

Betonové konstrukce II/9

Stavby z pohledového betonu,
městský mobiliář

Pohledový beton

Režný beton (Fair-face concrete, Exposed concrete)

- Povrch betonu v základní barvě
- Tvoří finální povrch konstrukce
- Nemá předem definovaný vzhled

Pohledový beton (Fair-face concrete, Exposed concrete)

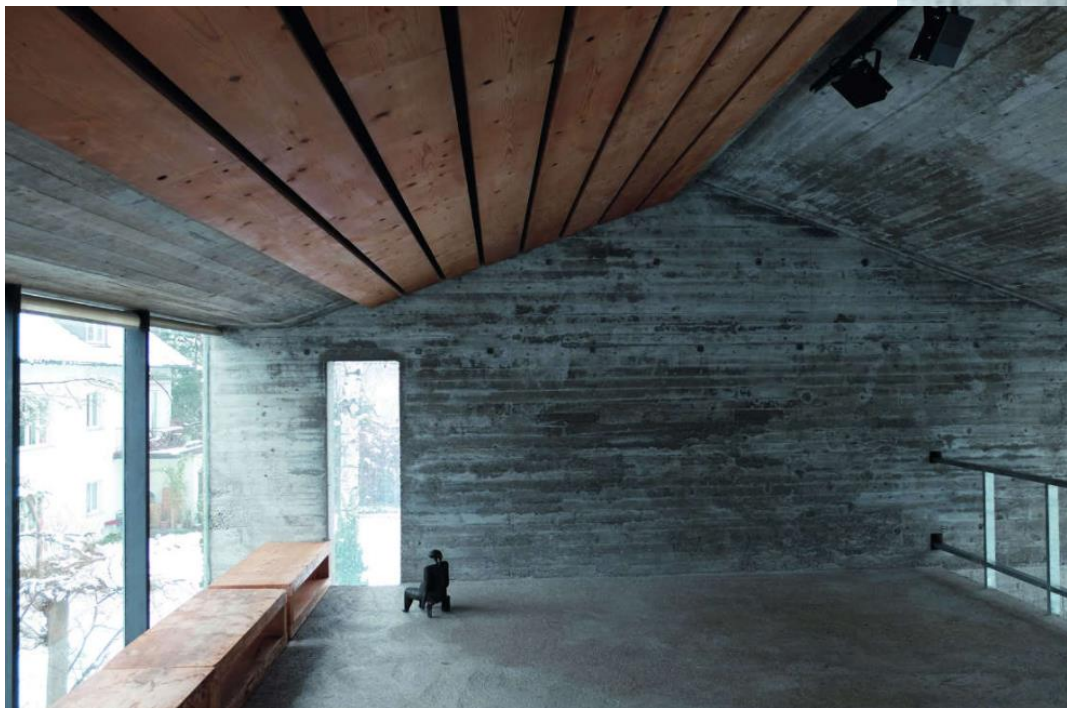
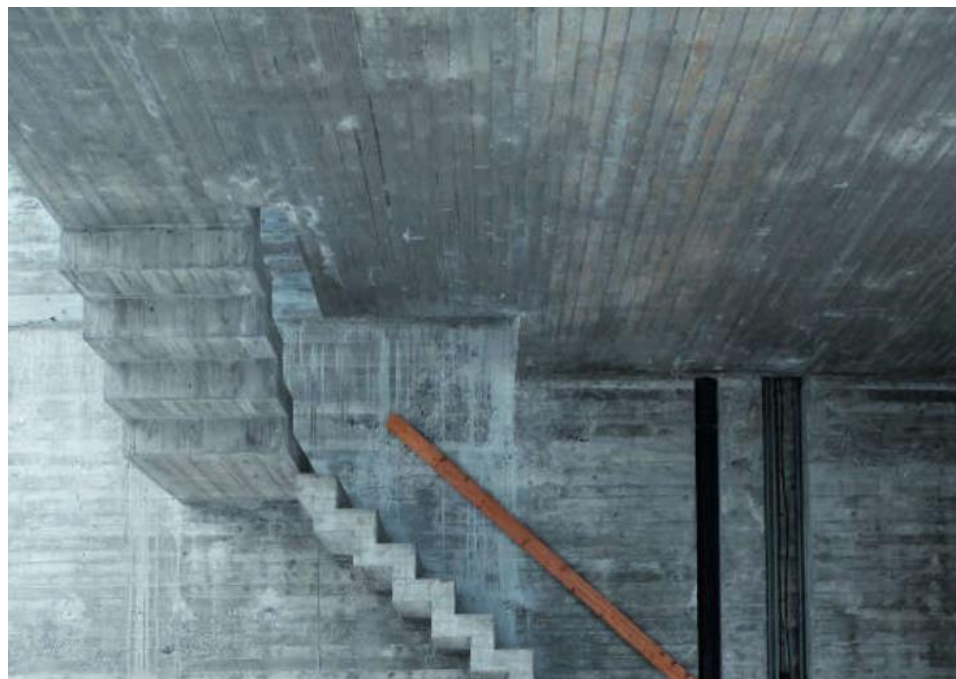
- Povrch monolitického betonu nebo prefabrikovaného dílce
- Tvoří finální povrch konstrukce
- Má předem definovaný vzhled, může být barevný

Architektonický beton (Architectural concrete)

- Pohledový beton se zvláštními estetickými požadavky
 - Použití zvláštního bednění
 - Použití speciálního složení betonové směsi
 - Použití speciální technologie dodatečné úpravy povrchu

Režný beton

Sochařský ateliér Hermanna Rosy
Německo - nedaleko Mnichova
1960 - 1968



Pohledový beton

- Běžné použití u pozemních, dopravních a inženýrských staveb
- Použití v interiéru i exteriéru
- Nutná spolupráce všech účastníků výstavby

- Předpokladem je kvalitní návrh konstrukce – detaily
- Složení betonové směsi – zrnitost kameniva, nízký vodní součinitel
zpracovatelnost (samozhutnitelný beton)
barevné betony – bílý cement a kamenivo
- Výběr bednění – materiál a rozměry bednicích dílců, kvalita povrchu
- Volba separačního prostředku
- Zpracování betonu na stavbě – ukládání a hutnění bez doteku
vibrátoru na bednění, zalévání stěn odspoda
- Ošetřování betonu – vlhčení, ochrana před poškozením

Faktory ovlivňující výslednou kvalitu povrchu

Kvalita provedení

vlivy počasí, kvalifikovaný personál provádějící práce, příprava bednění, nanášení separačního prostředku, dodávka, uložení a hutnění betonu, čas a způsob odbednění, ošetřování a dodatečné úpravy

Bednění

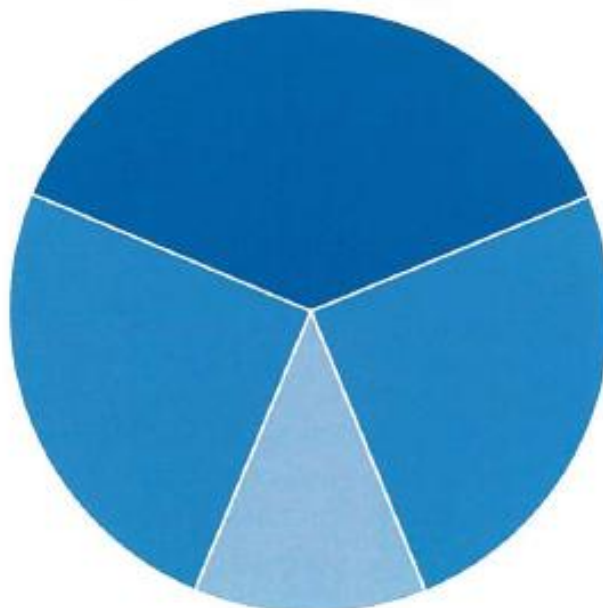
stav bednění při použití, povrch, tolerance, způsob upevnění bednicího pláště, spoje a těsnění spojů bednicích dílců, tuhost bednění, spínací prostředky, úprava hran, skladování, údržba, příslušenství

Beton a výztuž

stupeň vyztužení a krytí výztuže, vhodná receptura betonu: cement, přísady a příměsi, pigmenty, křivka zrnitosti, jemné podíly, konzistence, vodní součinitel, SCC

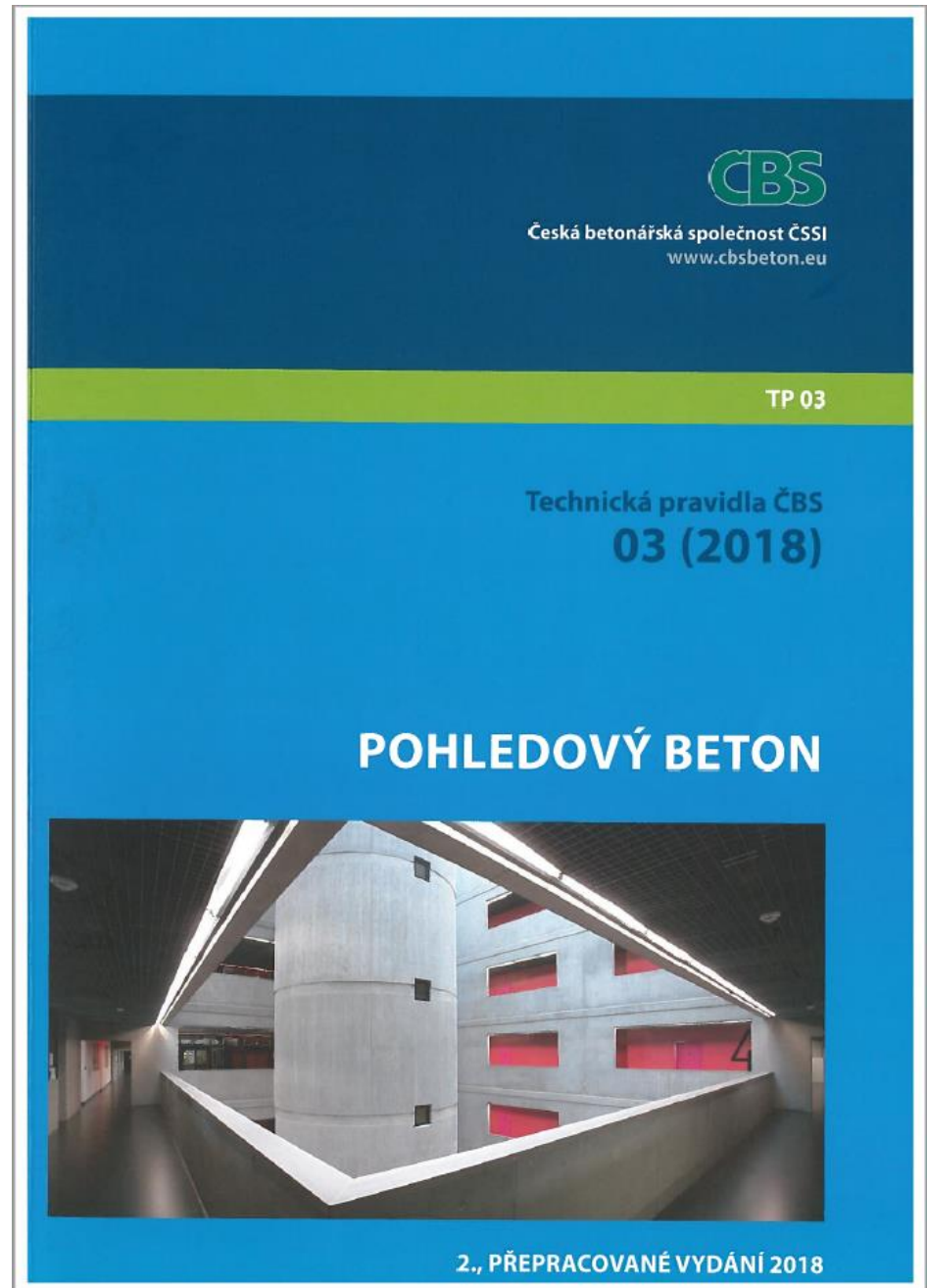
Separační prostředky

druh a jakost separačních prostředků



Specifikace pohledového Betonu

- Neexistuje norma na PB
- Technická pravidla ČBS 03
Pohledový beton



Specifikace pohledového betonu

V projektu konstrukce z pohledového betonu je nutno předepsat:

- Třídu pohledového betonu PBO až PBS podle TP ČBS 03
- Druh použitého bednění (systémové bednění ocelové nebo dřevěné, speciální bednění – plastové, kovové, dřevěné – prkna, latě..)
- Spárořez použitých desek bednění (rozměry a uspořádání desek)
- Způsob úpravy hran (ostré, zkosené)
- Barva betonu (přirozená šedá, nebo použití barevných pigmentů)
- Úprava otvorů po spínacích tyčích (lze nebo nelze, způsob úpravy)
- Způsob úpravy pracovních spár

Třídy pohledového betonu PBO až PBS

podle TP ČBS 03

Tab. 1 Třídy pohledového betonu a doplňkové specifikace

Třída pohledového betonu	Příklady použití	Požadavky na údaje v projektové dokumentaci	Struktura povrchu betonu	Pórovitost [®]	Barva povrchu betonu ⁴⁾ C
PBO	betonové plochy bez zvláštních architektonických nebo technických požadavků	nejdou předepsány	nerí předepsána	není předepsána	
PB1	betonové plochy s nízkými požadavky na vzhled, např. stěny garáží, sklepů, opěrné zdi	údaje k rozměrům díla, např. tloušťka, minimální průřezy, sklon ¹⁾ , krytí výztuže, 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)	C1 – barva betonu, která vyplývá z použité betonové směsi a druhu cementu,
PB2	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	nebo C2 – beton barvený přídatnými látkami a pigmenty, definice barvy proběhne na základě referenčních staveb, referenčních povrchů nebo vzorků výrobce apod. schválením projektanta, nebo C3 – stejné jako C2, ale za použití bílého cementu, zvolené zrnitosti kameniva a dalších opatření s uvedením těchto opatření v technické zprávě
PB3	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 ²⁾ , např. předepsané velikosti bednicích dílců, spínacích míst a betonovaných pracovních záběrů	plocha pórů max. 0,6 % testovaného povrchu (viz obr. 4 na str. 14)	
PBS	architektonicky exponované plochy zvláštního významu, např. reprezentativní stavby	Veškeré detailní požadavky musí být určeny projektem. UPOZORNĚNÍ: Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!			

Podrobná specifikace pro jednotlivé třídy pohledového betonu PBO až PBS

Rovinnost povrchu betonu	Řešení pracovních spár	Spoj bednicích dílců	Styk pláště bednění ¹⁾	Vzhled hran H	Spinací místo S	Uzavření spinacích otvorů U	Řešení závěsných míst pro betonáž následných výškových taktů Z	Způsob upevnění pláště bednění	Stav pláště bednění	Separační prostředky	Systém bednění B	Textura povrchu betonu T	Zkušební konstrukce	Tým pro pohledový beton
	<ul style="list-style-type: none"> výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 15 mm a hloubky 10 mm, přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 15 mm, cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn, lichoběžníkové lišty nebo podobné prvky mohou být v pracovních nebo dilatačních spárách použity bez dohody 	<p>není předepsán</p> <ul style="list-style-type: none"> v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 15 mm a hloubky 10 mm, přesazení ve spoji dílců je přípustné do 10 mm, přípustný je otlép do výšky 5 mm 	<p>není předepsán</p> <ul style="list-style-type: none"> cotyk pláště bednění bez zvláštních opatření (např. podle systému bednění) s obvyklým výronem cementového tmele, přesazení okrajů pláště bednění je přípustné do 5 mm 					není předepsán	není předepsán		není předepsán	není předepsána	není předepsána	není předepsán
<ul style="list-style-type: none"> rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670 pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 9 mm 								není předepsán	není předepsán		není předepsán			
<ul style="list-style-type: none"> rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670 pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 9 mm 	<ul style="list-style-type: none"> výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů je přípustné do 10 mm, cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn, použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je doporučeno 	<ul style="list-style-type: none"> nahromaděním hrubých zrn není přípustné, v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, přesazení ve spoji dílců je přípustné do 5 mm, přípustný je otlép do výšky 3 mm 	<ul style="list-style-type: none"> dotyk pláště bednění se zvláštními opatřeními (např. nový plášť, těsnící pásek) s malým výronem cementového tmele, 	<p>H1 – sražená hrana, např. pomocí trojhranných lišt (viz obr. 21 na str. 31),</p> <p>nebo</p> <p>H2²⁾ – ostrá hrana (viz obr. 22 na str. 31)</p>	<p>S1 – spinací místo bez zvláštních opatření, např. podle systému bednění, s obvyklým vytěláním cementového tmele (viz obr. 10b a 11a na str. 17),</p> <p>nebo</p> <p>S2 – spinací místo se zvláštními opatřeními, která je nutno stanovit, např. těsnící kroužek, s malým vytěláním cementového tmele (viz obr. 10a a 11b na str. 17),</p> <p>nebo</p> <p>S3³⁾ – žádná viditelná spinací místa díky konstrukci bednění bez spinání</p>	<p>U1 – distanční trubky, kónusy a zásepky otvorů obvyklé na trhu nebo uzávěr maltou zahlušený a tmelemý podle volby zhotovitele (viz obr. 24 na str. 33),</p> <p>nebo</p> <p>U2 – distanční trubky, kónusy a zásepky otvorů z plastu, betonu, z vláknitého cementu apod. podle zadání a specifikace projektanta (viz obr. 24 na str. 33),</p> <p>nebo</p> <p>U3 – atypické výrobky na zakázku (viz obr. 24 na str. 33)</p>	<p>Z0 – bez závěsných míst,</p> <p>nebo</p> <p>Z1 – provedení a uspořádání závěsných míst odpovídají 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>Z2 – uspořádání a vzhled musí odpovídat spinacím místům</p>	<p>přípustné jsou otisky od systémového upevnění zepředu s max. 3 mm hlubokými nebo vyčnívajícými otisky v povrchu betonu (viz obr. 20a a 20b na str. 30)</p>	<p>přípustné 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, škrábanci 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 dosahováno dohodnutého betonového povrchu</p>	<p>vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit v závislosti na použitém plášti bednění podle tab. 4 na str. 38</p>	<p>B1 – systémové rámové bednění: vzhled betonu s pravidelnými otisky rámu v rastru výrobce; spinací 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>B2 – systémové nosníkové bednění: vzhled betonu bez otisku rámu; spinací 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>B3 – atypické bednění: vzhled betonu je volitelný podle možnosti bednění, které je přizpůsobené a zvlášť vyrobené pro daný díl, podle počtu a pozice spinacích míst v mezích technických možností (viz obr. 7 na str. 16)</p>	<p>doporučena</p>	<p>není předepsána</p>	<p>není předepsán</p>
<ul style="list-style-type: none"> rovinnost je stanovena normou ČSN EN 13670, hodnoty zpřísněny o 1/3 pro povrchy ve styku s bedněním je na 2m lati povolená odchylka 6 mm 	<ul style="list-style-type: none"> výron cementového tmele z pracovních spár je přípustný do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, přesazení povrchu dvou betonových pracovních záběrů přípustné do 5 mm, cementový tmel na předchozím pracovním záběru musí být včas odstraněn, použití lichoběžníkových lišt nebo podobných prvků pro utěsnění pracovních nebo dilatačních spár je nutné, pokud není těsnost zajištěna jinak 	<ul style="list-style-type: none"> nahromaděním hrubých zrn není přípustné, v místě spoje bednicích dílců je přípustný výron cementového tmele do šířky 10 mm a hloubky 5 mm, přesazení ve spoji dílců je přípustné do 3 mm, otlép není přípustný 	<ul style="list-style-type: none"> přesazení okrajů pláště bednění je přípustné do 3 mm 					<p>upevnění pláště bednění je nutno dohodnout, např. přesahující, zapuštěné, neviditelné, zvýrazněné upevnění apod. (viz obr. 20c na str. 30)</p>	<ul style="list-style-type: none"> přípustné jsou otisky v povrchu betonu způsobené normálním otlémem při vícenásobném použití, případným přesahem (zapuštěním) pláště bednění přes rám až do 1 mm nebo zapuštěním do 2 mm, nejpřípustné jsou otisky v betonovém povrchu způsobené opravnými místy pláště bednění, škrábanci, dírami po hřebících a šroubech 	<p>vhodnost separačního prostředku je nutno posoudit na použitém plášti bednění podle tab. 4 na str. 38 a následně jej ověřit přímo na stavbě</p>	<p>T2²⁾ – podle specifikace v projektu, přio. podle tab. 3 na str. 27 (viz obr. 3 na str. 14 a obr. 19 na str. 28 a 29)</p>	<p>předepsána</p>	<p>předepsán</p>	
<p>Veškeré detailní požadavky musí být určeny projektem. UPOZORNĚNÍ: Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!</p>														
<p>Veškeré detailní požadavky musí být určeny projektem. UPOZORNĚNÍ: Při extrémně vysokých nárocích na výsledný vzhled je nutno zvážit proveditelnost takové konstrukce!</p>														

Příklad specifikace PB podle TP ČBS 03

Příklad specifikace pohledového betonu:

PB2–C1–H2–S1–U3–Z0–B2–T2

Uvedená specifikace vyjadřuje:

PB2 – pohledový beton třídy PB2

C1 – barva betonu, která vyplýne 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 nosníkového bednění s definovaným spárořezem a pozicí spínacích míst

T2 – s bednicím pláštěm podle zadání v projektu

Referenční plocha (zkušební plocha)

- Pro třídy pohledového betonu PB3 a PBS
- Vybetonuje se **na staveništi za stejných podmínek**
(stejně bednění, stejný beton, stejní pracovníci...)
- Po odsouhlasení zkušební plochy lze začít s betonáží stavby

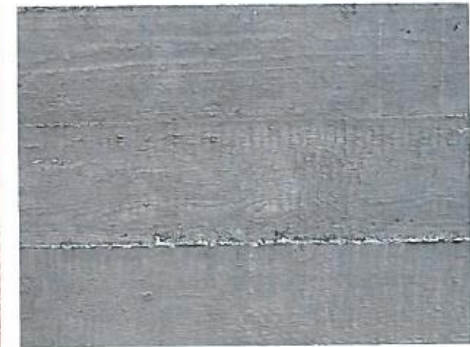


Povrchové úpravy pohledového betonu

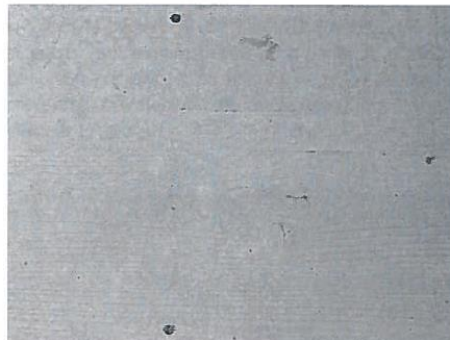
Příklady plášťů bednění
a jejich otisků na konstrukci



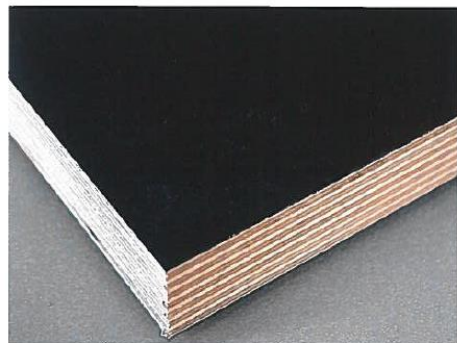
a) hrubá prkna z pily



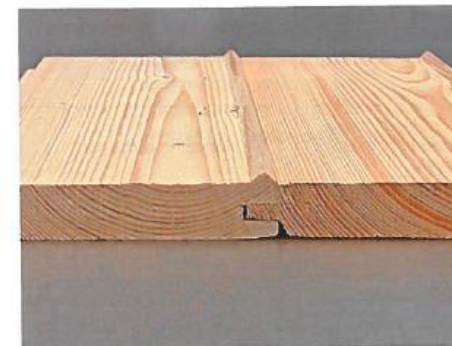
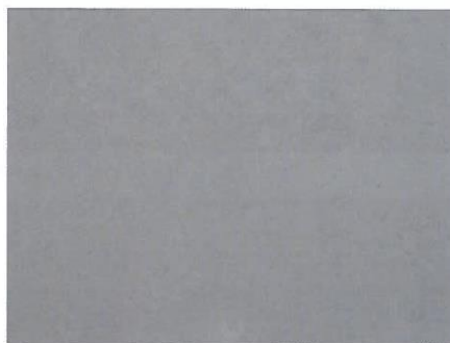
d) třívrstvá deska povrchově upravená



b) prkna hoblovaná



e) překližka, povrch upravený fenolovou pryskyřicí



c) prkna s drážkou



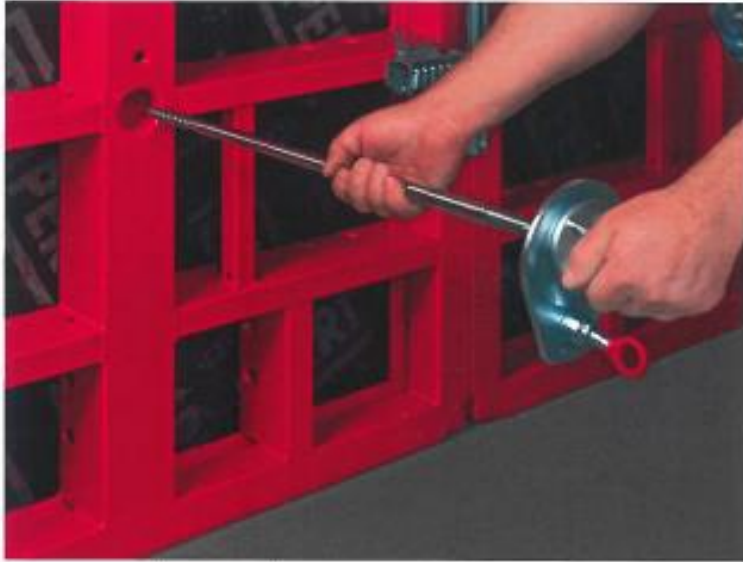
Systemové bednění stěny



Atypické tvary bednění

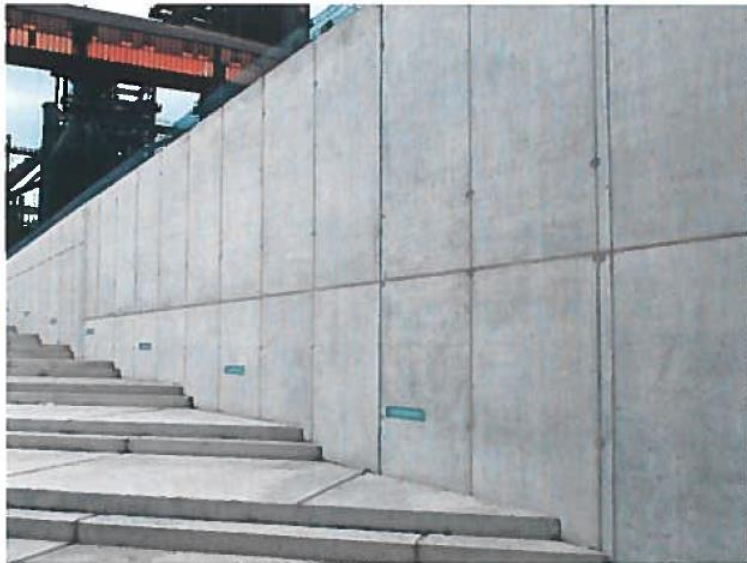
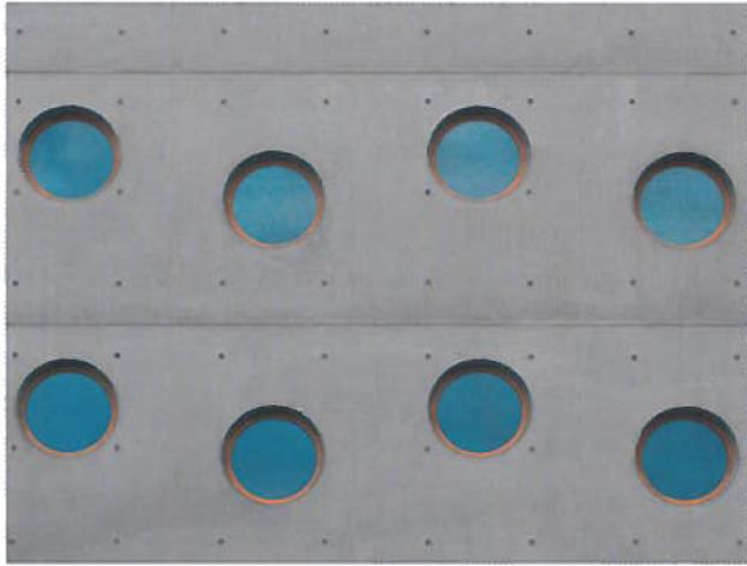


Spínací místa bednění

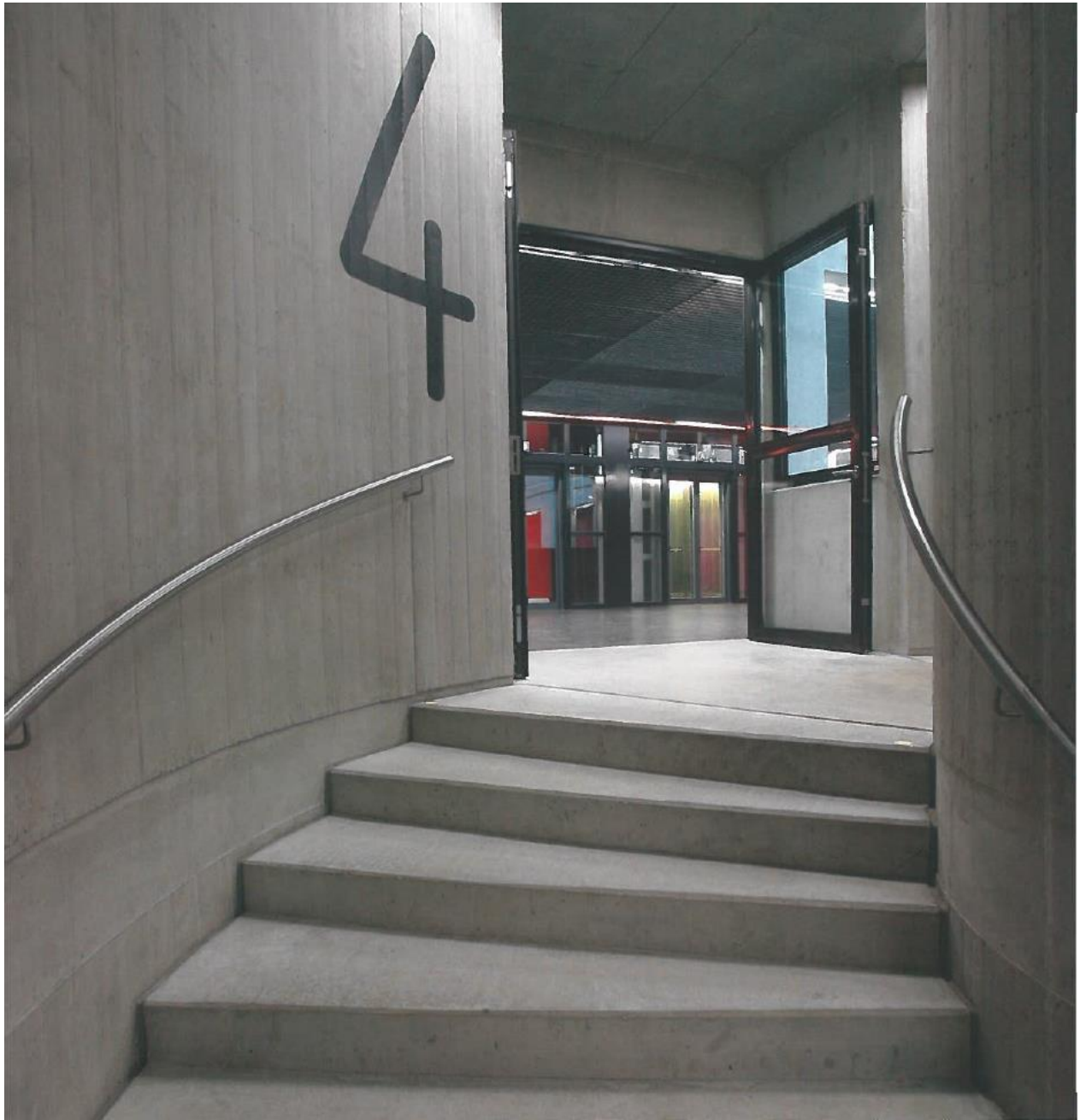


Pohledový beton

Příklady strukturování povrchu s různým spárořezem bednění



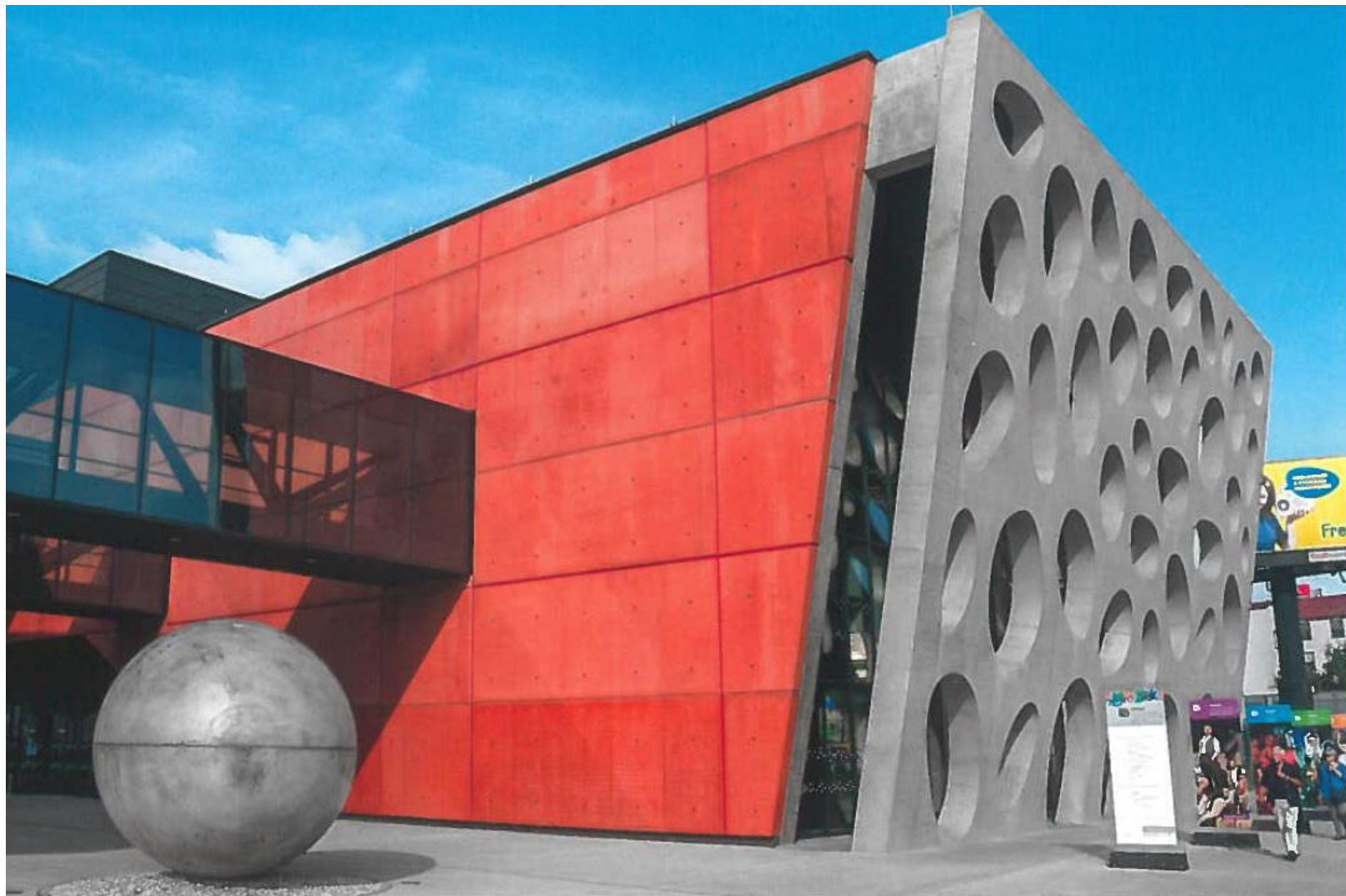




Barevný beton – bílý cement, bílé kamenivo + pigment



Nové divadlo v Plzni – barevné pohledové betony



Architektonický beton

Speciální povrchy bednění – často použití profilovaných matic

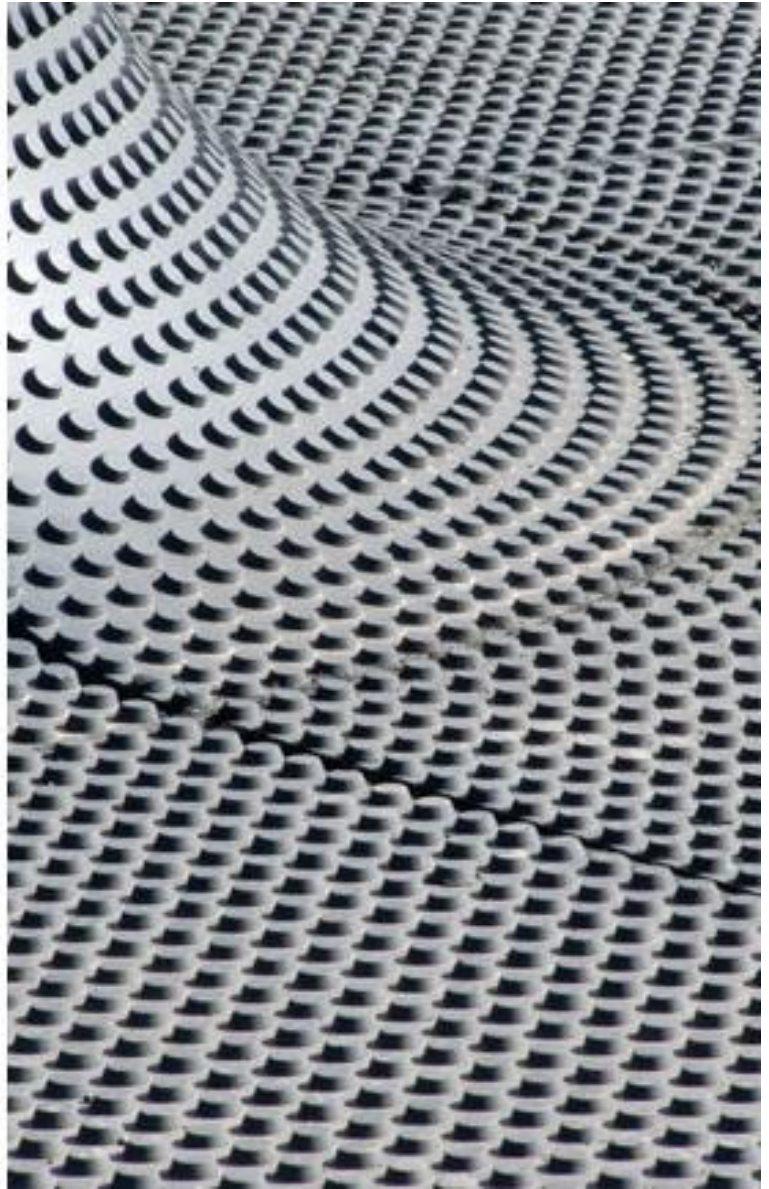




Černý architektonický beton

Akihisa Hirata - The Alp Apartment Complex in Akabane-Nishi, Tokyo, Japan





Fotobeton - otisk fotografije na povrhu betonu



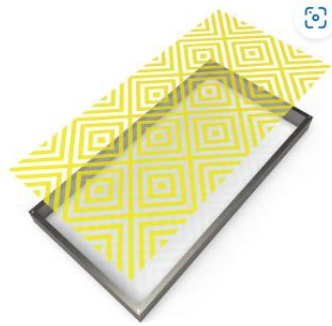
Fotobeton – fotografie se přetiskne na plastovou fólii rozměru max 3,15 x 25 m

Výrobní postup



01

Společnost RECKLI natiskne design na speciální fólii.



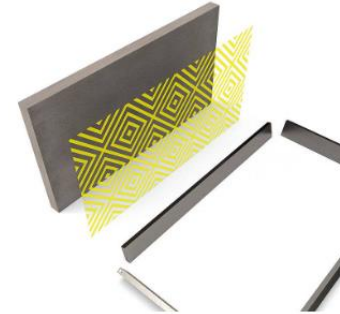
02

Folie se vloží do bednění.



03

Do bednění se nalije beton.



04

Když beton vytvrdne, lze betonový prvek odbednit.



05

Fólie se jednoduše sejme z betonového prvku a beton se vymyje vysokotlakým čističem.



06

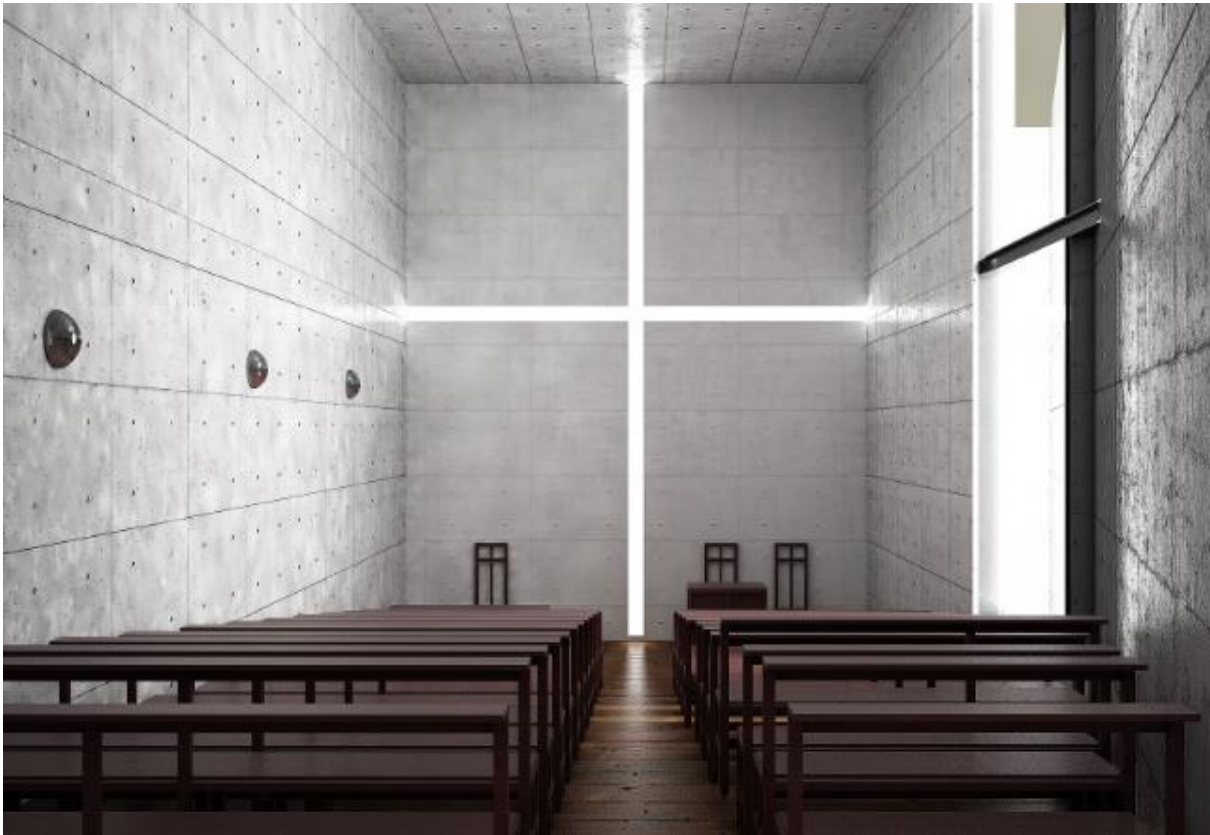
Díky souhře vymytého a hladkého povrchu se zobrazí design.

Zpomalovač tuhnutí, nanesený na plastové fólii, umožní po odbednění vymytí části povrchu betonu do různé hloubky.

Dodatečně povrchově upravované betony

Tadao Ando – Church of the Light – povrch Tadao Ando

- dokonale hladký stejnorodý povrch
- ruční práce specializovaných řemeslníků
- opakované omývání kyselinou a natírání směsí bílého a šedého cementu



Dodatečně povrchově mechanicky opracovaný beton



Průsvitný beton – příměs světlovodných skleněných vláken

LitraCon

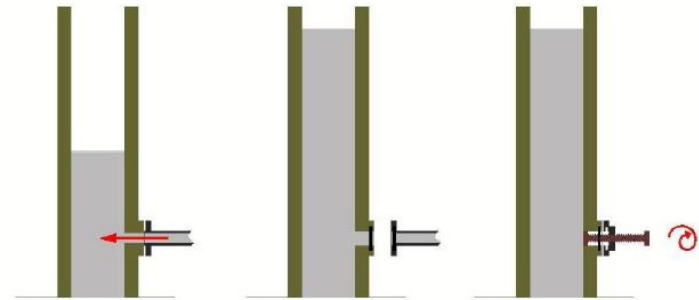


Skladby konstrukcí z pohledového betonu

- Tloušťka stěny z pohledového betonu min 200 mm
- Pro tenčí stěny je nutno použít speciální bednění - drahé



běžná betonáž stěny shora



plnění bednění speciálním ventilem zdola

Vnější stěny z pohledového betonu

1. Zdvojení stěn – typicky 200 mm + izolace + 200 mm
2. Obklad fasády prefabrikovanými dílci tloušťky 60 – 100 mm
3. Jednovrstvá stěna s vnitřní izolací stěn a přilehlé části stropů
4. Stěna s vnitřní izolací s přerušením tepelného mostu u stropů
5. Jednovrstvá stěna z pohledového tepelně izolačního betonu

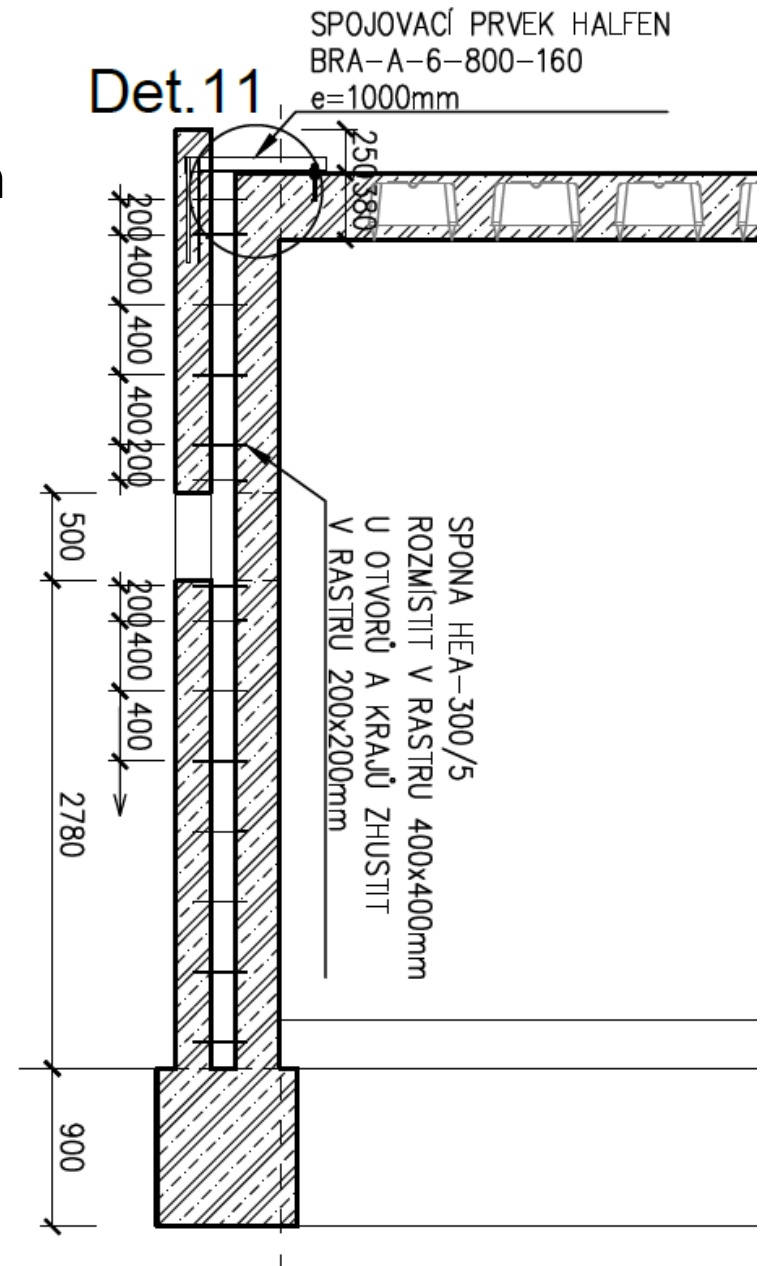


- Pozor na dilatace vnější vrstvy pohledové betonu

Zdvojení obvodových stěn

- Vnitřní nosná stěna – tl. 200 – 250 mm
- Tepelná izolace – 160 mm
- Vnější monolitická stěna
z pohledového betonu 200 – 220 mm
kotvená nerezovými sponami

Celková tloušťka 550 až 600 mm





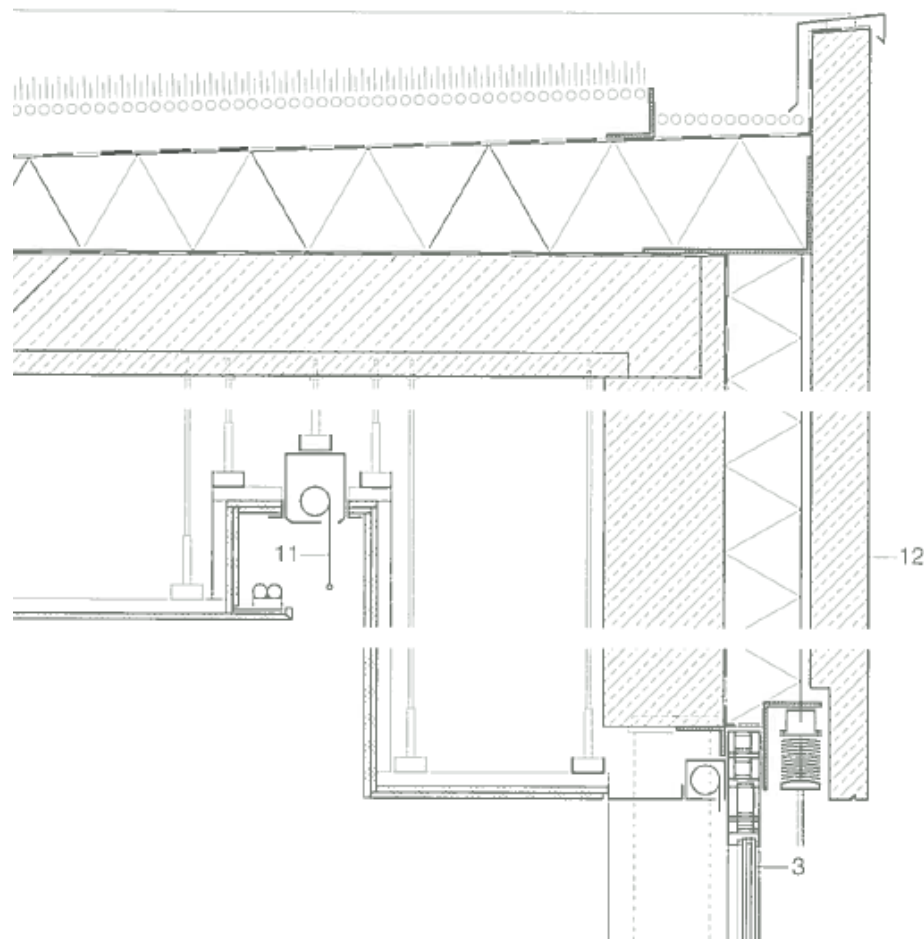
Vstupní objekt Stadion
Jablonec nad Nisou



Obklad fasády prefabrikovanými dílci (panely)

- Vnitřní nosná stěna
(monolitická, prefa, zdivo)
- Tepelná izolace – 160 mm
- Vnější prefabrikovaný panel
tloušťky 60 – 100 mm

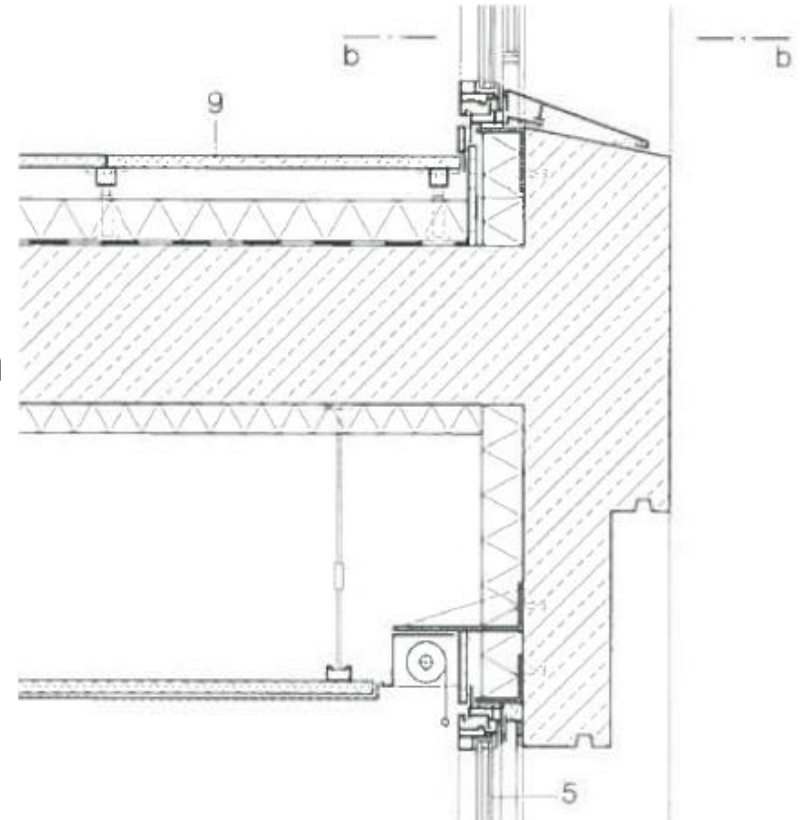
Celková tloušťka 400 až 500 mm



Jednovrstvá stěna s vnitřní izolací stěn a stropů

- Nosná stěna monolit
- Tepelná izolace uvnitř 160 mm
- Tepelná izolace na obou površích stropu do vzdálenosti asi 1,5 m od obvodové stěny, tloušťky 40 mm (rozsah a tloušťku izolace stropu určí tepelně-technický výpočet)

Celková tloušťka asi 400 mm



City of Justice – Barcelona

Vnější barevné pohledové stěny s vnitřní izolací
architektonický beton





Detaily fasády



432 Park Avenue, NY – 2015 – štíhlost 1:15

- Bílý pohledový beton 91 podlaží
- Vnitřní izolace 425,5 m



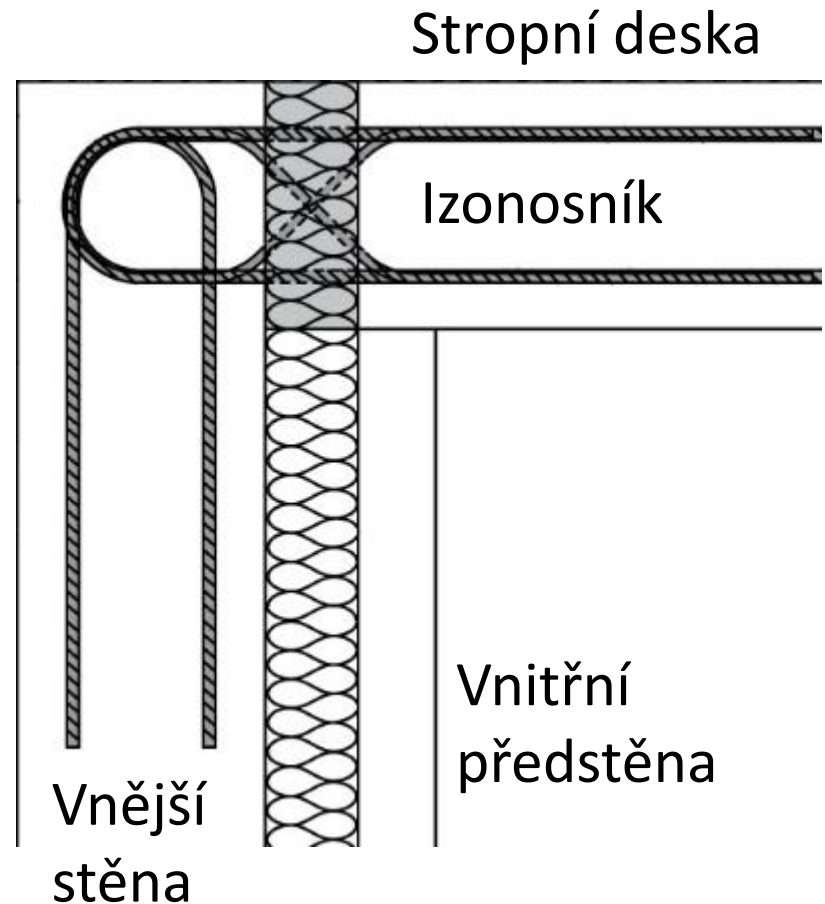
1280



Vnější nosná stěna s vnitřní izolací + izonosník

- Pouze pro malé objekty do délky 10 m, výjimečné řešení
- Varianta předchozího systému s vnitřní izolací, místo izolace navazující části stropu je strop od stěny oddělen izonosníkem

- Skadba:
 - Vnější monolitická stěna
 - Tepelná izolace
 - Vnitřní povrch (sádrokarton)
 - Strop uložený do stěny pomocí izonosníku
 - Izonosníky je nutno po 10 m dilatovat



Porovnání pohledového betonu vnější prefabrikované desky a navazující monolitické stěny



Stavby z lehkého pohledového betonu

- Lehké tepelně izolační betony umožňují realizaci jednovrstvé obvodové betonové stěny z pohledového betonu
- Součinitel tepelné vodivosti
 $\lambda = 0,20 \text{ W/mK}$
- Tloušťka stěny 500 až 700 mm

Materiál	Součinitel tepelné vodivosti λ
Expandovaný polystyren	0,033 – 0,039
Extrudovaný polystyren	0,034
Minerální vata	0,033 – 0,037
Foukaná izolace	0,035 – 0,039
Pěnosklo	0,040 – 0,060
Beton hutný	1,3
Železobeton	1,43
Cihla plná pálená	0,8 – 0,88

Základní stavebně fyzikální charakteristiky lehkých LiaporBetónů

označení betonu	konzistence betonové směsi	objemová hmotnost LiaporBetonu kg/m^3	pevnost betonu R_b v MPa		součinitel tepelné vodivosti λ W/mK	modul pružnosti
			válcová	krychlená		
MLB 2 - 650 *	koš	600 - 650	2,0		0,14	2,00
MLB 3,5 - 975 *	koš	900 - 975	3,5		0,19	3,75
LC 8/9 D1,2 **	čerpadlo/koš	1000 - 1200	8,0	9,0	0,31	6,00
LC 12/13 D1,4 **	čerpadlo/koš	1200 - 1400	12,0	13,0	0,40	9,00
LC 16/18 D1,6 **	čerpadlo/koš	1400 - 1600	16,0	18,0	0,60	12,70
LC 20/22 D1,8 **	čerpadlo/koš	1600 - 1800	20,0	22,0	0,69	17,20
LC 25/28 D2,4 **	čerpadlo/koš	1800 - 2000	25,0	28,0	0,77	22,70

* Označení podle ČSN 73 2402

** Označení podle ČSN EN 206 -1

Porotherm 44 Profi

Tepelněizolační vnější stěna

Tepelně-technické údaje zdiva

zdivo na maltu	u %	λ W/mK	R $\text{m}^2\text{K/W}$	U $\text{W/m}^2\text{K}$
Porotherm Profi				
bez omítek ¹⁾	0	0,111	3,98	0,24
s omítkami ¹⁾³⁾	0	0,113	4,31	0,22
bez omítek ²⁾	1,0	0,115	3,83	0,25
s omítkami ²⁾³⁾	1,0	0,116	4,17	0,23

1) v suchém stavu 2) při praktické vlhkosti podle ČSN 73 0540-3 3) vnější strana:
 - tepelněizolační omítka, tl. 30 mm, $\lambda = 0,10 \text{ W/(m·K)}$
 - stěrková malta se síťovinou, tl. 3 mm, $\lambda = 0,80 \text{ W/(m·K)}$
 - pastózní omítka, tl. 2 mm, $\lambda = 0,70 \text{ W/(m·K)}$
 vnitřní strana - sádrová omítka tl. 10 mm, $\lambda = 0,34 \text{ W/(m·K)}$

Příklad vily z lehkého pohledového betonu



Interiér vily



Městský mobiliář

- Lavičky
- Vybavení parků, hřišť
- Parkoviště, pěší zóny
- Lávky pro pěší



Tenkostěnné prvky Použití UHPC betonů s výztuží vláknny



Zařízení a doplňky pro zahrady a parky





Doplňky městských komunikací



Lávka pro pěší – Vrapice u Kladna

- Rozpětí 10 m
- Černý UHPC beton C110/130 s rozptýlenou výztuží vlákny
- Tloušťka stěny 30 mm



Vybavení interiérů

- Nábytek
- Zařizovací předměty



Zařizovací předměty



Nábytek





Lampa z průsvitného betonu LitraCon

