Oranžová barva textu znamená vyšší finanční náročnost zajištění požadované vlastnosti pohledového betonu, než je obvyklé u standardních pohledových betonů.
- Červená barva textu znamená velmi vysokou finanční náročnost zajištění požadované vlastnosti pohledového betonu. Použitím písmenných a číselných zkratk lze nadefinovat požadavky na pohledový beton pomocí kódu.



Tab. 1 Třídy pohledového betonu a doplňkové specifikace

Třída pohledového betonu	Příklady použití	Požadavky na údaje v projektové dokumentaci	Struktura povrchu betonu	Pórovitost <sup>2)</sup>	Barva povrchu betonu <sup>1)</sup> <b>C</b>
<b>PB0</b>	betonové plochy bez zvláštních architektonických nebo technických požadavků	nejsou předepsány	není předepsána	není předepsána	
<b>PB1</b>	betonové plochy s nízkými požadavky na vzhled, např. stěny garáží, sklepů, opěrné zdi	údaje k rozměrům díla, např. tloušťka, minimální průřezy, sklon <sup>3)</sup> , krycí výtube, tolerance, rovinnost, popis spár, druh betonu (pevnostní třída, stupeň vlivu prostředí)	pravidelný a uspořádaný otisk bednění, spínacího rastru a spínacích otvorů podle volby zhotovitele	plocha pórů max. 1,2 % testovaného povrchu (viz obr. 4 na str. 14)	<b>C1</b> – barva betonu, která vyplývá z použité betonové směsi a druhu cementu, nebo <b>C2</b> – beton barvený přírodnými látkami a pigmenty, definice barvy proběhne na základě referenčních staveb, referenčních povrchů nebo vzorků výrobce apod. schválením projektanta, nebo <b>C3</b> – stejné jako C2, ale za použití bílého cementu, zvolené zrnitosti kameniva a dalších opatření s uvedením těchto opatření v technické zprávě
<b>PB2</b>	betonové plochy s vyššími požadavky na vzhled, např. běžné dopravní stavby a budovy	k požadavkům PB1 navíc: způsob ukládání betonu, těsnost spár a bednění, způsob hutnění, vyztužení	k požadavkům PB1 navíc: provedení podle zadání a specifikace projektanta	plocha pórů max. 0,9 % testovaného povrchu	
<b>PB3</b>	pohledové betony s velmi vysokými požadavky na vzhled, např. exponované fasády, stěny, kulturní a občanské stavby	k požadavkům PB2 navíc: poloha pracovních spár a vkládaných dílů, detaily bednění, časový plán betonáže (např. časové rezervy pro špatné počasí)	uspořádání podle projektem definovaného systému bednění <sup>4)</sup> , např. předepsané velikosti bednicích dílců, spínacích míst a betonovaných pracovních záběrů	plocha pórů max. 0,6 % testovaného povrchu (viz obr. 4 na str. 14)	
<b>PBS</b>	architektonicky exponované plochy zvláštního významu, např. reprezentativní stavby	<b>Veliké detailní požadavky musí být určeny projektem. UPOZORNĚNÍ: Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!</b>			

[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]



Tab. 2 Požadavky na rovinnost povrchů, spáry a bednicí spoje

Rovinnost povrchu betonu	Řešení pracovních spár	Spoj bednicích dílců	Styk pláště bednění <sup>2)</sup>	Vzhled hran <b>H</b>	Spinací místo <b>S</b>	Uzavření spinacích otvorů <b>U</b>	Řešení závěsných míst pro betonáž následných výškových taktů <b>Z</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670</li> <li>pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 9 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 15 mm a hloubky 10 mm,</li> <li>přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 15 mm,</li> <li>cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn,</li> <li>lichoběžníkové lišty nebo podobné prvky mohou být v pracovních nebo dilatačních spárách použity bez dohody</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>není předepsán</li> <li>v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 15 mm a hloubky 10 mm,</li> <li>přesazení ve spoji dílců je přípustné do 10 mm,</li> <li>přípustný je oštep do výšky 5 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>není předepsán</li> <li>dotyk pláště bednění bez zvláštních opatření (např. podle systému bednění) s obvyklým výronem cementového tmele,</li> <li>přesazení okrajů pláště bednění je přípustné do 5 mm</li> </ul>		<p><b>S1</b> – spinací místo bez zvláštních opatření, např. podle systému bednění, s obvyklým vytékáním cementového tmele (viz obr. 10b a 11a na str. 17),</p> <p>nebo</p> <p><b>S2</b> – spinací místo se zvláštními opatřeními, která je nutno stanovit, např. těsnicí kroužek, s malým vytékáním cementového tmele (viz obr. 10a a 11b na str. 17),</p> <p>nebo</p> <p><b>S3</b><sup>3)</sup> – žádná viditelná spinací místa díky konstrukci bednění bez spinění.</p>	<p><b>U1</b> – distanční trubky, kónusy a zásepky otvorů obvyklé na trhu nebo uzavřít maltou zahloubený a tmelem (viz obr. 24 na str. 33),</p> <p>nebo</p> <p><b>U2</b> – distanční trubky, kónusy a zásepky otvorů z plátna, betonu, z vláknitého cementu apod. podle zadání a specifikace projektanta (viz obr. 24 na str. 33),</p> <p>nebo</p> <p><b>U3</b> – atypické výrobky na zakázku (viz obr. 24 na str. 33)</p>	<p>není předepsáno</p> <p><b>Z0</b> – bez závěsných míst, nebo</p> <p><b>Z1</b> – provedení a uspořádání závěsných míst odpovídáji použitému systému podle volby zhotovitele, uspořádání a vzhled se smí lišit od spinacích míst (viz obr. 13 na str. 18),</p> <p>nebo</p> <p><b>Z2</b> – uspořádání a vzhled musí odpovídat spinacím místům</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670</li> <li>pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 9 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm,</li> <li>přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů musí být včas odstraněn,</li> <li>použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je doporučeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nahromadění hrubých zrn není přípustné,</li> <li>v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm,</li> <li>přesazení ve spoji dílců je přípustné do 5 mm,</li> <li>přípustný je oštep do výšky 3 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dotyk pláště bednění se zvláštními opatřeními (např. nový plášť, těsnicí pásek) s malým výronem cementového tmele,</li> <li>přesazení okrajů pláště bednění přípustné do 3 mm</li> </ul>	<p><b>H1</b> – sražená hrana, např. pomocí trojhranných lišt (viz obr. 21 na str. 31),</p> <p>nebo</p> <p><b>H2</b><sup>4)</sup> – ostrá hrana (viz obr. 22 na str. 31)</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670, hodnoty zpříklněny o 1/3</li> <li>pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 6 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm,</li> <li>přesazení povrchů dvou betonových pracovních záběrů přípustné do 5 mm,</li> <li>cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn,</li> <li>použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je nutné, pokud není těsnost zajištěna jinak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nahromadění hrubých zrn není přípustné,</li> <li>v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm,</li> <li>přesazení ve spoji dílců je přípustné do 3 mm,</li> <li>oštep není přípustný</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dotyk pláště bednění se zvláštními opatřeními (např. nový plášť, těsnicí pásek) s malým výronem cementového tmele,</li> <li>přesazení okrajů pláště bednění přípustné do 3 mm</li> </ul>				

**Všechny detailní požadavky musí být určeny projektem.**  
**UPOZORNĚNÍ:** Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!

[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]





Tab. 3 Způsoby upevnění pláště bednění, separační prostředky

Způsob upevnění pláště bednění	Stav pláště bednění	Separační prostředky	Systém bednění <b>B</b>	Textura povrchu betonu <b>T</b>	Zkušební konstrukce	Tým pro pohledový beton
není předepsán	není předepsán		není předepsán	není předepsána	není předepsána	není předepsán
připustné jsou otisky od systémového upevnění zepředu s max. 3 mm hlubokými nebo vyčnívajícími otisky v povrchu betonu (viz obr. 20a a 20b na str. 30)	připustné jsou otisky v povrchu betonu (viz obr. 26 na str. 35) způsobené vícenásobným použitím bednění, případným přesahem nebo zapuštěním pláště bednění přes rám až do 2 mm, odbornými systémovými opravami pláště bednění, škrábancí v plášti bednění až do hloubky 3 mm a šířky 5 mm, dírami po hřebících a šroubech v povrchu pláště bednění, nabobtnáním v oblasti ukotvení a hran pláště bednění, zbytky betonu a cementového tmele v prohlubeninách, pokud je dosažováno dohodnutého betonového povrchu	vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém plášti bednění podle tab. 4 na str. 38	<p><b>B1</b> – systémové rámové bednění: vzhled betonu s pravidelnými otisky rámu v rastru výrobce; spínací místa a plášť bednění jsou dány systémem (viz obr. 5 na str. 15; obr. 10 na str. 17; obr. 14 na str. 18),</p> <p>nebo</p> <p><b>B2</b> – systémové nosníkové bednění: vzhled betonu bez otisku rámu; spínací místa a plášť bednění lze do jisté míry volit (viz obr. 6 na str. 15; obr. 8 na str. 16),</p> <p>nebo</p> <p><b>B3</b> – atypické bednění: vzhled betonu je volitelný podle možnosti bednění, které je přizpůsobené a zvlášť vyrobené pro daný díl, podle počtu a pozice spínacích míst v mezích technických možností (viz obr. 7 na str. 16)</p>	<p><b>T1</b> – podle zvoleného typu bednicího systému zhotovitele,</p> <p>nebo</p> <p><b>T2</b> – podle specifikace v projektu, příp. podle tab. 3 na str. 27 (viz obr. 3 na str. 14 a obr. 19 na str. 28 a 29)</p>	doporučena	není předepsán
	připustné jsou otisky v povrchu betonu (viz obr. 26 na str. 35) způsobené vícenásobným použitím bednění, případným přesahem pláště bednění přes rám až do 1 mm nebo zapuštěním do 2 mm, odbornými systémovými opravami pláště bednění, škrábancí v plášti bednění až do hloubky 2 mm a šířky 2 mm, dírami po hřebících a šroubech až do průměru 5 mm v povrchu pláště bednění, nabobtnáním v oblasti ukotvení a hran pláště bednění, zbytky betonu a cementového tmele v prohlubeninách, pokud je dosažováno dohodnutého betonového povrchu				doporučen	
upevnění pláště bednění je nutno dohodnout, např. přesahující, zapuštěné, neviditelné, zvláště upevnění apod. (viz obr. 20c na str. 30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>připustné jsou otisky v povrchu betonu způsobené normálním otěrem při vícenásobném použití, případným přesahem (zapuštěním) pláště bednění přes rám až do 1 mm nebo zapuštěním do 2 mm,</li> <li>nepřipustné jsou otisky v betonovém povrchu způsobené opravenými místy pláště bednění, škrábancí, dírami po hřebících a šroubech</li> </ul>	vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém plášti bednění podle tab. 4 na str. 38 a následně jej ověřit přímo na stavbě			předepsána	předepsán
<p><b>Veškeré detailní požadavky musí být určeny projektem.</b>  <b>UPOZORNĚNÍ: Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!</b></p>						

[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]

**Vysvětlivky k tab. 1**

- \*) Šikmé povrchy, příp. šikmé stěnové konstrukce a sloupy jsou díly, které mají sklon od kolmice více než 15° a vytváří se zásadně s protibedněním. V takovém případě se nedá zamezit vzniku pórů na vrchní straně. Dále se nedá zajistit dodržení shodného odstínu barvy. Ze strany projektanta je nutno tyto skutečnosti zohlednit.
- \*) Výkres sestavy bednění obsahuje zobrazení uvedených požadavků na jednom nebo na více pracovních záběrech charakterizujících celkové dílo. Tento výkres musí být součástí projektové dokumentace.
- \*) Pórovitost je plocha pórů s průměrem od 1 do 15 mm na zkušební ploše 500 x 500 mm. Posouzení pórovitosti se stanovuje nejméně na dvou reprezentativních zkušebních plochách. Jako zkušební plocha je zvolena optimální reprezentativní část povrchu betonu.
- \*) Vliv barevných pigmentů na vlastnosti čerstvého a ztvrdlého betonu je nutno ověřit na zkušební konstrukci.
- \*) Všechna uvedená opatření platí také pro délkové dorovnání v sestavách bednění, mezikusy a doplňkové povrchy.
- \*) Nesražených, ostrých hran bez menších úlomků nebo bez výronů cementového tmele není možno dosáhnout s jistotou. Ostré hrany je nutno po celou dobu výstavby chránit.
- \*) Je nutno posoudit možnou proveditelnost. U bednění stěn od určité výšky je nutno počítat se značnými vícenáklady kvůli použití speciálních dočasných konstrukcí.
- \*) Nelze (nebo lze jen velmi omezeně) v kombinaci s B1.

**Příklad specifikace pohledového betonu:****PB2–C1–H2–S1–U3–Z0–B2–T2****Uvedená specifikace vyjadřuje:****PB2** – pohledový beton třídy PB2**C1** – barva betonu, která vyplývá z použité betonové směsi (nebarvené) a druhu cementu**H2** – s ostrými hranami**S1** – spínací místo bez zvláštních opatření (distanční trubky a kónusy)**U3** – s atypickými, na míru vyráběnými uzávěry spínacích míst**Z0** – bez závěsných míst**B2** – provedený pomocí nosnikového bednění s definovaným spárořezem a pozicí spínacích míst**T2** – s bednicím pláštěm podle zadání v projektu*[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]*



### 3. BETON A JEHO SLOŽENÍ

Beton vznikne smícháním cementu, hrubého a drobného kameniva, vody, přísad a příměsí. Následným smícháním složek betonu, hlavně tedy cementu a vody, dojde k chemické reakci – hydrataci. Cement působí v betonu jako pojivo. Beton pak postupně tuhne a tvrdne. Smícháním cementu s vodou se nastartuje chemická reakce-hydratace.

- 1) Používat taková složení betonu, která při menších rozptylech kvality, množství vstupních materiálů a homogenity jejich zamíchání nevyvolávají podstatné změny vzhledu pohledových ploch.
- 2) Obsah jemně mletých složek do 0,25 mm u standardních vibrovaných betonů s maximálním zrnem kameniva 16 mm by neměl překročit hodnotu 450 kg/m<sup>3</sup>. Pro pohledové plochy dílů ze samozhutnitelného betonu je maximální množství jemných částic do 550 kg/m<sup>3</sup>.
- 3) Vodní součinitel by měl mít hodnotu maximálně  $w/c = 0,54$ . Při kolísání hodnoty vodního součinitele  $A W/C$  i 0,02 může docházet k odchýlkám v barevném odstínu betonu.
- 4) Používání recyklovaného kameniva a recyklované (např. kalové) vody je nepřijatelné.
- 5) Konzistence betonu musí být stanovena před zahájením betonáže s ohledem na použitou technologii ukládání a hutnění. Doporučená konzistence měřená sednutím kužele by měla být v rozmezí S3 až SS. Odchylka od dohodnuté hodnoty konzistence by se při dodávce čerstvého betonu neměla lišit o více než 20 mm.
- 6) Používat beton pevnostní třídy minimálně C25/30. K požadovaným standardním zkouškám konzistence jsou pro třídy pohledového betonu PBS, popř. i PB3 nutné doplňující zkoušky, např. k určení krvácení a sedimentace. Každá změna vstupních materiálů a každá změna složení betonové směsi se obvykle projeví na vzhledu a hlavně barevném odstínu pohledových ploch. V závislosti na dopravních podmínkách příjezdu na staveniště, na způsobu ukládání betonu a na velikosti stavby je třeba předem dohodnout časový sled dodávek betonu



### 3.1 Samozhutnitelné betony pro pohledové plochy

Technologie samozhutnitelných betonů je založena na výborných reologických vlastnostech čerstvých betonů, které umožňují dobré vyplnění prostoru bednění, odvzdušnění a zhutnění pomocí gravitace bez působení vnějších sil, např. vibrace.

Samozhutnitelný beton v čerstvém stavu musí mít vysokou schopnost vyplnění prostoru bednění a rychlost roztečení. Důležité jsou následující aspekty:

- Nízká viskozita a vysoký poměr vody a jemných podílů mohou podporovat krvácení a vertikální vymývání povrchu betonu přilehlého k povrchu bednění při migraci vody směrem vzhůru. Tytéž faktory mohou způsobit vznik slabé vrstvy cementového mléka na povrchu betonu a následné odlupování. Je třeba poznamenat, že odlupování může mít příčinu i v rychlém vysychání nebo nedostatečném ošetřování. Vysoká rychlost roztečení a s ní spojený vysoký tlak na bednění může vést k nadměrným deformacím bednicích dílců a vytečení cementového tmele.
- Příliš dlouhá doba míchání při výrobě může s velkou pravděpodobností zapříčinit nadměrný objem vzduchu, kterého se pak směs v následném procesu ukládání zbaví jen s obtížemi, a vytváří možnost vzniku kaveren na povrchu betonu.
- Je-li schopnost vyplnění nedostatečná, beton není samozhutnitelný a nemůže řádně vyplnit formu.
- Nízká mez toku vyvolává segregaci hrubých složek u betonáže stěny.

Příprava bednění je velmi důležitá, protože samozhutnitelný beton věrně reprodukuje plášť bednění, zkopíruje i všechny defekty jeho povrchu.

Z důvodu potenciálního vysokého tlaku na bednění při ukládání samozhutnitelného betonu je nezbytné, aby bylo bednění dostatečně pevné, tuhé a řádně upevněné, aby se zabránilo jakémukoliv pohybu.





## 4. DOPRAVA BETONU NA STAVENIŠTĚ

Doprava čerstvě namíchaného betonu z betonárny je jednou z nejdůležitějších částí správného nakládání s betonem. Jelikož beton obsahuje cement, ve kterém po smíchání s vodou probíhá proces hydratace, je velmi důležité, aby byl beton dopraven na místo určení v čas a odpovídajícím dopravním prostředkem. Pro pohledový beton výhradně přeprava v autodomíchávači.

### Autodomíchávač betonu

Beton se dá namíchat v různých konzistencích a s různým množstvím vody. Podle zvolené konzistence se musí zvolit odpovídající dopravní prostředek pro přepravu.

V zásadě existují 2 typy dopravy betonu. U tekutých konzistencí (S3 a tekutější) je možné beton dopravovat pouze domíchávačem.

Domíchávače jsou nákladní auta, které mají na svém podvozku otáčející se bubnu, který zajišťuje po dobu dopravy betonu na stavenišťě homogenitu jeho složek.

Domíchávače mají různé velikosti bubnů, od malých až po velké domíchávače, které zvládnou až 12m<sup>3</sup> čerstvého betonu.

Důležitá je také dostupnost stavby. Velké plně naložené domíchávače mají



celkovou hmotnost kolem 30 tun a není tak pro ně snadné zdotat terénní nerovnosti, překonat jízdu po poli nebo například do strmého kopce.





[Obr. 7 Autodomíchávač na betonovou směs]

[[www.herkul.cz](http://www.herkul.cz)]

### **Mezi další způsoby odběru patří:**

- Korba nebo sklopka.
- Vlastní odběr.

**Pro pohledový beton tyto způsoby nejsou vhodné, ale ani nemožné.**

Garantovaná doba dodání betonové směsi na stavbu se udává a deklaruje na dobu 90 minut od zamísení s vodou, proto je vhodné zvolit vhodnou betonárku, vhodnou přepravu a řádnou domluvu mezi zhotovitelem a dodavatelem betonové směsi, jestli jsou schopný dodat betonovou směs na stavbu včas.

Doba dodání betonové směsi se samozřejmě dá uměle prodloužit přidáním zpomalovacích přísad, ale z důvodu ekonomického se vždy snažit stihnout dodávku do 90 minut.

## **5. BETONOVÁNÍ**

Před betonáží bude provedena vstupní kontrola betonové směsi dle příslušného KZP. Přesnost provedení bude posuzována dle KZP a dle výrobních tolerancí pracovních záběrů může dojít k výškovým odskokům do +/- 15 mm, hodnotí se místní rovinnost na 2m lati.

Betonování bude probíhat na způsob „transportbetonu“, do předem již vybedněné konstrukce. Betonová směs bude zhutněna pomocí ponorného vibrátoru nebo bude použit speciální samozhutnitelný beton pro pohledové betony.

**Detailní popis postupu betonáže bude uveden níže v technologickém postupu !!!**

## **6. OŠETŘOVÁNÍ ČERSTVÉHO BETONU**

K dosažení předpokládaných vlastností betonu je nutné tzv. ošetřování a ochrana betonu po určitou dobu po zabetonování, a to má začít ihned po dokončení hutnění betonu.

**Ošetřování** betonu má zabránit předčasnému vysychání, zvláště v důsledku slunečního záření a působení větru. Hlavními metodami ošetřování jsou ponechání betonu v bedně, přikrytí folií nebo vlhkou tkaninou, ostříkání vodou.



Ochrana má zabránit:

- Vyplavení při dešti.
- Rychlému ochlazení betonu během prvních dnů po uložení.
- Vysokému vnitřnímu rozdílu teplot.
- Působení nízkých teplot nebo mrazu.
- Vibracím a nárazům.

Doba ošetřování betonu se řídí Tabulkou č.12 v ČSN EN 206+A2

## 7. SLOŽENÍ BETONU

### 7.1 Cement

Cement je hydraulické pojivo. Jedná se o jemně mletý anorganický materiál, který po smíchání s vodou vytváří kaši, která v důsledku chemické hydraulické reakce tuhne a tvrdne. Po ztvrdnutí si zachovává pevnost a stabilitu i pod vodou. Používá se ve stavebnictví zejména jako pojivo do betonu.

Pro potřebu výroby pohledového betonu lze použít všechny běžně dostupné portlandské cementy, které splňují požadavky ČSN EN 197-1 ED.2 (722101). Výhodné je používat portlandských cementů s minimálním odlučováním vody z cementové pasty a rovnoměrnou jemností mletí ve spojení s hydraulicky účinnými přísadami.

Znalost složení cementu je velmi důležitá, proto se vyžaduje „čistý“ cement, který se přidáním přísad upraví tak, aby jeho vlastnosti vyhovovali potřebám, objednavce zákazníka. Cement se dělí do 5 základních skupin, CEM I – V.

### 7.2 Druhy cementu a značení cementu

Označení cementu může mít, podle normy požadavky ČSN EN 197-1 ED.2 (722101), například následující tvar

**CEM II / A – M (S-L-V) 32,5 R**

Pozice **CEM II**, udává typ cementu, podle vzoru:



- CEM I Portlandský cement.
- CEM II Portlandský cement směsný
- CEM III Vysokopeční cement.
- CEM IV Pucolánový cement.
- CEM V Směsný cement.

Pozice **A – M** označuje podíl příměsí, podle vzoru:

- A: 6 až 20 %
- B: 21 až 35 %

Pozice (**S – L – V**) označuje druhy příměsí, podle vzoru:

- K – slínek
- S – vysokopeční struska
- D – křemičitý úlet
- P – přírodní pucolány
- V – křemičité popílký
- W – vápenaté popílký
- T – kalcinovaná břidlice
- L – vápence (LL je kvalitnější varianta)

Pozice **32,5** označuje tvrdost v MPa, na kterou cement vytuhne po 28 dnech. Setkat se lze i s jinými hodnotami, jako jsou např. 42,5 MPa a 52,5 MPa.

Pozice **R** označuje rychlost tuhnutí, podle vzoru:

- N: normální
- R: rychlá
- L: pomalá

### 7.2.1 Portlandský cement

Portlandský cement se skládá z křemičitého slínku a sádrovce. Díky tomu rychle tuhne už po jedné hodině a konečných hodnot tvrdosti dosahuje během dvanácti hodin. Hodí se proto pro betonování za nízkých teplot (do 5°C). Vhodný u staveb, které od betonu vyžadují vysokou počáteční pevnost.

### 7.2.2 Portlandský struskový cement

Vysokopeční struska způsobuje, že oproti obyčejnému portlandskému cementu má tento druh nižší počáteční pevnost a množství hydratačního tepla. Kvůli tomu se využívá pro základové konstrukce. Nevýhodou může být



jeho zvýšená smrštiteľnosť na suchu – v prvom týždni zrání je proto nutné udržovat beton vlhký.

### **7.2.3 Portlandský cement s křemičitým úletem**

Křemičitý úlet zvyšuje pevnost v tahu, díky čemuž se tento cement využívá u staveb namáhaných tlakem a tahem (například mrakodrapy)

### **7.2.4 Portlandský popílkový cement**

Popílek v portlandském popílkovém cementu zajišťuje dobrou zpracovatelnost, plastičnost a hydroizolaci. Kvůli tomu bývá osvědčenou volbou při stavbě přehrad a jiných vodních konstrukcí.

### **7.2.5 Portlandský cement s kalcinovanou břidlicí**

Kalcinovaná břidlice zajišťuje tomuto druhu portlandského cementu odolnost proti chemickým vlivům. Je také poměrně plastický, čehož se využívá při injektáži vlhkého zdiva.

### **7.2.6 Portlandský cement s vápencem**

Hlavní složkou je vápenec. Díky němu z něj namíchaný beton neplesniví. Tím se stává ideálním kandidátem pro stavbu zdravotnických zařízení a potravinářských továren.

### **7.2.7 Vysokopecní cement**

Obsahuje významný podíl vysokopecní strusky. Ta zajišťuje odolnost proti agresivnímu prostředí. Vysokopecní cement se proto využívá při betonáži základů, agresivně namáhaných konstrukcí, konstrukcí proti žáru, nebo při práci v parných létech. Pevnost roste pomalu, přírůstek hydratačního tepla je minimální.

### **7.2.8 Pucolánový cement**

Pucolán je jemný popel, který u pucolánového cementu zajišťuje odolnost vůči agresivním odpadním, uhličitánovým a slaným vodám. Podporuje i jeho vodotěsnost. Tento druh cementu se využívá především pro nouzové stavby a konstrukce. Setkáte se s ním i u městské infrastruktury.

### **7.2.9 Směsný cement**

Směsný cement je základní složkou betonu pro běžné použití. Jeho složení je vhodné pro betonování podlah, potěrů, dlažby a celkově pro všechny minimálně namáhané konstrukce. Při stavbě svépomocí jej využijete nejvíce.



## 8. KAMENIVO DO BETONU

Kamenivo je inertní sypký materiál, jako je písek, štěrk nebo drcený kámen, který je společně s vodou a portlandským cementem nezbytnou složkou pro výrobu betonu. Pro výrobu dobrých betonových směsí musí být kamenivo čisté, tvrdé a pevné a nesmí obsahovat chemické povlaky nebo povlaky jílu a jiné jemné materiály, které by měly za následek zhoršení kvality výsledného betonu. Kamenivo by mělo tvořit 60 – 75% celkového objemu betonu.

### 8.1 Kamenivo se dělí do následujících skupin:

*podle velikosti částic:*

- Drobné (jemné) kamenivo (písek) – nejčastěji jsou používány frakce 0/2 a 0/4 (frakce udává rozmezí velikosti částic v mm)
- Hrubé kamenivo – nejčastěji frakce 4/8, 8/16, 11/22, 16/22
- Široké frakce (např. 0/22, 0/32 jsou označovány jako štěrkopísek nebo štěrkodrt') se při běžné výrobě betonu prakticky nepoužívají, zejména z důvodu náchylnosti k roztřídování

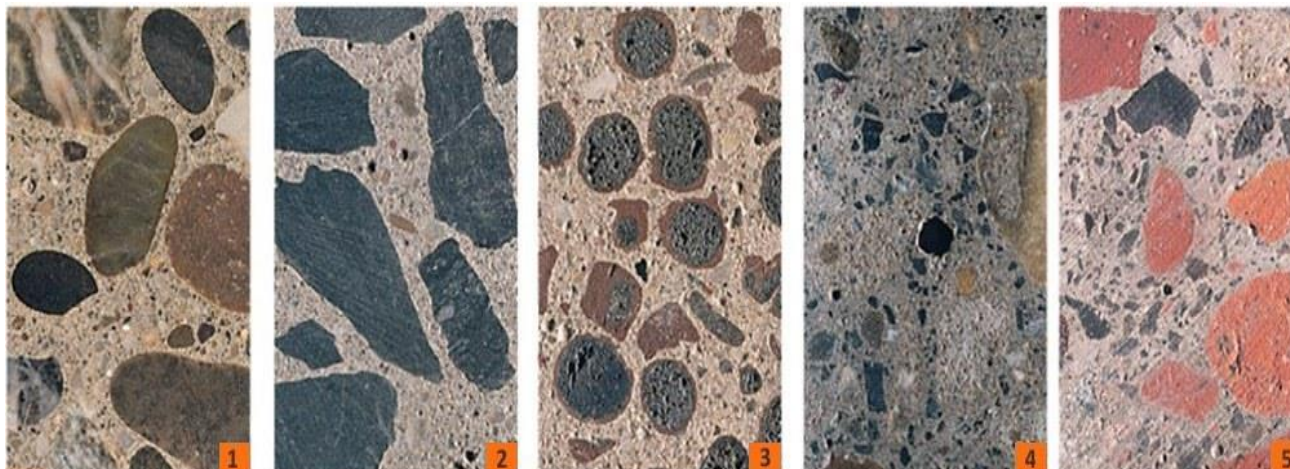
*podle druhu:*

- těžené
- těžené předrcené
- drcené

*podle původu:*

- umělé (nejčastěji lehčené a pórovité kamenivo, např. Liapor, dřívě keramzit)
- přírodní
- recyklované

Při běžné výrobě je pro odběratele betonu rozhodující zejména maximální frakce použitého kameniva v závislosti na typu konstrukce a způsobu zpracování (tenkostěnné nebo masivní konstrukce, hustota výztuže, způsob vibrace).



pictures courtesy of FedBeton

[Obr. 8 Na obrázku jsou řezy betonem s různými druhy kameniva: 1 — přírodní těžené, 2 — přírodní těžené drcené, 3 — umělé, 4 — recyklované z betonu, 5 — recyklované ze zdiva]

[[www.ebeton.cz](http://www.ebeton.cz)]

## 9. ZÁMĚSOVÁ VODA DO BETONU

Voda je jednou z hlavních složek při výrobě betonu. Voda po smíchání s cementem tvoří cementovou pastu, která v betonu slouží jako pojivo. Kritéria pro záměsovou vodu jsou stanoveny v souladu s požadavky normy ČSN EN 1008 (732028) - Záměsová voda do betonu.

**Při výrobě betonu na betonárně se používají následující zdroje vody:**

- pitná voda
- voda získaná při recyklaci
- podzemní voda
- povrchová voda
- odpadní průmyslová voda
- (mořská voda)

Pro výrobu betonu není vhodná voda splašková. Podle kritérií normy ČSN EN 1008 (732028) se musí jednotlivé druhy vody zkoušet. Výjimku tvoří voda pitná, které se zkoušet nemusí. Četnost zkoušet udává norma.

Použití recyklované vody při výrobě betonu musí probíhat pouze na betonárně, kde byla tato voda recyklována. Recyklovaná voda obsahuje zvýšený podíl jemných částic kameniva, písku, betonu nebo přísad. Při míchání betonu s podílem recyklované vody je nutné tento podíl jemných částic zohledit při návrhu receptury. Při výrobě provzdušněných nebo vysokopevnostních betonu se recyklovaná voda nepoužívá.





## 9.1 Funkce záměsové vody

Voda má v čerstvém betonu dvě funkce, spolupodílí se na hydrataci a ovlivňuje zpracovatelnost betonu.

Po zamíchání vody s cementem startuje chemická reakce nazývaná hydratace, v důsledku čehož začíná beton po několika desítkách minut tuhnut a tvrdnout. Minimální potřeba vody pro hydrataci je stanovena mezi 25 – 35% z hmotnosti cementu.

Vyšší dávka vody zlepšuje zpracovatelnost **ALE**:

- ve ztvrdlém betonu je větší množství pórů a kapilár
- beton má významně nižší pevnosti
- beton má významně nižší odolnosti vůči vlivům prostředí.

Z výše uvedených důvodů **je zakázáno přidávání vody do betonu na staveništi!**

## 10. HYDRATACE

Proces hydratace je viditelný pouze pod mikroskopem a probíhá tak, že voda, která obklopí cementové zrnko, rozpouští jeho nerostné složky a z vody se stává přesycený roztok. Z něho se pak vylučují nově se tvořící krystalky nerostných látek.

Krystalky narůstají v nitkovité útvary, které se proplétají a postupně srůstají ve shluky a svazky a vytvářejí hustou síťovinu, která je podstatou pojivé schopnosti cementu a základem pevné hmoty.

**Průběh hydratace má dvě fáze:**

- Tuhnutí
- Tvrdnutí

Tuhnutí je pochod, při kterém cementová kaše houstne. Jelikož je třeba betonovou směs do bednění uložit dříve, než začne beton tuhnut, žádá norma, aby cement začínal tuhnut nejdříve 45 minut po smísení s vodou a aby tuhnutí skončilo nejpozději za 12 hodin.

Tvrdnutí cementu je pochod, při kterém ztuhlé cementové kaši přibývá na pevnosti. Hlavní část tohoto postupného narůstání pevnosti proběhne v prvních 28 dnech, přičemž zpočátku probíhá narůstání pevnosti intenzivně, později pomaleji a ustálí se až po několika letech. Aby hydratace byla co nejúčinnější, je třeba, aby probíhala při teplotě 15 až 20 °C.



Při hydrataci se také uvolňuje teplo, které zahřívá cementovou kaši. Teplo napomáhá odpařování vody ze směsi a tím způsobuje objemové změny. Hydratačního tepla využíváme také v zimním období, kdy nám přispívá k udržování potřebné teploty, aby tvrdnutí mohlo probíhat normálně.

## **11. PŘÍSAKY A PŘÍMĚSI**

Příspěvky a příměsi jsou doplňkové složky, které se mohou přidávat během míchání do betonu a dalších kompozitů za účelem zlepšení některých jeho vlastností, nebo k docílení zvláštních vlastností.

### **11.1 Příspěvky do betonu**

Chemické příspěvky jsou složky betonu, jiné než portlandský cement, voda a kamenivo, které jsou přidávány do směsi bezprostředně při míchání betonu nebo v jeho průběhu.

Výrobci používají chemické příspěvky především pro snížení nákladů na betonové konstrukce, pro upravení vlastností ztvrdlého betonu, pro zajištění kvality betonu během míchání, dopravy, ukládání a zpracovávání betonu a pro překonání některých mimořádných událostí při konkrétních operacích. Úspěšné použití chemických přísad závisí na použití vhodných metod dávkování a betonování.

Většina chemických přísad je dodávána v tekuté formě, které jsou ihned připravené pro použití a do betonu jsou přidávány při míchání na betonárce (nebo v domíchávači na staveništi). Některé příspěvky, jako jsou pigmenty, expanzní činidla a prostředky pro podporu čerpání se používají ve velmi malém množství a obvykle jsou dávkovány ručně z odměrných nádob.

Účinnost chemických přísad závisí na několika faktorech, kterými jsou druh a množství cementu, obsah vody, doba míchání a teplota betonu a okolního vzduchu. Stejných účinků jako po přidání chemických přísad můžeme někdy dosáhnout změnou betonové směsi snížením poměru vody a cementu (tedy snížením vodního součinitele  $w$ ), přidáním dalšího cementu, použitím jiného typu cementu nebo změnou kameniva a celkovým odstupňováním kameniva.

**Chemické příspěvky jsou klasifikovány podle jejich funkcí:**

- Provzdušňovače
- Vodoredukující – plastifikátory
- Zpomalovače tuhnutí
- Urychlovače tuhnutí
- Změkčovadla – superplastifikátory





Všechny ostatní přísady spadají do speciální kategorie, jejíž funkce zahrnuje zabránění koroze, snižování smršťování, snižování alkalicko-křemičitých reaktivit, zlepšení zpracovatelnosti, lepení, hydroizolačních vlastností a zbarvení. Pro vzdušňovací přísady, které záměrně vytvářejí mikroskopické vzduchové bubliny, se používají do speciálních provzdušněných betonů.

### **11.1.1 Vodoredukující přísady**

Snižují požadované množství vody v betonové směsi o 5 – 10%. V důsledku toho beton, obsahující vodoredukující přísady, potřebuje méně vody k dosažení požadovaných vlastností než beton, který tuto přísadu neobsahuje. Takto upravený beton může mít nižší vodní součinitel.

To obvykle znamená, že vyšší pevnosti betonu mohou být vyrobeny bez nutnosti zvětšení dávky cementu. Nedávné pokroky vedly k vývoji středně-vodoredukujících přísad. Tyto přísady snižují obsah vody v betonu alespoň o 8% a mají stabilní vlastnosti v širším rozmezí teplot. Středně-vodoredukující přísady poskytují konzistentní časy tuhnutí než standardní vodoredukující přísady.

### **11.1.2 Zpomalovací přísady**

Zpomalují rychlost náběhu pevnosti betonu, se používají k vyrovnání zrychlujících účinků teplého počasí na tuhnutí betonu. Vysoké teploty často způsobí zvýšenou rychlost tvrdnutí, což má za následek velmi obtížné zpracování a ukládání betonu.

Zpomalovače udržují beton ve zpracovatelné formě pro uložení. Většina zpomalovačů mají také vodoredukující funkci a mohou mít vliv na vzduchové bubliny v betonu.

### **11.1.3 Urychlující přísady**

Zvyšují rychlost náběhu počáteční pevnosti, snižují dobu potřebnou pro správné ošetření a ochranu betonu a urychlují začátek dokončovací operace. Urychlující přísady jsou zvláště užitečné pro modifikaci vlastností betonu v chladném počasí.

### **11.1.4 Superplastifikátory**

Také známé jako změkčovadla nebo vysoce-vodoredukující přísady, snižují obsah vody o 12 – 30% a přidávají se do betonů s nízkým sednutím a vodním součinitelem, aby zvýšily „tekutost“ betonu.

Tekutý beton se velmi dobře roztéká a může být ukládán bez vibrací nebo zhutňování betonu. Účinek superplastifikátorů trvá pouze 30 – 60 minut v závislosti na výrobci a dávkovací rychlosti a následuje rapidní pokles



zpracovatelnosti. Jako důsledek zvýšení sednutí kužele se tyto superplastifikátory přidávají do betonu až na stavbě.

### **11.1.5 Antikorozní přísady**

Spadají do kategorie speciálních přísad, a jak již název napovídá, slouží pro zpomalení nebo odstranění vlivu vlhkosti na ocelové výztuže uvnitř betonu. Tzv. korozní inhibitory jsou používány jako ochrana pro betonové konstrukce, kterými mohou být námořní zařízení, dálniční mosty a garáže, které budou vystaveny vysokým koncentracím chloridů.

Dalšími speciálními přísadami jsou anti-smršťovače či inhibitory alkalicko-křemičitých reaktivit (ASR). Přísady proti smršťování se používají k řízení vysychání a minimalizace smršťovacích trhlin.

## **12. PŘÍMĚSI DO BETONU**

Příměsi jsou práškovité anorganické látky přidávané do betonu za účelem zlepšení některých vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu.

### **Rozeznáváme dva typy příměsí:**

- inertní (typ I)

Inertní příměsi jsou inertní vůči procesu hydratace a ovlivňují vzhledové nebo mechanické vlastnosti betonu. Typickou inertní příměsí je pigment, viz barva na beton

- latentně hydraulické (typ II).

Latentně hydraulické příměsi mají skrytou schopnost zúčastnit se hydratace, tzn. při reakci s  $\text{Ca(OH)}_2$  tvrdnout ve vodním prostředí. To se projeví až po aktivaci (probuzení) pomocí aktivátoru — cementu.

Používání mikroplniv do betonu je v současnosti velmi populární, neboť se jedná o průmyslové odpady anebo o vedlejší produkty založené na průmyslových odpadech.



## 13. DRUHY PŘÍMĚSÍ

### 1) Struska

V případě strusky se jedná o hrubozrnný materiál vyznačující se skelným leskem a ostrými hranami. Jedná se sice o odpadní produkt, ale naštěstí má vysokou míru možností využití ve stavebnictví, jednou z nich je zvýšení pevnosti.

### 2) Vápenec mletý

Je sice řazen do skupiny inertních směsí, ale čím je jeho struktura jemnější, tím lépe je pozorovatelná jeho určitá reaktivnost. Jemně mletý vápenec má přímý vliv na odstranění, nebo alespoň snížení odlučivosti vody a rovněž na stabilizaci barevnosti betonu.

### 3) Popílek

Patří k mikroplnivům betonu, které vznikají nejčastěji odlučováním prachových částic při spalování hnědého a černého uhlí. Dá se použít jako hlavní přísada při výrobě cementu, ale i do cementu již hotového. Používá se do vodotěsného betonu například.

### 4) Sopečné sklo

Má za úkol zlepšit zpracovatelnost čerstvého betonu a zvýšit hutnost ztvrdlého betonu.

### 5) Pigmenty do betonu

S rozšiřováním možností využití betonu přišel na řadu i požadavek na jeho barvení. Do betonu však nelze použít jakékoli pigmenty. Prostředí v betonu je silně alkalické, a to má velký vliv především na organické látky. Proto je použití barviv na organické bázi silně omezeno.

Požaduje se, aby barevné pigmenty byly světlostálé, nesmí tedy měnit odstín působením UV záření.

### 6) Rozptýlená výztuž do betonu

Zajišťuje pevnost betonu v tahu, za ohybu, také v rázu a houževnatosti. Je nutné, aby při aplikaci do betonu odolala vlákna tření a míchání s kamenivem.



## 14. BEDNĚNÍ

Bednění slouží k vytvoření tvaru a povrchové struktury monolitických konstrukcí a dílců. Skládá se z bednicího pláště, který ovlivňuje vzhled povrchu betonu a nosné konstrukce, která přenáší zatížení od čerstvé betonové směsi. Bednicí systémy jsou dimenzovány na určitou únosnost. Zatížení (tj. hlavně tlak čerstvé betonové směsi způsobuje nevyhnutelné, avšak předem vyčíslitelné deformace.

Tuhost bednění však musí být natolik dostatečná, aby vypočtené i naměřené průhyby (za předpokladu správného užívání a nepřetěžování) vyhověly požadavkům na rovinnost stanoveným v ČSN EN 13670.

Při projektování a předvýrobní přípravě pohledového betonu je z technických a ekonomických důvodů velmi důležitá správná volba druhu bednění včetně správné volby bednicího pláště.

V této fázi se zejména rozhoduje, zda je možno použít systémové bednění, nebo zda je pro danou konstrukci nutno zvolit atypické bednění. Řada vad pohledového betonu má původ právě v nevhodně zvoleném druhu bednění a jeho nesprávném provedení.

### 14.1 Základní druhy bednění

Pro bednění svislých a vodorovných konstrukcí lze obecně použít tyto tři základní druhy bednění

- **Rámové bednění** — nejběžnější typ bednění pro svislé i vodorovné konstrukce. Vlastnosti rámových systémů, např. rozměry prvků, bednicí plášť, umístění spínacích otvorů a maximální tlak betonu, jsou dány z výroby a nelze je měnit. Povrch betonu se při použití rámového systému vždy vyznačuje otiskem profilu rámu, do kterého je vsazen bednicí plášť.  
Promyšleným uspořádáním rámových prvků lze dosáhnout různého členění povrchu betonu. Rámové systémy jsou většinou pronajímány v použitém stavu v kvalitě nájemních standardů dodavatelů bednění,
- **Nosníkové bednění** — skládá se z pronajímatelných bednicích nosníků, ocelových profilů a libovolného bednicího pláště.  
Tento typ bednění je možno přizpůsobit různým požadavkům, např. rozměry prvků, umístění spínacích otvorů, maximální tlak betonu. Nosníkové bednění vyžaduje projekt a předmontáž (tj. čas a náklady)
- **Atypické bednění** — umožňuje realizovat různé požadavky na geometrii a povrch betonové konstrukce, pro které není možno použít standardní rámové nebo nosníkové systémy. Bednění obsahuje atypické prvky vyrobené speciálně pro konkrétní projekt. Pro tento typ





bednění se zhotovuje výrobní dokumentace ve 3D a je nejnáročnější na předmontáž a dopravu.

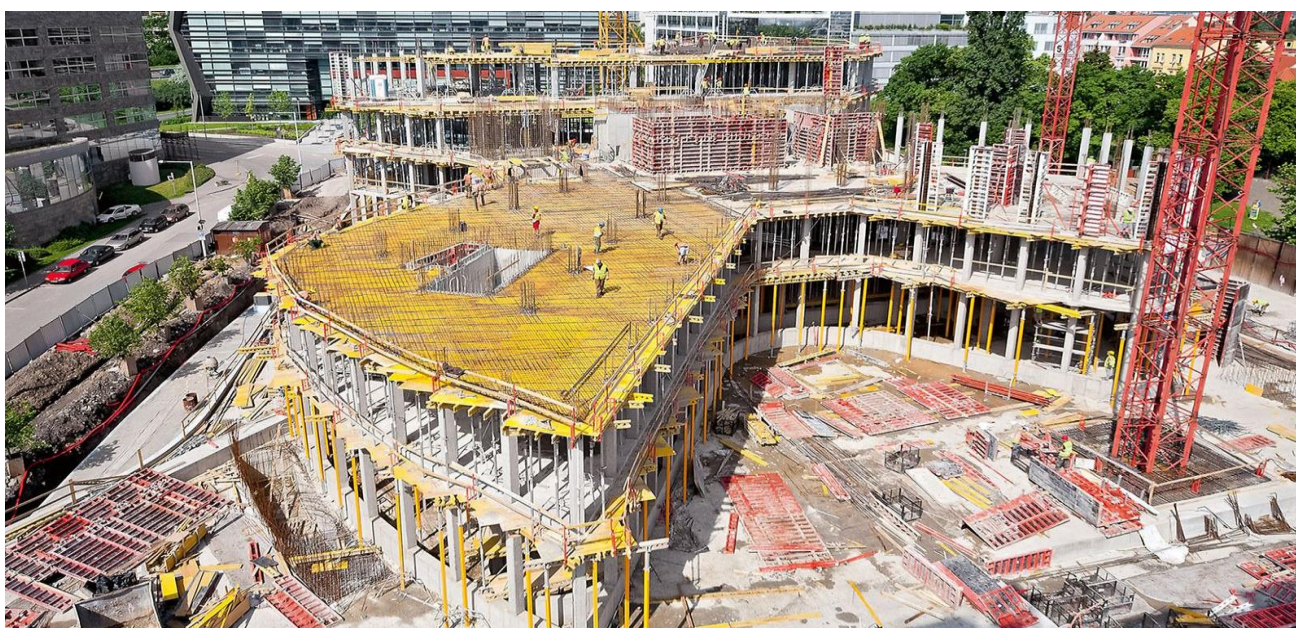
## 1) Rámové bednění



[Obr. 9 Rámové bednění od výrobce PERI]

[[www.peri.cz](http://www.peri.cz)]

## 2) Nosníkové bednění



[Obr. 10 Nosníkové bednění od výrobce PERI]

[[www.peri.cz](http://www.peri.cz)]





### 3) Atypické bednění



[Obr. 11 Atypické bednění od výrobce PERI]

[[www.peri.cz](http://www.peri.cz)]

## 14.2 Porovnání druhů bednění

Tab. 4 Základní typy bednění a jejich vlastnosti

Sledovaná vlastnost	Druh bednění		
	Rámové	Nosíkové	Atypické
Viditelný otisk rámu	ano	ne	ne
Polooha spár pláště bednění	v rastru bednicích dílců	v rastru bednicích desek	volitelné
Polooha spínacích míst	podle bednicích dílců	volitelné	volitelné
Materiál pláště bednění	překližka (potažená fólií nebo plastem)	volitelné	volitelné
Tvar plochy bednění	šířky i výšky pevně dané rozměry bednicích dílců	volitelné	volitelné
Tlak čerstvého betonu	většinou do 80 kN/m <sup>2</sup>	volitelné	volitelné

[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]

## 14.3 Plášť bednění

Vzhled povrchu betonu společně ovlivňují plášť bednění, odbedňovací prostředek, složení betonu a jeho zpracování. U vyšších tříd pohledových betonů se doporučuje jejich vzájemné působení předem vyzkoušet. V tab. 5 jsou uvedeny jednotlivé druhy pláště bednění.



## 14.4 Podle savosti jsou pláště rozdělené na savé a nesavé.

### Savost bednění má obecně tyto vlivy na betonové povrchy:

- Savý nebo částečně savý povrch bednění umožňuje lepší odvod vzduchu a vody, a tím snižuje tvorbu pórů. Místa s rozdílnou savostí mají za následek rozdílné barevné odstíny povrchu betonu. Větší ztráta vody odsátím z povrchu betonu může snížit jeho kvalitu a následně zapříčinit prašnost a sníženou tvrdost povrchu betonu.
- Nesavý povrch bednění umožňuje dosahovat hladkých povrchů betonu, při nesprávném použití odbedňovacího prostředků může ale zvýšit pórovitost betonu a vést k vytváření map a mramorování.

Tab. 5 Druhy pláště bednění, jejich vlastnosti a vliv na povrch betonu

Savost povrchu	Označení	Druh pláště bednění (materiál, úprava)	Typické znaky vytvořené plochy betonu	Možné vlivy na povrch betonu, příklady použití
→ Více savý až nejsavější	1a <sup>1)</sup>	hrubá prkna z pily	kresba struktury dřeva, tmavé zbarvení, po větším počtu obrátek barva postupně světlejší	dřevěná vlákna uvízlá v povrchu betonu, nízká pórovitost, možné poškození dřevním cukrem, odprýskávání pískových zrn, rozdíly v barevnosti
	1b	prkna hoblovaná	jemná kresba struktury dřeva, světlejší zbarvení než u 1a	možné poškození dřevním cukrem, odprýskávání pískových zrn, rozdíly v barevnosti, normální tvorba pórů
	1c	prkna s drážkou	plastický otisk struktury prken včetně spojů/spár mezi nimi, zbarvení jako 1b	zpravidla odpadnou výrony/otřepy na spojích prken, normální tvorba pórů
	2	drenážní vložka	sít'ovitý povrch, rovnoměrná textura, tmavé zbarvení	povrch nemá vizuálně rozpoznatelné póry, nebezpečí otisku záhybů textílie
← Nejméně savý až nesavý	3 <sup>2)</sup>	dřevotřískové desky, např. překližka povrchově neupravená	povrch lehce hrubý, tmavý, lehce skvrnitý, silně savý	nízká tvorba pórů
	4	třívrstvé desky, dřevo z jehličnanů povrchově zušlechtnuté, broušené	dnes „klasický“ vzhled povrchu betonu vytvořeného bednicími deskami, lehce znatelná struktura dřeva, barva betonu zpočátku tmavá, při dalších obrátcích postupně světlejší	s počtem obrátek vzrůstá tvorba pórů vlivem ucpání kapilár v dřevní hmotě
	5	třívrstvé desky, dřevo z jehličnanů kartáčované nebo pískované, lakované	plastický otisk struktury desek včetně spojů mezi nimi, světlé zbarvení	normální tvorba pórů <sup>4)</sup>
	6	překližka, povrch upravený fenolovou pryskyřicí	dnes „klasický“ vzhled povrchu betonu vytvořeného dílci rámového bednění, povrch hladký, světlý, bez jasněji patrné textury	normální tvorba pórů <sup>4)</sup>
	7	bednicí prvky z plastu, příp. z papírové lepenky potažené plastem	povrch hladký, světlý	zpravidla není třeba užít separačních prostředků, tvorba malého množství pórů, ovšem větší velikosti
	8	pryžové matrice	povrch podle typu matrice hladký až silně strukturovaný, světlý	nutno pečlivě těsnit spoje matric, tvorba pórů závisí na typu matrice
	9	desky z plastu, vrstvené desky s plastovým povrchem, fólie	hladký povrch, světlý, bez jasněji patrné textury	normální tvorba pórů <sup>4)</sup>
	10 <sup>3)</sup>	ocelový plech, hliníkový plech s poviakem	hladký povrch, světlý, bez jasněji patrné textury	značná tvorba pórů, nebezpečí vzniku skvrn od rzi

1) Při použití nového bednicího pláště z povrchově neupraveného dřeva hrozí chemická reakce mezi dřevem a betonem (výluh cukru). Před prvním použitím pro pohledový beton je nutno takový plášť upravit vhodným separačním prostředkem, příp. je předem natřít cementovým mlékem, nebo je nejprve použit pro méně exponované povrchy betonu.

2) Silně savé povrchy bednění je nutno před betonáží vhodně upravit, např. natřít cementovým mlékem.

3) Hliníkové díly bez povrchové úpravy nelze jako bednění použít, neboť hrozí alkalická reakce s betonem.

4) Tvorba pórů závisí na použitém separačním prostředku, jeho dávkování a dalších vlivech.

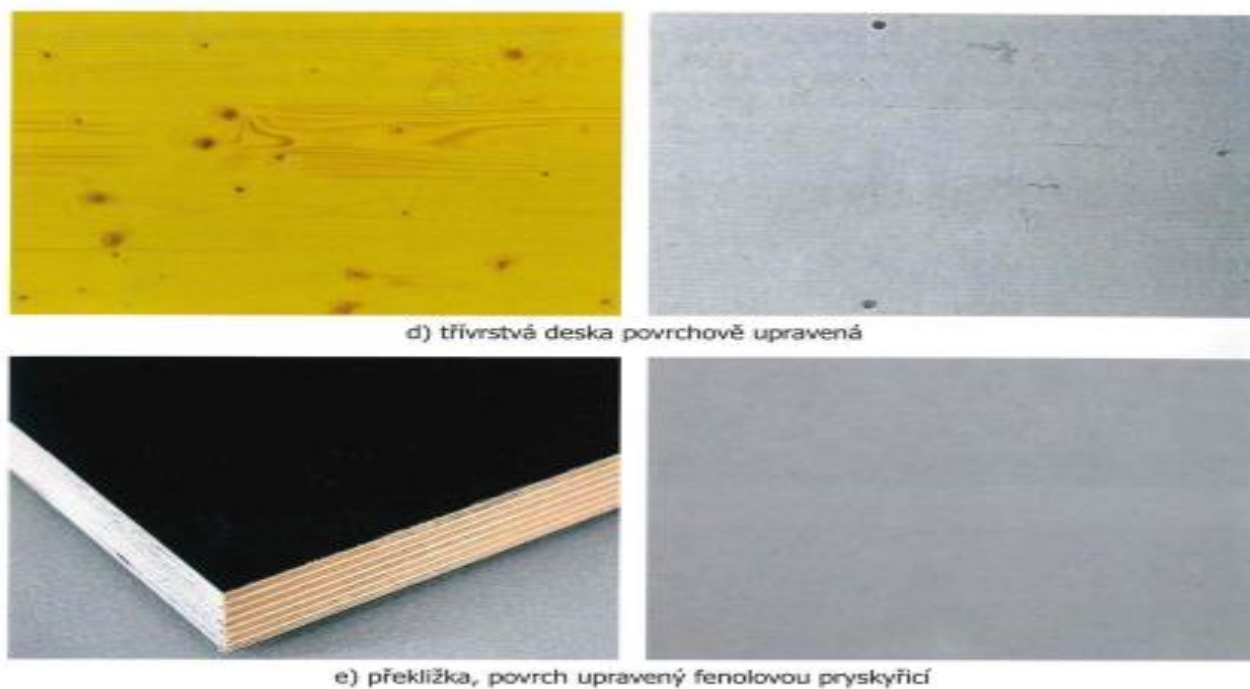
[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]





[Obr. 12 Pláště bednění a jejich otisky na povrchu betonu]

[[www.cbsbeton.eu](http://www.cbsbeton.eu)]



[Obr. 13 Pláště bednění a jejich otisky na povrchu betonu]

[[www.cbsbeton.eu](http://www.cbsbeton.eu)]





Důležitým faktorem, kterým bednění může ovlivnit pohledovost betonu je doba odbedňování.

Nejhladší povrch mají povrchy vyrobené bez použití separačního prostředku. Jejich struktura se zvyšující zpracovatelností betonu těsně blíží struktuře použitého bednění.

Tato skutečnost však separační prostředky nijak nedistancuje, neboť povrchy s použitím separačního prostředku jsou více odstínově vyrovnané, lze prohlásit, že povrch má na celé ploše stejnou barevnost.

Vedle toho povrchy bez použití separátoru měly tendenci k vytváření skvrn a nerovnoměrnému odstínu pohledového betonu.

## **15. PROVÁDĚNÍ POHLEDOVÉHO BETONU**

Provádění konstrukcí s pohledovým betonem vyžaduje pečlivé plánování, přípravu a provedení. Při provádění je nutno důsledně dodržovat zásady uvedené v ČSN EN 13670. Úspěšné provedení pohledového betonu začíná již v projektové dokumentaci.

Základní požadavky pro zpracování projektové dokumentace z tohoto pohledu jsou definovány v ČSN EN 13670 kap. 4 a v její příloze A (Směrnice pro dokumentaci) a v příloze B (Směrnice pro management kvality). Před prováděním je nutno vždy vypracovat technologický postup provádění.

## **16. KONTROLA KVALITY VAD A NEDODĚLKŮ**

### **16.1 Zásady hodnocení**

Před samotným hodnocením vad a nedodělků by měla být stanovena projektantem, architektem, kritéria a jejich tolerance, dle kterých samotné hodnocení bude probíhat. Všechny požadavky musí být stanoveny před zahájením jejich prací.

U pohledového betonu je vhodné plochy stanovit referenčními vzorky, nebo referenčními stavbami. Druhý způsob je méně vhodný, ale může sloužit jako návod pro výrobu vzorků.

Běžně se jako referenční plocha uvažuje 1 m<sup>2</sup> plochy. U složitých konstrukcí je vhodné vyhotovit vzorek v měřítku 1:1 pro stěny nebo sloupy, na kterých se projeví technologie ukládání. Kvalita povrchu referenční plochy slouží jako smluvně závazný standard při přejímce pohledového betonu. Stanoví se také vzdálenost, ze které bude hodnocení probíhat, většinou je to vzdálenost, ze které bude na výsledný povrch nahlíženo během užívání stavby. Světelné podmínky by také měly odpovídat podmínkám při užívání, tj.



běžné denní světlo při zatažené obloze, pokud se nejedná o prvky speciálně osvětlené.

## 16.2 Závady pohledového betonu

Při hodnocení je nutné si uvědomit, že některým závadám je možné se vyhnout pouze v omezeném měřítku:

- Menší barevné odchylky
- Vyšší výskyt pórů v horních vrstvách svislých dílců
- Menší krvácení na spojích bednicích dílců a v kotevních otvorech
- Tvorba map a mramorování Závady, které nejsou tolerovány, vzniklé při nedodržení technologické kázně:
- Chyby při ukládání a hutnění betonu (štěrková hnízda, rozvrstvení betonu)
- Rezavé skvrny způsobené výztuží nebo bedněním
- Výrony cementového mléka způsobené netěsností bednění
- Převibrovaný beton (prokreslení výztuže)

Pro vizuální posouzení rovnoměrnosti barevného odstínu se plochy pohledových betonů rozdělují do úseků v rámci současně viditelných konstrukcí, a to pro každou třídu pohledových betonů.

Je nevyhnutelné, aby posuzované konstrukce byly vyzrálé s přibližně stejnou vlhkostí a aby posouzení proběhlo v přiměřeném čase, nejméně však 28 dní po betonáži u vnějších povrchů a 60 dní u vnitřních povrchů.

U probarveného betonu je nutno stanovit definice pro přípustnou odchylku barevného odstínu na základě zkušebních konstrukcí.

## 17. OPRAVY POHLEDOVÉHO BETONU

Vzhledem k tomu, že se u pohledových betonů nejedná o průmyslovou výrobu, nýbrž o výrobu stavebních konstrukcí v exteriéru, vady pohledového betonu se i přes sebevětší pečlivost mohou objevit. Tyto vady jsou technicky a staticky nevýznamné, ale projeví se na vizuálním charakteru a výsledném efektu.

Je třeba si uvědomit, že každý druh opravy bude rozpoznatelný a z tohoto důvodu je nutno v každém jednotlivém případě posoudit, zda je úsilí vynaložené na opravu opodstatněné. Odstraňování vad je nutno přizpůsobit místním podmínkám (vliv počasí, tvar dílce, objem stavby aj).



Vhodný je následující postup:

- navrhnout a projednat způsob opravy jednotlivých typů vad
- provést zkušební opravy
- vyhodnotit provedení zkušebních oprav
- dohodnout mezi zúčastněnými stranami konečný způsob opravy vad pohledového betonu
- odsouhlasit technologický postup oprav

Při zkušebních opravách je vhodné vyzkoušet, zda je možno pro opravy použít na trhu dostupných správkových malt, nebo je nutno opravnou maltu vyrobit ze stejných vstupních surovin, jaké byly použity v betonu. Vady pohledového betonu by měly být odstraněny tak, aby vznikl co největší možný soulad se smluvně dohodnutým vzhledem.

**Tab. 6** Posuzování oprav vad a nedostatků

Vady	Popis	Stupeň vlivu prostředí	
		X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XD1, XF1, XA1	XD2, XD3, XF2, XF3, XF4, XA2
Návrh opravy			
Hrubé póry > 15 mm	hloubka < 10 mm <sup>1)</sup>	bez opravy <sup>2)</sup>	bez opravy <sup>2)</sup>
	hloubka > 10 mm	bez opravy <sup>2)</sup>	odstranit cementovou vrstvu a uzavřít sanační maltou
Hnízda	hloubka < 5 mm	bez opravy <sup>2)</sup>	otevřít na > 10 mm a opravit reprofilační maltou
	hloubka > 5 mm	po důkladném vyčištění opravit reprofilační maltou	odkrýt vrstvu betonu až k jemnému kamenivu a opravit reprofilační maltou
Zvýšená pórovitost	$P_{\text{skutečnost}} > P_{\text{požadovaná}}$	bez opravy <sup>2)</sup>	celoplošně či lokálně stěrkovat a provést nátěr <sup>3)</sup>
Přesazení v pracovní spáře	posun větší než povolený	bez opravy <sup>2)</sup>	obrousit brusnými kotouči

<sup>1)</sup> Počet hrubých pórů nesmí překročit 5 ks/m<sup>2</sup>, jinak platí hodnocení a opatření jako pro hrubé póry s hloubkou > 10 mm.

<sup>2)</sup> Nemá vliv na životnost, jedná se pouze o vizuální poškození.

<sup>3)</sup> Vizuální vady se posoudí podle dohody mezi smluvními partnery.

[Převzato z Technická pravidla ČBS 03]



## 18. TECHNOLOGICKÝ POSTUP

### 1 ÚČEL

Účelem technologického postupu (TP) je stanovit a popsat obecná pravidla při provádění a přejímce monolitických betonových a železobetonových konstrukcí, vycházející z ustanovení:

- ČSN EN 206+A2 (732403) – Beton část1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 13670 (732400) – Provádění betonových konstrukcí. Společná ustanovení.
- ČSN EN 13670 (732400) – Podmínky provádění část 2: Přesnost monolitických betonových konstrukcí.
- ČSN EN 1992-1-1 (731201) – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- Technická pravidla ČBS č.3 (2018) – Pohledový beton, kap. 4 a 5

### 2 BEDNĚNÍ

#### 2.1 Kvalifikace pracovníků

Bednicí a odbedňovací práce představují procesy značně náročné, proto je směřují vykonávat jen kvalifikovaní pracovníci. Jsou to zpravidla vyučení tesaři. Pracovníci musí být seznámeni se závaznými technologickými postupy bednění a odbedňováním od výrobce bednění (ZTP).

#### 2.2 Přejímka podkladu

Před samotným zahájením bednicích prací musí být stavbyvedoucím překontrolováno, že jsou v požadované kvalitě dokončeny předcházející práce a to například:

- základová spára
- podkladní betony, příp. povrchy již provedených konstrukcí
- jiné konstrukce dle projektové dokumentace (PD).

Je třeba prověřit, zda jsou dodrženy povolené odchylky stanovené pro dané konstrukce. Při přejímce pracoviště se rovněž prověřuje únosnost podkladu, na kterém bude bednění zhotoveno. Při pochybách o únosnosti je nutno provést úpravu terénu pokládkou nebo jinou vhodnou úpravou. Dále se



prověří, zda jsou pevně stanoveny vytyčovací výškové i směrové body, na které bude železobetonová konstrukce orientována.

### **2.3 Obecné požadavky na bednění**

Bednění musí být provedeno v souladu se ZTP výrobce, nebo dodavatele systémového bednění a se zásadami provádění tradičního bednění. Bednění ve svých jednotlivých částech i jako celek (včetně podpěrné konstrukce) musí být zabezpečené proti uvolnění, posunutí, vybočení nebo borcení, a provedené tak, aby umožnilo postupné odbedňování podle potřeby.

Bednění musí být dostatečně tuhé, aby zajistilo vyhovující tolerance dokončených konstrukcí. Spáry a spoje mezi bednicími dílci musí být těsné, tj. bednění musí být provedeno tak, aby vlivem netěsností nedošlo k vyplavení jemných složek betonu a aby se neporušil povrch konstrukce. Vnitřní povrch bednění musí být čistý a opatřen nátěrem, nejčastěji nanesení oleje z důvodu snazšího následného čištění bednicího pláště.

Odbedňovací prostředek (olej) nesmí škodlivě působit na povrch konstrukce. Bednicí montážní vložky a prostupy dočasné i ty, které budou zabetonovány musí být osazeny tak, aby byla zajištěna jejich předepsaná poloha během ukládání betonu a nesmí narušit jeho trvanlivost ani vzhled. Nenosné bednění konstrukcí, zejména jeho boční části, může být odstraněno, když dosáhne beton přiměřené pevnosti, tak aby nedošlo při odbedňování k porušení povrchu a hran konstrukce, případně poté, co již není nutné z důvodů ošetřování betonu.

Nosné bednění se nesmí odstranit dříve, než beton dosáhne dostatečnou pevnost, aby mohl vzdorovat namáhání, kterému je vystaven při a zejména po odbednění. Pevnost pro odbednění se ověřuje tvrdoměrnou metodou pomocí Schmidtova kladívka.

### **2.4 Postup provádění bednění**

Vždy začínat bednit od komplikovanějších míst jako jsou např. rohy, stěny typu T a podobné složité tvary a teprve poté pokračovat v bednění jednodušších částí.

U všech rohů, napojení stěny typu T, L je nutné přihlížet ke tloušťce stěny; bývá rozhodující pro druh a umístění dorovnávacích prvků nebo hranolů na vnitřní nebo vnější straně. Nevyplněné kotevní otvory, které je třeba před betonáží uzavřít pomocí PVC zátek.

Jednotlivé díly bednění, betonářské lávky a jeřábové zavěšení je nutné před použitím důkladně přezkoušet. Poškozené díly se nesmí používat. Při větších výškách bednění je nutné pro montáž dílů a jednotlivých prvků zhotovit buď pracovní lešení (plošiny) nebo využít betonářských lávek.



V každém případě však bednění musí být zajištěno pomocí stabilizátorů. Před betonáží je nutné překontrolovat a utáhnout všechny zámky, matice kotvící prvky atd.

## **2.5 Sestavování bednění**

Panely a sestavy je možno přepravovat pouze ve svislé poloze, nikoliv ne na plocho. Před přepravou sestav je nutné přesvědčit se o tom, že jednotlivé panely sestavy jsou spolu pevně spojeny.

Při přepravě panelů a sestav jeřábem je nutné použít vždy dva háky z důvodu bezpečnosti. Háky nasazujeme na sestavu symetricky od osy. Závěsná lana nebo řetězy nesmí být zauzlované, překřížené nebo vedené přes překážky. Nasazení a zaklesnutí sestavovacích háků je třeba před nadzvednutím břemene překontrolovat a během přepravy pečlivě sledovat. Během přepravy je zakázáno pohybovat se nebo pobývat pod zavěšeným břemenem.

Po usazení panelu nebo sestavy na určené místo je nutné nejdříve zajistit panel nebo sestavu ve svislé poloze pomocí stabilizátorů nebo spojením s již stabilizovanou částí. Teprve poté je možné odstranit sestavovací háky z panelů.

## **2.6 Technologický postup pro provádění vodorovných konstrukcí**

### **2.7 Postup bednění**

Před bedněním je nutné určit skladbu stropního bednění dle tabulek únosnosti stojek a nosníků. Jako první se staví stojky opatřené trojnožkami a křížovými hlavami umístěné na koncích a v přesazích spodních nosníků. Spodní nosníky podepřeme zbývajícími stojkami s přímou hlavou v určených max. vzdálenostech.

Na spodní nosníky pokládáme horní nosníky například pomocí montážní vidlice. Min. vzájemný přesah horních nosníků činí 30 cm. Horní nosníky zaklopíme překližkou. Překližku natřeme odbedňovacím olejem z důvodu následného snazšího čištění.

### **2.8 Postup odbednění**

Odbednění začneme tím, že odebereme stojky opatřené přímou hlavou. Stojky s křížovou hlavou poklesneme o cca 2 - 5 cm. Sklopíme horní nosníky pomocí montážní vidlice. Odebereme překližku, kterou ihned postříkáme odbedňovacím olejem. Odebereme horní nosníky pomocí montážní vidlice a poté odebereme spodní nosníky a zbylé stojky s trojnožkami.





## 2.9 Upozornění

- Nepoužívat poškozené nosníky, stojky ani hlavy ke stojkám.
- Před vlastní betonáží je nutné překontrolovat u všech stojek svislost, dále osazení trojnožek, nosníků, překližek a ostatního příslušenství.

## 2.10 Přejímka konstrukce bednění

Dozor a kontrolu převímky zabezpečuje stavbyvedoucí. Po dokončení bednění prvků nebo částí konstrukcí, vyzve zápisem v SD, technický dozor objednatele k prověření bednění a udělení souhlasu k navazujícím pracím zejména k betonáži konstrukce, zpravidla současně s předáním armatury.

**Tab. 7** Rozsah kontrol jednotlivých prvků

Předmět	Kontrolní třída 1	Kontrolní třída 2	Kontrolní třída 3
Lešení, bednění a podpěrné lešení	vizuální kontrola	hlavní lešení a bednění, kontrola před betonáží	hlavní lešení a bednění, kontrola před betonáží
Betonářská výztuž	vizuální kontrola	hlavní výztuž, kontrola před betonáží	hlavní výztuž, kontrola před betonáží
Zabetonované prvky	vizuální kontrola	dle proj. dokumentace	dle proj. dokumentace
Ukládání betonu	kontrola shody	dle KZP - kontrola shody	dle KZP - kontrola shody
Ošetřování betonu	nekontroluje se	dle KZP - kontrola shody	dle KZP - kontrola shody
Geometrie hotové konstrukce	Vizuální kontrola	dle proj. dokumentace	dle proj. dokumentace

## 2.11 Kontrolní třída 1:

Druh staveb - budovy - do 5 podlaží včetně

- Vyztužené nosníky a desky s rozpětím do 10m
- Jednoduché stěny a sloupy
- Jednoduché základové kce Beton - C25/30 a nižší

Stupeň vlivu prostředí - X0, XC1, XC2, XA1, XF Výztuž – betonářská





## 2.12 Kontrolní třída 2:

Druh staveb - budovy - nad 5 podlaží

- Obvyklé mosty

Druh nosných prvků – vyztužené nosníky a desky s rozpětím nad 10m

- Štíhlé stěny a sloupy
- Pilotové hlavice
- Oblouky do 10m

Beton – všechny pevnostní třídy

Stupeň vlivu prostředí – všechny stupně Výztuž - betonářská a přepínací:

## 2.13 Kontrolní třída 3:

Druh staveb - výškové stavby

- Speciální mosty
- Velké přehrady
- Stavby pro jaderné reaktory

Druh nosných prvků – vyztužené oblouky a klenby

- Vysoce tlačené části
- Velmi citlivé a složité základy
- Oblouky nad 10m

Beton – všechny pevnostní třídy

Stupeň vlivu prostředí – všechny stupně

Výztuž – betonářská a přepínací

## 2.14 Výstupní kontrola bednění

Při dokončení bednění vyzve stavbyvedoucí TDI, v souvislosti s přejímkou dokončené armatury i k prověrce dokončeného bednění. Výsledek prověrky musí být zapsán TDI do stavebního deníku. Před zahájením navazujících prací musí být prověřeno dodržení projektem stanovených parametrů:

- geometrie bednění
- stabilita bednění a jeho částí
- odstranění zbytků (takových jako je prach, sníh a/nebo led a zbytky vázacího drátu)
- úprava čel konstrukčních styků
- příprava povrchu bednění
- otvory, prostupy
- tuhost a správnost bednění a podpěrné konstrukce
- správnost těsnosti



- provedení bednění v souladu s ustanovením (ZTP) od výrobce bednění.

### 3 ARMOVÁNÍ

#### 3.1 Vstupní kontrola

Před zahájením ukládání výztuže se prověří zda byla provedena výstupní kontrola bednění a zda jsou odstraněny případné neshody při ní zjištěné. Při kladném výsledku mohou být zahájeny železářské práce.

Způsobilost bednění k návazným pracím prověřuje stavbyvedoucí. Z hlediska připravenosti bednění pro montáž armatury musí být bednění důkladně očištěné a nastříkané odbedňovacím přípravkem.

Při vstupní kontrole materiálu se postupuje v souladu s technologickým postupem společnosti, která ho vyhotovila. Při tom je třeba sledovat zda nahýbaná výztuž z armovny je dodána dle objednávky, v požadované kvalitě, PD a v souladu s dodacím listem.

Zejména se jedná tedy o tyto požadavky:

- druh oceli
- průměr dle jednotlivých prvků
- délky, ohyby, tvar výztuže, ukončení prutu
- počet kusů
- čistota povrchu výztuže
- dokladování jakosti výztuže - osvědčením o jakosti
- atestace

Na místo určení musí být výztuž dopravována podle položek jednotlivých prvků s identifikačními štítky a to tak, aby transportem nemohla být zkřivena nebo jinak poškozena.

Betonářská výztuž musí odpovídat normě pro ocel pro výztuž do betonu a předpisům platným v ČR podle ČSN EN 1992-1-1 (731201).

#### 3.2 Kvalifikace pracovníka

Vedoucí čety má být vyučený pracovník železář - betonář, ostatní pracovníci mohou být zaučení. Nezaučení pracovníci provádějí pomocné práce a to zejména dopravu výztuže do míst ukládky.



### 3.3 Ukládání výztuže

Výztuž se musí uložit v poloze předepsané v projektové dokumentaci a zajistit tak, aby i během betonování byla zabezpečena její poloha a také tloušťka krycí vrstvy.

Betonářská ocel musí mít před zabetonováním přirozený čistý povrch bez odlupujících se okují, bez mastnot a nečistot a pod. Jakékoliv nečistoty, které snižují přilnavost a soudržnost ocele a betonu se musí odstranit.

### 3.4 Krytí výztuže

Tloušťka krycí vrstvy betonu je předepsána v projektové dokumentaci. Pokud v PD není stanoveno, musí být nejmenší krytí rovno jmenovitému průměru výztuže. Pro zabezpečení stanovené tloušťky krycí vrstvy betonu se používají distanční podložky. Nejvhodnější jsou z PVC, betonové nebo vláknocementové.

V žádném případě se nesmí používat podložky z materiálu, který podléhá korozi, nebo způsobuje skvrny na povrchu hotového betonu.

### 3.5 Svařování výztuže

Svařování se jako metoda styku betonářské oceli provádí pouze v projektem vymezených a předepsaných případech.

- Svařovat lze pouze betonářskou výztuž, která je pro svařování vhodná.
- Svarové spoje mohou provádět a kontrolovat pouze příslušně vyškolení svářeči.
- Svařování se musí provádět v souladu s příslušnými technickými normami.
- Výztužné pruty se nesmějí svařovat v ohybech nebo v blízkosti ohybů.

### 3.6 Výstupní kontrola – převímka železářských prací

Před zahájením betonáže musí stavbyvedoucí zápisem v SD vyzvat technický dozor investora (TDI) k prověření dokončených železářských prací, všech prvků. Výsledek prověrky musí TDI zapsat do SD s vysloveným souhlasem (nebo zamítnutím v případě neshod) k zahájení betonáže.

Při prověření výztuže se ověřuje soulad s PD, smlouvou nebo jinými specifikovanými předpisy, zejména:

- druh použité výztuže
- profil prutů



- počet výztužných vložek
- tvar, ohyby, jejich ukončení
- polohu v konstrukci a tuhost výztuže
- počet, tvar třmínek
- vzdálenost mezi výztužnými vložkami
- polohu nastavování, stykání výztužných vložek
- krytí výztužných vložek
- čistotu povrchu vložek (koroze, mastnota, znečištění olejem, mazivem barvou nebo jinými škodlivými látkami)
- dodržení stanovených odchylek, tolerancí
- čistotu bednění po železářských pracech

Zjištěné neshody, tj. nedodržení PD, nebo ustanovení tohoto předpisu musí být odstraněny do zahájení betonáže. Kontrolu realizace opatření k nápravě provádí stavbyvedoucí. U neshod, zjištěných při výstupní kontrole společně s TDI, musí být proveden zápis do SD.

## **4 BETONÁŽ**

Technologický postup je zpracován pro využívání "TRANSPORTBETONU". Jedná se tedy o dovoz betonové směsi na staveniště z betonárny pomocí autodomíchávačů.

### **4.1 Přeprava betonové směsi**

Primární přepravou betonové směsi rozumíme dopravu směsi z betonárny k místu zpracování, na staveniště.

Vyrobena směs musí být v časovém limitu do 90 minut, pokud není uvedeno jinak dopravena na místo uložení. Směs se nesmí rozmísit, znečistit jakýmikoliv přímíseninami. Nesmí začít tuhnout a nesmí ztratit ani část své cementové malty.

Sekundární doprava (doprava po staveništi) betonové směsi musí být zabezpečena tak, aby:

- betonování ucelené části konstrukce bylo plynulé bez přerušení
- probíhalo bez překládání od místa odběru, přejímky bet. směsi, až do uložení do místa ukládky

Pro dopravu čerpáním je nutno použít betonovou směs vhodného složení, případně směs s ověřenými zkouškami.



## 4.2 Kvalifikace a počet pracovníků

Betonářské práce na stavbě provádí četa zhruba o 3-7 pracovnících. Počet pracovníků závisí na rozsahu, složitosti a přístupnosti betonované konstrukce. Vedoucí čety měl by být vyučený betonář, popřípadě železář. Ostatní mohou být zaučení stavební dělníci.

## 4.3 Zvolení vyhovujícího mechanizačního prostředku, stroje pro ukládání betonové směsi

Mechanizační prostředky pro ukládání a zpracování betonové směsi závisí na rozsahu, složitosti, přístupnosti betonované konstrukce. Nasazení jednotlivých mechanismů posoudí stavbyvedoucí pro každou stavbu individuálně.

## 4.4 Objednávání betonové směsi

Dodavatel transportbetonu odpovídá za to, že dodávaná betonová směs má v době přejímky pro použití předepsaným způsobem vlastnosti určené dodacími podmínkami.

Objednávku druhu a zpracovatelnosti betonové směsi s ohledem na požadovanou třídu a další vlastnosti betonu z ní vyrobeného provádí odběratel bet. směsi podle projektové dokumentace.

## 4.5 Přejímka betonové směsi

Na každou dodávku transportbetonu musí být při přejímce betonové směsi předán dodací list, který je zároveň dokladem o jakosti a množství dodané směsi.

Dodací list musí obsahovat alespoň tyto údaje:

- identifikaci výrobce betonové směsi
- pořadové číslo dokladu
- označení odběratele, místo přejímky bet. směsi (stavba, objekt)
- druh a třídu betonu, zpracovatelnost bet. směsi, druh a třídu cementu, přísady
- množství bet. směsi v m<sup>3</sup>
- datum a čas zamíchání betonové směsi
- použitý dopravní prostředek, SPZ, jméno řidiče
- čas příjezdu na místo přejímky a čas ukončení přejímky





Pro přejímku betonové směsi se musí vytvořit na staveništi takové podmínky, aby se přejímkamohla uskutečnit v nejkratší době a aby nedošlo k znehodnocení betonové směsi.

Při vstupní kontrole určený pracovník prověřuje:

- shodu údajů na dodacím listě s objednávkou
- čas zamíchání betonové směsi
- případně provádí zkoušku zpracovatelnosti – konzistence
- případně provádí odběr bet. směsi pro zkoušku krychelné pevnosti, případně další kontrolní zkoušky dle požadavku PD (vodotěsnost, mrazuvzdornost, v tahu za ohybu apod.
- případně na dodací list poznamená změnu konzistence a dodané množství schválené přísady

O provedených odběrech a výsledku kontrolních zkoušek provede stavbyvedoucí zápis do SD. Protokol se přiloží do SD.

## 4.6 Kontrola čerstvého betonu

*Tab. 8 Kontrola čerstvé betonové směsi*

Předmět	Kontrola, zkouška	Učel, požadavek	Kontrolní třída 1	Kontrolní třída 2	Kontrolní třída 3
<b>Dodací list</b>	vizuální kontrola	shoda s požadavkem a specifikací dle PD	každá dodávka	každá dodávka	každá dodávka
<b>Konzistence betonu</b>	vizuální kontrola	srovnání s požadovaným vzhledem	namátkově	každá dodávka	každá dodávka
	Zkouška konzistence sednutí kužele dle ISO 4109	posouzení shody s požadavkem	při pochybnosti	při výrobě zkušební těles a při pochybnosti	při výrobě zkušební těles a při pochybnosti
<b>Stejnorodost betonu</b>	vizuální kontrola	srovnání s požadovaným vzhledem z různých částí záměsi	při pochybnosti	každá dodávka	každá dodávka
<b>Vzhled betonu všeobecně</b>	vizuální kontrola	srovnání s požadovaným vzhledem, např. barva	namátkově	každá dodávka	každá dodávka



<b>Zkouška identity pro pevnost v tlaku</b>	zkouška dle ČSN EN 206-A2	shoda s požadovanou pevností v tlaku	při pochybnosti	dle ČSN EN 206-A2	dle ČSN EN 206-A2
---	---------------------------	--------------------------------------	-----------------	-------------------	-------------------

#### 4.7 Zpracování betonové směsi a postup betonáže

Před zahájením betonáže musí být prověřeno, zda byla provedena výstupní kontrola bednění a výstupní kontrola železářských prací, jejichž výsledek je zapsán do SD a zástupcem TDI byl dán souhlas k zahájení betonáže.

Při betonáži je nutno dodržet následující zásady:

- betonová směs musí být zpracována co nejdříve po zamíchání
- betonování ucelené části konstrukce musí být zabezpečeno tak, aby bylo plynulé, bez přerušení
- betonová směs se ukládá v souvislých vrstvách
- čerstvě zabetonované konstrukce nesmí být vystaveny otřesům zejména ze sousedních provozů (min 7 dní)
- betonová směs se nesmí volně spouštět do hloubky větší jak 1,5 m
- betonová směs se musí ukládat tak, aby nedošlo k přetvoření bednění, nebo k posunu výztuže
- při zhutňování ponornými vibrátory nesmí být vpichy umístěny vícekrát do jednoho místa. Vpichy je nutno vést tak, aby nedocházelo ke styku vibrátoru s bedněním nebo výztuží a je nutno postupovat tak, aby ponor vibrační jehly byl co nejrychlejší a pohyb hlavice nahoru byl naopak pomalý, aby byl dostatečně vytlačen vzduch
- pracovní a dilatační spáry musí být provedeny a upraveny dle projektové dokumentace (PD)

Zápis o betonáži:

O betonáži a provedených kontrolních zkouškách se vede zápis ve stavebním deníku, který obsahuje:

- označení betonované části konstrukce
- zahájení a ukončení betonáže
- základní údaje o způsobu provádění betonářských prací (čerpadlem, badiemi a pod.)
- údaje o betonové směsi
- druh, třída betonu



- zpracovatelnost
- údaje o kontrolních zkouškách
- dodavatel betonové směsi (číslo dod. listu. firma apod. – viz transportbeton)
- údaje o způsobu a délce ošetřování čerstvě zabetonované konstrukce

Dodavatel transportbetonu je povinen včas předat osvědčení o jakosti při dodržení minimální četnosti kontrolních zkoušek pevnosti betonu, platných pro transportbeton.

#### **4.8 Ošetřování a ochrana betonu**

K dosažení předpokládaných vlastností betonu je nutné ošetřování a ochrana betonu po určitou dobu po zabetonování, a to má začít ihned po dokončení hutnění betonu.

**Ošetřování** betonu má zabránit

- předčasnému vysychání, zvláště v důsledku slunečního záření a působení větru.

Hlavními metodami ošetřování je ponechání betonu v bednění, přikrytí folií nebo vlhkou tkaninou, ostříkání vodou

**Ochrana** má zabránit:

- vyplavení při dešti
- rychlému ochlazení betonu během prvních dnů po uložení
- vysokému vnitřnímu rozdílu teplot
- působení nízkých teplot nebo mrazu
- vibracím a nárazům

Doba ošetřování betonu se řídí Tabulkou v ČSN EN 206 (732403).



## 4.9 Odbedňování betonových konstrukcí

Při odbedňování betonových konstrukcí musíme dbát následujících zásad:

- bednění musí být odstraňováno tak, aby nedošlo k poškození odbedňovaných ploch konstrukce.
- Nenosné bednění konstrukcí, zejména jeho boční části, může být odstraněno, když dosáhne beton přiměřené pevnosti, tak aby nedošlo při odbedňování k porušení povrchu a hran konstrukce, případně poté, co již není nutné z důvodů ošetřování betonu.
- Nosné bednění se nesmí odstranit dříve, než beton dosáhne dostatečné pevnosti, aby mohl vzdorovat namáhání, kterému je vystaven při a zejména po odbednění. Pevnost pro odbednění se ověřuje tvrdoměrnou metodou pomocí Schmidtova kladívka.

Demontáž systémových a dalších speciálních bednění se provádí podle zpracovaných technol. předpisů výrobce.

## 5 VÝSTUPNÍ KONTROLA BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

Tvary a rozměry hotových betonových konstrukcí musí odpovídat výkresům tvaru v projektové dokumentaci (PD). Jakost povrchu betonových konstrukcí se musí kontrolovat co nejdříve, bezprostředně po odbednění.

Kontrolu provádí stavbyvedoucí se zástupcem technického dozoru investora (TDI). O kontrole a jejím výsledku provede stavbyvedoucí zápis do stavebního deníku.

Povrch betonových konstrukcí musí být bez větších dutin a šterkových hnízd. Celková plocha vadných míst nesmí převyšovat 5% celkového povrchu dané části konstrukce. Nosná výztuž nesmí být obnažena.

Doklady o jakosti transportbetonu:

Dodavatel transportbetonu musí doložit kvalitu betonové směsi výsledky, protokoly od akreditované zkušebny v souladu s ČSN EN 13670 (732400) – Provádění a kontrola betonových konstrukcí.

Kontrolu pevnosti betonu v konstrukci je třeba provést:

- když nevyhověly kontrolní zkoušky betonu
- když kontrola je nutná z technologických důvodů



- prokáže-li se, že nebyl beton v konstrukci zpracován a ošetřován podle normy a je ohrožena jeho jakost, nebo jsou jiné důvodné pochybnosti o jeho jakosti

Kontrolu pevnosti betonu v konstrukci provádí vždy akreditovaná zkušebna. Na základě jejich pokynů zabezpečí stavbyvedoucí podmínky pro řádný průběh zkoušek.

## **6 POŽADAVKY NA VZHLED (KVALITU) DOKONČENÉHO POVRCHU POHLEDOVÉHO BETONU**

Kontrola pohledového betonu se kontroluje následujícími způsoby:

- Vizuální kontrola z příslušné vzdálenosti
- Délkové měřidlo – pro kontrolu velikosti pórů, šířky trhlin apod
- Počítačovým programem.

### **6.1 Stanovení vhodných podmínek pro kontrolu finálního vzhledu pohledového betonu**

Než se začne se samotnou kontrolou, musí se jasně upřesnit za jakých podmínek se hodnocení povrchu uskuteční. Jako první je důležité zvolit správnou zkušební plochu nebo lépe několik ploch.

Za zkušební plochu by se měla vybrat ucelená pohledová plocha objektu, která má stejný vzhled jako zbylý posuzovaný celek. Na této vybrané ploše se poté bude hodnotit veškerá předem stanovená kritéria zvolená investorem

Pro nižší třídy pohledového betonu PB0 a PB1 není nutné vytvářet referenční plochy, protože se jedná o plochy bez značných zvláštních požadavků, pro výstupní kontrolu postačí vybraná kritéria a jejich tolerance smluvně sepsat.

Pro náročnější objekty zbylých tříd PB2, PB3 a PBS je vhodné vytvořit referenční plochu. Jedná se o plochu s takovou kvalitou povrchu betonu, která byla smluvně dohodnuta jako požadovaný standard pohledového betonu dané konstrukce.

Velikost referenční plochy by měla být minimálně 1 m<sup>2</sup>. Kvalita referenční plochy musí být ověřena všemi zkouškami jednotlivých kritérií a poté může sloužit jako smluvně závazný standard při přejímce pohledového betonu. Vhodnější je zhotovit referenční plochu provedenou přímo na příslušné stavbě.





Po určení zkušební plochy je nutné určit vzdálenost, ze které bude povrch vizuálně kontrolován. Celkový dojem vzhledu by měl být vždy kontrolován z odstupu, ze kterého budou na konstrukci obvykle pohlížet její následní uživatelé. Samozřejmě měření pomocí délkových měřidel musí být prováděna z bezprostřední blízkosti. Zároveň je důležité zajistit správné světelné podmínky. Nejvhodnější je běžné denní světlo při zatažené obloze.

Pro hodnocení celkového dojmu, zejména pak vyrovnané barevnosti, je důležité počkat několik dní, dokud se povrch betonu nesjednotí

Kompletní výstupní kontrolu by měl provádět stavbyvedoucí společně s technickým dozorem investora a vše zapisovat do stavebního deníku.

Osoby provádějící vizuální kontrolu by měli být dostatečnou zkušenost s jednotlivými vadami a kritérii.

## **6.2 Struktura povrchu, provedení spár**

Strukturu povrchu můžeme vidět na první pohled. Kontrolu provádíme vizuálně za podmínek, které byly sepsány výše (viz 6.1. Stanovení vhodných podmínek pro kontrolu finálního vzhledu pohledového betonu).

U struktury je mnoho vlastností, které je nutné zkontrolovat. Nesmíme zapomenout, že pro všechny tyto vlastnosti musejí být dány předem požadavky na kvalitu, jinak nemůžeme výsledky kontroly s ničím srovnat.

V první řadě musíme zkontrolovat jednotnost povrchu, jeho uzavřenost a hladkost, aby při pohledu na povrch nebyly výrazné prvky přímo bijící do očí jako důlky, výčnělky, odkrytá výztuž apod. U zvláštních staveb s vysokými požadavky na vzhled je vhodné předem specifikovat povolené maximální rozměry a množství těchto.

Tyto vady, které určíme vizuální kontrolou je poté potřeba přeměřit pomocí délkových měřidel a nepřípustné vady označit a následně odstranit na celé ploše konstrukce. Dalším faktorem, který je na povrchu betonu znatelný, jsou hnízda kameniva. Jedná se o velkou koncentraci kameniva na jednom místě. Hnízda hrubšího kameniva by neměla být nikdy přípustná a je potřeba tuto vadu odstranit. Tento jev je důležité po celé konstrukci vizuálně zkontrolovat a v případě rozsáhlých výronů zvolit jejich opravení. Je důležité předem určit povolenou hloubku a šířku těchto výronů

Jejich kontrola je také velmi důležitá a pro kvalitní vzhled výsledného povrchu není vhodné pomíjet i tyto následující faktory. Při netěsnostech v místech styků bednicích dílců mohou vzniknout otřepy. Jedná se o část



ztvrdlého betonu, která přesahuje tvar vybetonované plochy. Tento jev je na první pohled ve struktuře povrchu viditelný a výrazně narušuje ucelenou strukturu povrchu. I u staveb s nízkými požadavky na finální vzhled povrchu betonu by měly být předem určeny povolené rozměry otřepů a nevyhovující otřepy následně odstraněny po celé ploše konstrukce.

Při nekvalitním provedení bednění může dojít k zájemným odskokům povrchu mezi plochami vytvořenými bednicími dílci. Tato vada narušuje jak strukturu povrchu, tak i výslednou rovinnost. Otisku bednicího dílce však nejde zamezit a tento jev musí být vždy připuštěn

### **6.3 Pórovitost**

Pórovitost na povrchu betonu lze kontrolovat více způsoby. Nejběžnější a pro práci na staveništi nejjednodušší je vizuální kontrola pórovitosti, která probíhá za podmínek stanovených v bodě (6.1. Stanovení vhodných podmínek pro kontrolu finálního vzhledu pohledového betonu). V tomto případě je vhodné provést kontrolu na celé ploše objektu. Vizuálně je potřeba zkontrolovat četnost a rozmístění pórů a vyloučit póry o rozměrech větších, než které jsou povolené v předem sjednané smlouvě.

K měření rozměrů pórů se použijí vhodná délková měřidla. Je zde na místě se zeptat, jestli to má cenu opravit nebo ponechat, zda oprava větších pórů nebude mít spíše negativní vliv na konečný vzhled, a nebude tedy vhodnější póry ponechat. To už záleží na domluvě mezi účastníky procesu a rozhodujícím slově investora. Mnohem přesnější je kontrola pórovitosti pomocí počítačového programu. Tato metoda však potřebuje více času a rozsáhlejší technickou vybavenost oproti vizuální kontrole. Výsledkem této kontroly je plocha pórů (i rozměry pórů), která se porovná s předepsanou maximální povolenou plochou pórů. Tento způsob není na stavbách téměř skoro vůbec využíván především kvůli složitosti a z ekonomického hlediska.

### **6.4 Vyrovnaná barevnost**

Významný vliv na celkový dojem povrchu má vyrovnaná barevnost. Jedná se o faktor, který uživatelé objektu převážně vnímají jako první a zároveň nejvíce. Je tedy důležité dbát na eliminaci veškerých skvrn. V praxi nelze vytvořit jednotnou barevnou plochu beze skvrn na celém objektu, je proto důležité připustit odchylky a předem posoudit reálnost návrhu. Vyrovnaná barevnost se opět posuzuje vizuální kontrolou podle podmínek sepsaných v bodě (6.1. Stanovení vhodných podmínek pro kontrolu finálního vzhledu pohledového betonu). Při kontrole by měly být hodnoceny skvrny způsobené např. rzí. Rez se může na povrch betonu dostat z nedostatečného krytí výztuže nebo při kotvení různých prvků do betonové konstrukce bez antikorozi úpravy.



Dále skvrny vyvolané přísadami do betonu, použitím betonu různého složení nebo z různých betonáren skvrny způsobené růzností materiálu bednicího pláště, neodborných zacházením s bednicími dílci, neodborným následným ošetřením, kamenivem různého původu. Zhodnocení přípustnosti jednotlivých skvrn je na pocitovém vnímání každého investora. Výrazné barevné odlišnosti, které jsou na první dojem zřejmé je třeba patřičným způsobem odstranit. Drobné barevné odchylky a nedokonalosti je vhodnější ponechat bez úprav, avšak opět záleží na rozhodnutí investora.

## **6.5 Pracovní spáry**

Pracovní spára je místo dvou navazujících úseků betonáže. V tomto místě hrozí dva problémy. Výškový odskok mezi dvěma sousedními úseky betonáže, pro který musí být předem určena tolerance a zároveň v tomto místě může dojít k výronům jemné malty.

Výškový odskok je měřen pomocí délkových měřidel na krajích pracovních spár, kde je odskok nejvyšší. Při překročení tolerance se musí odskok dorovnat.

## **6.6 Rovinnost**

Setkat se můžeme se dvěma rovinnostmi místní rovinnost a celková rovinnost. Celkovou rovinnost, popř. vodorovnost lze měřit několika způsoby. Nejvíce využívaným je měření stavebním laserem. Pomocí rotačního laseru se vytvoří srovnávací rovina.

Normy ČSN nejsou jednotné v tom, jak by se mělo při měření místní rovinnosti postupovat. Doporučuji proto sjednotit postupy měření místní rovinnosti, tak aby pro všechny konstrukce a dokončovací práce existoval pouze jeden stejný postup.

Místní rovinnost povrchu se kontroluje na vztažnou vzdálenost 2 m. Odchyly místní rovinnosti se stanovují pomocí dvoumetrové latě na podložkách. Doporučená výška podložek je 20 mm, ale je možné ji operativně upravit dle aktuální potřeby. Nejlepší by bylo používat lať s nastavitelnými podložkami, které by bylo možno upravit v rozmezí 0 mm až cca 40 mm.

Jednotlivé klady latě se rovnoměrně rozmístí po kontrolované ploše. Lať musí být kladena min. 100 mm od hran kontrolované plochy a především do míst, kde lze podle vizuálního pozorování předpokládat největší odchylky.

Při každém kladu latě se pomocí posuvného měřítka (nebo klínku – záleží na výšce podložek) provede průběžné měření prohlubní podél celé délky



latě (především v místech, kde lze vizuálně pozorovat největší a nejmenší prohlubeň) a zjistí se maximální a minimální vzdálenost mezi měřeným povrchem (podlaha, stěna, strop) a spodním lícem latě.

Pro vodorovné konstrukce se na každých 100 m<sup>2</sup> kontrolované plochy provede nejméně 5 měření, nejmenší počet kladů latě v jedné místnosti je 5.

Pro svislé konstrukce se na každých 25 m<sup>2</sup> kontrolované plochy provede nejméně 5 měření, nejmenší počet kladů latě na ucelené kontrolované ploše (např. jedna stěna) je 5.

## **6.7 Pracovník co provádí měření na staveništi**

Kontrolu na staveništi provádí stavbyvedoucí nebo jím zvolený pracovník nejčastěji se jedná o mistra dané stavby obvykle i za přítomnosti TDI nebo samotného investora.

## **6.8 Kritéria**

- Základním kritériem pro posuzování sjednané třídy pohledového betonu je celkový dojem z pohledové plochy + jeho kvalita.
- Pro získání celkového dojmu je třeba konstrukci hodnotit z přiměřené pozorovací vzdálenosti a za obvyklých světelných podmínek běžných při užívání (ne v noci).
- Přiměřená pozorovací vzdálenost u stavby odpovídá vzdálenosti, ze které je možno pozorovat všechny její náležité a důležité části. U jednotlivých konstrukcí je přiměřená pozorovací vzdálenost ta, kterou bude zaujímat pozorovatel při běžném užívání zrealizovaného stavebního díla.
- Samotné posuzování nesmí probíhat krátce po odbednění, ale vždy s časovým odstupem, aby posuzované konstrukce byly vyvrálé a přibližně se stejnou vlhkostí (vzhled čerstvě odbedněné plochy se může ještě měnit). Venkovní pohledové plochy nesmí být posuzovány za deště a velké vzdušné vlhkosti.

## **6.9 Četnost měření**

Kontrola povrchu se provádí u všech již dokončených ploch.

## **6.10 Výstup měření**

Kontrola vzhledu povrchu stavbyvedoucím na stavbě bude zaznamenáno v knize kvality v záznamu o prohlídkách, zkouškách a kontrole kvality prací





nebo v jiném protokolu, který bude přiložen ke knize kvality nebo na něj bude odkazováno v záznamu o prohlídkách, zkouškách a kontrole kvality prací.

### **6.11 Celkový dojem výsledného vzhledu povrchu betonové konstrukce**

Při posuzování pohledových betonových ploch hraje značnou roli subjektivní očekávání jednotlivých účastníků stavebního procesu. Při objektivním posuzování provedení pohledových ploch by měl celkový dojem jednoznačně převládat nad subjektivním dojmem z detailu.

Tato kontrola by měla být provedena zcela na závěr po všech provedených opravách vad určených dle předešlých kontrol a jednotlivých kritérií.

### **6.12 Požadavky na jednotlivé třídy pohledového betonu**

Viz přiložená tabulka č 9, níže.





## 7 OPRAVY ZÁVAD BETONOVÉ KONSTRUKCE

Části konstrukce nezaplňené betonem a šterková hnízda většího rozsahu narušující funkci konstrukce. Tato místa se musí zaplnit pečlivě zhutněnou betonovou směsí podobného složení jako se použila při betonování konstrukce. Takováto místa nesmí vznikat – je nutno je předem diagnostikovat a určit speciální technologii betonáže. Vždy je nutno řešit za spolupráce statika a jednatele společnosti. Vzhledové kazy povrchu lze opravit použitím speciálních malt k tomu určených s pevností vždy minimálně o řád vyšší.

Pokud jsou zjištěny závady ve tvaru nebo rozměrech betonové konstrukce v porovnání s projektovou dokumentací, nebo kontrolní zkoušky prokázaly, že v konstrukci je beton nevyhovující požadavkům smlouvy, nebo projektové dokumentaci, musí být stanoven způsob odstranění vad, na základě odborného posouzení a odsouhlasení TDI, projektantem a statikem. Záznam o způsobu opravy se provede do stavebního deníku.

Kontrolu odstranění těchto vad provádí stavbyvedoucí společně s TDI, případně se statikem. Výsledky kontroly musí být zapsány do stavebního deníku. Bez písemného souhlasu TDI nesmí být pokračováno v navazujících pracích, které by vady zakryly, nebo znemožnily její opravu.

## 8 PŘEJÍMKA BETONOVÉ KONSTRUKCE

Zápisem ve stavebním deníku vyzve stavbyvedoucí technického dozora investora, zástupce projektanta, dodavatele betonové konstrukce k prověře dokončené betonové konstrukce.

Přejímacího řízení se zúčastní:

- stavbyvedoucí
- zástupce TDI nebo stavbyvedoucí
- případně zástupce projektanta, statik

K přejímce betonové konstrukce připraví dodavatel, zhotovitel, konstrukce dokladovou část:

- výkresovou dokumentaci se zakreslením skutečného provedení, vyznačení zjištěných odchylek
- protokoly o kontrolních zkouškách (pevnosti betonu v tlaku, případně vodotěsnost, mrazuvzdornost a pod)
- hutní atesty, osvědčení o jakosti výztuže



- stavební deník se zápisy dílčích prověření prací, bednění, výztuže, betonáže, zápisy o provádění betonáže

## **9 BOZP**

V případě prací cizím dodavatelem - každý dodavatel prací musí mít řádně převzato pracoviště a být řádně poučen o bezpečnostních rizicích, včetně zápisu do deníku BOZP. Každý dodavatel musí mít pracovníky proškoleny v oblasti BOZP a na vyžádání stavbyvedoucího musí být schopen tuto skutečnost dokladovat.

Pracovníci se řídí předpisy výrobce systémového bednění. Podpěrné konstrukce musí být postaveny a konstruovány tak, aby je bylo možno při odbedňování postupně bezpečně odstraňovat a uvolňovat bez nežádoucích otřesů budované konstrukce. Před započítím betonářských prací musí být celé bednění a jeho části, zejména podpěry, řádně prohlédnuty a závady odstraněny. Převzetí a kontrola bednění musí být zapsány do stavebního deníku odpovědným pracovníkem.

Při přečerpávání betonové směsi při přímém ukládání do konstrukce se musí pracovat z bezpečných míst, kde jsou pracovníci chráněni proti pádu z výšky, do hloubky, proti zavalení či zalití betonovou směsí apod. Pokud taková místa nelze zajistit, musí být pracovník chráněn jiným způsobem (osobním zajištěním proti pádu, ochranným košem apod.). Pro pohyb pracovníků musí být vybudovány bezpečné komunikace (pracovní lešení, podlahy apod.). Postup ukládání betonové směsi musí být v souladu s technologickými postupy a zvláštními předpisy. Betonáž v mimořádných podmínkách musí po celou dobu provádění řídit odpovědný pracovník. V průběhu betonáže se musí stále sledovat stav konstrukce bednění. Závady musí být ihned odstraňovány.





## 10 SEZNAM ZKRATEK A TABULEK

### 19.1 Seznam uvedených zkratk

KZP.....	Kontrolní a zkušební plán
TP.....	Technologický postup
ZTP.....	Závazné technologické předpisy
TDI.....	Technický dozor investora
TP.....	Technická pravidla
SD.....	Stavební deník
PD.....	Projektová dokumentace

### 19.2 Seznam tabulek

Tab. 1	Třídy pohledového betonu a doplňkové specifikace.....	-17-
Tab. 2	Požadavky na rovinnost povrchů, spáry a bednicí spoje.....	-18-
Tab. 3	Způsoby upevnění pláště bednění, separační prostředky.....	-19-
Tab. 4	Základní typy bednění a jejich vlastnosti.....	-37-
Tab. 5	Druhy pláště bednění, jejich vlastnosti a vliv na povrch betonu.....	-38-
Tab. 6	Posuzování oprav a vad nedostatků.....	-42-
Tab. 7	Rozsah kontrol jednotlivých prvků.....	-46-
Tab. 8	Kontrola čerstvé betonové směsi.....	-52-
Tab. 9	Kritéria požadavků na povrch pohledového betonu.....	-58-

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Opěrná zeď bez požadavků na kvalitu.....	-13-
Obr. 2	Opěrná zeď s požadavky na kvalitu.....	-13-
Obr. 3	Fakulta architektury ČVUT.....	-14-
Obr. 4	Arcidiecézní muzeum v Olomouci.....	-14-
Obr. 5	Mercedes-Benz Museum.....	-15-
Obr. 6	Mercedes-Benz Museum.....	-15-
Obr. 7	Autodomíhávač na betonovou směs.....	-23-
Obr. 8	Řezy betonem s různými druhy kameniva.....	-29-
Obr. 9	Rámové bednění od výrobce PERI.....	-36-
Obr. 10	Nosíkové bednění od výrobce PERI.....	-36-
Obr. 11	Atypické bednění od výrobce PERI.....	-37-
Obr. 12	Pláště bednění a jejich otisky na povrchu betonu.....	-39-
Obr. 13	Pláště bednění a jejich otisky na povrchu betonu.....	-39-



## 12 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJE

- [1] **KASAL, Pavel, Rudolf HELA, Petr FINKOUS a Václav LOKVENC.** *Pohledový beton: technická pravidla ČBS 03 (2018): 2. přepracované vydání.* : Česká betonářská společnost ČSSI [online]. 2018 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.cbsbeton.eu/cz/>
- [2] **MARGOLDOVÁ, Jana.** *Pojem pohledový beton: Beton* [online]. 2008 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/wp-content/uploads/2008-7-10.pdf>
- [3] **VESELÁ, Linda.** *Kritéria požadavků na povrch pohledového betonu* [online]. ÚTM / ÚVTR [cit. 2022-05-10]
- [4] **VESELÁ, Linda.** *Požadavky na vzhled dokončené pohledové plochy: Postup měření, četnost a vyhodnocení měření* [online]. ÚTM / ÚVTR [cit. 2022-05-10].
- [5] **ZAPA beton a.s.** *Kamenivo do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.zapa.cz/cs/kamenivo-0>
- [6] **MujBeton.cz.** *Kamenivo do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.muj-beton.cz/kamenivo-v-betonu>
- [7] **MujBeton.cz, s.r.o.** *Záměsová voda do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.muj-beton.cz/zamesova-voda-do-betonu>
- [8] **MujBeton.cz.** *Proces hydratace* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.muj-beton.cz/hydratace-cementu>
- [9] **MujBeton.cz.** *Přísady do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.muj-beton.cz/chemicke-prisady-do-betonu>
- [10] **MujBeton.cz.** *Způsob dopravy čerstvé betonové směsi* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.muj-beton.cz/zpusoby-dopravy>
- [11] **BETON TKS, s.r.o.** *Kamenivo do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/kamenivo/>
- [12] **BETON TKS, s.r.o.** *Pojem pohledový beton: Rozdělení pohledových betonů podle typů* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/pohledovy-beton/>
- [13] **BETON TKS, s.r.o.** *Cement do betonu: Typy cementů pro pohledové betony a jejich značení* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/cement/>
- [14] **BETON TKS, s.r.o.** *Záměsová voda do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/pojmy/voda/>
- [15] **Merit spol. s.r.o.** *Přísady a příměsi do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.merit-slatinany.cz/prisady-smesi-do-betonu>
- [16] **StavebniKlub.cz.** *Přísady a příměsi do betonu* [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: [https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR\\_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a\\_RmSdJyeRjhvvhWt6GT3USXlrOM1TLo5UgePQ30Y729AAz2AkniCBTIj6JA](https://www.stavebniklub.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRjhvvhWt6GT3USXlrOM1TLo5UgePQ30Y729AAz2AkniCBTIj6JA)
- [17] **KŘIVÁNEK, Martin.** *Technologický postup pro pohledový beton: Technologie betonu + kontrola kvality* [online]. 2007 [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: [https://www.bba-monolit.cz/images/soubory/Technolog\\_predpis\\_BBA-MONOLIT.pdf](https://www.bba-monolit.cz/images/soubory/Technolog_predpis_BBA-MONOLIT.pdf)



[18] **VESELÁ, Linda.** Měření místní rovinnosti [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/podlahy-pricky-povrchy/15021-mereni-mistni-rovinnosti-povrchu-pro-pozemni-stavby>

## 13 SEZNAM POUŽITÝCH NOREM

- [1] **ČSN EN 206+A2 (732403)** – *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*
- [2] **ČSN EN 197-1 ED.2 (722101)** – *Cement - Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití*
- [3] **ČSN EN 1008 (732028)** – *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*
- [4] **ČSN EN 13670 (732400)** – *Provádění betonových konstrukcí. Společná ustanovení*
- [5] **ČSN EN 13670 (732400)** – *Podmínky provádění část 2: Přesnost monolitických betonových konstrukcí.*
- [6] **ČSN EN 1992-1-1 (731201)** – *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*

### Technická pravidla ČBS č.3 (2018) – Pohledový beton.

- [1] *Technická pravidla ČBS č.3 (2018) – Pohledový beton, kap. 4*
- [2] *Technická pravidla ČBS č.3 (2018) – Pohledový beton, kap. 5*