

Michala Hubertová

SOUČASNÉ TRENDY VE VYUŽITÍ LEHKÉHO BETONU

CURRENT TRENDS IN THE USE OF LIGHTWEIGHT CONCRETE

Článek volně navazuje na příspěvek „Lehký beton“, který vyšel ve speciální příloze časopisu Beton TKS [1] a kde lze nalézt více informací o historii a technologických aspektech lehkých betonů. Cílem tohoto příspěvku je ukázat obvyklé využití těchto betonů včetně zajímavých realizací a popsat současné trendy ve využití lehkého betonu jako materiálu nejen tepelněizolačního, ale zejména konstrukčního s přidanou hodnotou.

The article loosely follows the contribution “Lightweight Concrete”, published in special issue of the Beton TKS magazine [1], where more information about the history and technological aspects of lightweight concrete can be found. The aim of this article is to show the usual use of these concretes, including interesting realizations and to describe current trends in the use of lightweight concrete as material not only of thermal insulation, but especially of construction with added value.

1 a), b) Varianty struktury lehkého mezerovitého betonu s lehkým kamenivem na bázi expandovaného jílu
1 a), b) Structure variants of lightweight expanded clay aggregate concrete with open structure

Pod pojem „lehký beton“ lze zařadit širokou škálu technologií od mezerovitých betonů, napěněných až po hutné konstrukční betony vylehčené lehkým kamenivem. Tento článek je zaměřen na lehké betony vylehčené lehkým průmyslově vyráběným kamenivem, které jsou nejvíce rozšířeny a používány betony ve střední Evropě, v severovýchodních zemích, v Rusku, ale také např. v Itálii či balkánských zemích.

Lehké kamenivo

Lehké kamenivo (dle normy ČSN EN 12620) je dnes používáno v širokém rozmezí objemových hmotností od 50 kg/m³ u expandovaného perlitu po 1 000 kg/m³ u např. popilkového kameniva, ale také v širokém rozmezí pevností a velikostí zrn. Díky tomu je možné navrhnout beton ve velmi širokém spektru pevností a objemových hmotností, což ho předurčuje jak pro aplikace tepelněizolačního výplňového mezerovitého betonu, tak pro aplikace lehkého hutného konstrukčního betonu.

Průmyslově vyráběná lehká kameniva

Suroviny pro výrobu lehkého kameniva jsou přírodního původu (jíly, břidlice, lupky) i na bázi vedlejších průmyslových produktů (poléťavý popílek, ložový popílek, vysokopeční struska). Také se používá syntetické organické kamenivo (např. polystyrenové kuličky).

Průmyslově vyráběná lehká kameniva mají oproti přírodním lehkým kamenivům výhodu větší stálosti svých deklarovaných vlastností. Jejich historie sahá až na počátek 19. století a nejčastěji se vyrábí tepelným zpracováním. Nejznámější a nejvyužívanější lehké kamenivo v Evropě je kamenivo na bázi expandovaných jílu, známé také jako keramzit, německy Blähton, angl. expanded clay aggregate (obchodní název Liapor nebo např. Leca).

Tato kameniva lze vyrábět i bez tepelného zpracování, např. za studena sbalkovaná popílková kameniva (Aardelit Holandsko). Další možností je použití např. granulátu z cihelného recyklátu či recyklátu z lehkého betonu.

Lehký beton

Norma ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda zahrnuje rovnocenně vedle obyčejných betonů i lehké hutné betony, které mají podobné pevnostní třídy. Dále se zařídí dle své objemové hmotnosti, která je definována od 800 do 2 000 kg/m³.

Lehké betony se navrhují podle stejných pravidel, zohledňují se ale samozřejmě rozdílné vlastnosti (např. deformační vlastnosti). (obr. 1)

Základní výhodou použití lehkého betonu je snížení zatížení konstrukcí a s tím spojené snížení nákladů celé stavby. Dobrá tepelná jímavost lehkých betonů je výhodnou vlastností pro nízkoenergetické a pasivní stavby.

Lehké betony jsou využitelné v oblasti monolitických konstrukcí pozemních, občanských a dopravních staveb, stejně tak i pro výrobu prefabrikovaných dílců pro stejné určení. Lehké betony lze použít jako prosté, vyztužené a do jisté míry i předpjaté. Dále se lehké betony používají při výrobě vibrolisovaných prvků (zdicí tvarovky, prvky zahradní architektury apod.). Lehké betony dále vykazují velmi dobrou životnost díky menšímu smršťování a permeabilitě, díky kvalitnější kontaktní zóně mezi lehkým kamenivem a cementovou pastou a díky velmi dobré mrazuvzdornosti.

Mezi nevýhody lehkého betonu patří např. křehkost lehkého betonu v případě hutných konstrukčních betonů s vyššími pevnostmi (díky vysoké pevnosti cementové pasty), vyšší teplota během zrání betonu díky hydrataci cementu (vysoká tepelná jímavost lehkého betonu) a nižší odolnost vůči lokálnímu koncentrovanému břemenu, které se vyskytuje v ukotvení při předpínání. A dále z hlediska technologie výroby nasá-

kavost lehkého kameniva způsobuje komplikace při míchání a ukládání betonu čerpáním. [1], [3], [6]

Trendy použití lehkého betonu a realizované stavby

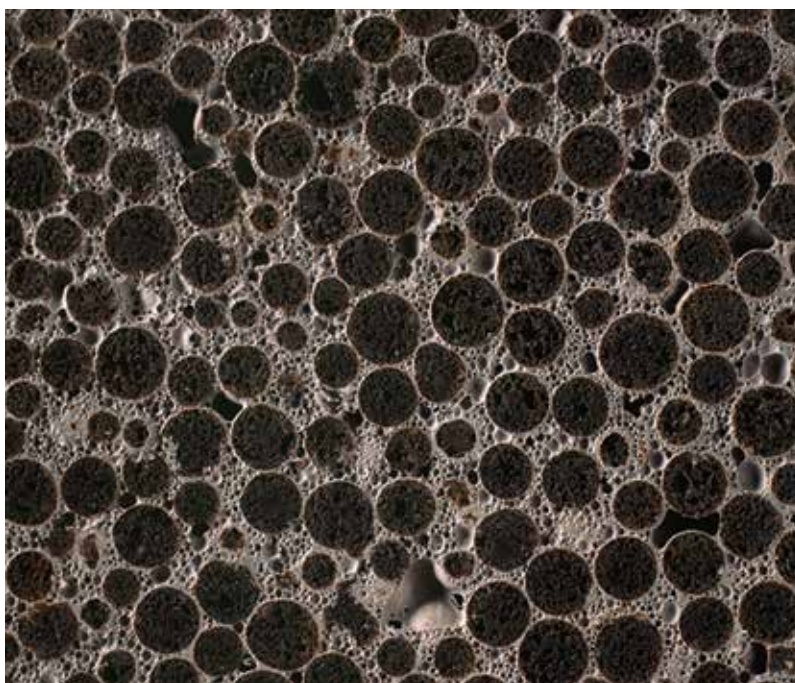
Lehký beton je bezesporu vhodný pro prefabrikaci, jejíž největší předností je rychlá výstavba a omezení mokřých procesů na stavbě na minimum, nižší přepravní náklady související se snížením hmotnosti stavebních prvků a dobré tepelněizolační a akumuláční vlastnosti. Na trhu jsou úspěšně nabízeny prefabrikované rodinné domy z lehkého betonu, jejichž stěny jsou vyráběny od 150 do 200 mm a dům je dodatečně zateplen.

V této oblasti je dobře známé využití ve sportovních stavbách. Příkladem může být Volkswagen arena ve Wolfsburgu v Německu, kde byl použit lehký samozhutnitelný beton LC25/28 D 1,6 pro některé dílce (zejména vrchní ochoz areny), a Mercedes Benz Arena ve Stuttgartu. Dále např. Westpack stadion ve Wellingtonu na Novém Zélandu. Jedná se o první použití lehkého konstrukčního betonu na Novém Zélandu. Na stavbu bylo vyrobeno 4 000 ks prefabrikovaných prvků a důvodem použití LC byly zejména slabé zakládací podmínky a riziko zemětřesení.

Bohaté zkušenosti z tuzemska pochází z použití lehkého samozhutnitelného betonu (LWSCC) třídy LC35/38 D 1,8 na prefabrikované dílce sportov-



1a



1b



2a

2 Rodinný dům E20 3 Dva atriové rodinné domy v Žebětíně nedaleko Brna
 4 Rodinný dům v Praze-Kunraticích
 2 Family house E20 3 Two family patio-houses in Žebětín near Brno 4 Family house in Prague-Kunratice

ního stadionu Eden (fotbalový klub SK Slavia Praha) v roce 2008 a dále LC25/28 D 1,6 u multifunkční areny v Karlových Varech v roce 2009 [9].

Lehký pohledový monolitický beton

Lehký beton lze použít jako monolitický pohledový tepelněizolační beton pro ztvárnění velmi zajímavých staveb. Výhodou tohoto betonu je zejména možnost využití pohledového betonu současně v exteriéru i interiéru bez přidání tepelných izolací.

Monolitický izolační beton s využitím kameniva na bázi expandovaného jílu zajišťuje žádanou statickou a požadované tepelněizolační hodnoty pro monolitické nosné tepelněizolační konstrukce, u kterých se nemusí používat dodatečná izolace ani jakékoliv jiné úpravy povrchů. Od parotěsných zábran, izolace nebo omítky se naprosto upouští. Stavební fáze se tak zkracuje na odstranění bednění a vysušení stavebního prvku. Monolitickou konstrukcí je třeba navrhout



2b

2c





3a



3b

tak, aby zabránila tvorbě tepelných mostů. Docílené betonové povrchy jsou homogenní a jemně strukturované, není třeba je dále upravovat nebo dodatečně zušlechťovat. Estetický dojem, jež vyvolávají, odpovídá dnešnímu duchu doby. Doporučuje se ale povrch opatřit hydrofobním nátěrem na beton, a to nejen kvůli vytvoření povrchu odpuzujícímu vodu, ale také z důvodu snížení špinavosti povrchu pohledového betonu. [3]

Tento druh betonu patří z hlediska technologie výroby, ukládání a ošetřování mezi náročnější aplikace, je tedy nutné na tento fakt brát zřetel již při přípravě stavby. [3]

V oblasti čerpaného monolitického betonu se lehký beton využívá od drobných rekonstrukcí starých budov (zejména do konstrukcí stropů a podlah) až po výstavbu výškových budov. V této oblasti je zajímavou aplikací nový kampus University of Notre Dame du Lac ve státě Indiana (USA), kde bylo čerpáno skoro 13 tisíc m³ lehkého konstrukčního betonu s pevností v tlaku 35 MPa od přízemí po 9. patro.

Rodinný dům E20 v německém

Pliezhausen je kompaktní dům ve tvaru krystalu, který byl dokončen v roce 2016, získal mnoho cen (např. Best Architects Award in Gold, Architekturpreis Beton, Hugo-Häring-Auszeichnung)

a pochází z architektonické kanceláře Steimle Architekten BDA ze Stuttgartu (obr. 2). Jednoplášťová fasáda tloušťky 500 mm byla vyrobena z lehkého betonu LC12/13 D 1,2 s využitím lehkého kameniva velikosti zrna 0-4 a 4-8 mm. Fasáda byla realizována pomocní vodorovného hrubého bednění, jehož otisk jasně udává charakter povrchu. Na fasádní stěny a strop bylo použito cca 120 m³ lehkého betonu. [4]

V České republice byl v roce 2008 postaven **první dům z lehkého pohledového betonu** s kamenivem Liapor navrhovaný architektonickou kanceláří Ateliér Makovský & partneři, s. r. o. (obr. 3). Technologie



4a



4b

monolitického lehkého betonu umožnila výstavbu dvou výjimečných atriových domů na jednom pozemku. Použitý lehký beton měl ve vysušeném stavu objemovou hmotnost 900 až 950 kg/m³ s pevností minimálně 9 MPa a součinitelem tepelné vodivosti 0,24 W/mK. Statický modul pružnosti tohoto betonu byl 6 GPa.

Rodinný dům v Praze-Kunraticích z roku 2013 je druhou významnou aplikací pohledového tepelněizolačního betonu v České republice a poprvé zde byl tento typ betonu použit nejen na stěny, ale také na stropní konstrukci (obr. 4). Stropy jsou v tomto případě vybetonovány včetně konzol v jednom monolitickém celku, tloušťky 530 mm. Tento dům navrhla architektonická kancelář OK plan architects. Před výstavbou byly provedeny zkušební stěny, které napomohly k nalezení optimální technologie na dané stavbě.

Nový kazatelský seminář na zámku Wittenberg vznikl v roce 2017 vybudováním sedmi kvádrů z lehkého betonu na hradní střeše (obr. 5). Hrad Wittenberg patří do seznamu památek UNESCO a rozšířením semináře byla pověřena berlínská architektonická kancelář Architekturbüro Bruno Fioretti Marquez. Hlavním architektem byl prof. José Gutierrez Marquez. Stávající klenby mají omezenou únosnost, která by neumožnila těžkou

konstrukci (např. cihelnou zeď). Zatížení od lehkých betonových konstrukcí, jejichž základy byly umístěny na patách kleneb, je bezpečně roznášeno do nosného zdiva zámku. Díky své nízké hmotnosti byl lehký beton ideální volbou pro tuto konstrukci právě s ohledem na stávající statické podmínky.

Všechny stavební obálky sedmi kvádrů byly zhotoveny z přibližně 650 m³ lehkého betonu třídy LC12/13 D1,2. Tloušťka vnějších stěn se pohybuje mezi 240 a 760 mm a vnitřních stěn mezi 200 a 300 mm. Stropy jsou také vyrobeny z lehkého betonu s tloušťkou 200 nebo 240 mm.

Struktura povrchů lehkého pohledového betonu vizuálně odlehčuje masivnost zhotovených prvků. Tato dostavba je ukázkovým příkladem, jak se historické budovy mohou stát součástí společenských změn, a je tak úspěšnou odpovědí na poptávku po architektuře v průběhu doby. [5]

Objekt **požární stanice Vierschach** v Itálii (jižní Tyrolsko, 1 130 m n. m.) zaujme pozoruhodnou kubickou formou s jasně strukturovanými částmi (obr. 6). Určujícím prvkem zde je obálka budovy z lehkého probarveného betonu, který zajišťuje potřebnou tepelněizolační funkci, pevnost, dlouhou životnost a bezúdržbovou fasádu. Stavba byla navržena architektonic-

kou kanceláří Pedevilla Architekten z Brunecku. [20]

Pro obálku bylo použito cca 568 m³ červeně probarveného lehkého betonu LC16/18 v kvalitě pohledového betonu. Objemová hmotnost betonu je maximálně 1 250 kg/m³ a tepelná vodivost λ těsně pod 0,4 W/mK. [20]

Lehký konstrukční beton ve výškových stavbách

Ve výškových budovách se lehký beton používá zejména z důvodu odlehčení konstrukce (stropní konstrukce, podlahy) a z důvodu požární odolnosti stavby, jednou z výhod, které poskytuje lehký beton.

Bank of America Tower je 366 m vysoká budova s 60 patry a v současnosti třetí nejvyšší budova v New Yorku, která jako první budova na světě získala certifikaci LEED Platinum (obr. 7). Aby se minimalizovala hmotnost a aby se dosáhlo požadovaných protipožárních vlastností, byl pro podlahy použit lehký beton se struskou (kamenivo Solite). Více než 30 000 m³ lehkého betonu bylo čerpáno rychlostí vyšší než 60 m³/h. [4], [5]

Salesforce Tower je 326 m vysoká budova v San Francisku otevřená v lednu 2018. Pro podlahy byl použit lehký beton s kamenivem na bázi ex-

5a



5b



pandované břidlice s tlakovou pevností 35 MPa po 28 dnech a s pevností v tahu za ohybu 4,5 MPa po 56 dnech. Beton byl do konstrukce rovněž ukládán čerpáním. [7], [8]

Lehký beton v moderní výstavbě staveb přátelských k životnímu prostředí

Lehký beton je díky svým dobrým tepelnětechnickým vlastnostem a výborné tepelné jímavosti předurčen pro výstavbu nízkoenergetických či pasivních domů.

Nové sídlo společnosti Alnatura-Campus v Darmstadtu, dokončené počátkem roku 2019, má největší hliněnou fasádu uplatněnou na kancelářské budově v Evropě (obr. 8). Fasádní hliněné segmenty jsou 12 m vysoké, 3,5 m široké o tloušťce 690 mm. Statickou bezpečnost fasády zajišťují základové prvky (sokly a kotevní kroužky) z lehkého betonu s využitím lehkého kameniva na bázi expandovaného jílu Liapor, které zároveň eliminují tepelné mosty. Toto kamenivo navíc, jako přírodní stavební materiál, dokonale zapadá do celkového ekologického konceptu nového sídla společnosti. Budova byla navržena architektonickým studiem haas cook zemmrich ze Stuttgartu.

Hliněné segmenty jsou pevně spojeny se železobetonovým skeletem budo-



6a



6b



7

vy pomocí kruhových kotev z lehkého betonu LC12/13 D 1,4 o tloušťce 140 mm. Sokly vysoké 500 mm pod každým fasádním segmentem jsou vyrobeny také z LC12/13 D 1,4. [10]

Lehký beton v podobě mezerovitěho betonu se také začíná uplatňovat jako drenážní beton v oblasti ochrany dešťových vod. V krajině se 99 % dešťové vody vsákne, je pohlceno rostlinami, nebo se vypaří. S výstavbou sídel a komunikací pro stále rostoucí populaci, s lesnickými, zemědělskými a jinými zásahy do krajiny se změnil přirozený hydrologický cyklus. Značná část plochy území je tvořena zpevněnými povrchy (silnice, chodníky, zástavba), ty brání průsakům vody zpět do půdy, a tím doplňování zásob podzemní

5 a) Na střeše hradu Wittenberg bylo vyrobeno celkem sedm kvádrů z lehkého betonu, b) exponované neupravené betonové povrchy podtrhují puristický charakter semináře 6 Probarvený lehký beton přispívá k robustnosti a jednoduchosti objektu požární stanice Vierschach (Itálie) 7 Bank of America Tower [6]

5 a) Total of seven lightweight concrete blocks were made on the roof of Wittenberg Castle, b) exposed untreated concrete surfaces underline the purist character of the seminar 6 Colored lightweight concrete contributes to the robustness and simplicity of the Vierschach Fire Station (Italy) 7 Bank of America Tower [6]



8a

8b

vody. S rostoucí mírou zpevňování ploch roste povrchový odtok a naopak klesá míra obnovování podzemních vod. Dochází k propastným kontrastům mezi extrémními povodněmi a vysychajícími toky při nízkých srážkách. Celosvětově se městská prostředí zahušťují a narůstá procento horizontálních ploch s pevnými a nepropustnými povrchy. V Evropě průměrně žije cca 70 % obyvatel ve městech. V poslední zprávě EU Soil Sealing Guideline [11] byla popsána ekologická rizika nadměrného živelného zastavování měst spojeného s nárůstem zabírání půdy s upozorněním, že uzavření zemského povrchu je jeden z hlavních degradačních procesů na Zemi.

Cílem vývoje vodopropustných betonů (angl. pervious concrete) je navrhnout nejen složení, ale i technologii zpracování a ukládání betonu tak, aby se dala použít jako vrchní pojižděná vrstva vozovek, parkovišť či pochozích ploch. Vývoj takových betonů započal v severovýchodních zemích Evropy (Finsko) a dále pak v USA a Japonsku. Technologie vodopropustného betonu se odvíjí od technologie mezerovitého betonu. V tomto případě je ale nutné navrhovat celé souvrství, kterým bude voda plynule protékat. Spodní vrstvy jsou reálně vyřešeny v podobě různých násypů z frakcí hrubého přírodního či lehkého kameniva, v případě potřeby vylepšení kvality podkladu (geotextilie a další opatření).



9

Lehký beton v dopravních stavbách

Lídrem v oblasti použití lehkého betonu v dopravních stavbách jsou bezesporu v Evropě severní země a dále Severní Amerika, kde se lehký beton bez problémů používá v konstrukcích mostů (v ČR např. most na silnici R6 Sokolov–Tisová). Zásadní aplikací v ČR je oblast protihlukových stěn.

Lehký beton se také využívá při výstavbě železničních tratí. Významným příkladem je Saale-Elster Viaduct, který je nejdelší stavbou mostu v Německu a je součástí nové vysokorychlostní trati ICE mezi Mnichovem a Berlínem (obr. 9). V prostoru mezi kolejemi je cca 1 500 m³ lehkého

betonu s pevností 7 MPa a objemovou hmotností 1 200 kg/m³. Beton je stabilní, nosný a vodopropustný a v případě potřeby slouží také jako vozovka pro záchranná vozidla. [19]

V souvislosti s kapitolou výše o vodopropustném betonu je vhodné zmínit aplikaci lehkého mezerovitého z roku 2010 v tunelu Dobrovského v Brně. Lehký beton zde tvořil přímé nadloží tunelové trouby a sloužil jako drenážní beton. Zatřídění a značení lehkého mezerovitého betonu bylo použito dle ČSN EN 1520, protože tento beton nelze zatřídít dle normy ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace. Byl použit beton LAC 2/0,6 (dle již neplatné české normy MLB 2-600) s jednou frakcí lehkého kameniva tuzemské výroby 4–8 mm.

Literatura:

- [1] HUBERTO VÁ, M. Lehké betony. *Beton TKS: Betonové konstrukce 21. století – betony s přidanou hodnotou*. Samostatná příloha časopisu. 2012, p. 106–119. ISSN 1213-3116
- [2] STARK, J. *Proceedings International Symposium on Structural Lightweight Aggregate Concrete. Sandefjord (Norway), 20 – 24 June 1995*. Paper by Spitzner, 1995. pp. 13–20.
- [3] HUBERTO VÁ, M. Monolitický izolační beton *Beton TKS: Povrchy betonu*. Samostatná příloha časopisu. 2008, p. 102–107. ISSN 1213-3116
- [4] Kristalline Ästhetik, Wohnhaus E20 in Pliezhausen. Pressemitteilung. *Liapor.com/de.html* [online]. Pautzfeld, April 2018. Dostupné z: [www. http://www.liapor.com/de](http://www.liapor.com/de)
- [5] Schloss Wittenberg mit Leichtbeton-Aufbau, Neues Predigerseminar. Pressemitteilung. *Liapor.com/de.html* [online]. Pautzfeld, August, 2018, Dostupné z: [www. http://www.liapor.com/de](http://www.liapor.com/de)
- [6] Bank of America Tower, Cook+Fox Architects – Cook+Fox Architects, CC BY 3.0. In: *Wikimedia Commons* [online]. January 26, 2017. [cit. 05-2019]. Dostupné online na <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10269706>
- [7] Salesforce tower. *Concrete construction* [online]. ©2019Hanley Wood Media, Inc. [cit. 05-2019]. Dostupné z: <https://www.concreteconstruction.net/projects/commercial-industrial/salesforce-tower>
- [8] Salesforce tower. *ESCSI* [online]. [cit. 05-2019]. Dostupné online na: <https://www.escsi.org/e-newsletter/salesforce-tower/>
- [9] HUBERTO VÁ, M. LWSCC precast elements used in SK Slavia Prague. *Concrete Engineering International*. The Concrete Society UK (United Kingdom), 2008. ISSN 1742-352X
- [10] Lehké betonové prvky pro největší evropskou hliněnou fasádu, Alnatura-Campus in Darmstadt. Pressemitteilung. *Liapor.com/de.html* [online]. Pautzfeld, October 2018. Dostupné z: [www. http://www.liapor.com/de](http://www.liapor.com/de)
- [11] *Soil Sealing Guideline EU* [online]. [cit. 05-2019]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/soil/sealing_guidelines.htm
- [12] HUBERTO VÁ, M., HELA, R. Lehký samozhutitelný beton. In: *Samozhutitelný beton*. Praha: ČBS ČSSI, 2008. ISBN 978-80-87158-12-8
- [13] *ESCSI* [online]. ©2019 Expanded Shale, Clay and Slate Institute. Dostupné z: <http://www.escsi.org>
- [14] Eurolightcon – Economic design and construction with lightweight aggregate concrete. *www.sintef.no* [online]. Dostupné z: <http://www.sintef.no>
- [15] HENKENSIEFKEN, R., NANTUNG, T., WEISS, J. Internal curing – from the laboratory to implementation. In: *LWC Bridges Workshop 2009 IBC*. San Jose (CA, U.S.A.), 2009.
- [16] MCSAVENEY, L. G. *New Zealand's first use of high strength lightweight precast concrete*. Golden Bay Cement. Auckland (New Zealand).
- [17] *Liapor* [online]. Dostupné z: www.liapor.com, www.liapor.cz
- [18] HUBERTO VÁ, M. Celosvětové trendy výzkumu a aplikací lehkého betonu s pórovitým kamenivem. In: *Sborník z konference Technologie betonu 2012*. Praha: ČBS, 2012.
- [19] *Wegweisendes Liapor* [online]. Liapornews 1/2018. Dostupné z: [www. http://www.liapor.com/de](http://www.liapor.com/de)
- [20] Gelungener Dreiklang, Feuerwehrhaus Vierschach (Italien). Pressemitteilung. *Liapor.com/de.html* [online]. Pautzfeld, April 2017. Dostupné z: [www. http://www.liapor.com/de](http://www.liapor.com/de)
- [21] CHŮRA, M., NĚMEC, P., KOMANEC, J., POPSIMOV, P., HUBERTO VÁ, M. Most přes silnici a potok tisová na R6. In: *16. mezinárodní symposium Mosty: sborník příspěvků, 2011*. Praha: Sekurkon, 2011. ISBN 978-80-86604-52-7
- [22] KUOSA, H., HOLT, E. *Vývoj trvanlivého vodopropustného betonu pro potřeby hospodaření s dešťovou vodou ve Finsku*. Espoo, 2014. VTT Technical Research Centre of Finland.



Ing. Michala Hubertová, Ph.D., MBA

Vystudovala obor stavební materiálůve inženýrství na Fakultě stavební Vysokého učení technického v Brně. Specializuje se na technologii výroby a aplikace lehkého kameniva a lehkého betonu.

V oblasti dopravních staveb se zejména v Severní Americe využívá tzv. řízeného vnitřního samoošetřování (dále VS) betonu s využitím lehkého nasádkavého kameniva, které nabízí výhody zlepšení hydratace, snížení průniku chloridů a nižší smršťování. V USA se tedy při návrhu lehkého betonu počítá s VS za účelem zvýšení odolnosti a životnosti budované konstrukce. Příručka ESCSI's (Expanded Shale, Clay and Slate Institute, Chicago, USA) „Guide for Concrete Mixture Designs using Prewetted ESCS Lightweight Aggregates for Internal Curing“ z roku 2011 udává doporučená množství přídavné vody. Autor ale upozorňuje, že je vhodnější toto množství vždy stanovit na základě druhu použitého pórovitého kameniva a použité technologie míchání a ukládání betonu.

Závěr

Současné trendy výstavby jsou v rámci Evropy více zaměřené na snižování energetické náročnosti budov a ochranu životního prostředí, kde lehký beton nachází díky svým vlastnostem široké uplatnění. Amerika oproti tomu využívá lehký beton v dopravních stavbách a ve výstavbě výškových budov.

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení programu MPO TRIO FV40343 Konstruktivní systémy zpevněných ploch a komunikací na bázi silikátů pro ekologické hospodaření se srážkovou vodou.

Photos: 1, 8b, 9 – archiv Liapor, 2 – Brigida Gonzalez [4], 3 – Makovský & partneři, s. r. o., 4 – OKplan architects, s. r. o., 5 – Stefan Müller [5], 6 – PedevillaArchitects / Gustav Willeit [20], 7 – Ryan Browne [6], 8a – Alnatura GmbH/ Marc Doradzillo [10]

8 a) Hliněná fasáda je kotvena na nosnou konstrukci budovy pomocí integrovaných kruhových kotev z lehkého betonu, b) každý hliněný segment je uložen na betonovém soklu z lehkého betonu, který eliminuje tepelné mosty **9** Lehký vodopropustný beton v Saale-Elster Viaduct [19] **8 a)** Clay facade is anchored to the load-bearing structure of the building skeleton by integrated lightweight anchors, b) each clay segment is mounted standing on a concrete pedestal made of lightweight concrete, which also eliminates thermal bridges **9** Lightweight pervious concrete in Saale-Elster Viaduct [19]