



BÜRGERBÜRO

ENERGETICKY ÚSPORNÝ MONOLIT Z BARVENÉHO LEHKÉHO BETONU | LOW-ENERGY MONOLITE OF COLOURED LIGHTWEIGHT CONCRETE

RAGNHILD KLUSSMANN, PETER KOPPE,
ALEXANDER PAATSCH, MAIK DOSTMANN

Skulpturální architektura z pohledového betonu pro novou budovu městského úřadu v německém Erfstadtu | Sculptural architecture from fair faced concrete for the new town hall building in Erfstadt, Germany

Bezprostředně u vstupu do historického centra městské části Lechenich stojí moderní třípodlažní budova z pohledového betonu. Se svými skleněnými a betonovými plochami vyzařuje klid a jasnost a dává tak prostý, ale zřetelný výraz městu Erfstadt u Kolína. Velkorysé skleněné průčelí v přízemí vytváří transparentní spojení s venkovním prostranstvím, což je ještě umocněno tím, že nosné sloupce jsou umístěny za fasádu do vnitřku budovy. Okapní hrana má stejnou výšku jako okap sousední budovy, stejně jako sklon střechy a výšku podkroví, nová budova tak zapadá do celkového rázu okolní zástavby, **obr. 1**.

Výstavbě budovy kancelářů města pro styk s občany předcházela architektonická soutěž, kterou vyhlásilo město Erfstadt v roce 2007. Prostorový program s celkovými 700 m² užité plochy stanovil, že kromě otevřené kanceláře pro styk s občany v přízemí, **obr. 2**, budou v dalších dvou podlažích flexibilní administrativní prostory, jejichž využití bude určeno později.

Rohový pozemek objektu v těsné blízkosti říčky Rotbach a přilehlého veřejného parku a s výhledem na historickou městskou bránu se sice nachází již mimo centrum městské části Lechenich, může však na jeho kontext navázat. Plán zástavby velkoryse určil možný rozsah budovy a definoval polohu budovy jako pokračování řadové zástavby v Bonner StraÙe.

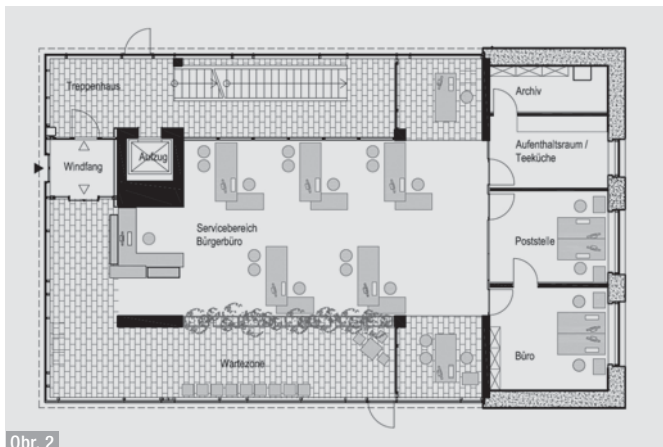
KONCEPT BUDOVY

Mladá architektonická kancelář, která vyšla ze soutěže jako vítěz, navrhla monolitickou stavbu, navazující jak na prosté historické stavby v okolí, tak i na sousední obytné domy a blízkou zeleň. Skulpturální koncept budovy patrně vyšel z jakéhosi střetu s místem a jeho kvalitami a předjímá splnutí občanské budovy a jejího využití.

Klidný stavební objekt s velkou prosklenou plochou v přízemí se otevírá na sever do Bonner StraÙe a umožňuje v 1. NP bezprostřední přechod z venkovního prostranství do interiéru budovy, **obr. 2**. Obě horní patra, která budou pronajímána jako kanceláře, směřují na jih. Kvalitu prostoru podtrhuje pohled na Bonnerskou bránu a blízkost zeleně, k níž tvoří přirozený přechod velkorysá střešní terasa osázená stromy.



Obr. 1



Obr. 2

Obr. 1 Nová budova se stávající zástavbou | Fig. 1 The new building within the current buildings

Obr. 2 Půdorys s kancelář pro občany v přízemí | Fig. 2 Ground plan with the office for visitors on the ground floor



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5a



Obr. 5b



Obr. 6a



Obr. 6b

Vznikl tak klidný a jasný stavební objekt nápadného tvaru s maximálně jednoduchou fasádou zredukovanou na prolínání se ploch pohledového betonu a velkoplošného zasklení. Pro odlehčení vzhledu byly nosné sloupy v přízemí posunuty hlouběji do vnitřku budovy. Masivní hmota horních pater tak jakoby vyčnívá do Bonner StraÙe a pÙes strop nad pÙizemím se po zadní stěně „roluje“ zpět do vnitřku budovy. Na novém objektu byla dodržena výška okapové hrany vedlejších budov, jednotná v celé Bonner StraÙe, aby tak lépe zapadl mezi okolní zástavbu a uzavřel uliční řadu. Krajová budova tak dostala dvě hlavní fasády, které využívají jedinečného místa. Barvený pohledový beton pÙebírá zabarvení historické měst-

ské brány a pÙináší klid do heterogenního prostředí různých stavebních stylů.

Jednoduchost a původnost materiálů fasády pokračuje i ve vnitřku budovy, dlažba z ulice je použita jako podlahová krytina, vnější stěny z lehkého betonu s texturou s otiskem hrubých prken pokračují i ve vnitřním prostoru, **obr. 3**. Hala pro styk s občany je zařizena barevně a materiálově s jednotným konceptem v zeleném tónu, **obr. 10**, který se opakuje na schodišti.

Bezespárová realizace stavby optimálně podtrhuje záměr budovy a dává jí zcela vlastní skulpturální výraz, který je bez ohledu na rozměr budovy velmi působivý.



Obr. 7

KONSTRUKČNÍ LEHKÝ BETON

Podle architektonického návrhu bylo třeba pro konstrukci objektu najít takový stavební materiál, pomocí kterého by se dalo dosáhnout zamýšleného monolitického (celistvého) vzhledu s daným zabarvením a strukturou. Zároveň muselo být dodrženo nařízení o úsporách energií (EnEV) se zřetelem na tepelnou izolaci a energetickou hospodárnost. Dalším požadavkem bylo náročné statické schéma budovy s její vykonzolovanou horní částí.

Řešení nabízel lehký barvený pohledový beton s hustou texturou, který s objektem architektonicky i opticky velmi dobře harmonizoval. Použití konstrukčního lehkého betonu je ve stavebnictví velmi inovativní a ekologické. Vzhledem k jeho malé váze a zároveň vysoké pevnosti poskytuje dobrou stabilitu. Částečným nebo dokonce úplným nahrazením hrubého kameniva keramzitovým granulátem dosahuje tento beton velmi malé hustoty. Tím se zmenší váha, o něco i pevnost v tlaku a výrazně tepelná vodivost stavebních dílů. Všeobecně je vztah mezi hustotou a tepelnou vodivostí betonu závislý na druhu a množství použitého lehkého kameniva, přičemž se zmenšující se hustotou klesá tepelná vodivost. Použitím lehkého betonu se dosáhne vysoké míry působení tepelné izolace a také vyrovnané a zdravé klima v celém vnitřním prostoru.

ENERGIE A ESTETIKA

Positivní energetická efektivita lehkého betonu umožnila postavit všechny stěny monoliticky bez dodatečné tepelné ochrany. Součinitel tepelné vodivosti použitého betonu $\lambda = 0,45$ [W/(m²K)], což odpovídá všeobecným povoleným stavebním hodnotám. Aby mohl být realizován požadovaný jednoduchý a původní materiálový výraz budovy, byly všechny obvodové stěny navrženy v jednotné tloušťce 650 mm. Požadované struktury zcela bezespárových povrchů bylo dosaženo hrubým prkeným bedněním. Díky pískovcovému zabarvení pohledo-

Obr. 3 Barvený pohledový beton (vpravo) v protikladu k nebarvenému betonu (vlevo)

| Fig. 3 Coloured fair faced concrete (right) in contrast to the non-coloured concrete (left)

Obr. 4 650 mm tlusté obvodové stěny nepotřebují žádnou dodatečnou tepelnou izolaci

| Fig. 4 650mm thick peripheral walls do not require any additional thermal insulation

Obr. 5 Betonáž, a) plnění bádie, b) ukládání betonu pomocí hadice

| Fig. 5 Concreting, a) filling of the BADIA, b) installation through hosepipe

Obr. 6 Okenní otvor, a) bednění a výztuž, b) vybetonované ostění

| Fig. 6 Window opening, a) formwork and reinforcement, b) concreted panelling

Obr. 7 Hrubá stavba budovy | Fig. 7 Structure of the building



Obr. 9a



Obr. 9b



Obr. 9c

Tab. 1 Skladba lehkého betonu LC12/13 D1,2 | Tab. 1 Mixture of the lightweight concrete LC12/13 D1,2

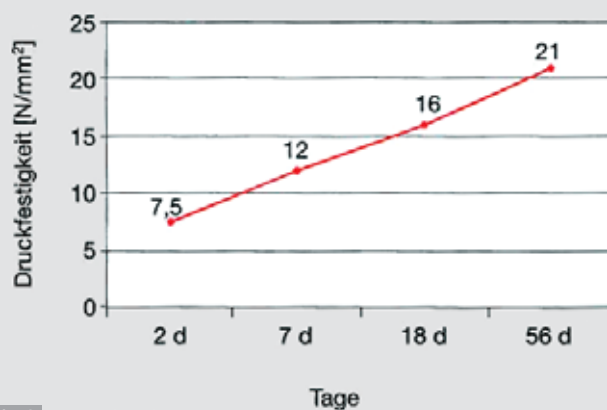
Druh a obsah cementu [kg/m ³]	CEM III/A 42,5 N	330
Voda (w/c) _{ag} (c+0,4f=0,5) [kg/m ³]		177
Vlhkost celkem [kg/m ³]		126
Kamenivo	F3.5 2-8 mm [dm ³ /m ³] K-písek 0-2 mm [dm ³ /m ³]	390 270
Přírasada	druh obsah [kg/m ³]	popílek Evonik 30
Příměsi	druh obsah [% v. c.]	BV 0,85
Tekutá barva [% v. c.]		1,5
Zbytkové póry 1,2 % [dm ³ /m ³]		12

Tab. 2 Vlastnosti čerstvého betonu | Tab. 2 Characteristics of the fresh concrete

Hodnota rozliti [mm]		Teplota [°C]		Hustota čerstvého betonu [kg/m ³]
10 min	45 min	vzduch	beton	
560	500	20	18	1 370

Tab. 3 Vlastnosti ztvrdlého betonu, pevnost betonu v tlaku | Tab. 3 Characteristics of the mature concrete, strength of concrete in compression

Stáří betonu v době zkoušky	Zatížení na mezi pevnosti [kN]	f _{c,dy} [N/mm ²]
bw 150 2 d	171	8
bw 150 2 d	165	7
bw 150 7 d	251	11
bw 150 7 d	286	13
bw 150 28 d	398	16
bw 150 28 d	413	17
bw 150 56 d	531	22
bw 150 56 d	501	20



Obr. 8

vého betonu budova neobvykle projasňuje okolí, [obr. 3](#) a [obr. 4](#).

Pro výběr požadovaného tónu zbarvení a povrchové úpravy bylo na staveništi postaveno několik zkušebních stěn, z kterých byla vybrána ta, která splňovala všechny požadované parametry a sloužila jako referenční pro pozdější obvodové stěny. Nejdříve byly vyzkoušeny různé povrchové struktury a detailní řešení byla ověřována v poměru 1:1, teprve po té se začalo s výstavbou prvních betonových částí. Tak byla zajištěna velmi dobrá kvalita betonu, která je určující pro celkový dojem, jakým budova působí na příchozí.

VÝROBA A TRANSPORT BETONU

Skladba směsi použitého betonu LC12/13, **tab. 1**, s třídou hustoty D1.2 byla vyvinuta ve spolupráci cementárny a výrobce betonu. Při návrhu bylo třeba zohlednit optické požadavky na pohledový beton i konstrukční zadání. Navržený beton odpovídá, jak je to u vnější stavebních dílů běžné, expozičním třídám XC4 a XF1 podle DIN EN 206-1/DIN 1045-2. Byl použit cement s vysokým obsahem mleté granulované strusky. To zajistilo pomalý průběh tuhnutí cementu, a tím pádem i menší vývin hydratačního tepla, což přispělo k redukci napětí od nerovnoměrného ohřátí v mladém betonu a zabránilo vzniku trhlin, neboť vzhledem k izolačním vlastnostem lehkého betonu se teplo v jádru betonového prvku uvolňuje pomaleji. Pohledový beton s obsahem granulované strusky má světlý vzhled, což v konečném důsledku vyhovuje požadovanému zabarvení s použitím barevných pigmentů.

Lehký beton byl vyráběn v betonárně pro výrobu transportbetonů ve dvouhřídelové míchačce. Po promíchání suché směsi keramzitu, cementu a popílku, které trvalo cca. 30 s, byla přidána voda a další přísady a vše se míchalo dalších 60 s. Teprve poté byl přidán tekutý pigment rozmíchaný v nosné suspenzi (tzv. slurry) a vše se míchalo dalších 60 s. Čerstvý lehký beton byl vyráběn po záměsích o maximálním objemu 3 m³. V okamžiku napouštění betonu do domíchávače byly hodnoty rozlité od 500 do 560 mm. Do vozidla bylo postupně napuštěno max. 8 m³ LC12/13.

Doba dojezdu na staveniště činila 15 až 20 min. Hustota čerstvého betonu byla kolem 1 370 kg/m³, později stanovená hustota za sucha byla v průměru kolem 1 170 kg/m³, **tab. 2**. Po příjezdu na staveniště byla hodnota rozlité většinou mezi 440 a 480 mm. Aby se před ukládkou betonu na stavbě dosáhlo požadované konzistence s hodnotou rozlité 500 až 520 mm, byly v případě nutnosti dodávány do domíchávače plastifikátory. Po uložení betonu, které trvalo cca 40 až 60 min, se mohlo začít s ošetřováním.

BETONÁŽ A NÁSLEDNÉ OŠETŘENÍ

Zabudování cca 300 m³ lehkého betonu probíhalo pomocí bádie s násypkou o jmenovitém objemu 1 m³, **obr. 5**. Beton byl ukládán ve vrstvách do 1 m z výšky max 0,5 m. K zhuštění lehkého betonu byl použit ponorný vibrátor. Denně bylo zpracováno 12 až 70 m³ čerstvého betonu.

Následné ošetřování spočívalo v ponechání betonu čtyři až sedm dní v bednění. Po odbednění byl mladý beton zakryt fólií, aby byl ochráněn před škodlivými účinky okolního prostředí. Nárůst pevnosti betonu v tlaku během tvrdnutí ukazuje **obr. 8** a **tab. 3**. Po ukončení ošetřování byly betonové povrchy hydrofobovány.

ZÁVĚR

Nová občanská budova v Erstadtu, **obr. 9** a **obr. 10**, mohla být po 18měsíční výstavbě, jak bylo plánováno, otevřena v prosinci 2010. Od té doby nejen nabízí občanům moderní servisní centrum, ale také obohacuje a ozvláštňuje ze stavebního hlediska samotné město.

Monolitická budova postavená z lehkého pohledového betonu z cementu s vysokým obsahem granulované strusky se strukturovaným prkenným bedněním a lehkým zabarvením povrchů má svůj



Obr. 10

charakteristický výraz, který současně harmonizuje s okolní zástavbou. Na základě izolačních vlastností betonu nepotřebovaly obvodové stěny žádnou dodatečnou tepelnou izolaci.

Informace o stavbě

Investor	Město Erstadt	
Architekt	Raumwerk.architekten, Köln	
Návrh konstrukce	Inženýrský tým Kinzer + Lindenberg, Köln	
Dodavatel	hrubé stavby	Zervos Hoch a Schlüsselfertigbau s.r.o
	prefabrikovaných betonových dílů	Betonsteinwerk Peter Eschenauer e.K.
	transport betonu	FBR Fertigbeton Rheinland s.r.o. & Co. k.s.
Výrobce kameniva do lehkého betonu	Liapor GmbH & Co KG	
Dodavatel cementu	Lafarge Zement	

Ragnhild Klußmann, Raumwerk Architekten, Köln, BU Wuppertal

Peter Koppe, Lafarge Zement, Kall-Sötenich

Alexander Paatsch, Lafarge Zement, Oberursel

Maik Dostmann, Liapor, Hallerndorf-Pautzfeld

Článek byl poprvé publikován v Beton-Informationen, Eine periodisch erscheinende Informationsschrift für die Verwendung von hüttensandhaltigen Zementen Heft 5/6 2011, 51. Jahrgang, pp. 55-59, ISSN 0170-9283. Redakce časopisu Beton TKS děkuje redakci Beton-Informationen, autorům a Lafarge Cement za souhlas s českým přetiskem.

Obr. 8 Proces tvrdnutí betonu LC12/13 D1,2 | **Fig. 8** Process of concrete hardening, LC12/13 D1,2

Obr. 9 a), b) Zadní fasáda ze zahrady domu, c) uliční nároží nové občanské budovy v Erstadtu | **Fig. 9** a), b) Back facade form the house garden, c) street corner of the new town hall building in Erstadt

Obr. 10 Interiér kanceláře v přízemí budovy | **Fig. 10** Interior of an office on the ground floor