

**VÝHODY
TRVALEJ UDRŽATELNOSTI
BETÓNOVÝCH
KONŠTRUKCIÍ**

Copyright: Európska betonárska platforma, ASBL, február 2009

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť reprodukováaná, uložená v systéme pre opätovné sprístupnenie alebo prenesená hocikakým spôsobom, elektronicky, mechanicky, fotokopírovaním, zaznamenávaním alebo inak, bez predchádzajúceho písomného súhlasu Európskej betonárskej platformy ASBL.

(Členské krajiny ERMCO, ktoré je členom Európskej betonárskej platformy, majú právo vydať túto publikáciu).

Vydané Európskou betonárskou platformou ASBL

Redaktor: Jean-Pierre Jacobs
8 rue Volta
1050 Brusel, Belgicko

Návrh a tlač realizovaná Európskou betonárskou platformou.

Všetky informácie v tomto dokumente sú Európskou betonárskou platformou považované za presné v čase, keď táto publikácia išla do tlače. Je predložená v dobrej viere (v jej pravdivosť a presnosť).

Informácie uvedené v dokumentoch vydaných Európskou betonárskou platformou nevytvárajú žiadnu zodpovednosť jej členov. Zatiaľ čo cieľom je udržiavať stav, aby informácie boli včasné a presné, Európska betonárska platforma ASBL to nemôže garantovať. Ak bude upozornená na chyby (v publikácii), budú tieto opravené.

Názory vyjadrené v tejto publikácii sú názorami autorov a Európska betonárska platforma ASBL nemôže niesť zodpovednosť za akékoľvek názory vyjadrené v publikácii.

Všetky rady a informácie z Európskej betonárskej platformy ASBL sú určené tým, ktorý si zhodnotia význam a hranice rozsahu publikácie a prevezmú zodpovednosť za jej použitie a aplikáciu. Nezodpovedáme (vrátane nedbanlivosti) za žiadnu škodu vzniknutú z takejto rady alebo informácie.

Čitatelia by si mali uvedomiť, že publikácie Európskej betonárskej platformy podliehajú z času na čas revízií a preto by sa mali presvedčiť, či sú držiteľmi najnovšej verzie.

Predhovor

Trvalá udržateľnosť leží na srdci každej konštrukcii a dizajnu. Prístup s rešpektovaním trvalej udržateľnosti pri konštrukcii prináša pretrvávajúce environmentálne, sociálne a ekonomické výhody pre stavebný projekt. Z tejto perspektívy, betón dosahuje vysokohodnotné vlastnosti, ako konštrukčný materiál s veľmi ohraničeným vplyvom budovy (alebo stavby infraštruktúry) na jej okolie.

Pod'akovanie

Táto publikácia bola pôvodne napísaná a publikovaná v roku 2007 Environmentálnou pracovnou skupinou „Betonikeskus ry“ vo Fínsku, pod názvom „Environmentálne vlastnosti betónových konštrukcií“.

Ďakujeme pani Laetitia Dévant za jej prácu na „poeuropštení“ tejto publikácie, Anglickému centru za preklad, Britskej prefabrikácii (zvlášť pánom Martinovi Clarke a Christie Walton), pánom Giliand Bond a Brian O'Murchu za ich starostlivé preskúmanie textu a pánu Geert Joostens za jeho inšpirujúci dizajn.

Prejavujeme všetku úctu pracovníkom z Európskej betonárskej platformy ASBL, ktorí umožnili zrealizovať tento projekt tým, že prispeli svojou prácou k zhotoveniu tejto publikácie.



OBSAH

Predslov	5
1. Betón v konštrukciách	6
1.1 Vytvorenie trvale udržateľných konštrukcií z betónu	6
1.1.1 Prínosy z betónu v trvale udržateľných konštrukciách	6
1.1.2 Ekologické betónové konštrukcie	7
1.1.3 Environmentálne deklarácie výrobkov	9
1.2 Estetika a architektúra	10
2. Výrobný proces betónu a betónových výrobkov	11
2.1 Ťažba a výroba základných surovínových materiálov	11
2.1.1. Cement	11
2.1.2 Kamenivo	13
2.1.3 Prísady	16
2.1.4 Vystužený betón	17
2. Použitie druhotných surovín	18
2.2.1 Prímеси v betóne	18
2.2.2 Recyklované kamenivo	18
2.3. Výrobný proces	19
2.3.1 Príklady	20
2.3.2 Doprava	20
2.4 Sociálne aspekty výroby betónu	21
2.4.1 Riadenie bezpečnosti pomocou sociálnej zodpovednosti podnikov	21
3. Luxusné, bezpečné, zdravé a pohodlné betónové konštrukcie	22
3.1 Najlepšia voľba pre tepelnú pohodu	22
3.2 Vysoká kvalita vzduchu v miestnosti	24
3.2.1 Betón ako bariéra proti prenikaniu vzduchu	25
3.3 Betón pre odolné, bezpečné a spoľahlivé budovy	25
3.3.1 Pevnosť betónu a konštrukčná stabilita	25
3.3.2 Prírodné zabezpečovanie ochrany a bezpečnosti voči ohňu	25
3.3.3 Odolný voči mimoriadnym udalostiam	26
3.4 „Zabudovaná“ zvukoizolačnosť a ochrana voči vibrácii	27

OBSAH

4. Environmentálne vlastnosti používaných betónových konštrukcií	27
4.1 Vplyv (dopad) betónových stavieb počas ich celého životného cyklu	27
4.2. Energeticky efektívne budovy	28
4.2.1 Smernica o energetickej hospodárnosti budov (EPBD)	29
4.2.2 Úspory energie pri vykurovaní a chladení	29
4.3 Neznečisťujúci stavebný materiál	30
4.3.1 Emisie do pôdy a vody	31
4.3.2 Emisie do vzduchu v miestnosti	31
5. Ekonomické aspekty betónových konštrukcií	32
5.1 Životnosť betónových konštrukcií alebo budov	32
5.1 Riešenie za použitia betónu pre cenovo prístupné bývanie	33
5.3 Adaptabilita (prispôsobiteľnosť) budov	34
5.4 Obmedzené náklady na opravy a údržbu	34
6. Koniec životnosti	35
6.1 Demolácia, znova použitie a recyklácia	35
PRÍLOHY	36
Slovník pojmov	36
LITERATÚRA	39
Stručný historický prehľad o betóne	43

PREDSLOV

Spoločný, univerzálny, trvanlivý, a mnohostranný konštrukčný materiál, ktorý môže pretrvať po stáročia - betón môže prispieť k z hľadiska životného prostredia istej budúcnosti súčasných aj budúcich generácií. Betón dáva mnoho ponúk. Ako stavebný materiál môže napodobňovať tradičné kamenné motívy alebo alternatívne môže byť použitý na vytvorenie moderných súčasných budov. Umožňuje komplexné a inšpiratívne návrhy (budov) za prijateľnú cenu, bez nevhodnej záťaže životného prostredia. Je unikátnou kombináciou funkčných a estetických vlastností, ktoré urobili z betónu základný stavebný materiál na celom svete. Betón je preto hlboko zakorenený v našom každodennom živote.

Ako zodpovedné odvetvie priemyslu, odvetvie výroby betónu aktívne podporuje ciele trvale udržateľných konštrukcií a ich povedomie vo verejnosti. Zodpovedné používanie materiálov je jednou z veľkých výziev dnešnej doby. Cez prebiehajúci výskum a spoluprácu s príslušnými úradmi (inštitúciami), priemysel výroby betónu zlepšuje svoju výkonnosť, hlavne čo sa týka čistejšej výroby a nových, zlepšených technických vlastností betónu.

Trvale udržateľné konštrukcie boli Európskou komisiou stanovené ako jedná z hlavných úloh. Preto priemysel výroby betónu tiež reaguje na súčasné obavy z klimatických zmien a energetickej efektívnosti. Toto stavebné odvetvie je zaviazané na dodávanie budov vyššej kvality pre európskych občanov a rovnako pre podnikateľské činnosti, čo zlepšuje kvalitu života.

Podľa Smernice pre tepelnú účinnosť stavieb (Smernica EÚ 2002/91/EC zo 16. decembra 2002), „obytný a terciálny sektor, ktorého najväčšou súčasťou sú budovy, zodpovedá za viac ako 40% celkovej spotreby energie v Európskej únii, ktorá neustále rastie. Toto je trend, kde rast spotreby energie znamená aj rast emisií kyslíčnika uhlíčitého“. Vďaka tepelne akumulárnym schopnostiam betónu budova z betónu spotrebovávajú od 5 do 15% menej vykurovacej energie ako ekvivalentná budova konštrukčne zhotovená z ľahkých materiálov. Dlhá životnosť budov z betónu tiež zvyšuje jeho ekologickú efektívnosť.

Zhodnotenie trvalej udržateľnosti určitého projektu je komplexná úloha. Kľúčovou úlohou k úspechu je vytvorenie „holistického pohľadu“, ktorý berie v úvahu každú stránku konštrukcie a jej vlastností (chovania sa). Napríklad pre konštrukciu, vzhľadom na dlhú životnosť betónových konštrukcií je ich „etapa užívania“ oveľa dôležitejšia, ako výrobná etapa a „etapa odstránenia“. Avšak, ak zabudneme na tieto dve stránky (Kapitola 2 a 6), táto brožúra sa zameriava na bežne uznávané „tri piliere“ trvale udržateľnej konštrukcie, t. j. sociálny pilier (Kapitola 3), environmentálny pilier – pilier životného prostredia (Kapitola 4) a pilier hospodárskych hľadísk (Kapitola 5) počas „etapy užívania“ budovy.

Táto brožúra adresovaná širokej verejnosti od stavebných špecialistov a venovaná zákazníkovi, odhaľuje mnohé prínosy betónu a uvádza jedinečný príspevok, ktorý môže urobiť náš priemysel čeliac výzvam, ktoré stoja pred nami.

1. BETÓN V KONŠTRUKCII

1.1 Vytvorenie trvale udržateľných konštrukcií z betónu

Betón je základný materiál s celosvetovo odhadovanou spotrebou medzi 21 až 31 miliardami ton v roku 2006¹, betón je po vode² druhou najviac spotrebovanou látkou na svete. Svet bez betónu je temer nepredstaviteľný!

Betón je vyrobený z hrubého kameniva (štrk alebo drvený kameň), jemného kameniva (piesku), vody, cementu a prísad. Tieto zložky sú väčšinou lokálne dostupné a často sú prakticky dostupné v temer neobmedzenom množstve. Primárne zložky (materiály) môžu byť nahradené kamenivom vyrobeným z recyklovaného betónu. Odpadové materiály z iných odvetví priemyslu môžu byť využité na výrobu prímiesí, akými sú popolček, troska a kremičitý úlet.

Betón je jedným z najviac trvale udržateľných stavebných materiálov, ak sa berie v úvahu jednak energia spotrebovaná počas jeho výroby, ako aj jeho prirodzené vlastnosti počas jeho využívania. Odvetvia výroby cementu a betónu neustále spolupracujú na znížení dopadov na životné prostredie a to zlepšenými výrobnými technológiami, inováciou výrobkov a zlepšenými technickými požiadavkami.

1.1.1 Prínosy z betónu v trvale udržateľných konštrukciách

Trvalo udržateľné konštrukcie boli Európskou komisiou nedávno stanovené ako jedná z hlavných úloh. Budovy sú zodpovedné za najväčší podiel celkovej spotreby energie EÚ, vytvárajúc pri tom 40% skleníkových emisií počas svojej životnosti. Vďaka inováciám a technológiám môže stavebné odvetvie zlepšiť toto hodnotenie. Trvale udržateľný rozvoj je bežne definovaný ako „vývoj, ktorý spĺňa požiadavky dneška, bez toho aby ohrozoval schopnosť budúcich generácií splniť svoje vlastné potreby“³. Spája environmentálne, hospodárske a sociálne dôvody, často označované ako „tri piliere“ trvale udržateľného rozvoja. Týmto trom pilierom bola daná rovnaká váha na konferencii OSN o životnom prostredí a ďalšom rozvoji (UNCED), konanej v Rio de Janeiro v dňoch 3.-14.júna 1992.

Pozornosť venovaná všetkým trom faktorom dáva viacej „holistický pohľad“ na vlastnosti. O tomto fakte sa teraz uvažuje

aj na európskej úrovni v technickej komisii CEN/TC350, ktorej úlohou je urobiť účinnou úplnú definíciu trvale udržateľnej konštrukcie, zahrnutím sociálnych a hospodárskych faktorov, ako súčasti európskej normalizovanej metodiky na posudzovanie trvalej udržateľnosti.

Zastavané prostredie je podstatné pre trvale udržateľnú spoločnosť, pretože konštrukcia, už podľa definície zahrňuje použitie prírodných zdrojov. Poznanie a uvedomenie si (tohto faktu) počas etapy výstavby a účinné riadenie spotreby energie počas životnosti budovy môže priniesť významné úspory energie a emisií CO₂, tým aj udržanie kvality budovy a bezpečnosť a pohodlie jej obyvateľov.

Cieľom trvale udržateľnej konštrukcie je „vytvorenie a zodpovedné riadenie, zdravým spôsobom vybudovaného prostredia založeného na účinnosti zdrojov a ekologických princípoch“⁴. Európske stavebníctvo vyvíja stratégie na zníženie environmentálnych dopadov stavebných činností. Ak to má byť úspešné, každý kto je súčasťou reťaze pri výstavbe, musí chápať a používať súbor odsúhlasených princípov, aby tak toto odvetvie bolo hnané dopredu:

- zlepšenie environmentálnych vlastností jeho výrobkov a zníženie environmentálnych rizík
- tvorba prínosov pre spoločnosť
- zlepšenie bezpečnosti ľudí
- príprava nastavujúcej legislatívy v sociálnej, hospodárskej a environmentálnej oblasti
- účinné úspory nákladov
- lepší obraz (imidž) odvetvia vo verejnosti.

Stavebníctvo je silne zapojené do tejto výzvy. Prijalo teóriu uvažovania s použitím „životného cyklu“ a stanovilo ciele v oblasti trvale udržateľného rozvoja na zlepšenie trvanlivosti, bezpečnosti a zdravotných aspektov betónových konštrukcií. Tiež odsúhlasilo hospodárne používanie surovín, úspory energie v budovách a pri procesoch, podporu recyklácie a zabezpečenie bezpečnosti pri práci pre personál.

Niektoré asociácie, akou je napr. „British Precast Concrete Federation“⁵ (Britská federácia betónových prefabrikátov) zaviedla listinu (chartu) trvale udržateľného rozvoja, ktorá povzbudzuje zmluvné strany zlepšiť ich výkon, progresívne integrovať myslenie o trvalej udržateľnosti v každom aspekte (hľadisku) výrobného procesu.

- 1 WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Concrete Recycling - A Contribution to Sustainability, Draft version, 2008 (Svetová obchodná rada pre trvale udržateľný rozvoj, Recyklácia betónu – prínos pre trvale udržateľný rozvoj, pracovná verzia, 2008)
- 2 ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and prestressed concrete, 08/07/2005 (ISO/TC 71, Podnikateľský plán „Betón, železobetón a predpätý betón“)
- 3 BRUNDTLAND G., Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, 1987 (BRUNDTLAND G., „Naša spoločná budúcnosť“, Svetová komisia pre životné prostredie a rozvoj, vydavateľstvo Oxfordskej univerzity)
- 4 KIBERT C., First International Conference on Sustainable construction, Tampa, 1994 (KIBERT C., Prvá medzinárodná konferencia o trvale udržateľných konštrukciách, Tampa, 1994)

Ekologická betónová konštrukcia

... je tá u ktorej...

- celkové dopady na životné prostredie sú minimalizované počas celej jej životnosti
- konštrukcia je navrhnutá a správne postavená tak, aby slúžila zamýšľanému použitiu

... a kde sa k výrobe betónu používajú...

- zložky, ktoré sú vyrobené so zníženými dopadmi na životné prostredie
- cement je vyrobený za použitia modernej výrobnéj techniky, recyklovaných surovinových materiálov a alternatívnych zdrojov energie
- optimálne dávkovanie cementu umožňuje získať požadovanú pevnosť a dlhovekosť

1.1.2 Ekologické betónové konštrukcie

Prístup s použitím „životného cyklu“ je štandardnou metódou identifikácie a hodnotenia environmentálnych účinkov stavebných výrobkov počas ich „životného cyklu“ (ťažba, spracovanie, doprava, využívanie a údržba a likvidácia). Existuje veľa spôsobov ako optimalizovať ekologickú účinnosť a ekonomiku „životného cyklu“ projektov z betónu, akými sú recyklácia alebo využívanie vedľajších produktov priemyslu pri výrobe, alebo pri návrhu konštrukcie použitie stratégie, ktorá využíva tepelné vlastnosti betónu. Budovy môžu byť navrhnuté tak, že sú ľahko dajú udržiavať a pozmeňovať.

a) Budovy

Betón je základný stavebný materiál, ktorý sa používa na výstavbu budov po celej Európe – na geografické území, kde sa predpokladá, že ľudia strávajú viac ako 90% svojho času vo vnútri budov⁵. Tieto čísla podčiarkujú význam budov v každodennom živote a dôležitosť pozornosti, ktorú je treba venovať stavebným materiálom, pri jeho dlhodobom výber s ďalekosiahlymi dôsledkami.

Na trhu je dostupný enormný rozsah betónových výrobkov a tieto hospodárne výrobky môžu byť použité tak, aby urobili každodenný život zdravším, bezpečnejším a pohodlnejším.

Najbežnejšie použitie betónu v budovách je:

- podlahy pre prízemie a poschodia

- konštrukčné prvky (napr. nosníky, stĺpy, dosky)
- vonkajšie a vnútorné steny, vrátane panelov, tvárnic a ozdobných prvkov s celým rozsahom farieb a úprav povrchov
- strešné škridly
- záhradná dlažba (betónové dosky alebo tvárnice, ktoré pri tomto použití vydržia prakticky „večné“).

„Hutný betón“ je v rôznych variantoch použitý v konštrukcii priemyselných a komerčných budov a vo všetkých projektoch infraštruktúry. Tento typ betónu je silný a trvanlivý, odolný voči ohňu a má dobré zvukovo-izolačné vlastnosti. Ďalej schopnosť absorpcie (pohlcovanie) vibrácií a tepelné vlastnosti, ktoré sú výsledkom „tepelnej hmoty“ (tepelnej zotrvačnosti betónu).

„Ľahký betón“ v tvare betónových murivových tvaroviek sa používa hlavne pri výstavbe domov a bytov. Vzhľadom na jemu dané vlastnosti, betónové tvarovky používané ako priečky spravidla nevyžadujú dodatočnú zvukovú izoláciu a ochranu voči ohňu.

b) Infraštruktúry

Betón je vhodný pre konštrukcie inžinierskeho staviteľstva, pretože je schopný odolávať vlhkosti a meniacim sa poveternostným podmienkam, mechanickému opotrebovaniu a pretrhnutiu a vysokým teplotám. Betón tiež pohlcuje zvuk, znižuje teplotné výkyvy a poskytuje ochranu voči rôznym druhom radiácie.

Účinky „klimatických zmien“ sa v rámci Európy menia. Častejší výskyt extrém-



Budovy s použitím betónovej nosnej konštrukcie môžu byť navrhnuté s veľkou variáciou vonkajšieho vzhľadu, ktorý splýva s okolím. S láskavým dovolením TORHO S.A (Barcelona, Španielsko. Fotografia: Fin Serck-Hanssen).

5 <http://www.britishprecast.org/>

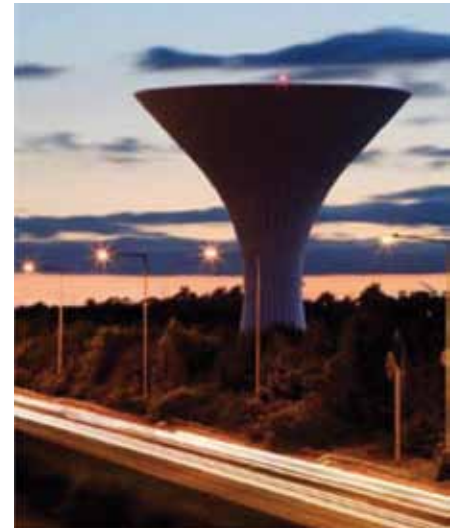
6 FRANCHI M., Towards Healthy Air Dwellings in Europe, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004 (FRANCHI M., „K bytom so zdravým vzduchom v Európe“, THADE správa, EFA projekt)



Betónové ochranné zvodidlá sa teraz používajú temer na všetkých diaľniciach vo Veľkej Británii. Navrhnuté sú tak, aby ich v podstate nebolo treba udržiavať počas ich životnosti, ktorá je nie menej ako 50 rokov. S láskavým dovolením Britpave.

mov počasia, akými sú záplavy, búrky, extrémne teplo a sucho sa pripisovali ľudskej činnosti⁷. Nedávne záplavy vo Veľkej Británii sú pripisované kombinácii nasýtených zemín, vydláždených plôch a urbanistického rozvoja v nevhodných oblastiach. Existujú náznaky, že niektoré infraštruktúrne stavby možno bude nutné upraviť v boji proti hrozbám, ktoré predstavujú nové environmentálne podmienky. Betón je ideálnym materiálom pre poskytnutie tak veľmi potrebnej ochrany pred záplavami a stúpajúcou hladinou mora.

Betónu vlastná trvanlivosť a pevnosť môže byť využitá na ochranu verejnosti pred najhoršími účinkami klimatických zmien. Budovanie a zosilňovanie priehrad v New Orleans, USA je príkladom schopnosti betónu ako ochrany voči extrémnym klimatickým udalostiam. Jeho hlavným prínosom je jeho pružnosť voči účinkom záplav, v prípade výstavby v záplavových oblastiach. Trvale odvodňujúci systémy, akými sú priepustné betónové dlažby, znižujú potencionalné účinky záplav v nových a existujúcich oblastiach rozvoja miest a zároveň chránia a zvyšujú kvalitu podzemnej vody.



Príklad vodárenskej veže. S láskavým dovolením P.H. Carthy Engineers, Dublin, Írsko.

Inými aplikáciami betónu sú:
 – cesty, mosty, stále viac používané betónové stredové zvodidlá a tunely. Výstavba betónových vozoviek ponúka viacero výhod, zvlášť v tuneloch, kde v prípade vzniku požiaru môžu teploty dosiahnuť extrémne vysokú úroveň (viac ako 1000°C) a ktoré trvajú aj niekoľko hodín. Požiarne katastrofa v tu-



Prefabrikovaný betón je často používaný pre veterné turbíny – jeho vysoká odolnosť voči poveternostným vplyvom a vlastná tuhosť pomáhajú zabezpečiť stabilnú a pružnú konštrukciu, ktorá vyrába elektrický prúd, čo je druh obnoviteľnej energie. S láskavým dovolením British Precast (Britské prefabrikáty).

7 THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, Evidence of Human-caused Global Warming „Unequivocal“; <http://uneo.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=499&ArticleD=5506&l=en> (Medzivládna panelová diskusia o klimatických zmenách, Dôkaz o „jednoznačne“ človekom spôsobenom globálnom otepľovaní)

neli Mont-Blanc vo Francúzsku v roku 1999, trvala 53 hodín a teploty dosahovali 1000°C, čo spôsobilo 39 smrteľných obetí a poškodenie mnohých vozidiel. Betón je materiál vhodný na výber pre stavbu vozoviek, pretože je nehorľavý, počas požiaru neuvolňuje škodlivé emisie a poskytuje maximálnu ochranu pre ľudí, zariadenia a okolia⁸.

- elektrárne, pričom mnohé z nich používajú a skladujú potenciálne nebezpečné jadrové palivá, sú skoro celé vybudované z betónu z bezpečnostných dôvodov.
- iné zvyčajné priemyselné použitia, akými sú silá, skladovacie nádrže a úpravne a čističky odpadových vôd.
- betón je vo veľkých objemoch používaný pri výstavbe veterných elektrární, ako základ pre veterné turbíny, pretože môže tlmieť (uniesť) veľké excentrické zaťaženia a napätia a deformácie spôsobené veľkou rýchlosťou rotácie lopatiek veterných turbín.
- v poľnohospodárstve sú veľké objemy betónu používané na výstavbu veľkých kalových nádrží pre živočíšne odpadové vody, ktorých výstavba je štedro podporovaná Európskym parlamentom, v rámci projektu „Schéma riadenia (kontroly) znečistenia poľnohospodárskeho dvoru“.

1.1.3 Environmentálne deklarácie výrobkov⁹

Koncom deväťdesiatych rokov minulého storočia sa obidvaja: profesionáli, ako aj zákazníci v stavebníctve, začali vypytovať na viacej environmentálnych informácií o stavebných výrobkoch, akými sú

používanie prírodných surovín, spotreba energie a emisie. Priemysel na to odpovedal poskytovaním environmentálnych deklarácií výrobkov (EPD), ináč povedané deklaráciami výrobkov z hľadiska ich dopadov na životné prostredie. Bol to prvý pokus komunikovať vlastnosti výrobkov dôveryhodným a zrozumiteľným spôsobom.

Ako bolo predtým spomenuté, „tri piliere“ trvale udržateľných konštrukcií sa berú v úvahu, pri posúdení integrovaných hodnotení vlastností budov. Spolu s environmentálnou stránkou sa posudzuje aj sociálna zodpovednosť (zdravie, pohodlie, bezpečnosť) a aspekty ekonomického rastu (dostupnosť, stabilná hodnota v čase).

1.2 Estetika a architektúra

Dnes veľa vládnych inštitúcií a nadnárodných spoločností požaduje pozornosť priťahujúce budovy, ktoré stelesňujú imidž inštitúcie alebo spoločnosti. Oveľa častejšie je betón zvolený ako materiál, pretože kombinuje funkčnosť a účelnosť so súdobým vzhľadom a schopnosťou vyjadriť komplexné a dynamické tvary. Betón je podstatou stálosti a výkonnosti – materiál s bezhraničným množstvom možností na použitie.

Betón je materiál ako kameň, ktorý môže byť odlievajú prakticky do každého tvaru alebo formy. Betón vďaka svojej dlhodobej trvanlivosti môže byť použitý na vytvorenie veľkých neuzavretých (otvorených) priestorov, vhodných pre kancelárske priestory alebo umiestnenie



Akademijské biomedicínske oddelenie Utrechtskej univerzity v Holandsku predstavuje skromnú, inteligentnú a trvale udržateľnú (z hľadiska životného prostredia) budovu, s optimálnym využitím hĺbky smerom na juh obrátenej strany (budovy). Štíhla konštrukcia a presklené fasády (približne 430 tabúl) dovoľuje slnečnému svetlu vniknúť hlboko do budovy. Skelet stavby je viditeľný v celom objekte a spája verejné priestory na dvoch nižších podlažiach so školskými zariadeniami na troch horných podlažiach. S láskavým dovolením Photography © Christian Richters, architekt: EEA architekti, Erik van Egeraat.

8 THE EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Improving fire safety in tunnels: The concrete pavement solution, April 2004 (Európska betonárska platforma, „Zlepšenie požiarnej odolnosti v tuneloch: Riešenie za použitia betónových vozoviek“)

9 <http://www.environdec.com/pageld.asp>



La Grande Arche, Paríž. Architekt: Johann Otto Spreckelsen; konštrukčný systém: mramorové obloženie; snímka Paul Andreau. S láskavým dovolením The Concrete Centre („Betonárske centrum“ vo V.Británii).

maloobchodu. Trámy a stĺpy môžu byť vyhotovené ako „extra štíhle“, ak sa použije predpätá výstuž. Farebné a vhodné štruktúrované povrchy môžu byť vyhotovené za vysoko konkurencie schopné ceny. Z perspektívy projektanta, betón môže byť použitý tak, aby vytvoril variáciu tvarov. Mierne zakrivené budovy, akými sú opera v Sydney, krivky kostola Misericordia v Ríme, katedrála Sagrada Familia v Barcelóne a kostol Le Corbusiera v Ronchamp ukazujú tvary betónu s miernym zakrivením a flexibilné tvary betónu. Reč betónu môže byť lyrická alebo silná a jeho plastičnosť môže byť použitá ako začiatok grafických a sochárskych tém.

Ako funkčný a hospodárny materiál je betón používaný buď ako pokrytý povrchovými úpravami alebo je jednoducho použitý ako základ na podoprenie celej budovy. Avšak v poslednej dobe betón našiel vlastnú tvorivú formu, vlastný jazyk a silu a vlastnú metódu svojho vyjadrenia. V 80. rokoch minulého storočia bolo začatých veľa výskumných a vývojových prác v oblasti betónu. Spolupráca medzi



Interiér predajne s betónovými stĺpmi a schodišťom. S láskavým dovolením The Concrete Centre.

architektmi a technológmi betónu veľmi rýchlo viedla k zlepšeniu technológie betónu pri výstavbe a konečných úpravách betónu. Nasledujúci veľký pokrok a tiež pokračujúce úspechy vo vývoji betónu, ako expresívneho architektonického materiálu, zvýšili dôraz na zníženie nákladov životného cyklu betónu a zníženie environmentálnych dopadov.

Dnes nie je už betón ohraničený len pre využitie vo stavbách infraštruktúry. V kombinácii s umením, technológiou, dizajnom a remeselnou zručnosťou, je betón teraz módnym interiérovým materiálom pre kuchyne, kúpeľne, atď., obzvlášť preto, že môže byť ľahko liaty, sfarbovaný, štruktúrovaný alebo leštený. Výskumné práce sa v súčasnosti zameriavajú na zvukovú izoláciu, vlhkosťnú technológiu, environmentálny dopad, flexibilné konštrukčné riešenia a vzhľad/konečné povrchové úpravy.

Prebiehajú výskumné práce v oblasti farebných betónov, vytvárajúce väčšiu voľnosť pri projektovaní, založenú na technológii a softvéri. Skúmaných je tiež veľa druhov odvetraných fasád ako riešení, ktoré umožnia neobmedzený návrh spojov a veľkých povrchových plôch.



World Trade Centre (Svetové obchodné centrum) v Seville v Španielsku. S láskavým dovolením ANDECE.



Grafické betónové techniky ponúkajú navyše možnosť výberu fasád. Fasáda steny v Nemecku. Copyright: Betonmarketing Süd, 2004 (Fotografia: Guido Erbring).



Obytné budovy, ocenená fasáda. S láskavým dovolením Betoni, Finsko.

2. VÝROBNÝ PROCES BETÓNU A BETÓNOVÝCH VÝROBKOV



2.1 Ťažba a výroba základných surovinových materiálov

2.1.1. Cement

Cement je jemne mletý, nekovový, anorganický prášok, ktorý po zamiešaní s vodou vytvára pastu, ktorá tuhne a tvrdne. Najdôležitejším vyžitím cementu je jeho použitie pri výrobe betónu, kde pôsobí ako spojivo zlepujúce ostatné zložky betónu. Typicky tvorí cement okolo 12% z celkovej betónovej zmesi. Cement je hydraulické spojivo, t.j. tvrdne ak sa k nemu pridá voda. Existuje 27 druhov bežných cementov, ktoré môžu byť zoskupené do 5 všeobecných kategórií a troch pevnostných tried: obyčajná (bežná), vysoká a veľmi vysoká. Existujú aj špeciálne cementy, akým je napríklad síranovzdorný cement, cement s nízkym hydratačným teplom, hlinitanový cement. Cementársky priemysel vyrába v súčasnosti vo 27 členských krajinách Európskej únie okolo 270 miliónov ton cementu ročne.

Cementárne sú spravidla umiestnené v susedstve kameňolomov, v ktorých sa ťažia dostatočné množstvá surovinových materiálov, ktoré sú základnými zložkami cementu (vápenc a íl).

Výrobný proces cementu je v podstate tvorený dvomi fázami. V prvej fáze sa zo surovín vyrába slinok za použitia suchého, mokrého, polosuchého alebo polomokrého procesu (podľa vlhkostného stavu suroviny pred vstupom do rotačnej pece). Počas druhej fázy sa zo slinku vyrába cement.

Počas prvej fázy výrobného procesu sa suroviny dodávajú voľne ložené, ktoré sa potom drví a homogenizujú na zmes, ktorou sa plní rotačná pec – rotujúca rúra o dĺžke od 60 do 90 metrov, s priemerom až do 6 metrov. Pec je vyhrievaná vnú-

torným plameňom, ktorý horí pri teplote okolo 2000°C. Pec je mierne naklonená, čím sa umožňuje, aby sa materiál pomaly posúval dopredu smerom ku koncu pece, kde sa rýchlo ochladzuje na teplotu 100-200°C.

Štyri základné kyslíčniky použité v správnom pomere vytvárajú slinok: kyslíčnik vápenatý (65%), kyslíčnik kremičitý (20%), kyslíčnik hlinitý (10%) a kyslíčnik železitý (5%). Po zamiešaní vytvárajú „surovinovú múčku“ alebo kal, kyslíčniky sa zlúčia, ak sú zohriate na teplotu cca. 1 450 °C. Vytvárajú sa nové zlúčeniny: silikáty, kremičitany, hlinitaný a železitany vápniku. Hydraulické tvrdnutie cementu je spôsobené hydratáciou týchto zlúčenín. Konečný produkt tejto fázy sa nazýva „slink“, ktorý je skladovaný vo veľkých silách.

Druhá fáza sa realizuje v cementových mlynoch. Sadrovec (síran vápenatý) a možné ďalšie hydraulicky aktívne materiály (akými sú vysokopecná troska, popolček, prírodné puzolány, atď.) alebo plnivá sa pridávajú ku slinku. Všetky zložky sú mleté tak, aby sa vyrobil jemný a homogénny cementový prášok, ktorý sa potom skladuje v silách, až do jeho expedície a to buď vo voľne loženom stave alebo ako balený výrobok.

Cementársky priemysel sa snaží v cemente zvýšiť podiel zložiek iných ako slinok (priemerný slinkový faktor v cemente v krajinách EÚ je rovný hodnote 0,8 – t.j. slinok tvorí 80 % z celkového množstva zložiek cementu). Nahradzovanie slinku druhotnými surovinami (materiálmi) alebo vedľajšími produktmi vytvorenými v iných priemyselných odvetviach, akými sú granulovaná vysokopecná troska z oceľarskeho priemyslu, popolček z uhoľných tepelných elektrární a prírodné puzolány alebo vápence z kameňolomov, dovoľí znižovať objem vytvoreného CO₂ v ce-



Cementáreň spoločnosti Heidelberg Ketton, Rutland, V. Británie – jedna z najefektívnejších cementární v Európe, ktorá vyrába ročne okolo 0,8 milióna ton cementu. S láskavým dovolením Heidelberg.

mentárskom priemysle. Toto zníženie závisí od množstva použitých druhotných surovín (materiálov).

a) Environmentálny profil cementu

Látky uvoľnené do ovzdušia z cementárskej pece pochádzajú z fyzikálnych a chemických reakcií surovín a zo spaľovania paliva.

Hlavnými zložkami plynov unikajúcich z cementárskej pece sú CO₂ (kyslíčnik uhličitý), NO_x (kyslíčnik dusný) a SO₂ (kyslíčnik siričitý). Unikajúce plyny obsahujú tiež malé množstvá chloridov, floridov, kyslíčnika uhoľnatého a ešte menšie množstvá organických zlúčenín a ťažkých kovov. Cementový prach v unikajúcich plynoch z cementárskych pecí je odstránený pomocou filtrov (zvyčajne elektrostatické odlučovače alebo kapsové filtre) a tento cementový prach je vrátený do výrobného procesu.

Emisie CO₂ súvisia jednak so surovinami ako aj s energiou. Emisie súvisiace so surovinami sa vytvárajú počas dekarbonizácie vápenca (CaCO₃) a podieľajú sa cca. 60% na celkových emisiách CO₂. Emisie súvisiace s energiou sú vytvárané dvoma spôsobmi: priamo -spaľovaním paliva a nepriamo - cez používanie elektrického prúdu.

Spotreba energie v cementárskom priemysle sa výrazne znížila za posledných 50 rokov. Dá sa to pripísať zlepšeniam vo výrobných závodoch a zlepšeniam v technologických procesoch.

Počas mnohých rokov zostávala špecifická spotreba energie na výrobu slinku stabilná a predstavovala hodnotu 3 500 – 3 700 MJ/t slinku. Každá tona vyrobeného cementu vyžaduje 60-130 kg palivového oleja alebo ekvivalentné palivové množstvo, v závislosti od druhu

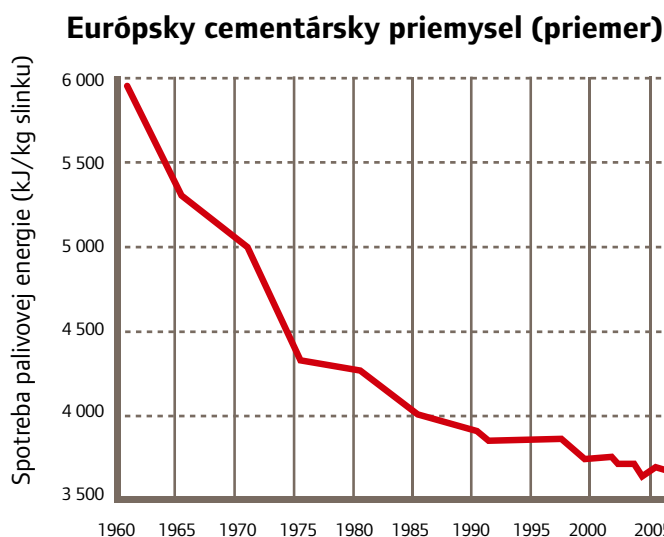
cementu a použitého výrobného procesu. Každá tona cementu vyžaduje v priemere 110 kWh elektrického prúdu. Náklady na energiu reprezentujú viac ako 25% z celkových výrobných nákladov v cementárskom priemysle a predstavujú v značnej miere neistotu, vzhľadom na kolísavé ceny energií. Preto neprekvapuje, že cementársky priemysel v Európe počas minulých 40 rokov vyvinul značné úsilie na zníženie spotreby energie. Zmenami v technológii a investíciami európsky cementársky priemysel významne znížil špecifickú spotrebu energie (t.j. energie potrebnej na výrobu jednej tony cementu).

V súčasnosti sa cementársky priemysel blíži k hraničným hodnotám, ktoré môžu byť dosiahnuté technickými zlepšeniami a racionalizáciou. V roku 1993 nezávislá štúdia spracovaná z poverenia Európskej komisie, hodnotí možný potenciál ďalšieho zlepšenia hodnotou 2,2%. Nedávno publikovaná informácia od „Cement Sustainability Initiative (CSI)¹⁰ - Cementárska iniciatíva trvale udržateľného rozvoja“ potvrdila, že existujúce technológie na výrobu slinku¹¹ neposkytujú už ďalší potenciál na významné zlepšenie, čo sa týka energetickej efektívnosti. Viacero podrobnosti o tejto správe je možné nájsť na web stránke „World Business Council for Sustainable Development“ (Svetová obchodná rada pre trvale udržateľný rozvoj): www.wbcsd.org.

Cementársky priemysel sa preto zaväzuje používať alternatívne palivá. Predovšetkým používanie alternatívnych palív pri výrobe cementu prispieva k ochrane životného prostredia tým, že zachováva neobnoviteľné fosílné palivá, akými sú uhlie alebo nafta. Ďalej alternatívne palivá

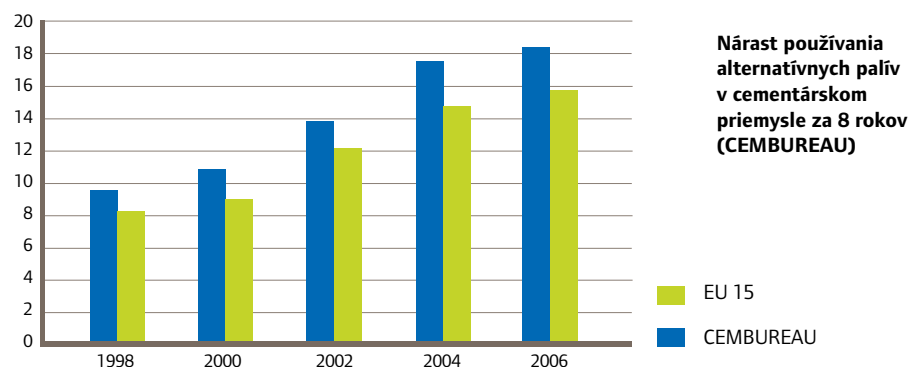
10 Cement Sustainability Initiative zahájila svoj projekt „Získanie dát správnym spôsobom“ (GNR) s cieľom získať aktuálne a spoľahlivé údaje o CO₂ a energetickej náročnosti výroby slinku a cementu na regionálnej ako aj celosvetovej úrovni – údaje získané naprieč všetkými spoločnosťami na svete

11 Slinkok, jedná z hlavných zložiek cementu je vyrábaná zo surovín (hlavne z vápenca a ílu), ktoré sú v rotačnej peci zohrievané plameňom o teplote okolo 2 000 °C



Výroba cementu: nižšie uvedená tabuľka uvádza zníženie spotreby palivovej energie medzi rokmi 1960 až 2005 (CEMBUREAU)

% alternatívnych palív použitých v cementárskom priemysle 1998-2006



prispievajú k nižšej tvorbe CO₂ emisií tým, že preventívne zabraňujú spaľovaniu odpadov alebo ukladaniu odpadov na skládky, ktoré by vytvorili emisie podporujúce „skleníkový efekt“ a mali by dopad na životné prostredie.

Používanie alternatívnych palív je dobre osvedčenou a dobre zavedenou technológiou vo väčšine európskeho cementárskeho priemyslu a je tomu tak už 20 rokov. V roku 2006 objem odpadov použitých ako alternatívne palivo, predstavoval okolo 7 miliónov ton. Odpadové materiály použité ako alternatívne palivo v cementárskom priemysle zahŕňujú tiež pneumatiky, gumu, živočíšne mäso, odpadový olej a domáci odpad typu RDF (palivo vyrobené z odpadkov).¹²

2.1.2 Kamenivo

Kameňopriemysel reprezentuje v Európe okolo 13 500 spoločností s 28 000 výrobnami, ktoré vyrábajú každoročne okolo 3 miliárd ton kameniva. Európa zabezpečuje viac ako 23 % celosvetovej výroby piesku, štrku a drveného kameniva.

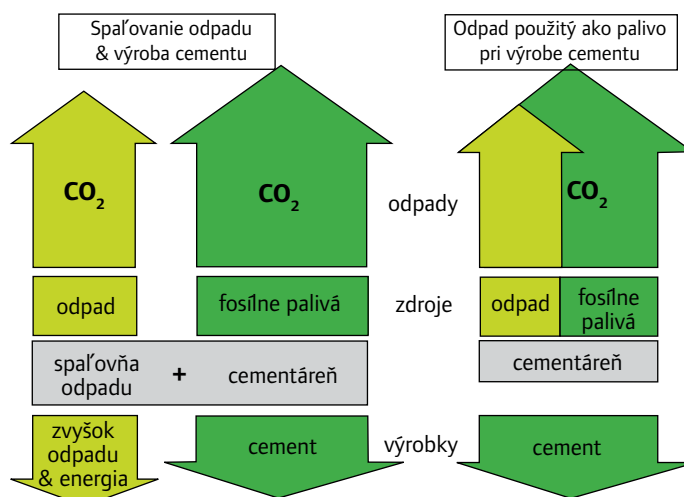


Imidž ľahkého kameniva. S láskavým dovolením Concrete Centre.

Rovnako ako celý priemysel betónu, mnohé výrobné kameniva sa nachádzajú vo vidieckych regiónoch, kde pracovné príležitosti sú zriedkavé. Kameňopriemysel preto podporuje európsku spoločnosť nielen konečným upotrebením jeho výrobkov, ale aj svojím vstupom do miestnych komunít, v ktorých pôsobí a do ktorých prináša pritom rozvoj života.

Kamenivo, recyklované materiály z konštrukcií a demolačný odpad sú relatívne lacné materiály a ich priemerná dopravná vzdialenosť je menej ako 39 km. Z environmentálneho a hospodárskeho hľadiska, miestne kameňolomy, štrkoviská a dodávatelia demolačných odpadov slúžia lokálnym

Použitie odpadu a biomasy namiesto fosílnych palív v cementárskom priemysle znižuje absolútne hodnoty európskych emisií.



¹² Viac informácií je možné nájsť v CEMBUREAU publikácii: „Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European cement industry (Trvale udržateľná výroba cementu. Spoločné spracovávanie alternatívnych palív a surovín v európskom cementárskom priemysle), www.cembureau.eu.

trhom. Zo všetkých nerastov je kamenivo najdostupnejším materiálom, najviac používaným materiálom (čo do objemov a tonáže) a aj najlacnejším materiálom.

Doprava je veľkou položkou celkovej ceny kameniva, ak nejde o drahšie kamenivo, akým je napr. kamenivo s požadovanou hodnotou vyhladiteľnosti, ktorá je dôležitá pre odolnosť voči šmyku u povrchov vozoviek, pretože táto zachraňuje životy a znižuje počet nehôd. V priemere sa ceny zdvojnásobia, ak je polomer dopravy okolo 40 km. Preto sú kľúčovým faktorom miestne zdroje kameniva. Kamenivo je hlavne potrebné v stavebníctve v nasledovných objemoch:

- 400 t kameniva pre výstavbu jedného priemerného rodinného domu
- 3 000 t kameniva na výstavbu jednej školy
- 30 000 t kameniva na výstavbu 1 km diaľnice
- 90 000 t kameniva na výstavbu 1 km vysokorýchlostnej železničnej trate.

Heslo: „Bez kameniva - žiadna výstavba“ je každodennou pravdou. Stavebníctvo predstavuje temer 11% celkového domáceho produktu v EÚ a kameňopriemysel je dôležitým dodávateľom do stavebníctva, pretože kamenivo je používané pri výstavbe domov, úradov, nemocníc a dopravnej siete, rovnako aj pri výstavbe elektrární, odsírovacích zariadení, protipovodňových zábran a geologických úložísk.

Za účelom dosiahnutia trvalých dodávok kameniva, musí byť zachovaný prístup k jeho potencionálnym zdrojom. Prístup k zdrojom kameniva by nemal byť preto zbytočne odopieraný umelými prekážkami, akým je napr. označovanie prostredia ako environmentálne chráneného, ak nad zdanlivou výhodou nevykonávania ťažby prevažujú ekonomické a sociálne potreby hovoriace v prospech ťažby nerastov. Tieto obmedzenia môžu mať za následok negatívny environmentálny dopad spôsobený zvýšenými dopravnými vzdialenosťami. Vyžaduje sa preto „holistický prístup“ (prístup s celkovým posúdením všetkých vplyvov) a vhodná plánovacia politika.

Ťažba kameniva má vysoké štartovacie (počiatočné) náklady. Získanie plánovacieho súhlasu môže vyžadovať dlhší čas. Národné surovinové stratégie potrebujú preto používať dlhodobé plánovanie, aby sa tak zaistilo nepretržité dodávanie týchto dôležitých materiálov.

a) Príspevok k biodiverzite a Natura 2000

V environmentálnej oblasti kameňopriemysel uznáva svoju úlohu manažera

krajiny na prípravu výrobní pre environmentálne, poľnohospodárske, rekreačné, krajnotvorné a iné služby verejnosti počas a po svojich aktivitách, vykonávaných v tesnej spolupráci a po konzultáciách s miestnymi komunitami.

Z viacej ako 28 000 výrobní po celej Európe, má európsky kameňopriemysel jedinečnú pozíciu nato, aby urobil významný príspevok na podporu biodiverzity a to jednak počas, ako aj po ukončení svojich aktivít (činností). Môže rekultivovať ťažobné prevádzky tak, aby sa tieto stali miestom pre vzácné rastliny a rozkvet inej flóry.

Ťažba nerastov, tak ako aj iné formy priemyselného rozvoja, zahŕňa dočasné používanie pôdy a spočíva na zodpovednosti prevádzkovateľa, aby pracoval profesionálne a takým spôsobom, ktorý je zlučiteľný s trvale udržateľným rozvojom. Toto predstavuje rešpekt ku krajine, primeranú ochranu biotopov a kultúrneho dedičstva a záväzok k obnove ťažobní na ďalšie komerčné alebo rekreačné využitie. Podpora biodiverzity musí byť preto ústredným bodom pri prevádzkových postupoch (praktikách), ako aj pri ukončení prevádzky ťažobní.

Kamenivo nemôže byť ťažené bez určitých dopadov na životné prostredie. Počas mnohých rokov členskej spoločnosti (Európskej asociácie výrobcov kameniva - UEPG) rozvíjali environmentálne povedomie a porozumenie, zatiaľ čo monitorovali a znižovali environmentálne dopady. Tento postup nebol dosiahnutý výhradne len samotnými spoločnosťami, ale tiež spoluprácou s partnermi, akými sú mimovládne organizácie (NGO).

Táto spolupráca a partnerstvo s mimovládnymi organizáciami poskytla možnosť identifikovať, vytvoriť a zvýšiť hodnotu biotopov a ekosystémov, v ktorých mnohé spoločnosti pracujú. Mimovládne organizácie môžu pomáhať väčšími znalosťami a skúsenosťami, ako vytvoriť zodpovedajúce biotopy a ekosystémy, ktoré sú najvhodnejšie v danej lokalite, zatiaľ čo kameňopriemysel môže zabezpečiť technológiu, odbornosť a odhodlanie rekultivovať takúto ťažobne.

So stúpajúcim povedomím dôležitosti rekultivácie a biodiverzity, Európska asociácia výrobcov kameniva (UEPG) zhromaždila mnohé prípadové štúdie, ktoré demonštrujú významné úspechy v tejto oblasti¹³. Kameňopriemysel v súčasnosti pripravuje sprievodcu pre biodiverzitu, aby tak pomohol spoločnostiam k ďalšiemu zvýšeniu ich príspevku a podpory biodiverzity.

13 Databáza biodiverzity obsahujúca tieto prípadové štúdie je daná na web stránku UEPG: www.uepg.eu

Kameňopriemysel podporuje úlohy vyplývajúce z „Natura 2000“¹⁴ a zaväzuje sa prispievať k zachovaniu prírody a biodiverzity.

Avšak v niektorých krajinách nie je „Natura 2000“ dostatočne jasná a územia „Natura 2000“ sa považujú za „územia bez vstupu“, hoci ťažobné činnosti neenergetického priemyslu môžu tam byť za určitých podmienok dovolené. Toto môže mať významný dopad na dodávky kameniva, ktoré je potrebné dodávať na výstavbu dôležitých budov a na stavby infraštruktúry.

b) Recyklácia

Kameňopriemysel začal práce na štúdiu o recyklácii konštrukcií a demolačného odpadu, ktorá načrtla výhody a výzvy pre priemysel. Na ziskovosť recyklácie majú dopad nasledovné faktory:

- nedostatok prírodných materiálových zásob na trhu
- dôležitosť a stálosť stavebných aktivít pri výstavbe budov a infraštruktúry
- priame zapojenie aktérov pred a po recyklácii
- podpora od orgánov verejnej správy na nákup vysokokvalitných výrobkov
- daňová schéma prispôbená na lokálne podmienky.

Recyklované kamenivo vytvára priaznivý environmentálny imidž, pretože prispieva k šetreniu prírodných zdrojov, znižuje počet skládok odpadov a znižuje negatívne efekty dopravy. Avšak stále trpí nízkou akceptovateľnosťou, vzhľadom na neochotu niektorých stavebných projektantov a manažérov, ako aj nedostatkami v rámci verejného obstarávania.

Celkove kameňopriemysel počas posledných rokov urobil významný pokrok vo svojej ekonomickej, environmentálnej a sociálnej výkonnosti a v súčasnosti má oveľa jasnejšie pochopenie pre svoj trvale udržateľný rozvoj. Toto priemyselné odvetvie môže čerpať z úspešnej iniciatívy, akou bolo partnerstvo v IUCN/Countdown 2010¹⁵, ktoré malo za cieľ zabrániť poklesu biodiverzity v Európe a kameňopriemysel prispel tiež k vytvoreniu indikátorov trvale udržateľného rozvoja (SDI)¹⁶ v Európskej únii.

2.1.3 Prísady

Moderný betón obsahuje okrem cementu, štrku, piesku, prímiesi a vzduchu, jednu alebo viaceré prísady. Prísady sú chemikálie pridávané do betónu vo veľmi malých množstvách, za účelom úpravy vlastností

zmesí v plastickom a/alebo zatvrdnutom stave. Obyčajne sú dodávané vo vodnom roztoku, pre uľahčenie presného prídania, za pomoci dávkovača. V súčasnosti je približne 80% výroby transportbetónu a prefabrikovaného betónu upravovanej prísadami do betónu.

Množstvo pridanej prísady je obyčajne založené na obsahu (dávke) cementu a u väčšiny prísad je v rozmedzí od 0,2 do 2,0% (podľa hmotnosti). Z hľadiska obsahu aktívnej látky to predstavuje menej ako 0,15% typickej betónovej zmesi. Aj pri takom malom obsahu majú prísady silný účinok, upravujú požadované množstvo vody, reologické vlastnosti, čerpatelnosť a vlastnosti týkajúce sa tuhnutia čerstvého betónu, ale aj určité vlastnosti zatvrdnutého betónu, akými sú pevnosť, odolnosť voči zmrazovacím a rozmrazovacím cyklom a rozmrazovacím soliam, odolnosť voči síranom a iné parametre trvanlivosti betónu.

Hlavné prínosy prísad k trvale udržateľnému rozvoju sú:

- optimalizovaný návrh zloženia čerstvého betónu – znižujúc pri tom obsiahnutý kyslíčnik uhličitý, obsah vody a energie, zvyšovaním účinnosti zložiek cementu
 - zvýšená tekutosť betónu – znižuje vibračný hluk a požiadavky na energiu počas ukladania betónu
 - znížená permeabilita (priedušnosť) betónu – zvyšuje životnosť betónu
 - znížené poškodenie od drsného prostredia – vrátane morského, zmrazovania a rozmrazovania a teplôt pod nula °C
 - zlepšená kvalita – lepší vonkajší povrch a znížené množstvo opráv počas životnosti.
- Podľa EN 934-2 prísady do betónu sú klasifikované v nasledovných kategóriách:
- znižujúce obsah vody/plastifikujúce
 - vysoko znižujúce obsah vody/superplastifikujúce
 - vodu zadržujúce
 - prevzdušňovacie
 - urýchľujúce tuhnutie
 - urýchľujúce tvrdnutie
 - spomaľujúce tuhnutie
 - vodonepriepustné.

Všetky ostatné druhy prísad spadajú do špeciálnej kategórie – ich funkcie zahŕňujú zabraňovanie korózii, znižovanie zmrašťovania, znižovanie alkalicko-kremičitej reakcie, zvýšenie spracovateľnosti, zlepšovanie príľnavosti, nepriepustnosti pár a farbenie betónu.

14 www.natura.org
15 <http://www.countdown2010.net>
16 <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?pageid=1998,66119021,199866292168&dad=portal&schema=PORTAL>

Z rôznych vyššie popísaných prísad sú najviac používané plastifikátory a superplastifikátory, ktoré reprezentujú približne 80% celkovej európskej spotreby prísad.

Obvyklé sú prísady spracované organické chemikálie a preto majú im vlastný environmentálny dopad. Výrobný proces prísad bol podrobený hodnoteniu stavu z hľadiska životného prostredia, ktoré umožnilo, aby bola vytvorené environmentálne vyhlásenie (deklaráciu) o výrobku, ktoré pokrýva viac ako 80% výroby prímiesí v Európskej únii. Pretože dávkovanie prímiesí je tak malé, skutočný priamy nárast celkového environmentálneho dopadu betónu, ktoré prísady spôsobujú je tak malý (menší ako 1%), že v zmysle pravidiel série noriem ISO14000, môže byť ignorovaný. Avšak použitím prísad na optimalizáciu zloženia čerstvého betónu, čisté zlepšenie v používanom množstve vody (myslené zníženie množstva použitej vody) a zníženie potenciálu príspevku betónu ku globálnemu otepľovaniu, môže byť toto v rozmedzí 10 až 20%. Navyše niektoré prísady sú odvodené od surovinných zdrojov vhodných z hľadiska trvale udržateľného rozvoja, akými sú kukurica a drevo. V druhom prípade chemikálie sú vyrábané z vedľajšieho produktu pri výrobe papierovej buničiny (celulózy), ktorý bol v minulosti odpadom a musel sa ukladať na skládky.

Hoci všetky prísady sú na chemickej báze, samotné prísady sú pri manipulácii s nimi obvykle neškodné a bezpečné, nevyžadujúce označenie nebezpečenstva. Avšak všetky sú dodávané s kartami bezpečnostných údajov, kde je detailne uvedené, čo treba robiť v prípade kontaktu s nimi, ich úniku alebo pri iných udalostiach (nehodách).

Prísady sú obvykle vyrábané lokálne, znižujúc tak dopad od ich dopravy a zabezpečujúc lokálnu zamestnanosť a tak prispievajú k sociálne ekonomickým aspektom trvale udržateľných konštrukcií. Výroba sa uskutočňuje v fabrických podmienkach - v miešacích nádobách. Vo väčšine prípadov nie je pri ich výrobe požiadavka na ohrev a tak požiadavky na energiu sú nízke. Tým že nákup surovín je vo voľne loženom stave, obalový odpad je znížený na minimum a tiež voda použitá na výplach miešačky obvykle môže byť recyklovaná, preto je odpad pri výrobe temer nulový. Tým že sa doprava k výrobcovi betónu vykonáva v cisternách, kde sa skladuje v stálych skladovacích zariadeniach, je tiež minimalizované balenie prísad. Väčšina dodávok je optimalizova-

ná a to používaním systému doplňovania skladovacích nádrží. Aj pri najnáročnejších skúškach sa preukázalo, že prísady sú v betóne viazané a nevytlúhajú sa vo významných množstvách do okolitého prostredia počas celej životnosti betónu. Prísady boli schválené na používanie aj v betóne, ktorý je v styku s pitnou vodou, následné skúšky ukázali, že nemigrujú z betónu vo forme škvŕn alebo betón neovplyvňujú iným spôsobom.

Skúšky betónu za použitia scenára „až do konca životnosti“ ukázali, že aj keď je drvený a uskladnený starý betón, vylúhovanie prísad z betónu je tak malé, že prísady degradujú rýchlejšie, ako môžu dosiahnuť významné koncentrácie v prírodnom prostredí pod skládkou.

Prísady sú dôležité pre výrobu trvanlivého betónu. Betónová zmes, ktorá bola optimalizovaná prísadou, bude obvykle prekonávať väčšinu ostatných stavebných materiálov čo sa týka vlastného (do prísady zabudovaného) environmentálneho dopadu, trvanlivosti, odolnosti voči ohňu a záplavám, tlmenia hluku a vibrácií a riadenia (kontroly) teploty v budovách (vdáka tepelnej zotrvačnosti) a v mnohých iných vlastnostiach.

2.1.4 Vystužený betón

Vystužený betón je kompozitný materiál zahrňujúci betón a oceľ. Zatiaľ čo betón poskytuje pevnosť v tlaku materiálu, oceľ poskytuje jeho ťahovú pevnosť a to formou zabudovaných výstužných prútov a sieťoviny. Oceľová výstuž hrá obvykle kľúčovú rolu v železobetónových konštrukciách, pretože zabezpečuje tvárne správanie sa konštrukcie (t.j. jej ohybateľnosť), napr. v prípade zemetrasenia. Výstužné prúty (tyče) sú obvykle vytvárané z hrebeňovej uhlíkovej ocele, hrebene spôsobujú u oceli pomocou trenia príľnavosť k betónu. Množstvo používanej ocele vo vystužených výrobkoch je relatívne malé. Pohybuje sa od 1% v malých trámoch a doskách až do 6% u niektorých stĺpoch, čo je v závislosti od účelu a návrhových podmienok.

Oceľ používaná vo vystuženom betóne používa ako vstupnú surovinu 100% recyklovaný železný šrot. Na konci svojej životnosti môže byť oceľová výstuž regenerovaná, recyklovaná a znovu použitá. Hodnoty energie zabudovanej vo výstužnej oceli sú založené na energii použitej na jej roztavenie a vyformovanie – na rozdiel od konštrukčných ocelí, ktoré sú väčšinou sú vyhotovené v energeticky náročnom procese zo železnej rudy. Vložené množ-

stvo energie na 1 tonu výstužnej ocele predstavuje menej než polovicu energie potrebnej na výrobu konštrukčnej ocele.

Oceľová výstuž môže byť použitá pre každý druh konštrukcií (mosty, diaľnice, letiskové pristávacie dráhy) a budov. Ale je obvykle používaná pre aplikácie, ktoré musia niesť ťažké bremená, akými sú pätky, základové steny a stĺpy. Na stavbe vybetónované „telo“ a fabricky vyrobené „svaly“ z ocelevej výstuže spolupracujú, aby tak vytvorili jeden z najtrvácnejších a najhospodárnejších kompozitných materiálov.

Tri charakteristiky umožňujú, aby betón a oceľ dobre spolupôsobili:

- majú podobný koeficient tepelnej rozťažnosti. Preto vystužená betónová konštrukcia bude mať minimálne vnútorné napätia, ako dôsledok rozdielného rozťahovania a kontrakcie dvoch prepojených materiálov, spôsobených teplotnými zmenami
- ak cementová pasta v betóne tvrdne, prispôsobuje sa k povrchovými časťami ocele, dovoľujúc pritom, aby každé napätie mohlo byť prenesené medzi týmito dvomi materiálmi
- zásadité chemické prostredie dané uhličitanom vápenatým (vápno) spôsobuje, že vytvára pasivovaný film na povrchu ocele, ktorý robí oceľ viac odolnou, ak by bola v neutrálnom alebo kyslom prostredí.

2.2 Použitie druhotných surovín

2.2.1 Prímеси v betóne

Vedľajšie produkty z iných priemyselných odvetví alebo z procesov výroby elektrickej energie môžu byť použité ako prímеси pri výrobe betónu. Popolček, vysokopecná troska a iné minerálne prímеси môžu nahradiť cement v betónovej zámеси. Ponúkajú výhodu úspory energie, zlepšenia kvality betónovej zámеси a zníženia jej ceny. Tiež poskytujú spôsob, akým sa betonársky priemysel môže zúčastniť na potrebnom procese manažmentu (riadenia) odpadov.

Popolček je jemný, sklovitý prášok získaný z plynov vznikajúcich pri spaľovaní uhoľného prachu v elektrárňach a je odlučovaný od spalín elektrostatickými odlučovačmi. Práškový popolček (PFA) môže pôsobiť ako jemné kamenivo alebo ako náhrada za cement, pretože umožňuje, aby boli ním usmerňované (riadené) vlastnosti oboch, čerstvého aj zatvrdnutého betónu.

Vysokopecná troska je vyrábaná pri tavení železa. Mletá vysokopecná troska (GBBS) má latentné hydraulické vlastnosti. Môže do určitého rozsahu nahradiť portlandský cement, pretože ak je zmiešaná s cementom, troska je aktivovaná a pôsobí ako súčasť cementového spojiva. Na rozdiel od portlandského cementu vysokopecná troska nemusí byť osobitne zohrievaná. Je tiež vhodná pre betonáž masívnych konštrukcií, pretože znižuje nárast teplôt v porovnaní s betonážou, keď sa v betóne použije len cement.

Kremičitý úlet je jemnozrnný puzolán. Je vedľajším produktom pri výrobe kremíka alebo ferosilikonových zliatin. Vzhľadom na svoje chemické a fyzikálne vlastnosti je vysoko reaktívnym puzolánom. Zvyšuje podstatne pevnosť a trvanlivosť betónu, spolu s objemovou hmotnosťou, chemickou odolnosťou a odolnosťou voči vlhkosti.

Technické normy pre betón obmedzujú celkové množstvo prímеси, ktoré je možno použiť. Za posledných 10 rokov boli vykonané mnohé štúdie s cieľom určiť, či by bolo možné zvýšiť množstvo prímеси, ktoré sú limitne stanovené v technických normách pre betón, bez toho aby bola ovplyvnená kvalita betónu. Výhoda z použitia väčších množstiev prímеси je zrejma: ďalej by sa znížilo množstvo energie a množstvo primárnych surovín použitých pri výrobe betónu.

Ak porovnáваме environmentálnu záťaž od betónu, pevnosť a trvanlivosť betónu, musí sa brať v úvahu, že jeho pevnosť rastie pomalšie a jeho trvanlivosť je znížená so stúpajúcim množstvom prímеси.

2.2.2 Recyklované kamenivo

Betón môže byť vyrobený aj použitím iných materiálov ako je v prírode sa vyskytujúce kamenivo. Drvený betón je jedným z príkladov. Ale najprv musia byť z neho odstránené oceleové výstuže a znečisťujúce látky, akou sú izolačné materiály a betón musí byť starostlivo drvený. Tak ako je to aj u prírodného kameniva, aj drvený betón musí mať vyhovujúcu krivku zrnitosti. Okolo 20-30% z celkového množstva kameniva môže byť nahradených kvalitne poddrveným betónom.

Podrvené sklo a tehly môžu byť tiež použité v betóne, ale vzhľadom na svoju nízku pevnosť a charakteristiky trvanlivosti, sú vhodnejšie pre použitie vo vnútorných priestoroch. Hlušiny z banského priemyslu môžu byť tiež použité ako kamenivo.



Prefabrikované prvky sú fabricky vyrábané za prísnej kontroly. Výroba konštrukčných prvkov je automatizovaná vo značnom rozsahu. S láskavým dovolením British precast (Britská prefabrikácia) a Bond van Fabrikanten van Betonproducten (Združenie výrobcov prefabrikátov) (BFBN) v Holandsku.

2.3. Výrobný proces

Jednotlivými krokmi pri výrobe betónu sú príjem a skladovanie surovín, ohrev kameniva a vody (ak je to potrebné), väznenie zložiek betónu, spoločné miešanie vody a cementu, nastavenie konzistencie zmesi a kontrola jej kvality. V dnešných dňoch je to plne automatizovaný proces, ktorý nevytvára škodlivé emisie.

Betón je vyrábaný podľa dopredu určených pomerov (v kg/m³ betónu) alebo stanovenej receptúry betónovej zmesi. Vlastnosti čerstvého a zatvrdnutého betónu závisia na relatívnych objemoch základných zložiek betónu. Zložky betónu (voda, kamenivo, cement a prímеси) sú väžené predtým ako sú vložené do miešačky, kde sa miešajú v časovom rozmedzí 60 až 90 sekúnd.

Vybavenie výrobní betónu a ich výrobné postupy závisia od výrobkov, na ktorých výrobu sa špecializujú. Všetky majú miešačku betónu a silá na skladovanie základných materiálov. Kvalita a množstvo recyklovaných materiálov sa značne mení v každej výrobní betónu, v závislosti od druhu výrobného procesu. Niekoľko príkladov rôznych výrobných procesov je popísaných nižšie.

Recyklačný proces počas výroby

Nadbytočný čerstvý betón vznikajúci pri výrobe betónu je práním rozdelený na hrubé kamenivo a kal. Kal je ďalej separovaný v sedimentačných nádržiach, kde sa oddeľujú pevné látky od vody. Voda je recyklovaná jej znovu použitím vo výrobnom procese.

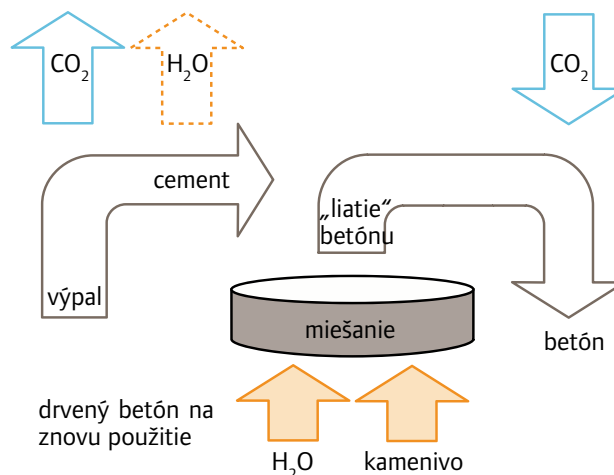
Voda na opätovné použitie vzniká viacerými spôsobmi: z umývania miešačiek betónu, z oplachovania (umývania) dopravných pásov a bubnov domiešavačov, zo separácie (rozplavovania) nadbytočného betónu, z rezania, brúsenia a oplachovania zatvrdnutého betónu. Voda obsahuje rôzne množstvá jemných častíc, obvykle menších ako 0,25 mm. Predtým ako sa voda znovu použije musí byť prekontrolované množstvo pevných látok, aby sa zaistilo, či ich množstvo nebude príliš vysoké. Odpadová voda z výrobní betónu nie je škodlivá pre životné prostredie.

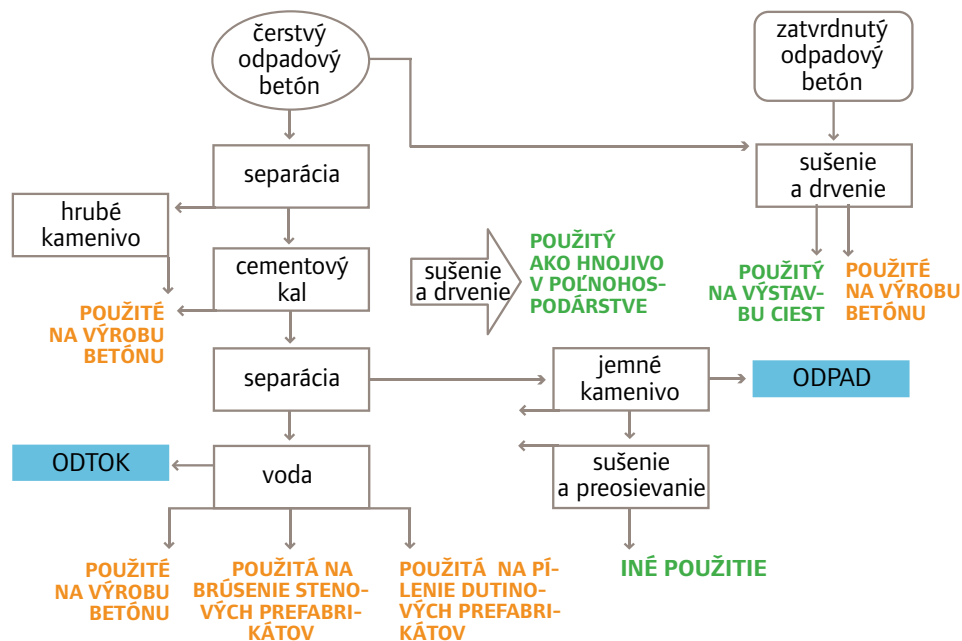
Kamenivo získané z oplachovacej vody je hneď vhodné ako prírodné kamenivo pre zemné práce, napr. pre výstavbu ciest. Prané kamenivo môže byť tiež využité na výrobu betónu.



Pevné látky vo vode používanej pri výrobe v priemysle betónu je dovolené separovať (odlúčiť), a tak voda môže byť znovu použitá pri výrobe betónu. S láskavým dovolením časopisu „Betoni“, Fínsko.

Recyklovanie betónu





Recyklácia čerstvého a zatvrdnutého betónu. Zdroj: BetoninSuomen Betonitieto Oy, Fínsko, rok 2005

Recyklovateľné jemné materiály obsahujúce cement, ktoré môžu byť tekuté alebo pevné, je možné použiť v určitých medziach ako poľnohospodársku prímes. V zmysle zákonov, recyklovateľný jemný materiál obsahujúci cement môže byť použitý ako činidlo na vápnenie, ak jeho neutralizačná schopnosť presahuje účinnosť 10% vápnika. Kal vznikajúci pri pílení a brúsení betónu, v súvislosti s brúsením dutinových dosiek alebo iných betónových výrobkov, je obzvlášť vhodný na zvýšenie pH hodnoty v pôde.

Malé množstvo nadbytočného betónu vždy zostane pri výrobe betónu a rozdrvený betón zostáva, keď sú demolované budovy. Zatvrdnutý betón nekončí ako odpad na skládkach, ale je recyklovaný pre širokých rozsah budúceho znovu použitia.

2.3.1 Príklady

Výroba dutinových panelov

Dutinové panely sú betónované za použitia betónu s nízkou konzistenciou na dlhých dráhach, s dĺžkou okolo 100-150 metrov, za použitia postupného formovania - bez použitia osobitných foriem. Oceľové laná, ktoré tvoria výstuž v dutinových paneloch sú predom predpäté, skôr ako sa začne betonáž dosiek.

Výrobok je zhutňovaný formovacím strojom. Otvory a vybrania sa robia v čerstvom betóne po betonáži a odstránení betón môže byť znovu použitý vo výrobnom procese.

Výroba tvaroviek z ľahkého betónu

Suroviny na výrobu tvaroviek z ľahkého betónu zahŕňujú rôzne triedy ľahkého kameniva, piesku, práškového popolu, cementu a vody. Pri výrobe izolačných tvaroviek, polyuretánová izolácia sa vkladá medzi súčasti tvarovky.

Materiály sú spolu miešané a temer suchá zmes je odmeriavaná do foriem na výrobu tvaroviek. Formy sú nepretržite vibrované, aby zabezpečili potrebný stupeň zhutnenia. Tvarovky sú prepravované na podložke pre výrobu tvaroviek a opatrne ošetrované pri teplote 40°C alebo sa ponechávajú vo vnútri (výrobnej haly), pri teplote okolo 20°C počas 24 hodín.



Tvarovky z ľahkého betónu sú široko používané v základoch a vonkajších stenách, pri výstavbe malých domov, pretože sa ľahko ukladajú a ľahko sa s nimi pracuje. S láskavým dovolením BFBN.

2.3.2 Doprava

Základným princípom trvale udržateľného rozvoja je fakt, že výrobok by mal byť spotrebovaný tak blízko, ako je to len možné od miesta jeho výroby. Toto môže nielen minimalizovať potrebu dopravy a s ňou spojenými environmentálnymi, ekonomickými a sociálnymi dopadmi, ale tiež podporovať miestnu ekonomiku a spoločnosť a zabraňovať exportu environmentálnych, s výrobou spojených dopadov, do inej lokality, s menej prísnou legislatívou pre environmentálnu a sociálnu ochranu.

Doprava je dôležitou fázou výroby betónu a jej kritickou fázou je skutočnosť, že betón počas dopravy môže stratiť niektoré svoje vlastnosti. Určitá špeciálna starostlivosť je venovaná homogenite získanej počas miešania betónu, aby táto zostala zachovaná počas dopravy ku konečnému miestu uloženia betónu. Domiešavač udržuje tekutosť betónu pomocou miešania alebo točením bubna domiešavača v mieste dodania betónu.

Transportbetón je čerstvý výrobok, preto betonáž musí byť vykonaná do 30 minút po príchode domiešavača na stavisko. Aj celková doba dopravy je extrémne limitovaná – na 1 hodinu a 30 minút.

Priemysel transportbetónu si uvedomuje, že cestná doprava je voľba s najväčšou tvorbou CO₂. Používa aj alternatívne dopravné metódy, akými sú doprava po železnici a doprava po vode v prípade, že ide o väčšiu dopravnú vzdialenosť.

2.4 Sociálne aspekty výroby betónu

2.4.1 Riadenie bezpečnosti pomocou sociálnej zodpovednosti podnikov

V minulých rokoch sa zdôrazňovali environmentálne aspekty pri riešení otázok trvale udržateľného rozvoja a konštrukcií. Aj potom však často chýbala nástroj na meranie environmentálneho chovania vedecká prísnosť. Napríklad u budov bolo použité posúdenie životného cyklu „na 60 rokov“ a to na úkor betónových konštrukcií, ktoré môžu typicky vydržať 150 rokov a v niektorých prípadoch až skoro nekonečnú dobu. Preto boli temer ignorované sociálne a ekonomické aspekty trvalej udržateľnosti, čo vytvorilo skreslenú pracovnú definíciu trvalej udržateľnosti.

Aby bola spoločnosť úspešná v podnikaní potrebuje vziať v úvahu celý rámec, v ktorom vykonáva svoju činnosť; svojich

zákazníkov, zamestnancov, akcionárov, miestne úrady a iných a ostatné osoby a organizácie, ktoré môžu byť ovplyvnené. Celkový prínos z podnikateľských aktivít je veľmi spätý so starostlivosťou o zamestnancov a zvlášť bezpečnosťou a ochranou zdravia pri práci na ich pracovisku. Ak vznikne úraz, je už príliš neskoro aby sa prijali protopatrenia.

Priemysel betónu vždy kládol dôraz na dôležitosť starostlivosti o svojich zamestnancov. Toto úsilie bolo ešte nedávno prehĺbené, s cieľom zlepšiť realizáciu opatrení na ochranu bezpečnosti a zdravia pri práci. V moderných cementárniach a výrobných betónu po celej Európe boli riziká zamestnancov alebo pracovníkov na stavbe výrazne znížené.

Napríklad niektorí partneri Európskej betonárskej platformy (BIBM, CEMBU-REAU a UEPG) sú zapojení do „Medzirezortnej dialógovej platformy pre kryštalický vdychovateľný kremeň (SiO₂)“, ktorá je podporovaná Európskou komisiou. Dotknuté rezorty (odvetvia) dosiahli v roku 2006 dohodu na znížení expozície pracovníkov vo výrobnom procese voči účinkom prachu s obsahom kryštalického kremeňa (NEPSI)¹⁷. Dohoda má za cieľ ochranu zdravia jednotlivcov, ak sú vystavení účinkom kryštalického vdychovateľného kremeňa (KVK) na svojom pracovisku, ďalej prevenciu a minimalizovanie expozície (vystavenia) pracovníkov účinkom KVK a to používaním osvedčených postupov.

Európsky betonársky priemysel má proaktívny prístup a vydáva praktický bezpečnostný bulletin pre dodávateľov betónu. Tento bulletin napríklad špecifikoval zdravotné riziká čerstvého betónu vzhľadom na jeho alkalitu. Musí byť nosený špeciálny ochranný odev, aby sa predišlo súvislému kontaktu kože s čerstvým vlhkým betónom. Priemysel venoval veľké úsilie zníženiu hluku vznikajúceho jeho činnosťou a znižovaniu jeho účinkov na robotníkov. V mnohých novších závodoch boli inštalované stroje, ktoré sú menej hlučné. Napríklad najnovšie stroje na ukladanie betónu pri výrobe dutinových panelov používajú šmykové (strihovité) zhutňovanie, namiesto vibračného zhutňovania, pretože hladina hluku je nižšia a kvalita výrobkov je vyššia. Ale v niektorých prípadoch výroba betónu môže stále spôsobovať hladinu hluku s hodnotami nad 85dB a na niektorých pracoviskách môže prekročiť hladinu 100 dB. Používanie prostriedkov na ochranu pred hlukom je preto vo výrobných závodoch veľmi dôležité.

17 <http://www.nepsi.eu>

ležité a zamestnávateľia zabezpečujú, že robotníci si sú toho vedomí.

Ak sa betón ukladá do konštrukcie je obvykle zhutňovaný vibráciou. Škodlivý účinok vibrácie na ruky robotníka je znížený pri použití mechanizovaných vibračných metód. Vďaka inovatívnemu vývoju, ktorého výsledkom je samozhutniteľný betón (SCC), priemysel betónu pokračuje v snahe ohraničiť tieto nebezpečenstvá pre zdravie. SCC je ukladaný bez nutnosti používania vibrácie betónu vykonávanou za použitia ponorných vibrátorov, ktoré môžu spôsobiť bolestivé stavy známe ako „biele prsty“¹⁸. SCC je vyrábaný za použitia „superplastifikátorov“ a zvýšeného množstva jemného kameniva v betóne.

Iným výsledkom vývoja je používanie odformovacích olejov založených na báze rastlinných olejov. Tieto oleje sú biologicky rozložiteľné, netoxické oleje a preto sú bezpečnejšie a viac udržateľné (z hľadiska



Samozhutniteľný betón je extrémne tekutý. Nepotrebuje vibráciu na svoje zhutnenie, ľahšie sa ukladá, čo je lepšie pre zdravie a bezpečnosť robotníkov a šetrí tiež čas. S láskavým dovolením BFBN.

diska trvale udržateľného rozvoja), ako štandardné minerálne oleje, ktoré nie sú biologicky rozložiteľné a môžu obsahovať toxické zložky, ktoré sú potencióálne škodlivé pre ľudské zdravie (hlavne poškodenie pľúc a podráždenie kože) a pre životné prostredie.

18 „Biele prsty“ od vibrácie: telesné poškodenie vyvolané nepretržitým (resp. dlhodobým) držaním zariadenia (pracovného nástroja) v rukách, ktoré môže mať účinky na nervy v prstoch, kĺby, svaly, cievy a spojivové tkanivo rúk a predlaktia.



3. LUXUSNÉ, BEZPEČNÉ, ZDRAVÉ A POHODLNÉ BETÓNOVÉ KONŠTRUKCIE

3.1 Najlepšia voľba pre tepelnú pohodu¹⁹

Energia použitá v budovách predstavuje veľký podiel celkovej konečnej spotreby energie v Európe (40%). Je to vyššia spotreba ako je spotreba energie v doprave v priemyselných odvetviach alebo spotreba energie vo výrobných odvetviach, ktoré sú druhým a tretím najväčším spotrebiteľom energie v Európe. „Dve tretiny energie spotrebovanej v budovách v Európe predstavuje energia spotrebovaná domácnosťami; jej spotreba každým rokom rastie, vzhľadom na rastúci životný štandard, čo sa odráža vo väčšom používaní klimatizačných a vykurovacích systémov“²⁰.

Tepelná hmota betónu (resp. tepelno-akumulačné vlastnosti betónu) sa dá využiť na zníženie teplotných výkyvov v budove a odstránenie spotreby pre energeticky vysokonáročných („energiu hltajúce“) klimatizačné systémy.

Betónové steny a podlahy sú efektívnou úschovou tepla, absorbujú bezplatné teplo pochádzajúce počas dňa zo slnka a uvoľňujú toto teplo počas noci. Betón uschováva teplo v zime a chladí budovy v lete, vytvárajúc pritom optimálne podmienky tepelnej pohody pre obyvateľov. Hutný, ťažký betón poskytuje najväčšie množstvo tepelnej hmoty.

Výsledky výskumu ukazujú, že budovy s veľkým objemom tepelnej hmoty, pasívne solárne prvky a efektívne riadenie (kontrola) vetrania pôsobia extrémne dobre pokiaľ ide o energetickú účinnosť²¹.

Účinok tepelnej hmoty betónu (tepelno-akumulačných vlastností betónu)²²:

- optimalizuje výhody ziskov zo slnka, čím sa zníži potreba paliva na vykurovanie
- znižuje spotrebu vykurovacej energie o 2-15%
- vyrovnáva výkyvy vnútornej teploty
- oneskoruje maximálne teploty v kanceláriách a iných komerčných budovách do doby, kým neodídu užívatelia priestorov
- znižuje maximálne teploty a môže urobiť klimatizáciu zbytočnou
- môže byť využitá na vetranie počas noci, aby sa tak eliminovala potreba chladenia počas dňa
- ak je kombinovaná s klimatizáciou, môže znížiť množstvo energie použitej na chladenie až do 50%
- môže znížiť náklady na energiu budovy
- umožňuje čo najlepšie využiť nízkotepelné zdroje tepla, akými sú tepelné čerpadlá osadené v zemi
- zníženie množstva energie používanej ako na vykurovanie, ale aj na chladenie, znižuje emisie CO₂
- bude pomáhať v budúcnosti budovám voči zmenám klímy.

Dôsledky po dobu životnosti budovy pri malom ročnom zlepšení úspor energie. Vlastné úspory prichádzajú automaticky s veľkou hmotnosťou stavby. Poznámka: Potencionálne úspory sa získajú, ak sú budova a zariadenia špeciálne navrhnuté na maximálnu energetickú účinnosť.

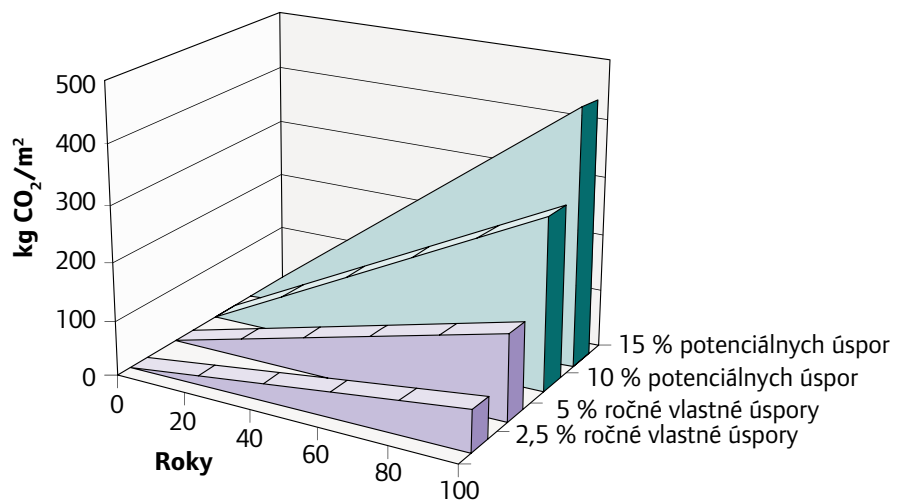
19 Viac podrobností je v publikáciách vydaných Európskou betonárskou platformou: „Concrete for energy-efficient buildings“ (Betón pre energeticky efektívne budovy), „The benefits of thermal mass“ (Výhody tepelnej hmoty)

20 http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf

21 HACKER J.N. ET AL. „Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change“ (Obsiahnuté a operatívne emisie kyslíčnika uhličitého z bývania: Prípadová štúdia o účinkoch termálnej hmoty a zmenu klímy), ARUP správa, Energy and Buildings 40, strana 375-384, rok 2008

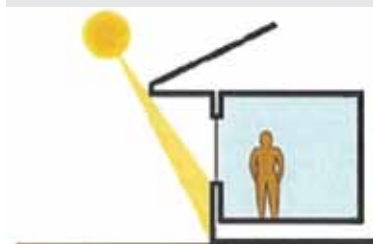
22 TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, „Thermal mass of buildings – Summary of research reports and results“ (Tepelná hmota budov – prehľad výskumných správ a výsledkov) správa 174, rok 2003. Ďalej: KALEMA T. ET AL., „Nordic Thermal mass – Effect on Energy and Indoor Climate“ (Severská tepelná hmota – účinok na energiu a vnútornú klímu), správa 184, Tampere University of Technology, Tampere, rok 2006

Ročné úspory CO₂



Pasívne chladenie v lete a uchovávanie a uvoľňovanie ziskov voľnej energie v zime. S láskavým dovolením Concrete Centre.

TEPELNÁ HMOTA POČAS LETA



Počas dňa

Počas horúcich dní sú okná zavreté, aby sa horúci vzduch držal vonku, pričom tienenie má byť tak upravené, aby minimalizovalo solárne zisky. Chladenie je poskytované tepelnou hmotou. Ak sú teploty menej extrémne, okná môžu byť otvorené, aby zabezpečovali vetranie.



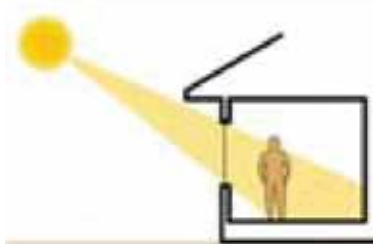
Počas noci

Bol horúci deň, obyvateľ otvorí okná, aby umožnil nočné chladenie tepelnej hmoty. Tepelná hmota počas horúceho ročného obdobia

Podlahové vykurovanie najlepšie pracuje ak je nainštalované v betónovej konštrukcii, aby tak mohla byť tepelná energia uchovávaná (skladovaná) v konštrukcii. Energia je potom postupne uvoľňovaná do vnútorného ovzdušia. Pri inštalovaní

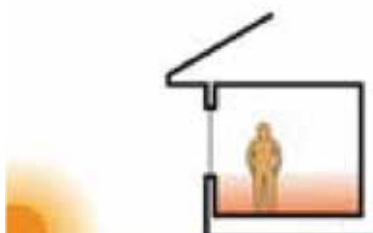
podlahového vykurovania v laboratóriu, väčšina energie potrebnej na vyhrievanie a prípravu horúcej vody môže byť získaná za použitia „nočného“ elektrického prúdu, ktorý je obvykle oveľa lacnejší, ako „denný“ elektrický prúd.

TEPELNÁ HMOTA POČAS HORÚCEHO ROČNÉHO OBDOBIA



Od 10 hod dopoludnia do 5 hod popoludní

Slniečné žiarenie vstupuje do okien obrátených smerom na juh a ožaruje tepelnú hmotu. Toto zohrieva vzduch a tepelnú masu. Po väčšinu slnečných dní, slnečné teplo môže napomáhať udržiavať komfort od stredného dopoludnia do neskorého popoludnia.



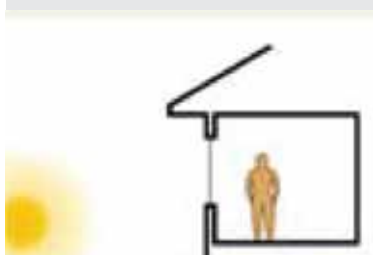
Od 5 hod popoludní do 11 hod večer

Po západe slnka podstatná časť tepla je uložená (uschovaná) v tepelnej hmotě. Toto sa potom postupne uvoľňuje, napomáhajúc pritom udržať komfortné (príjemné) podmienky počas večera.



Od 11 hod večer do 7 hod ráno

Obyvateľ upraví kúrenie a tak je potrebné len malé doplnkové vykurovanie. Dobrá vzduchotesnosť a zateplenie budovy minimalizujú tepelné straty.



Od 7 hod ráno do 10 hod dopoludnia

Skoré ráno je najťažším obdobím pre pasívne solárne vykurovanie a tým udržanie komfortu (tepelnej pohody). Tepelná hmota už obvykle vydala väčšinu svojho tepla a obyvateľ sa musí spoliehať na doplnkové vykurovanie. Avšak dobrá vzduchotesnosť a zateplenie budovy napomáhajú minimalizovať túto potrebu.

3.2 Vysoká kvalita vzduchu v miestnosti

Problém kvality vzduchu v miestnostiach je hlavnou starosťou o zdravie pre mnohých občanov Európy pretože môže viesť k vážnym zdravotným problémom, vrátane respiračných ochorení, akými sú astma a rakovina pľúc. Uvedomujúc si, že občania Európy strávia väčšinu svojho času doma (v miestnostiach), zákonodarcovia hľadajú prednostne spôsoby na zlepšenie kvality vzduchu v miestnostiach.

Rad faktorov môže prispievať k nízkej kvalite vzduchu v miestnosti; tabakový dym, vysoká úroveň prchavých organických zlúčenín (VOC), zápach z čistiacich prostriedkov, osobná starostlivosť alebo koničky (hobby) a spaliny z horenia nafty, plynu, petroleja, uhlia, dreva, atď.

Betón obsahuje nízku alebo zanedbateľnú úroveň VOC, zlúčenín, ktoré degradujú kvalitu vzduchu v miestnosti. VOC sa obvykle uvoľňuje (vo forme plynu) z nových stavebných výrobkov. Leštené betónové podlahy sú obzvlášť inertné a viac hygienické ako ostatné povrchové úpravy podláh. Betónové podlahy nebudú uchovávať alergény vytvárané roztočmi, udržiavať plesne alebo uvoľňovať škodlivé VOC. Betónové steny vystavené rôznym účinkom (exponované) nevyžadujú žiadne povrchové úpravy.

Ďalšie opatrenia môžu znížiť úroveň VOC v betónovej konštrukcii, takými sú použitie materiálov s nízkou hladinou VOC na prípravu odformovacích prostriedkov, ošetrovacích prípravkov, hydroizolačných materiálov, stenovej a podlahovej povrchovej úpravy a základných náterov, náterových hmôt a vodu odpudzujúcich náterov.

Betón podporuje zdravšiu kvalitu vzduchu v miestnostiach, pretože je inertný materiál, ktorý nevyžaduje ochranné nátery založené na prchavých organických zlúčeninách. Je prirodzene vodotesný a odolný voči ohňu a tak nie sú potrebné žiadne špeciálne nátery alebo tesnenia.

3.2.1 Betón ako bariéra proti prenikaniu vzduchu

Betón funguje ako účinná bariéra voči prenikaniu vzduchu. Absorbuje pomaly pomerne malé množstvo vlhkosti a nede graduje alebo nehnije vplyvom absorpcie vlhkosti. Betón nielenže zachováva stabilitu svojej štruktúry, ak je vystavený účinkom vlhkosti, ale dokonca môže dosiahnuť svoje vyššie pevnostné vlastnosti, ak je dlhodobo ponorený vo vode. Odolnosť betónu voči vlhkosti ohraničuje množstvo vlhkosti, ktoré môže preniknúť do budo-

vy alebo steny infiltráciou a tak poskytuje lepšie podmienky pre vykurovanie, vetracie a klimatizačné systémy, čím zlepšuje kvalitu vzduchu v miestnostiach.

V prípade náhleho vniknutia vlhkosti, akým sú záplavy, je postačujúce vysušiť budovu, bez toho aby táto musela byť demolovaná alebo rekonštruovaná. Alternatívne materiály, akým je napríklad drevený plášť alebo iné drevené komponenty, ktoré keď zvlhnú temer vždy potrebujú byť nahradené.

Poškodenia od vlhkosti a plesní v budovách sú celkom obvyklé. Výskyt poškodení od vlhkosti stále stúpa s vlhkosťou vzduchu v miestnosti, poväčšine je spôsobený mnohými faktormi vzťahujúcimi sa na činnosti a zvyky obyvateľov. Zariadenia, ktoré používajú plyn a nedostatočná údržba budovy sú bežnými príčinami, ktoré spôsobujú poškodenia od vlhkosti.

3.3 Betón pre odolné, bezpečné a spoľahlivé budovy

3.3.1 Pevnosť betónu a konštrukčná stabilita

Vysoká pevnosť je osobitnou charakteristikou betónu. Pevnosť sa volí podľa predpokladaného použitia a môže byť menená úpravou betónovej zmesi, osobitne v/c súčiniteľom. Pretože sa znalosti a materiálová technológia rozvíjajú, je možné zvyšovať pevnosť betónu. Priemerná ťahová pevnosť u nižších tried pevnosti betónu predstavuje okolo 10% pevnosti v tlaku a u vyšších tried pevnosti predstavuje okolo 6%.

Pri použití vysokopevnostného betónu (nad 60 MPa) môžu byť zmenšené rozmery konštrukcie. Ako súčasť projektu „Vývoj vysokopevnostného betónu“ bolo odhadnuté, že pri zdvojnásobení pevnosti betónu stĺpov, zníži sa pomer: náklady/únosnosť o cca. 25%. Významná časť z toho pripadá na úsporu materiálov, takže pokiaľ ide o environmentálny vplyv, je výhodné používať vysokopevnostný betón. Navyše má tento betón tú výhodu, že zvyšuje životnosť konštrukcie.

3.3.2 Prirodzene zabezpečovanie ochrany a bezpečnosti voči ohňu²³

Oheň je rýchla, progresívna chemická reakcia, pri ktorej sa uvoľňuje teplo a svetlo. Ak je iskra alebo zdroj tepla k dispozícii, horľavé látky sa môžu za prí-

23 Viac podrobností je v publikáciách vydaných Európskou betonárskou platformou: „Comprehensive fire protection and safety with concrete“ (Všestranná ochrana proti ohňu a požiarnej odolnosť s betónom) a „Improving fire safety in tunnels. The concrete pavement solution“ (Zlepšenie bezpečnosti voči požiaru v tuneloch. Riešenie použitím betónových vozoviek)

tomnosti kyslíka zapáliť. Excelentná a potvrdená odolnosť betónu voči ohňu chráni ľudské životy, majetky a životné prostredie v prípade vzniku požiaru.

Betón ponúka „betónové riešenia“ pre všetky prípady ochrany pred ohňom stanovené v európskych právnych predpisoch, zvyhodňujúc každého z užívateľov budov, vlastníkov, firmy, obyvateľov, poisťovateľov, dozorné a regulačné inštitúcie a hasičov. Či sa už používa v obytných budovách, priemyselných skladoch alebo tuneloch, betón môže byť navrhnutý a špecifikovaný tak, aby zostal pevný (robustný) aj v najextrémnejších prípadoch požiarov.

Každodenné príklady a medzinárodné štatistiky poskytujú dostatok dôkazov o požiarnej ochrane betónu. Vlastníci budov, poisťovatelia a dozorné a regulačné inštitúcie robia z betónu materiál prvej voľby, čoraz viac požadujúc jeho použitie pred inými stavebnými materiálmi, pretože betón ponúka ľahko a hospodárne vynikajúci výkon pre splnenie všetkých relevantných kritérií požiarnej bezpečnosti.

Použitie betónu v budovách a konštrukciách ponúka výnimočnú úroveň ochrany a bezpečnosti v prípade vzniku požiaru:

- betón nehorí a nezvyšuje požiarne zaťaženie
- betón ma vysokú odolnosť voči ohňu a zastavuje šírenie ohňa
- betón je účinný ochranný štít, poskytujúci bezpečné únikové cesty pre obyvateľov a ochranu pre hasičov
- betón nevytvára žiaden dym alebo toxické plyny a tak pomáha obyvateľom znižovať riziko
- z betónu neodkvapkávajú roztavené častice, ktoré môžu šíriť požiar
- betón obmedzuje oheň (bráni jeho šíreniu) a tak znižuje riziko znečistenia životného prostredia
- betón poskytuje už v ňom zabudovanú ochranu voči ohňu – zvyčajne nie je potreba na vykonanie dodatočných opatrení
- betón môže odolávať aj extrémnym požiarным podmienkam, čo ho robí ideálnym na zhotovenie skladovacích priestorov s vysokým požiarным zaťažením
- pevnosť (robustnosť) betónu umožňuje hasenie a znižuje riziko zrútenia konštrukcie
- betón sa ľahko opravuje po požiari a tak pomáha obnoviť rýchlejšie podnikanie (biznis)
- betón nie je postihnutý vodou použitou na hasenie požiaru
- betónové vozovky vydržia aj extrémne požiarne podmienky, s ktorými sa stretávame pri požiaroch v tuneloch.

3.3.3 Odolný voči vonkajším mimoriadnym udalostiam

Betón má schopnosť absorbovať energiu z nárazov. Bezpečnosť je druhá prirodzenosť betónu. Široko pokrýva požiadavky návrhových technických noriem, akým je aj eurokód 2²⁴, ktorý obsahuje ustanovenia pre budovy a inžinierske stavby zhotovované z betónu.

Dôkazy o tejto odolnosti možno vidieť v tom, že betón môže odolávať vlámaniu a prerazeniu, a masívnym nárazom, dokonca aj prúdových lietadiel. Cestné betónové oddeľovacie zvodidlá (bariéry) zhotovené kontinuálnym betónovaním alebo z prefabrikátov, absorbujú nárazy vozidiel a vozidlá tak spomalia.

Betónové zvodidlá dodávajú nasledovné hlavné výhody pre trvalú udržateľnosť²⁵:

- o 80 % menej „zabudovaného“ CO₂ ako u iných konkurenčných systémov
- minimálna spotreba materiálu a minimálny odpad
- žiadne znečistenie počas prevádzky
- sú plne recyklovateľné
- prakticky žiadna údržba počas ich 50-ročnej životnosti
- zníženie počtu dopravných zápch a s tým súvisiacich zvýšených emisií
- zvýšenie prevádzky na pozemných komunikáciách a zvýšenie bezpečnosti robotníkov.

Betónové konštrukcie sú jednoznačne výhodné tam, kde u budov a stavieb infraštruktúry existuje hrozba bombového útoku alebo chemických explózií.

3.4 „Zabudovaná“ zvukoizolačnosť a ochrana voči vibrácií

Inou prednosťou „masívneho“ betónu je jeho schopnosť tlmiť vibráciu a znížiť prenos zvuku. Nehlučnú pohodu, ako ju dnes vyžadujú vlastníci domov, môže byť zrealizovaná za pomoci betónu aj vtedy, ak je budova situovaná blízko zdrojov hluku, akými sú cesty, železnice a letiská.

Po celej Európe existujú nariadenia regulujúce požiadavky na zvukovú izoláciu pre zvuk nesený vzduchom (napr. hlasným hovorom) a kročajovú nepriezvučnosť (zvuky vznikajúce pri chôdzi), hlavne u obytných budov. Zvukovo izolačná schopnosť proti zvuku nesenému vzduchom u materiálu závisí od hmotnosti a tuhosti konštrukcie a tak betónové konštrukcie

24 http://www.europeanconcrete.eu/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=25&Itemid=30

25 BRITPAVE, „Sustainability Benefits of Concrete Step Barriers“ (Prínosy pre udržateľnosť zo stupňovitých betónových bariér), <http://www.concretebarrier.org.uk>

sú najlepším spôsobom ako garantovať dobrú zvukovo izolačnú schopnosť.

Aby sa účinne izolovalo proti zvuku nesenému vzduchom je dôležité, aby konštrukcia bola utesnená a aby zvuk nemohol prechádzať cez potrubia a medzery v konštrukcii alebo cez styky (spoje) konštrukcie. Aj malá medzera v konštrukcii môže silno znehodnotiť zvukovú izoláciu. V tomto ohľade správne zhotovená, masívna konštrukcia je spoľahlivejšia, ako ľahká konštrukcia, ktorá nemá vlastné zvuky tlmiace vlastnosti a má pritom sebe vlastnú tendenciu vnášať dutiny do konštrukcie. Vo väčšine prípadov dutinové dosky hrubé 250-300 mm a steny o hrúbke 180 mm vytvoria dostatočnú zvukovú izoláciu.

Podlahové krytiny majú veľký vplyv na konštrukčnú/kročajovú nepriezvučnosť. Štandardné betónové dosky vybetónované na stavbe o hrúbke 250 mm, splnia požiadavky väčšiny európskych nariadení, ktoré obvykle požadujú hladinu zvuku

zniženie na úroveň 53 dB (Európske požiadavky). Rovnako dutinové stropné panely s hmotnosťou minimálne 500 kg/m², s mäkkými podlahovými krytinami alebo so skladanou drevenou mozaikovou podlahou splnia európske požiadavky.

Z akustického hľadiska a spokojnosti obyvateľov, plávajúce betónové podlahy sú najlepšou alternatívou. Betónové podlahy sú účinným riešením proti otravným hlbokým zvukom. S medziláhlými podlahami ľahkej konštrukcie, nízkofrekvenčné zvuky, ktoré vznikajú pri krokoch môžu napríklad rušiť obyvateľov, aj keď sú normové požiadavky na kročajovú nepriezvučnosť splnené.

Betónové steny sa používajú na vytvorenie účinnej zvukovej bariéry, hlavne proti hluku z dopravy. Ako tvárny materiál, betón môže byť sformovaný do optimálneho tvaru na tlmenie zvuku. Rovnako môže byť povrch betónu hladký, aby odrážal zvuk, alebo zúbkovaný ak je treba odraz zvuku znížiť.



4. ENVIRONMENTÁLNE VLASTNOSTI POUŽÍVANÝCH BETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ

4.1 Vplyv (dopad) betónových stavieb počas ich celého životného cyklu

Analýzy životného cyklu (LCA) posudzujú environmentálny dopad konštrukcie od jej počiatku do jej demolácie: ťažba, výroba, stavba, používanie, údržba, demolácia a recyklácia. Tento holistický prístup je potrebné vziať do úvahy pri posudzovaní environmentálneho vplyvu (dopadu) konštrukcie.

Betón sa veľmi dobre chová, ak sa urobí presné a holistické porovnanie s ostatnými stavebnými materiálmi. Napríklad v oblasti energetickej účinnosti, energetické úspory betónových konštrukcií (5-15%) v užívateľskej/prevádzkovej fáze, ľahko vyrovnajú množstvá energie spotrebované pri ich výrobe a montáži (4-5%).

Obvykle okolo 80-90% z celkovej energie spotrebovanej počas životného cyklu budovy je spotrebované vo fáze užívania (prevádzky) budovy. Preto najväčšie možnosti na úspory energie sa vyskytujú v tomto období. Až do 30-45 miliónov ton CO₂ ročne²⁶ by sa malo ušetriť od roku 2010, použitím ambicióznejších noriem u nových a rekonštruovaných budov. Preto ak chceme dosiahnuť úspory energie a CO₂, musíme sa zamerať na užívateľskú fázu betónových konštrukcií.

Okolo 10-20% energie sa spotrebuje vo fáze výstavby. V etape ťažby a demolácie sa spotrebuje veľmi málo energie, najviac niekoľko málo percent. Pomer medzi energiou spotrebovanou vo fáze výstavby konštrukcie a vo fáze užívania konštrukcie závisí na skúmanej dobe užívania konštrukcie (obvykle 50-100 rokov). Pretože betónové konštrukcie sú extrémne trvanlivé, majú veľmi dlhú životnosť.

Veľké úsilie bolo vynaložené na zníženie spotreby energie na vykurovanie počas

využívania (prevádzky) budovy. Niektorí členovia EÚ v pravidelných intervaloch postupne zavádzajú prísnejšie predpisy pre tepelnú izoláciu a tieto snahy už prinášajú svoje ovocie. Napríklad vo Veľkej Británii domy postavané v roku 2007 majú o 40% vyššiu energetickú účinnosť ako tie, ktoré boli postavené v roku 2002²⁷. Avšak zmeny sa obvykle vykonávajú len u nových domov. Navyše bytový fond v EÚ predstavuje až 21 miliárd m²²⁸ a neustále rastie, pretože intenzita rastu novej výstavby je 1% ročne a intenzitou demolácií – 0,5% ročne.

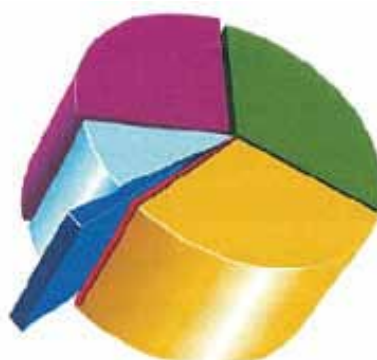
Napriek úsporným energetickým opatreniam u nových budov, spotreba energie u celého bytového fondu v Európe neustále rastie a pri tomto tempe môže trvať veľmi dlho, kým sa zlepší energetická účinnosť. Preto je potrebné väčšie úsilie na zníženie spotreby energie v budovách. Zníženie energetickej spotreby v budovách bude ešte dôležitejšie vzhľadom na rastúce ceny energií.

Prirodzene, trvalo udržateľné riešenia budov by mali byť skúmané ako súčasť projektu budovy a hlavne tých aspektov, ktoré prispievajú k nízkej spotrebe energie počas užívania (prevádzky) budovy. Krátkozraká vízia zameraná len na minimalizáciu environmentálnej záťaže vo fáze výstavby, môže ľahko viesť k zvýšeniu spotreby energie vo fáze užívania (prevádzky) budovy, alebo to môže skrátiť životnosť budovy.

4.2. Energeticky efektívne budovy

Potreba uchovávať energiu v európskych budovách predstavuje vážny problém. Potrebujeme to predovšetkým investovať do renovácie starších budov, aby sa tieto dostali na úroveň požiadaviek moderných noriem, čo sa týka tepelnej efektívnosti. V súčas-

Environmentálne vplyvy (dopady) betónu v perspektíve



- Cement a betón
- Iné stavebné materiály
- Iné zdroje
- Doprava
- Užívanie (prevádzka) budov
- Staveniská

Environmentálny vplyv (dopad) vo Veľkej Británii. S láskavým dovolením The Concrete Centre.

Environmentálne vplyvy (dopady) vo Veľkej Británii: % z celkových hodnôt vo Veľkej Británii spriemerované z 10 indikátorov

26 http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

27 <http://www.leonardo-energy.org/drupal/taxonomy/term/54>

28 <http://www.eeb.blog/org>

nosti sa v Európe stavia len 1 000 nových bytov ročne²⁹, ktoré zodpovedajú požiadavkám noriem na „pasívny dom“, hoci určitý počet vlád si sám stanovil cieľ dosiahnuť do roku 2016, aby 100% z nových bytov bolo „zero carbon“ (s nulovými emisiami CO₂). Mnohé európske vlády čoraz viac hľadajú na stavebníctvo, aby pomohlo splniť ciele Kiotskeho protokolu.

4.2.1 Smernica o energetickej hospodárnosti budov (EPBD)

Európska únia odhaduje, že 41% konečnej spotreby energie sa koná v obytnom a komerčnom sektore. Splnením požiadaviek Smernice o energetickej hospodárnosti budov sa dá zrealizovať odhadovaná 28% úspora energií v stavebnom sektore, pričom by došlo k zníženiu spotreby energie v EÚ okolo 11%³⁰. Nedostatočná energetická hospodárnosť budov stojí Európu ročne odhadom 270 miliárd €³¹. Pre národné ekonomiky investície do úspor energie v budovách by mali za následok ročné zníženie nákladov, pričom také opatrenia sú ekonomicky stabilné. Avšak aby sa dosiahol tento cieľ je veľmi dôležité, aby boli do tohto procesu zapojené všetky zúčastnené strany, od vlád po konečných spotrebiteľov.

Smernica o energetickej hospodárnosti budov vstúpila v platnosť v roku 2006. Je to hlavný legislatívny nástroj ovplyvňujúci spotrebu energie v európskom stavebnom sektore a zaväzuje členské štáty k nasledovným opatreniam³²:

- zaviesť metódu výpočtu celkovej energetickej hospodárnosti budovy
- stanoviť minimálne požiadavky pre celkovú energetickú hospodárnosť nových budov a veľkých už existujúcich budov (s rozlohou nad 1000 m²), ktoré sa významne obnovujú (pre celú budovu alebo jej časti)

- vyžadovať energetické certifikáty pri uvedení budovy do prevádzky, leasingu budovy alebo jej predaji
- pravidelné kontroly ventilačných (vetračích) systémov
- uvažovať aj s alternatívnym energiou zadržiujúcim systémom v nových budovách s rozlohou nad 1 000 m².

Smernica je teraz prepracovávaná európskymi inštitúciami, ktoré posudzujú rôzne časti smernice, s cieľom rozšíriť rozsah jej pôsobnosti:

- zlepšiť kvalitu budov posilnením certifikačnej schémy a inšpekciami
- rozšíriť úlohu verejného sektoru na demonštráciu nových technológií a metód
- znížiť doterajšiu hraničnú hodnotu rozlohy 1 000 m² (alebo ju vypustiť), čím by viacej stavieb spadlo pod jej pôsobnosť
- navrhnúť minimálne požiadavky na vlastnosti (kWh/m²) pre nové a renovované budovy a dosiahnuť týmito požiadavkami do roku 2015 úroveň „pasívnych domov“
- berúc v úvahu záväzné požiadavky, inštalovať technológiu pasívneho vykurovania a chladenia
- navrhnúť opatrenia pre členské štáty na zabezpečenie financovania pre vysoko nákladové účinné investície a podporovať koncepciu nízkoenergetických domov³³.

4.2.2 Úspory energie pri vykurovaní a chladení

Spotreba energie počas životnosti budovy je rozdelená medzi vykurovaciu energiu a spotrebu elektrického prúdu, čo zodpovedá za 42 % a vytvára okolo 35% „sklenkových“³⁴ emisií v Európe. Toto je navyše k energii spotrebovanej pri údržbe a opravách.

Energia používaná na vykurovanie je priamo ovplyvnená konštrukciou budo-

29 <http://europeanpassivehouse.org/> a <http://www.pasive-on.org/en>

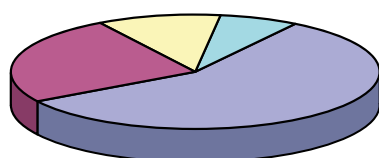
30 EUROPEAN COMMISSION (Európska komisia), Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential (Akčný plán pre energetickú hospodárnosť: Naplnenie potenciálu), rok 2006

31 BOERMANS T., PETERSDORFF C., „U-values – For Better Energy Performance of Buildings“ (U-hodnoty – pre lepšiu energetickú hospodárnosť budov), správa vytvorená ECOFYS pre EURIMA, rok 2007. <http://www.eurima.org/europeandU>

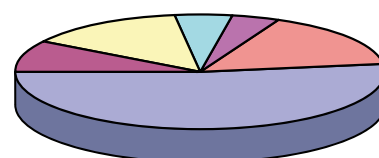
32 <http://www.buildingsplatform.org>

33 <http://www.cepi.eu/>

34 EUROPEAN COMMISSION (Európska komisia), „Accelerating of the Sustainable Construction Market in Europe“ (Urýchlenie vývoja udržateľného stavebného trhu v Európe), správa pracovnej skupiny pre trvale udržateľné zložené konštrukcie „A Lead Market Initiative for Europe“ (Iniciatíva trhov v Európe), rok 2007

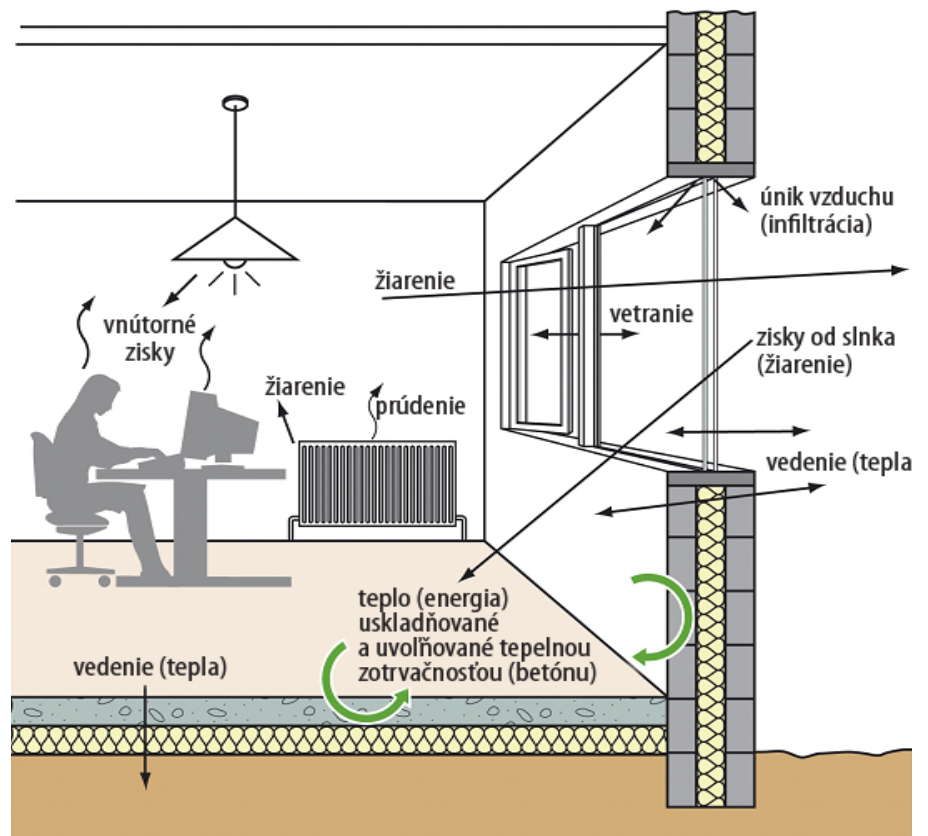


- 25 % ohrev vody
- 11 % osvetlenie a spotrebiče
- 7 % varenie
- 5 % vykurovanie priestorov



- 9 % ohrev vody
- 14 % osvetlenie a spotrebiče
- 5 % varenie
- 4 % chladenie
- 52 % vykurovanie priestorov
- 16 % ostatné

Spotreba energie v obytných a komerčných budovách v EÚ. Zdroj: www.intuser.net



Tepelné (energetické) toky v budove.

- Teplo je získané slnečným žiarením, vnútornými ziskami z osvetlenia, vykurovania a od obyvateľov a nimi používaných zariadení
- Strata tepla nastáva cez vzduchové netesnosti, vetranie, vyžarovaním cez okná a prestupom (vedením tepla) cez steny, okná a podlahy
- Teplo je uskladňované (uchovávané) a uvoľňované tepelnou hmotou (masou) budovy.

vy; napr. veľké sklenené fasády obvykle zvyšujú potrebu energie na vykurovanie v zime a na chladenie v lete. Spotreba energie na vykurovanie v budove je ovplyvnená tepelnou izoláciou vonkajšieho plášťa budovy, hmotnosťou budovy, vetraním a tým ako je dobre utesnená (alebo vzduchotesná).

Dôležitosť utesnenia stavieb rastie pretože tepelná izolácia vonkajšieho plášťa sa zvyšuje a narastá spätné získavanie tepla z vetrania. Lepšie tesnenie v dome postaveného výhradne z betónu môže v priemere ušetriť 10% vykurovacej energie, v porovnaní s domom zhotoveným z dreva.

Úspory energie môžu ďalej narásť prechodom od pasívneho vetrania k aktívnemu systému (alebo strojným spôsobom podporovaného systému). Napríklad dutinové panely môžu slúžiť ako ventilačné kanály a uchovávať teplo alebo chlad. V druhom prípade to znižuje maximálne teploty v lete a znižuje potrebu chladenia. Požiadavky na strojové chladenie a spotrebu energie môžu byť znížené a v niektorých prípadoch strojové chladenie môže byť úplne vynechané, využitím tepelnej hmoty dutinových

panelov. Toto vytvára významné úspory nákladov jednak pri výstavbe ako aj pri prevádzke.

Tento systém vyvinutý pre kancelárske budovy môže poskytnúť úspory energie v rozsahu 7-10%, pri porovnaní s konvenčným systémom výmeny vzduchu a prúdovým riešením chladenia.

Výhody dosiahnuté pri použití masívnej betónovej konštrukcie a jej dobrom utesnení sú významné. Úspora 5% vykurovacej energie znamená približne 4%-nú energetickú úsporu na spotrebe energie počas životnosti budovy, čo je zhruba rovnaké množstvo energie, aké je požadované na výrobu všetkých betónových častí v typickej budove.

4.3 Neznečisťujúci stavebný materiál

Zdravotné a environmentálne aspekty stavebných výrobkov a najmä kvalita vzduchu v miestnosti sú na vrchole rebríčka hodnôt vo viacerých akčných programoch EÚ. Rôzne členské štáty a ich predstavitelia majú pre tieto záležitosti predpisy a postupy posudzovania; Európske

ska komisia v súčasnosti tieto harmonizuje zavádzaním novej legislatívy.

Tretia „základná požiadavka“ Smernice o stavebných výrobkoch“ (ktorá sa v poslednom období revidovala a je nahradená „Nariadením o stavebných výrobkoch“, ktoré bude v celom rozsahu platiť od 1.7.2013) sa týka „Hygieny, zdravia a životného prostredia“³⁵. Obsahuje emisie zo škodlivých zložiek a ich monitorovanie v miestach, kde je stavebný prvok použitý. Stavebná zložka Európskej komisie³⁶ vypracovala mandát pre začatie harmonizácie noriem na meracie, skúšobné a posudzovacie procesy. Na tomto základe bude harmonizovaných toľko postupov, koľko je ich možné harmonizovať tak, aby boli vhodné pre výrobky a výrobkové skupiny používané v rovnakom životnom prostredí. Emisie zo stavebných výrobkov do vzduchu v miestnosti sú tiež skúmané spolu s látkami ukladajúcimi sa do podlažia a do povrchových a podzemných vôd.

4.3.1 Emisie do pôdy a vody

V prípade betónu mnohé štúdie vykonané v rôznych európskych krajinách ukázali, že uvoľňovanie (vylúhovanie) zložiek do podzemnej vody je nízke. Chemické analýzy stoviek vzoriek, s desiatkami rôznych zložení betónu, obsahujúcich rôzne cementy a granulované materiály, vrátane recyklovaných materiálov, ukázali množstvo rozpustných zložiek na úrovni nižšej, akými sú prísne hraničné hodnoty stanovené Svetovou zdravotníckou organizáciou pre pitnú vodu³⁷. Vo vyšších koncentráciách sú obvykle nachádzané len síranové ióny (SO_4), ale tieto sú ešte vždy podstatne nižšie, ako je ich úroveň, ktorá sa nachádza v mnohých známych značkách minerálnych vôd.

4.3.2 Emisie do vzduchu v miestnosti

Emisie do vzduchu sú vytvárané zložkami, ktoré sa môžu stať plynnými (zmeniť svoje pevné skupenstvo na plynné) za teplôt a podmienok existujúcich v budovách. Zložky betónových výrobkov sú inertnými materiálmi. Malé množstvá chemických organických látok môžu byť použité na zvýšenie produkcie betónu, ale tieto sú zachytené v mriežke betónu a nemôžu preto migrovať k povrchu. Stopy odformovacích prostriedkov, vyrobených z netoxických rastlinných olejov, môžu byť tiež počas krátkej doby prítomné na povrchu výrobkov, ale tieto zmiznú počas niekoľkých dní po zhotovení výrobkov.

a) Žiarenie a radon

Hlavné zdroje ionizujúceho žiarenia, ktorým sú ľudia vystavení, je radónový plyn. Miestne geologické pomery a prirodzené uvoľňovanie zo zeme, majú spravidla dominantný vplyv na výskyt radónu a úroveň rádioaktivity v budovách. Úroveň radónu vo vnútri budov sa po celej Európe značne líšia a tiež názory na význam radónu sa tak isto v rôznych krajinách líšia. Tam kde boli vydané smernice pre úroveň radónu vo vnútri budov, úroveň obvykle nepredstavuje problém pre bežné betónové materiály v budovách. Naopak radón pochádzajúci zo zeme môže byť podstatne znížený použitím betónu a vhodným návrhom konštrukcie budovy.

b) Betónové konštrukcie proti radónu

Obsah radónu vo vzduchu v miestnosti môže byť ovplyvnený výberom základov. V oblastiach, kde boli namerané mimoriadne vysoké hodnoty koncentrácií radónu, výber základov je kľúčovým faktorom k dosiahnutiu úspechu pri proti radónových opatreniach.

Základné postupy na dosiahnutie bezpečnosti voči radónu sú:

- vetrať popod najnižšiu stropnú dosku (napr. cez suterén)
- vytvoriť základ z kontinuálnej dosky, bez spojov
- ak sa doska betónuje oddelene medzi soklovými/základovými stenami musí sa osobitná pozornosť venovať zabezpečeniu toho, aby spoje medzi doskou a soklom boli vzduchotesné.

Základný prístup k výberu základov a výberu materiálov môže ovplyvniť množstvo technických riešení, ktoré môžu byť použité na vyriešenie potenciálnych problémov s radónom, čo ovplyvňuje náklady. Pre konštrukcie budované priamo na zemi je najlepším riešením urobiť pozemnú alebo základovú dosku a základy urobiť hutné, vzduchotesné a homogénne, tak ako je to len možné, s minimom bodov, ktoré je treba utesňovať. V budovách kde je suterén pod najnižšie položenou podlahovou doskou, priestor musí byť vetraný, takže radón môže uniknúť do vonkajšieho vzduchu. Tento druh podlahovej dosky musí byť tiež vzduchotesný.

35 http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/cpd/cpd_en.htm#a1

36 http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

37 WORLD HEALTH ORGANIZATION (Svetová zdravotnícka organizácia), „Guidelines for Drinking Water Quality“ (Smernica pre kvalitu pitnej vody), 1.dodatok k 3.vydaniu, Diel 1 „Recommendation“ (Odporúčanie), rok 2006. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY BETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ

5.1 Životnosť betónových konštrukcií alebo budov

„Životnosť“ je doba počas ktorej možno očakávať, že budova vydrží bežné podmienky, ak je správne udržiavaná. Očakávaná životnosť budovy je obvykle relatívne dlhá; mnohé storočné budovy sú stále plne funkčné.

V Európskej únii existuje zhruba 150 miliónov bytov. Z týchto 32% bolo postavených pred rokom 1945, 40% medzi rokom 1945 a rokom 1975 a zostávajúcich 28% boli postavených po tomto roku³⁸. Z hľadiska perspektívy trvalej udržateľnosti je dlhá životnosť žiaduca, nielen z ekologického, ale aj z ekonomického hľadiska, ale aj z kultúrnych príčin.

Základ pre výpočet trvanlivosti betónových konštrukcií sa vyvíjal počas mnohých desaťročí. Presné posúdenie trvanlivosti je kľúčové pre vytvorenie spoľahlivého spôsobu pre zabezpečenie dostatočnej životnosti a pre správne stanovenie požiadaviek v norme.

Projektovaná životnosť betónových konštrukcií je minimálne 50 rokov a môže byť až do 200 rokov. Existuje 95%-ná pravdepodobnosť, že sa dosiahne projektovaná životnosť. V praxi to znamená, že v závislosti na projektovaných parametroch je priemerná skutočná životnosť podstatne dlhšia, ako projektovaná životnosť, často je viac ako dvojnásobná.

Projektant by sa mal usilovať o vytvorenie optimálneho celkového balíka, čo sa týka životnosti; zabezpečujúc pritom, že rôzne možnosti návrhu a časti návrhu pôsobia vo vzájomnej harmónii. A tak pri návrhu betónových konštrukcií môže byť životnosť ovplyvnená nasledovnými voľbami:

- triedou pevnosti a pomerom v/c
- množstvom a kvalitou cementu



„Rion-Antirion“ zavesený most v Grécku je konštrukciou, ktorá volá po dlhej životnosti. Most je 3 km dlhý a stredné rozpätie je dlhé 560 metrov. S láskavým dovolením FIB.



Holandská budova zhotovená z prefabrikátov. Betónová strešná krytina použitá na konečnú úpravu strechy zabezpečí dlhú životnosť budovy. S láskavým dovolením BFBN.

- krycou vrstvou betónu na výstuži
- prevzdušnením a pórovitosťou
- tvarom konštrukcie a metódou výstavby
- objemovou hmotnosťou betónu a údržbou.

Vnútorne konštrukcie sú v princípe večné, pretože neexistujú žiadne mechanizmy, ktoré budú poškodzovať betón vo vnútri budovy v bežných podmienkach. Ich životnosť sa predpokladá na 200 rokov.

5.2 Riešenie za použitia betónu pre cenovo prístupné bývanie

Celoživotné náklady budovy sú definované v návrhu medzinárodnej normy ISO 15686, časť 5 ako: „ekonomické posúdenie, uvažujúce so všetkými odsúhlasenými, projektovanými, významnými a relevantnými nákladmi, ktoré vznikajú počas analyzovanej doby, vyjadrené v peňažnej hodnote“. Projektované náklady sú tie, ktoré sa potrebujú na dosiahnutie defino-



Betónové dlažbové dosky môžu byť použité na vytvorenie trvácnych a atraktívnych peších zón. S láskavým dovolením Fédération de l'Industries du Béton (FEBE), Belgicko

38 <http://www.eurima.org/>

vanej úrovni vlastností, vrátane spoľahlivosti, bezpečnosti a funkčnosti“.

Tieto náklady zahrňujú náklady na výstavbu, prevádzku (vrátane spotreby energie, poistného a nákladov na prerušenie prevádzky, ak budova nemôže byť používaná počas opráv po povodniach alebo po poškodení ohňom), údržbu, renováciu, zmeny v budove a jej demoláciu, plus náklady na financovanie stavby. Betónové budovy sú nákladovo efektívnejšie ako iné alternatívy, zvlášť v podmienkach užívania a nákladov na renováciu a to pre dlhú životnosť betónových konštrukcií, v porovnaní s inými stavebnými materiálmi.

Zlepšenie energetickej účinnosti budov nielen že znižuje emisie CO₂ a iných škodlivých látok, ale aj nákladov na vykurovanie a chladenie. Spotreba energie štandardného rodinného domu môže byť okolo 100-120 kWh/m².

Nízkoenergetické domy používajú menej ako polovicu množstva energie spotrebovanej na vykurovanie v porovnaní s bežnými domami. Vykurovanie nízkoenergetických domov spotrebovávajú medzi 30-70 kWh/m² – v závislosti od národných požiadaviek. V Rakúsku súčasný právny predpis stanovuje energetický index rovný 65 kWh/m², zatiaľ čo vo Francúzsku nová legislatíva navrhuje, ako cieľovú hodnotu u nových budov – hodnotu rovnú 50 kWh/m² pre rok 2012. Pri použití súčasnej technológie a predovšetkým netradičnými riešeniami môžu byť ľahšie dosiahnuté nižšie úrovne spotreby energie.

Podľa niektorých porovnaní, dobre utesnený a dobre tepelne izolovaný dom vybudovaný z tvaroviek z ľahkého betónu môže počas 50-tich rokov ušetriť 75 000 až 130 000 € na účtoch za energiu, v porovnaní so štandardným domom vybudovaným za použitia ľahkej konštrukcie³⁹. Pretože náklady na energiu reprezentujú hlavnú časť nákladov na bývanie (10% výdavkov domácnosti⁴⁰), majú významný dopad na rodinný rozpočet.

Betónové konštrukcie boli vyvíjané pre nízkoenergetické konštrukcie. Napríklad „U-hodnota“ rovná 0,15 môže byť získaná pre stenovú konštrukciu za použitia štandardných výrobkov. Správne utesnenie betónovej konštrukcie je tiež požiadavkou pre nízkoenergetickú konštrukciu.

Vo viacerých európskych krajinách sú obidvoje, domy pre jednu rodinu, ako aj viacposchodové obytné domy, v súčasnosti skúšané a stavané nízkoenergetickou technológiou alebo technológiou s nulovou spotrebou energie. Skoro všetky sú stavané z betónu.

Iným zaujímavým aspektom betónu je jeho svetelná účinnosť. Betónové steny a podlahy majú odrazové vlastnosti, ktoré môžu znížiť náklady súvisiace jednak s vnútorným ako aj vonkajším osvetlením. Toto môže byť ešte zvýšené použitím bieleho cementu, čo bude mať za následok vyššiu odraznosť (0,75) v porovnaní s hodnotou - 0,35, ktorá je u bežného betónu⁴¹.

5.3 Adaptabilita (prispôbitel'nosť) budov

Navrhovanie flexibilnej konštrukcie, ktorá môže byť ľahko pozmenená, rozšírená alebo rozdelená je jednou z úloh trvale udržateľného projektu. Aby bola budova trvale udržateľná, musí byť prispôbitel'ná na zmeny počas svojej životnosti. Ak je to možné, na tieto úvahy treba brať ohľad v počiatočnom štádiu projektovania. Náklady spojené s „budúcim skúšaním“ možnosti budovy v čase výstavby sú len zlomkom nákladov vzniknutých, ak sa zmeny robia v neskoršom období.

Flexibilita budovy môže byť umožnená za relatívne nízkych nákladov vhodným poskytovaním doplnkových služieb. Čo sa týka nosnej konštrukcie, je žiaduce aby táto poskytla otvorené priestory, ktoré môžu byť podľa požiadaviek rozdelené.

Betón je vhodný pre vytvorenie otvorených priestorov: centrála Toyoty, Veľká Británia

Projektant by mal byť schopný predvídať všetky možné potreby na rozšírenie kapacity a napríklad rozhodnúť, v ktorom bode môžu byť požadované dodatočné otvory a či v dlhodobom horizonte bude požadovaná lepšia odolnosť voči požiaru alebo tepelná izolácia.

Predvídateľné zmeny vyzývajú k oveľa väčšiemu vkladu projektanta, pretože jednoduché predimenzovanie všetkého je nevhodné. Rozumným princípom je myslieť už v štádiu projektovania na možné alternatívy využívania budovy. Čo sa týka flexibility, výhodou betónu je vysoká únosnosť kombinovaná s možnosťou vytvárať veľké rozpätia. „Vrodená“ požiarne odolnosť a zvuková izolácia sú ďalšie dôležité atribúty (hodnoty).

5.4 Obmedzené náklady na opravy a údržbu

Betónové konštrukcie vyžadujú veľmi malú údržbu. Avšak konštrukcie musia byť pravidelne kontrolované, v súlade s osvedčenými postupmi pri údržbe. Často

39 TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT) – Technické výskumné centrum Fínska, „Low energy concrete block house – Comparison calculations on energy consumption of single family house“ (Nízkoenergetický dom z betónových tvaroviek – porovnávacie výpočty spotreby energie v samostatnej stojacom rodinnom dome), správa RTE627/05, Espoo, rok 2005.

40 EUROPEAN COMMISSION (Európska komisia), „Facing the challenge of higher oil prices“ (Riešenie problému vyšších cien ropy), COM (2008)384, 13/07/2008.

41 <http://www.concretethinker.com/solutions/Lighting-Efficiency.aspx>



Tento nemecký dom bol celý postavený z betónu nemeckým cementárskym a betonárskym priemyslom. Táto atraktívna budova bola špeciálne navrhnutá tak, aby poskytla flexibilný obytný priestor, ktorý by mal pokryť aj budúce požiadavky obyvateľov. Obrázok je z Nemecka, „Home for life“ (Dom pre život) Copyright: Betonmarketing Nord, rok 2006.

postačí pravidelné očistenie (umytie) konštrukcie netoxickou látkou, akou je aj mydlová voda.

V interiéri má betón temer nekonečnú trvácnosť. Vo vonkajšom prostredí musí odolávať napätiam vznikajúcim za mrazu a príležitostnému vandalizmu vo forme maľby sprejom na povrchu betónu (graffiti). Proti tomu druhému môže byť chránený „anti-graffiti“ povrchovými úpravami.

Betónové konštrukcie nevyžadujú nátery, ale ak sú však natreté budú vyžadovať opakované nanášanie náterov. Pružné spoje medzi fasádou z prefabrikátov potrebujú byť poväčšine kontrolované a nahradené po každých 20 rokoch alebo obdobnej dobe. Ak je možné, aby povrch betónu mohol byť znehodnocovaný, môže byť na opravu použitá malta. Ak začne korodovať výstuž, oprava pozostáva z odstránenia znehodnoteného (rozrušeného) betónu, ošetrovania povrchu všetkej ocele a nanosenia nového betónu (do úrovne povrchu pôvodného betónu). Betón môže mať obnovenú svoju alkalitu, aby sa tak zabezpečila ochrana výstuže.



Rozdiel medzi časťami betónovej steny chránenými alebo nechránenými „anti-graffiti“ povrchovými úpravami. S láskavým dovolením Bêton [s].- le Magazine.

6. KONIEC ŽIVOTNOSTI



Zhodnotený odpadový materiál a rozdrvený odpadový betón môže byť použitý pri výstavbe ciest. S láskavým dovolením CERIB.

6.1 Demolácia, znova použitie a recyklácia

Okolo 200 miliónov ton stavebného a demolačného odpadu (C&DW) sa každoročne vytvára v Európe. Betón je excelentný stavebný materiál pre trvácne a energeticky efektívne budovy, ale jednako sa musí adaptovať na neustále zmeny nárokov ľudí, pri ktorých sa môže vytvárať odpad. Našťastie na konci svojho životného cyklu môže byť betón recyklovaný, s minimálnym dopadom na životné prostredie.

Cieľ „žiadne skládky“ betónu môže byť dosiahnutý, ak je konštrukcia starostlivo naplánovaná a naprojektovaná a ak budova podstúpi úspešnú renováciu a demoláciu. Znova získaný betón zo stavebného a demolačného odpadu môže byť rozdrvený a použitý ako kamenivo. Používa sa hlavne pre podklady ciest a podsypy vozoviek, ale tiež nový betón môže byť vyrobený za použitia určitého percenta zhodnoteného odpadového materiálu.

Betón môže byť znova použitý rôznymi spôsobmi vo veľkom rozsahu a vo svojej pôvodnej forme. Príkladom tohto je ponechanie betónovej konštrukcie na mieste, zatiaľ čo sa zmodernizujú vnútorné priestory alebo fasády/výplňové obvodové steny budovy. Takýto prístup zachováva prírodné zdroje a zabraňuje environmentálnym dopadom z nakladania s odpadmi a z ťažby, výroby a dopravy nových materiálov.

Príklad úspešného znova použitia je rezidencia Mehrov blízko Berlína. Toto nové rodinné bývanie znova použilo kompletne steny, podlahové dosky a stropy z demolácie 11-podlažného vežiaku. Významnejšími energetickými nákladmi boli len náklady vzniknuté z dopravy 5-tonových panelov a z použitia prenosného žeriavu, ktorý slúžil na ich vyzdvihnutie do správnej polohy na stavbe. Znova použitie prefabrikátov, ktoré boli zadarmo, spôsobilo vyhnutie sa environmentálnym dopadom spojeným s nakladaním s odpadmi a ušetrilo materiálové náklady⁴².

Recyklovaný panelový dom môže byť až trikrát energeticky efektívnejší a približne o 30-40% lacnejší, ako by bola výstavba konštrukčného rámu (skeletu) z nových materiálov⁴³.

Iná forma recyklácie sa použije tam, kde betónové konštrukcie sú postavené z prefabrikátov za použitia svorníkov (skrutiek) a zväraných spojov, ktoré sú majú demontovať; panely môžu byť demontované s malými poškodeniami alebo vôbec bez poškodení. V Holandsku, kde sú demolácie konštrukcií dobre zorganizované a úroveň obnovy je extrémne vysoká, boli vyvinuté také systémy, ktoré umožňujú, aby celá budova mohla byť demontovaná a dopravená na iné miesto.

Iným príkladom je prefabrikovaná konštrukcia, kde niektoré prvky môžu byť znova použité a zostatok konštrukcie je

42 Viac detailov pozri: <http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?section ID=0&article ID=384249>

43 <http://www.sustainableconcrete.org.uk/>

rozdrvený. Rozdrvený betón môže byť použitý buď ako jadro cestnej konštrukcie alebo ako kamenivo pri výrobe nového betónu. Ak sa použije rozdrvený betón v množstve maximálne 20% z celkového množstva kameniva pri výrobe nového betónu, vlastnosti nového betónu budú temer rovnaké, ako u betónu vyrobeného s prírodným kamenivom.

Rozdrvený betón sa hlavne používa v násypových konštrukciách na výstavbu ciest, ulíc, dvorov a parkovacích plôch, ale môže byť použitý ako zásyp pri výkopoch pre potrubia, environmentálnych stavbách, základoch budov, atď. Pre tieto druhy použitia, recyklovaný betón je zvlášť užitočný ako recyklované kamenivo, často má lepšie zhutnenie a objemovú hmotnosť a je spravidla lacnejší ako nový materiál⁴⁴.

Systém pravidelnej kontroly kvality rozdrveného betónu bol zorganizovaný za účelom zistenia akýchkoľvek škodlivých látok a na zistenie možnosti ich chemického vylúhovania do životného prostredia.

Recyklácia dáva nový život betónu. Nadbytočný čerstvý betón môže byť úspešne recyklovaný; buď môže byť použitý k výrobe nového betónu alebo môže byť použitý tak ako sa vyskytuje alebo



Demontovateľný skelet budovy v Holandsku. S láskavým dovolením BFBN.

v oddelenej podobe (t.j. po rozplavení v recyklačnom zariadení výrobné). Väčšina vody z výrobného procesu môže byť recyklovaná a kal s cementom je vhodný na zlepšenie pôdy, ak sa podrví, vzhľadom na jeho vysoký obsah vápna.

Vyššie uvedené techniky znižujú odčerpávanie prírodných surovín a dopravné náklady, pretože starý betón môže byť recyklovaný v demolačnom stredisku alebo na stavbe alebo blízko mestských oblastí, kde môže byť priamo znova použitý. Materiál môže byť regenerovaný zo skládok a presunutý tam, kde je požadovaný.

44 WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT (Svetová obchodná rada pre udržateľný rozvoj)

Slovník pojmov

Prevzdušnený betón: Betón obsahujúci malé vzduchové bubliny alebo vzduchové póry, pridané počas výrobných fáz na ochranu betónu voči zmrazovaniu a rozmrazovaniu. Vzduchové póry zlepšujú odolnosť voči zmrazovaniu a rozmrazovaniu, tým že poskytujú vode vo vnútri betónu priestor na expanziu.

BAT: Najlepšie dostupné techniky.

Trvanlivosť: „Schopnosť budovy alebo jej časti plniť jej požadovanú funkciu počas stanovenej časovej lehoty pod vplyvom účinkov očakávaných v prevádzke“⁴⁵.

Ekologická efektívnosť: „Ekologická efektívnosť (účinnosť) sa dosiahne dodávkou konkurencie schopných cien tovarov a služieb, ktoré uspokojujú ľudské potreby a prinášajú kvalitu života, zatiaľ čo progresívne znižujú ekologické dopady a intenzitu čerpania prírodných zdrojov počas svojho životného cyklu, na úrovni nie väčšej ako je predpokladaná únosnosť našej Zeme (t.j. úroveň, ktorú ešte naša Zem znesie)“⁴⁶.

Emisie: Emisie do vzduchu v miestnosti zo stavebných materiálov a interiérových dokončovacích úprav. Existujú dva druhy emisií:

1. Primárne emisie: prirodzené vyparovanie nečistôt z nových stavebných materiálov a interiérových dokončovacích úprav, ktoré sú ľahko rozpoznateľné podľa charakteristického zápachu. Významné vyparovanie môže pokračovať po niekoľko týždňov, ale najdlhšie do 6 mesiacov.

2. Sekundárne emisie sú spustené vonkajším činiteľom, obvyčajne vlhkosťou, čo spôsobuje znehodnotenie výrobku.

3. Ťažké konštrukcie: Plášť budovy zhotovený z hutných materiálov, akými sú betón alebo tehlové murivo, u ktorých zaťaženie od vlastnej hmotnosti tvorí podstatnú časť celkového zaťaženia konštrukcie.

Vysokopevnostný betón: Vysoká pevnosť je maximálna odolnosť vzorky

betónu na vyvođený tlak. Hranice pre vysokú pevnosť sa veľmi posunuli za posledné roky, vďaka progresu v materiálovej technológii a vďaka vyšším požiadavkám. V 50-tých rokoch minulého storočia bola za vysokú pevnosť považovaná hodnota pevnosti 34 MPa a v 60-tých rokoch minulého storočia bola už komerčne využívaná pevnosť 52 MPa. Pevnosť v tlaku dosahujúca 138 MPa bola použitá v budovách vybetónovaných v staveniskových podmienkach.

Inertný: Chemicky nereaktívny, stabilný.

Životný cyklus: „Následné a vzájomne prepojené fázy výrobného systému alebo systému služieb, od ťažby prírodných nerastov ku konečnému uloženiu (na skládku)“⁴⁷.

Posúdenie životného cyklu (LCA):

„Súbor systematických postupov pre zber a skúmanie vstupov a výstupov materiálov a energie a s tým spojených vplyvov na životné prostredie, priamo súvisiaci s fungovaním systému výroby alebo služby v priebehu celého životného cyklu“⁴⁸.

Ľahká konštrukcia: Plášť budovy zhotovený z menej hutných materiálov, akými sú drevo alebo oceľ, u ktorých premenné zaťaženia prevládajú v celkovom zaťažení konštrukcie.

Normy „Passiv Haus“ (pasívneho domu):

Systém navrhovania budovy s extrémne nízkou spotrebou energie, ktorý používa energeticky účinný obvodový plášť na znižovanie spotreby energie v konštrukciách. Tieto normy sú dobrovoľné, ale uplatňujú veľmi prísny súbor požiadaviek, ktorý sa musí splniť, aby budova bola klasifikovaná ako „pasívny dom“.

Sendvičový prvok: Viacvrstvový prefabrikovaný prvok bežne používaný pre vonkajšie steny budov. Sendvičový prvok je zhotovený z troch rôznych vrstiev:

- prefabrikovaný vonkajší panel
- vrstva izolácie
- prefabrikovaný vnútorný panel.

Životnosť: „Doba po montáži, počas ktorej budova alebo jej časť splňuje alebo prekračuje požiadavky na jej vlastnosti“⁴⁹.

45 Definícia daná normou ISO 6707-1 a ISO 15686-1.

46 Definícia daná World Business Council on Sustainable Development (Svetová obchodná rada pre udržateľný rozvoj), <http://www.wbcsd.org/>

47 Definícia daná normou ISO 14040.2 Návrh: Posúdenie životného cyklu – princípy a smernice

48 Definícia detto ako vyššie

49 Definícia daná normou ISO 6707-1 a ISO 15686-1 a ISO/CD 15392.

„U-hodnota“: „Množstvo straty tepla, ktoré prechádza cez prvok konštrukcie, akým je stena alebo okno (v W/m².K). Čím je „U-hodnota“ nižšia, tým menšia je strata energie a izolačné charakteristiky sú lepšie“⁵⁰.

Prchavé organické látky (VOC):

„Organické chemické zložky, ktoré za normálnych podmienok sú v plynnom stave alebo sa môžu vy-

parovať a vstupovať do atmosféry. VOC zahŕňujú také zložky akými sú metan, benzén, xylén, propan a butan. Metan je primárne emitovaný v poľnohospodárstve (prežúvavcami a pestovaním plodín), zatiaľ čo ne-metanové VOC sú emitované hlavne z dopravy, výrobných procesov a používáním organických rozpúšťadiel⁵¹. Identifikovaných bolo vyše 900 druhov VOC“⁵².

50 Definícia daná EURIMA v BOERMANS T., PETERSDORFF C.

51 Definícia daná European Environment Agency (Európskou agentúrou pre životné prostredie), <http://www.eea.europa.eu/>

52 ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY (EPA) – Environmentálna agentúra pre ochranu zdravia, správa pre kongres „Indoor Air Quality“ (Kvalita vzduchu v miestnostiach), diel II. „Assessment and control of indoor air pollution“ (Posúdenie a kontrola znečistenia vzduchu v miestnostiach). Správa N. EPA/400/1-89-001C, rok 1989.



LITERATÚRA

BOERMANS T., PETERSDORFF C., „U-values – For Better Energy Performance of Buildings, Report published by ECOFYS for EURIMA, 2007

BOERMANS T., PETERSDORFF C., (U-hodnoty – pre lepšiu energetickú hospodárnosť budov), správa vytvorená ECOFYS-om pre EURIMA, rok 2007.

BRUNDTLAND G. „Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, rok 1987

(BRUNDTLAND G.,: „Naša spoločná budúcnosť“, Svetová komisia pre životné prostredie a rozvoj, vydavateľstvo Oxfordskej univerzity)

CEMBUREAU: „Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European Cement industry“.

CEMBUREAU (Trvale udržateľná výroba cementu. Spoločné spracovávanie alternatívnych palív a surovín v európskom cementárskom priemysle),

ENVIRONMENTAL HEALTH PROTECTION AGENCY (EPA), Report to Congress on Indoor Air Quality“, vol.II, Assessment and control of indoor air pollution, Report N. EPA/400/1-89-001C, 1989

Environmentálna agentúra pre ochranu zdravia, správa pre kongres „Kvalita vzduchu v miestnostiach“, diel II., Posúdenie a kontrola znečistenia vzduchu v miestnostiach). Správa N. EPA/400/1-89-001C, rok 1989.

EUROPEAN COMMISSION, „Accelerating of the Sustainable Construction Market in Europe“, Report of the Taskforce on Sustainable Construction Composed in preparation of the Communication „A Lead Market Initiative for Europe“, COM (2007) 860.

EURÓPSKA KOMISIA: „Urýchlenie vývoja udržateľného stavebného trhu v Európe“, správa pracovnej skupiny pre trvale udržateľne zložené konštrukcie pri príprave oznámenia „A Lead Market Initiative for Europe“ (Iniciatíva vedúcich trhov v Európe), rok 2007

EUROPEAN COMMISSION Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, 2006

EURÓPSKA KOMISIA, Akčný plán pre energetickú hospodárnosť: Naplnenie potenciálu, rok 2006

EUROPEAN COMMISSION, „Facing the challenge of higher oil prices“, COM (2008)384, 13/07/2008.

EURÓPSKA KOMISIA, „Riešenie problému vyšších cien ropy“, rok 2008

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, „Comprehensive fire protection and safety with concrete“, April 2007

EURÓPSKA BETONÁRSKA PLATFORMA, „Všestranná ochrana proti ohňu a požiarna bezpečnosť s betónom“, apríl 2007

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, „Concrete for energy-efficient buildings. The benefits of the thermal mass“, April 2007“

EURÓPSKA BETONÁRSKA PLATFORMA, „Betón pre energeticky efektívne budovy. Výhody z tepelnej hmoty“, apríl 2007

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, „Improving fire safety in tunnels. The concrete pavement solution, April 2004

EURÓPSKA BETONÁRSKA PLATFORMA, „Zlepšenie požiarnej bezpečnosti v tuneloch. Riešenie pomocou betónových vozoviek“, apríl 2004

FRANCHI M., „Towards Healthy Air Dwellings in Europe“, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004

FRANCHI M., „K bytom so zdravým vzduchom v Európe“, THADE správa, EFA projekt), 2002-2004, rok 2004.

HACKER J.N. ET AL. „Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change“ (Obsiahnuté a operatívne emisie kysličníka uhličitého z bývania: Prípadová štúdia o účinkoch termálnej hmoty a zmenu klímy), ARUP správa, Energy and Buildings 40, pp. 375-384, 2008

HACKER J.N. ET AL., „Obsiahnuté a operatívne emisie kysličníka uhličitého z bývania: Prípadová štúdia o účinkoch tepelnej hmoty a zmena klímy), ARUP správa, časopis „Energy and Buildings 40“, strany 375-384, rok 2008

ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and Pre-stressed concrete, 08/07/2005

ISO, ISO/TC 71, Podnikateľský plán, betón, vystužený betón a predpätý betón. 8.7.2005

ISO 14040.2, Draft: Life Cycle Assessment – Principles and Guidelines

ISO 14040.2, návrh: Posúdenie životného cyklu – princípy a smernice

KALEMA T. ET AL., „Nordic Thermal mass – Effect on Energy and Indoor Climate“, Report 184, Tampere University of Technology, Tampere, 2006

KALEMA T. ET AL., „Severská tepelná hmota – účinok na energiu a vnútornú klímu“, správa 184, Tampere University of Technology, Tampere, rok 2006

KIBERT C., First International Conference on Sustainable Construction, Tampa, 1994 KIBERT C., Prvá medzinárodná konferencia o trvale udržateľných konštrukciách, Tampa, rok 1994

TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), „Low energy concrete block house – Comparison calculations on energy consumption of single family house“, Report RTE627/05, Espoo 2005.

TECHNICKÉ VÝSKUMNÉ CENTRUM FÍNSKA, „Nízkoenergetický dom z betónových tvaroviek – porovnávacie výpočty spotreby energie v samostatne stojacom rodinnom dome“, správa RTE627/05, Espoo, rok 2005.

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, „Thermal mass of buildings – Summary of research reports and results“, Report 174, Tampere, 2003.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V TAMPERE, „Tepelná hmota betónu – prehľad výskumných správ o účinkoch tepelnej hmoty a klimatickej zmeny“, správa 174, rok 2003 .

WORLD HEALTH ORGANIZATION „Guidelines for Drinking Water Quality“, First Addendum to Third Edition, Volume 1 „Recommendation“, 2006.

SVETOVÁ ZDRAVOTNÍČKA ORGANIZÁCIA, „Smernica pre kvalitu pitnej vody“, 1.dodatok k 3.vydaniu, diel 1, odporúčanie, rok 2006.

WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, „Concrete Recycling - A Contribution to Sustainability“, Draft version, 2008

SVETOVÁ OBCHODNÁ RADA PRE TRVALE UDRŽATEĽNÝ ROZVOJ, „Recyklácia betónu – prínos pre trvale udržateľný rozvoj“, pracovná verzia, rok 2008

Webové stránky:

<http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?sectionID=0&articleID=384249>

<http://www.assure.eu/uploads/documents/pub-32en-efd92a8a-a387-435a-9fb5-f9d3f743d513.pdf>

www.cembureau.eu

http://www.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf

http://www.europa.eu/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/cpd/cpd_en.htm#a1

http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?>

[pageid=1998,66119021,199866292168&dad=portal&schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?pageid=1998,66119021,199866292168&dad=portal&schema=PORTAL)

<http://www.concretebarrier.org.uk/>

<http://www.bibm.eu/>

<http://www.britishprecast.org>

<http://www.buildingsplatform.org/>

<http://www.cembureau.be/>

<http://www.cepi.eu/>

<http://www.concretecentre.com/>

<http://www.concretethinker.com/solutions/Lighting-Efficiency.aspx>

<http://www.countdown2010.net>

<http://www.eea.europa.eu/>

<http://www.eeb.blog.org>

<http://www.efca.info/>

<http://www.Envirodec.com/pageld.asp>

<http://www.ermco.eu/>

<http://www.eurima.org/>

<http://www.europeanconcrete.eu/>

<http://europeanpassivehouse.org/>

<http://www.itn.is/ncr/publications/doc-21-10.pdf>

<http://www.leonardo-energy.org/drupal/taxonomy/term/54>

<http://www.natura.org/>

<http://www.nepsi.eu>

<http://www.nordicinnovation.net/>

<http://www.pasive-on.org/en>

<http://www.sustainableconcrete.org.uk/>

<http://www.uepg.eu>

<http://unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?Document>

[ID=499&ArticleID=5506&I=en](http://www.wbcds.org/)

<http://www.wbcds.org/>

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

STRUČNÝ HISTORICKÝ PREHLÁD O BETÓNE⁵³

7000 pred n. l.	Izrael	Vybudovanie betónovej podlahy - odkryté v roku 1985.
3000 pred n. l.	Egyptania	Výstavba pyramíd zo zmesi blata a slamy na spájanie sušených tehál. Používali tiež sadrové a vápenné malty.
	Číňania	Latentné hydraulické spojivá použité pri výstavbe veľkého čínskeho múru
300 pred n. l. do 476 n. l.		Vyvinutý prvý puzolánový cement a to mletím vápna a vulkanického popola, po zamiešaní s vodou sa vytvorilo spojivo, ktoré umožňovalo spájanie kameňov. Použitie prísad, akými sú živočíšny tuk, mlieko a krv na zlepšenie vlastnosti cementu. Výstavba Pantheonu v Ríme, ktorý stojí dodnes!
Stredovek		Použitie betónu zmizlo spolu s rozpadom Rímskeho impéria.
1759		Míľnik v histórii betónu: Maják „Eddystone“ (Cornwall, Veľká Británia). Pán John Smeaton objavil vodotesný betón, keď zistil, že kalcináciou (vypaľovaním) vápenca obsahujúceho íl môže vyrobiť vápno, ktoré tvrdne aj pod vodou. Maják mohol potom vydržať náply mora.
1817		Pán Luis Vicat (Francúzsko) zaviedol prvý umelo vyrobený cement (kalcináciou syntetických zmesí vápenca a ílu).
1824		Pán Joseph Aspdin (Veľká Británia) získal patent na portlandský cement - zmes jemne mletého ílu a vápenca vypaľovaná (v peci na výpal vápna) až do doby, pokiaľ nebol uvoľnený kyslíčnik uhličitý. Vypaľovací proces zmenil chemické vlastnosti materiálov, vytvoriac silnejší cement ako bol ten, ktorý používal pri výrobe obyčajný drvený vápenec. Portlandský cement je cementom, ktorý sa v súčasnosti najčastejšie bežné používa pri výrobe betónu.
1836		Prvé použitie skúšok pevnosti betónu v ťahu a tlaku (Nemecko).
1867		Pán J.Monier (Francúzsko) po prvýkrát použil výstuž v betóne pri výrobe vystužených kvetináčov. Uplatnenie vystuženého betónu kombinuje ťahovú pevnosť ocele a tlakovú pevnosť betónu, čo umožňuje betónu odolať veľkým zaťaženiám. Potom betón bol schopný fungovať ako nosná konštrukcia v stavebných konštrukciách a bol schopný odolávať nielen tlaku ale aj ťahu. Už sa nepoužíva výhradne v budovách, ale aj pri verejných prácach a pri stavbách infraštruktúry.
1900-1909		Zavedenie prefabrikovaného betónu
1970-1979		Zavedenie vystužovania betónu vláknami.
1980-1989		Zavedenie superplastifikátorov ako prísad.
1985		Zavedenie kremičitého úletu ako puzolánovej prímеси.
1988		Zavedenie samozhutniteľného betónu (Japonsko) na zníženie prácnosti pri ukladaní betónu na stavbe, ktorý vylučuje použitie alebo znižuje potrebu vibrovania betónu na dosiahnutie zhutnenia betónu.
Koniec 80-tých rokov 20. storočia		Zavedenie vysokohodnotného betónu.
1997		Zavedenie ultra-vysokohodnotného betónu vystuženého vláknami (UHPC), ktorý obsahuje cementovú matricu s obsahom vlákien. Pevnosť v tlaku takýchto betónov je obvykle väčšia ako 150 MPa, napríklad 250 MPa. Vlákná sú kovové, organické alebo zmesou oboch.

53 <http://www.sustainableconcrete.org.uk/main.asp?page=36>