

## Pohledový beton

### Co je pohledový beton?

Beton a železobeton se stal nejpoužívanějším stavebním materiálem současnosti. Betonové konstrukční prvky mohou mít nejrůznější tvary a tak stále více architektů a konstruktérů používá betonové prvky jako hlavní výrazové prostředky moderní architektury. Přitom zpravidla požadují, aby betonové plochy budov a objektů působily na pozorovatele přímo, aby nezastíraly svůj materiálový charakter. Navrhují proto "pohledové betony". Pohledovými betony dnes rozumíme viditelné betonové plochy, které mají splňovat architektem (projektantem stavby) definované technické a především estetické požadavky. Protože přesné a podrobné stanovení těchto požadavků je velmi obtížné a protože tato skutečnost vyvolává při realizaci staveb nemalé těžkosti, rozhodli jsme se upozornit čtenáře na úskalí návrhu a dozoru při výrobě viditelných betonových ploch.

### Jak lze upravovat pohledový beton?

Nezakrývané betonové plochy lze v zásadě formovat a upravovat následujícími způsoby:

1) Úpravou čerstvého betonu při začátku tuhnutí

Takto se upravují všechny vodorovné povrchy resp. takové plochy, které nejsou formovány použitým bedněním. Patří sem prosté urovnání povrchu, hlazení dřevěným hladítkem, ocelovým hladítkem, strojní hladičkou, zdršňování atp.

2) Vytvořením strukturovaného povrchu pomocí otisku bednicího pláště

Časté je tvarování betonového povrchu vytvářené strukturou rostlého dřeva použitých prken na bednění. Strukturovat povrch lze také vkládáním různých (zpravidla gumových) matic do bednění.

3) Zbarvením betonu přidáním barvy do betonové směsi

Různých odstínů šedé barvy lze docílit již úpravou poměru hlavních složek čerstvého betonu (cement, voda, kamenivo), probarvením čerstvého betonu docílujeme např. červených (růžových) a zelených odstínů.

4) Nátěrem betonové plochy

Nátěrem nezakrýváme vytvořenou strukturu betonové plochy, měníme její zbarvení a příp. zvyšujeme odolnost povrchu proti korozívním účinkům atmosféry.

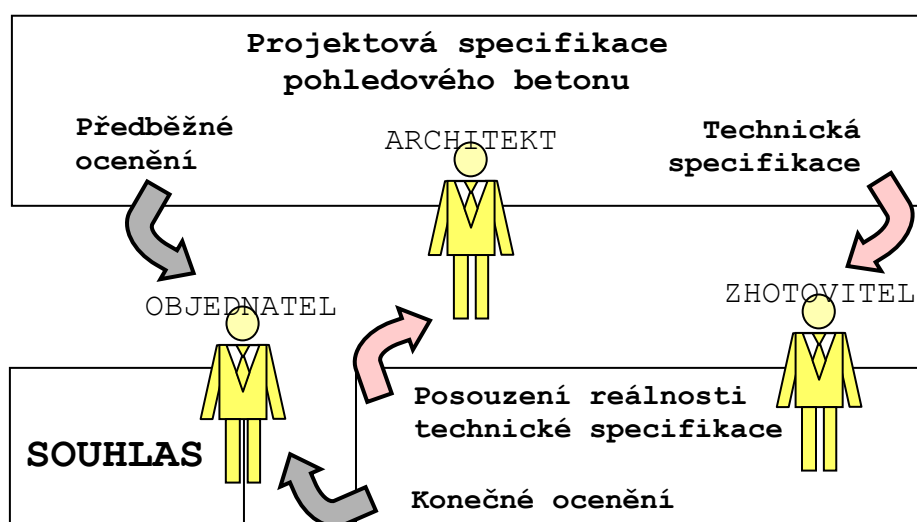
5) Následným opracováním povrchu betonové plochy

Betonová plocha může být opracována kamenickými postupy (špicováním, pemrlováním), otryskáváním atp. Zpravidla tím ovšem dochází k otevření povrchové struktury betonu a takové plochy rychleji podléhají korozívním pochodům. Proto se s nimi častěji setkáme v interiérech nebo na místech konstrukce méně vystavených atmosférickým vlivům.

### Pohledový beton vytvářený otiskem bednění

Z výše uvedených způsobů je tato úprava jediná, která není pod přímou kontrolou pracovníků, kteří úpravu povrchu provádějí. Pokud její výsledek,

kteřý je závislý na mnoha činitelích, není vyhovující, potom se velmi obtížně a za vysokých nákladů opravuje. Jak ukazují zkušenosti z úspěšných realizací, vyžaduje „pohledový beton z bednění“ odpovědnou spolupráci a souhru všech složek výrobního procesu. V našich podmínkách je potom zapotřebí, aby tuto souhru řídil a kontroloval zástupce objednatele - technický dozor investora. Na obrázku č.1 je znázorněno schéma ideálního postupu při přípravě stavby, na které bude použit pohledový beton.



Obrázek č.1: Příprava výroby pohledového betonu vedená zkušeným projektantem – architektem

Na začátku celého postupu musí být jasná představa architekta zhmotněná v dobrý a realizovatelný návrh provedení pohledového betonu. Architekt (projektant) musí svůj návrh opřít o úplnou projektovou (technickou) specifikaci předpokládaného výsledku, která bude sloužit jako podklad pro přípravu zhotovitele. Zároveň je zapotřebí, aby dokázal velmi přesně informovat objednatele o finančních nákladech, které jím navržená technická specifikace při realizaci vyvolá. Je tedy zapotřebí řešit především následující otázky:

Jaké požadavky je třeba uvést v technické specifikaci (zadáni)?

Jaké kvalitativní vlastnosti má pohledový beton mít?

Jaké musí mít vlastnosti dodávaný čerstvý beton?

Jaké jsou požadavky na bednění?

Jaké jsou požadavky na zpracování a ošetřování?

Jaké dopady do ceny budou mít navrhovaná technická řešení?

Případně řada dalších upřesňujících otázek.

V této souvislosti je zapotřebí, aby si zejména projektanti a spolu s nimi pochopitelně i objednatelé (zákazníci) uvědomili, že tvarování betonových prvků má své zákonitosti, nemá neomezené možnosti a zcela jistě má i své ekonomické hranice.

### **Předpisy a normy pro pohledový beton**

Požadavek dostatečně kvalitní přípravy provádění betonových konstrukcí je zachycen v mnoha technických normách evropských států. Také česká předběžná norma ČSN P ENV 13670-1 (*Provádění betonových konstrukcí –*

*Část 1: Společná ustanovení*) předpokládá zpracování projektové (technické) specifikace dle článku 4 – Dokumentace. Podle této normy (článek 4.1 odstavec 1) se předpokládá, že projektová specifikace „*bude obsahovat všechny nezbytné informace a technické požadavky na provádění betonové konstrukce*“. Projektová specifikace musí být před zahájením provádění každé části betonové konstrukce „*úplná a dostupná*“. (Čl. 4.1 odstavec 2). Je nezbytné zdůraznit, že pro pohledový beton by měla být odběratelem požadována od zhotovitele speciální dokumentace (dokumentace k provedení stavby dle článku 4.2.2 odst. 1 uváděné normy) a v projektové specifikaci se proto musí uvést její druh a rozsah.

ČSN P ENV 13670-1 ve své informativní příloze A uvádí kontrolní seznam požadavků na projektovou specifikaci. Stanovení požadavků zahrnutých ve dvaceti bodech seznamu, ovšem nelze snadno objektivně (měřitelně) vyjádřit, protože v současné době neexistuje žádná česká státní norma, která by u výroby pohledového betonu mohla sloužit jako vodítko při jejich zpracovávání.

Stejná situace je ovšem také v zemi našeho největšího souseda, ve Spolkové republice Německo. Určitým vodítkem proto může být našim projektantům pouze rakouská norma ÖNORM B 2211 (Beton- und Stahlbetonarbeiten, Wervertragsnorm). Právě proto je nezbytné, aby projektovou specifikaci pohledového betonu projektant pro objednatele zpracoval v požadovaném rozsahu a objednatel zajistil její předání zhotoviteli. Nebude-li projektová specifikace takto zajištěna, potom se zhotovitel (dodavatel betonové konstrukce) může úspěšně dovolávat § 561 Obchodního zákoníku (*Zákon č. 513/1991*), který stanovuje: "*Zhotovitel rovněž neodpovídá za vady způsobené dodržáním nevhodných pokynů daných mu objednatelem, jestliže zhotovitel na nevhodnost těchto pokynů upozornil a objednatel na jejich dodržení trval nebo jestliže zhotovitel tuto nevhodnost nemohl zjistit.*" V případě vzniklého sporu asi nikdo nebude moci za vhodné pokyny považovat obvyklou kratičkou poznámku v technické zprávě projektové dokumentace ke stavebnímu povolení, že viditelné plochy betonových konstrukcí budou z pohledového betonu.

### **Projektová specifikace pohledového betonu**

Rozeberme si nyní postupně jednotlivé body kontrolního seznamu pro správné zpracování projektové specifikace. Seznam v podstatě představuje shrnutí všech požadavků objednatele na autora projektu, které zaručují dobrou technickou přípravu zhotovitele a jeho dodavatelů k bezchybné výrobě pohledového betonu. Musíme si uvědomit, že úspěch zaručí pouze dobrá spolupráce autora projektu se zhotovitelem, jeho dodavatelem čerstvého betonu a samozřejmě jeho dodavatelem bednění, uskutečněná za soustavného odborného dohledu technického dozoru investora. V řadě případů k tomu ještě přistupují také dodavatelé výztuže, případně dalších zabudovávaných prefabrikátů. Mállokterý prvek na stavbě je přitom tolik závislý na lidském činiteli, jako pohledový beton - a u mállokterého se zjištěné vady a neshody tak obtížně odstraňují.

## Obecná část projektové specifikace

Projektová specifikace by měla obsahovat obecnou část, sestávající ze:

1. Stanovení specifických projektových požadavků.

Obecný popis požadavků na vzhled, tvar, barvu atp. povrchů jednotlivých betonových prvků ve stavební konstrukci. Požadavky je zapotřebí srozumitelně a jednoduše slovně vyjádřit. Jednotlivé požadavky budou pak postupně dále rozpracovány v dalších částech specifikace, jak stanovují další body kontrolního seznamu.

2. Stanovení požadavků na kvalifikaci pracovníků.

Zájmem zhotovitele by mělo být svěřit provedení kvalifikovaným a osvědčeným pracovníkům. Písemný požadavek vyjádřený projektantem tuto skutečnost ještě podtrhne, nesplnění kvalifikačních požadavků může být již předpokladem k odmítnutí plné úhrady dohodnuté ceny.

3. Vymezení odpovědnosti

Zejména je zapotřebí určit práva a povinnosti technického dozoru investora při příjemce dílčích meziproductů (bednění, podpěrná a opěrná konstrukce, výztuž atd.). Technickému dozoru investora zpravidla připadne úkol koordinace jednotlivých účastníků výroby. Měl by zejména podle kontrolního listu zjistit, zda nechybějí některé údaje významné pro popis a specifikaci výkonů (stanovení ceny). Důležitým úkolem je samozřejmě také kontrola projektové dokumentace. Při zpracovávání čerstvého betonu by technický dozor měl být co nejvíce přítomen na staveništi, aby byla zajištěna pečlivá betonáž. Důsledně by měl trvat rovněž na správném ošetření betonu a vhodné ochraně provedeného betonového prvku. Je nezbytné stanovit, kdo bude odpovídat za vyhotovení speciální dokumentace k provedení stavby (zejména za výkresy skladby bednění a nutné detaily jeho úprav). Projektant bednění musí totiž odpovědně zvolit vyhovující systém s ohledem na požadovanou strukturu pohledových ploch.

4. Uvést všechny nutné technické informace, které jsou třeba pro projektovou specifikaci.

Na tomto místě je třeba především zmínit technické normy, ze kterých se má vycházet při zpracovávání posledního bodu obecné části. Cennou pomůckou pro projektování pohledového betonu a pro příslušnou projektovou specifikaci může být příručka firmy PERI *Bednění pro pohledový beton* (Vydání 2003, což je upravený a doplněný překlad publikace PERI *Sichtbeton-Schalung - Arbeitsheft*, Ausgabe 06/2002), která problematiku ilustruje velkou řadou barevných fotografií.

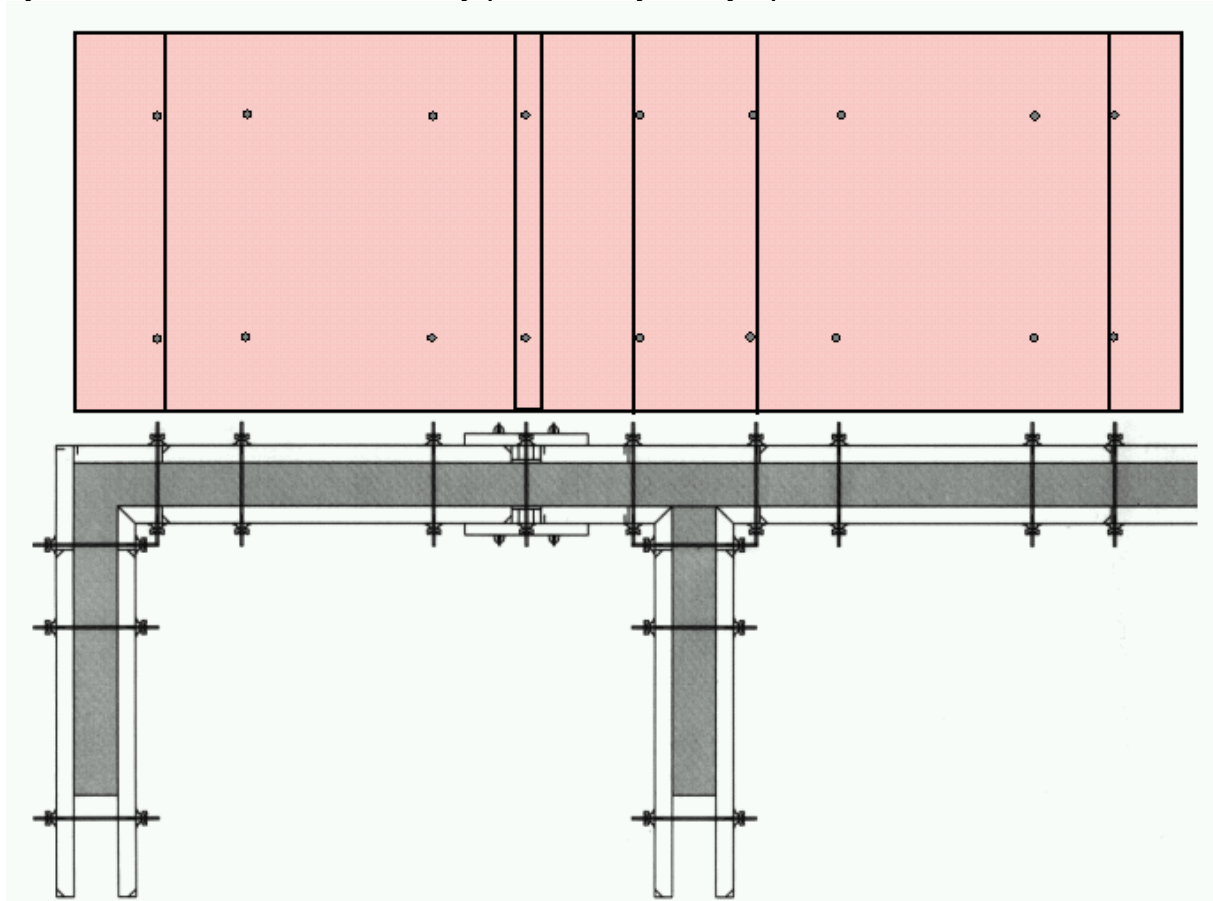
5. Stanovení požadavků na speciální dokumentaci k provedení stavby.

V tomto bodu jsou stanoveny rámcové zásady, kterými se zpracovatel "prováděcí" dokumentace musí řídit, aby se představy autora projektu nerozešly s představami výrobní složky. V zásadě půjde především o dokumentaci bednění, případně dalších pomocných konstrukcí, souvisejících s betonáží. Podrobnější popis požadavků na tuto dokumentaci je obsahem dalších částí projektové specifikace.

## Bednění a odbedňování v projektové specifikaci

### 6. Stanovení požadavků na speciální bednění.

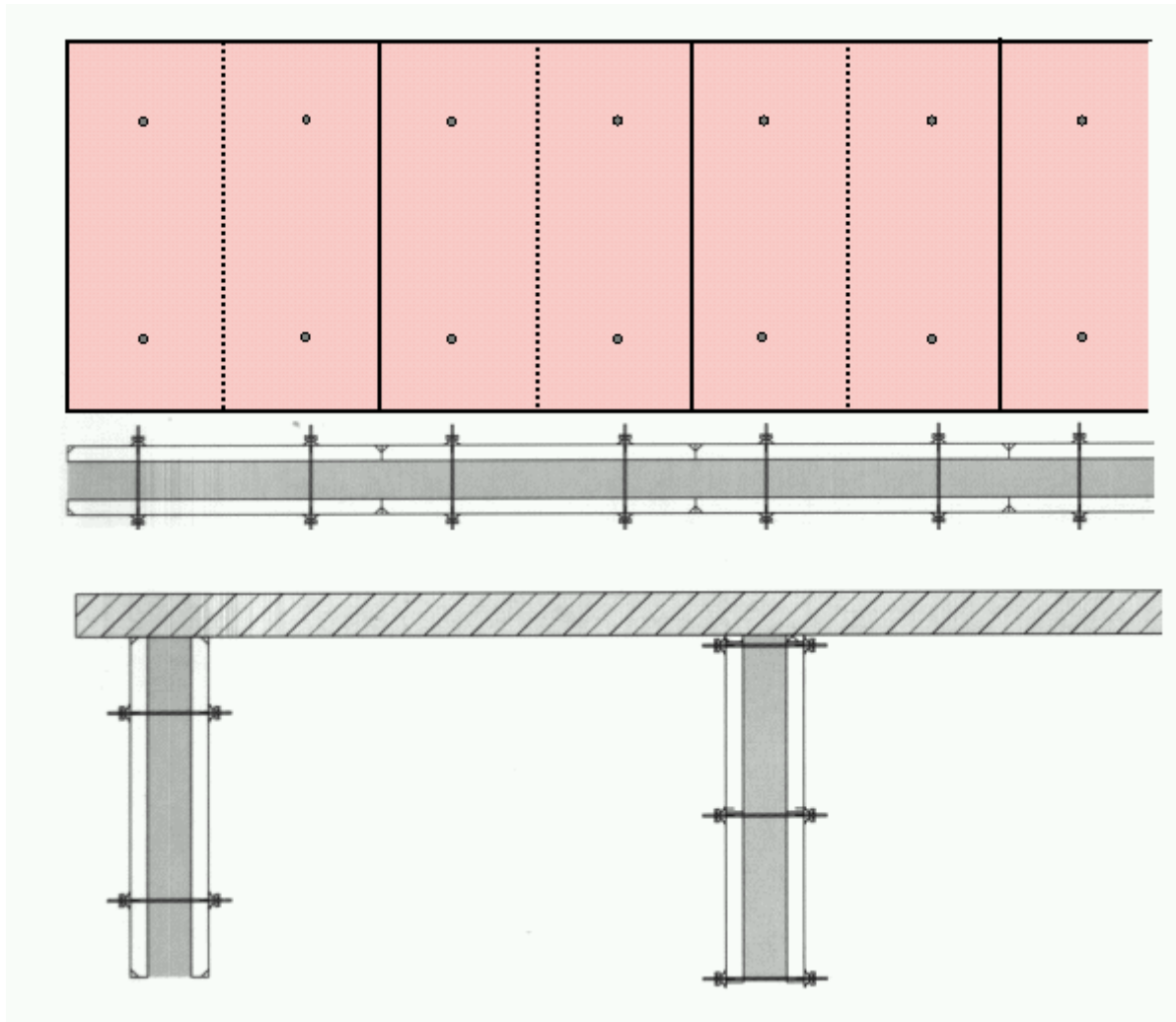
Autor projektové specifikace určuje druh pláště bednění a jeho povrch. Součástí požadavků na bednění jsou nevyhnutelně i počty a rozmístění spínacích (stahovacích) prvků. Požadavek musí rovněž stanovovat způsob přiznávání pracovních spár v líci konstrukce a případné úpravy dilatačních spár. Požadavky by neměly být přemrštěné a neobvyklé - autor by měl vždy vycházet ze základního předpokladu, že pohledové betony se budou formovat pomocí systémového bednění. Obtížně proveditelné a přemrštěné nároky znamenají velmi drahé ručně zhotovované bednicí prvky. Neobvyklé prvky lze zpravidla použít pouze na jednom objektu. Důsledkem je nízká obrátkovost a velké odpisy, tedy vysoké náklady připadající na provedenou plochu pohledového betonu na projektované stavbě. Dalším nedostatkem takového řešení je prodloužení doby výstavby, protože bednění se musí zhotovovat na místě a k jeho provedení je zapotřebí velmi kvalifikovaných tesařů, kterých je v současné době v ČR objektivní nedostatek. Neobvyklé nároky vždy znamenají neobvykle vysokou cenu - a pokud ji zhotovitel ve své nabídce nepožaduje, potom obvykle podceňuje problematiku kvalitních pohledových betonů a výsledné dílo nebude autorovy požadavky nikdy splňovat.



Obrázek č. 2: Pohled na vybetonovanou stěnu, vybedněnou dole naznačeným běžným způsobem

### 7. Stanovení požadavku na provedení zkušebních vzorků (panelů).

Obchodní zákoník § 420 odst. 3 stanovuje, že: *Má-li být zboží dodáno podle vzorku nebo předlohy, je prodávající povinen dodat zboží s vlastnostmi vzorku nebo předlohy, jež předložil kupujícímu.* V důležitých případech bude proto zapotřebí ověřit návrh architekta zkušebními vzorovými plochami (panely). Vzorek bednění musí být vytvořen stanovenými bednicími prvky dané velikosti a určenou strukturou povrchu. Na vzorku by měly být uplatněny všechny požadavky autora projektu. Je pochopitelné, že vzniklé náklady na pořízení zkušebních vzorků musí být v každém případě zhotoviteli uhrazeny.



Obrázek č. 3: *Pohled na stěnu z obr. 2, navrženou z pohledového betonu. Pro bednění musely být použity stejné prvky (zde PERI Trio 300/240) a konstrukce musela být vyrobena ve dvou krocích. Nejprve stěna s pohledovou plochou a poté přípojovací zdi. Problémem zde může být utěsnění bednění 2. kroku ve styku s hotovou stěnou.*

8. Stanovení požadavků na konečnou úpravu povrchu.
9. Stanovení požadavků na speciální úpravu povrchu.
10. Stanovení požadavků na zaplnění otvorů po stahování bednění (otvorů po pomocných konstrukcích).

Těmito požadavky musí být zejména specifikovány požadavky na úpravu nezabedněných ploch betonového prvku (zatření povrchu dřevem, vsypy atp.) Nelze se spokojit jenom s definicí povrchu, ale je třeba popsat i další

požadavky. Bednicí prvky by měly mít stanovené uspořádání (např. střídání velikostí), protože mezerami a spoji jednotlivých bednicích prvků se vytváří struktura i na relativně hladkých plochách. Hrany a pracovní spáry by měly být zkoseny pomocí vkládaných lišt a nepoužité otvory pro protažení stahovacích tyčí stěnovými prvky bednění je zapotřebí v plášti uzavřít (s rizikem otisku na povrchu betonu). Zvlášť musí být stanoveno, jak mají být upraveny otvory ve stěnách vzniklé ochrannými trubkami pro protažení stahovacích tyčí.

Projektant si musí uvědomit, že ostré hrany a rohy se vyrobí velmi obtížně. Vždy je zde nebezpečí, že se při odbedňování poškodí. Konečnou úpravou povrchu se rozumí zejména nástřik ochrannými prostředky, snižujícími smáčení povrchu betonu při dešti, nebo lokální úpravy v místech otvorů po stahování. Je třeba ale zdůraznit, že následné zásahy a opravy tzv. opravnými maltami (tmely) mají velmi často výrazně odlišnou strukturu a někdy i barvu, než okolní plochy, formované otiskem bednicího pláště.

11. Stanovení požadavků na odbedňovací prostředky.

Základním požadavkem na odbedňovací prostředek je nezanechávání viditelných stop na plochách pohledového betonu. Doporučuje se proto především nástřik bednění (je rovnoměrněji nanášen než nátěr nebo pasta). Odbedňovací prostředek by zároveň měl být snadno biologicky odbouratelný.

12. Stanovení požadavků na technologický postup při odstraňování bednění  
V případě pohledového betonu zpravidla nepůjde o nebezpečí vzniku trhlinek, snižujících únosnost prvku, ale především o stanovení způsobu odformování, kterým by se zamezilo např. odlomení hran, narušení otisklé struktury atp. Důležité je zejména stanovení, jak dlouho by měl být pohledový beton chráněn bedněním, protože prodloužením této doby nad běžné požadavky znamená zmenšení obrátkovosti a vyvolá potřebu dalšího bednění. V současnosti se technologické přestávky mezi zabetonováním prvku a jeho odbedněním řídí ustanoveními ČSN EN 13670 (73 2400) *Provádění betonových konstrukcí*, ale používají se také časové údaje DIN 1045 (*Beton und Stahlbeton, Bemessung und Ausführung*), které jsou výrazně kratší (1 – 4 dny). Požadavek na očištění povrchu bednicího pláště před dalším použitím bednění se zdá samozřejmým, přesto některé povrchy pláště (např. skládané z palubek) se čistí velmi obtížně a je třeba u nich počítat s vlivem zbytků betonu na výslednou strukturu.

### **Výztuž v projektové specifikaci**

13. Stanovení krycí vrstvy betonu (poloha výztuže).

U pohledových betonů s výraznou strukturou může v místech hlubokých prohlubenin v povrchu dojít k oslabení krycí vrstvy betonu. Nedostatečná krycí vrstva pak může způsobit rychlou korozi výztuže a znečištění pohledové plochy rží, pronikající až na povrch. Pro pohledový beton je rovněž zapotřebí volit vhodná distanční tělíška, nejlépe z betonu, která na rozdíl od plastových prvků zcela splynou s betonovým povrchem.

14. Detailní výkresy pro místa se zhuštěnou výztuží.

Především jde o zajištění možnosti řádného zhutnění čerstvého betonu v těchto místech. (Průchody pro ponorný vibrátor dostatečně blízko u sebe.) Není-li na tato opatření pamatováno, může beton v těchto místech v lepších

případech mít odlišnou strukturu a barvu, v horších případech bude mít prázdná hnízda, závadná nejenom z estetického, ale i z konstrukčního hlediska.

### **Betonování v projektové specifikaci**

#### **15. Specifikování požadovaných vlastností betonu.**

Jeden z nejdůležitějších bodů projektové specifikace. Pro pohledový beton je zapotřebí velmi přesně stanovit zejména křivku zrnitosti kameniva, požadovaný vodní součinitel a případně i zvláštní požadavky na cement, na zvláštní příměsi a na pigmenty, je-li navrhován barevný beton. Všechny uváděné parametry mají podstatný vliv na barevnost pohledového betonu, při užití nižšího vodního součinitele (poměru voda/cement) jsou výsledné betony tmavší šedé barvy a jejich povrchy nepodléhají otěru a sprašování. Plynulá křivka zrnitosti použitého kameniva zaručuje stejnoměrnost probarvení a zamezuje vzniku odlišně barevných map a „obláčků“. Při probarvování betonů přidávanými pigmenty je zapotřebí odzkoušet potřebnou dobu míchání směsi. U barevných cementů však vždy musíme počítat se skutečností, že výsledné barvy nebudou výrazné, vždy budou jakoby „zašedlé a potemnělé“, což je samozřejmě způsobeno cementovým pojivem.

#### **16. Stanovení specifických požadavků pro povrchy betonu.**

Požadovaná rovinnost povrchu bude nadefinována v bodu 19, v tomto bodu jde zejména o zabarvení a probarvení, odolnost betonového povrchu proti otěru (sprašování) a o pórovitost povrchu. Jako technicky zcela neproveditelné je nutno odmítnout požadavek architekta na jednotnou barvu všech ploch, na rovnoměrnou strukturu pórů, případně na zcela hladké plochy bez pórů. Pro objektivní stanovení pórovitosti povrchu lze doporučit ustanovení ÖNORM B 2211, která v článku 2.3.9.2 (Pórovitost) stanovuje vyšší kvalitativní třídu povrchu P definovanou takto: *Otevřené póry na povrchu betonu uvnitř zkušební plochy o rozměrech 0,5m x 0,5m smí mít nanejvýše plochu 0,3%. Póry průměru menšího než 1 mm se nezapočítávají a největší průměr póru smí být 15 mm. Za zkušební (měřenou) plochu se vybere taková reprezentativní část plochy, která má stejný vzhled jako ostatní (posuzovaný) celek. (Neautorizovaný překlad.)* Stavební firmy je třeba varovat před přijetím přísnější kvalitativní třídy pórovitosti, než je uvedená rakouská kategorie P. Ve výrobní praxi na staveništi jí totiž není možné dosáhnout.

#### **17. Stanovení speciálních způsobů provádění a ošetřování.**

Pokud byly uvedeny požadované postupy při odbedňování, zbývá již jenom stanovit způsob ochrany (např. obalení, zakrytí geotextilií apod.), a způsob a dobu dodávání vody (vlhčení, rosení, mlžení aj.), potřebné k dokonalé hydrataci cementových zrn ve zrajícím betonu.

### **Posuzování a geometrická tolerance v projektové specifikaci**

#### **18. Stanovení estetických požadavků.**

Pro posuzování výsledku stavební výroby pohledového betonu musí platit hlavní zásada: Estetické působení pohledového betonu nelze ohodnotit neprodleně po odbednění. (Samozřejmě chyby a vady jako jsou hnízda, velké póry, zabarvení od odbedňovacích prostředků atp. jsou zjevné a zřetelné okamžitě!) Celkový dojem lze úspěšně zhodnotit, až když povrch betonu získá určitou „patinu“. Ta především způsobí dojem vyrovnanosti drobných barevných rozdílů, které u právě odbedněné betonové plochy můžeme



obvykle pozorovat. Zároveň musí být stanoveno, z jaké vzdálenosti od konstrukce, případně z jakého místa se estetický dojem bude hodnotit. Pro objektivitu hodnocení je samozřejmě výhodné, existují-li podobné srovnatelné stavby, nebo jsou-li zhotovitelem vyrobeny kontrolní (zkušební) vzorky či panely. Opětně zde zdůrazňujeme – zcela hladkou betonovou plochu (bez viditelných spár) nelze v bednění vyrobit.

19. Stanovení speciálních (geometrických) tolerancí.

Pro stanovení geometrické přesnosti pohledového betonu lze použít ustanovení

1. ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí, část 10.7 (Rovinnost povrchů a přímost hran)

2. ÖNORM B 2211 *Beton und Stahlbetonarbeiten. Werkvertragsnorm*

Tabelle 4 **(Tolerance místní rovinnosti** pro pohledový beton – čl. 2.3.9.1)

Bedněné plochy stěn a stropů

Vztažná délka	2,5 m	třída přesnosti E1	+/- 16 mm
		třída přesnosti E2	+/- 8 mm
Vztažná délka	4,0 m	třída přesnosti E1	+/- 20 mm
		třída přesnosti E2	+/- 12 mm

Při určování místních nerovností ve spojích bednění je bezpodmínečně nutné vzít v úvahu výrobní tolerance výrobců bednicích překližek a objemové změny, které nastávají u dřevěných prvků bednění.

### **Kontrola a opravy určené v projektové specifikaci**

20. Určení činností pro případ zjištění neshody.

Architekti a projektanti by při svém návrhu měli být realističtí a „stát oběma nohama na zemi“. Při výrobě pohledového betonu vždy může nastat případ, že i při sebevětší snaze nebude celkový estetický dojem autora nebo (a to je často rozhodující) zákazníka uspokojovat. Betonové povrchy bude proto zapotřebí ještě dále upravit např. vhodnými stěrkami, nátěry atp. Domníváme se, že i s touto eventualitou by projektová specifikace měla počítat a také v předběžné ekonomické úvaze předkládané objednateli by měla být vyjádřena cena takovýchto případných dodatečných úprav a oprav.