



ОДРЖИВЕ
ПРЕДНОСТИ
БЕТОНСКИХ
КОНСТРУКЦИЈА

ПОШТОВАНИ ЧИТАОЦИ

Пред вама се налази публикација под називом Одрживе предности бетонских конструкција, коју је припремила Европска платформа за бетон (European Concrete Platform), асоцијација која промовише употребу бетона као материјала избора, који пружа широки спектар грађевинских решења за одрживи развој и одрживу градњу.

Цементна индустрија Србије, у складу са принципима друштвено одговорног пословања, активно промовише циљеве одрживе градње како би се о томе развијала јавна свест. Како је одрживо коришћење материјала данас један од великих изазова цементне индустрије, по узору на развијене земље Европске уније, велики део својих активности фабрике цемента у Србији усмериле су ка унапређењу квалитета живота и услова рада, као и смањењу утицаја на животну средину.

Није тешко објаснити зашто смо се определили за публиковање ове брошуре. Наша процена је да се управо на одрживим предностима цемента и бетона преламају неке кључне теме, али и изазови, који читаоцима шаљу јасну, недвосмислену и стручну поруку – да би се обезбедио одрживи развој и безбедна будућност, потребно је тражити решења која нуде више од краткорочних мера.

Због тога је публикација Одрживе предности бетонских конструкција не само интересантна, већ представља обимну и свеобухватну студију, такорећи уџбеник за ову област. Она садржи и основне назнаке о тренутној забринутости у погледу климатских промена и енергетске ефикасности. Обухвата детаљни преглед процеса производње бетона, почевши од вађења и прераде примарних сировина, употребе секундарних сировина, па све до управљања безбедношћу, односно друштвених аспеката производње бетона. Предности бетона у одрживој изградњи, његова улога и значај у постизању безбедних, здравих, удобних и отпорних својстава зграда, као и еколошка својства и економски аспекти бетонских грађевина у употреби, приказани су из више углова и кроз конкретне примере, као и кроз велики број валидних резултата мерења.

Објављивању публикације Одрживе предности бетонских конструкција на српском језику допринели су драги пријатељи цементне индустрије и наши пословни партнери: компанија EUROTRANSLATE, Београд, којој се овим путем од срца захваљујемо на изванредном преводу овог дела на српски језик, др Властимир Радоњанин и др Снежана Маринковић, реномирани професори Универзитета у Новом

Саду и Београду, којима дугујемо велику захвалност за несебичну помоћ и стручну ревизију превода, и компанија BRANDONITE, Београд, одговорна за постпродукцију, без чијег напора, инспирације и креативности не бисмо уживали у префињеном дизајну и дивним фотографијама публикације.

Дугујемо захвалност Европском удружењу произвођача цемента – CEMBUREAU, који су својим доприносом омогућили овај пројекат.

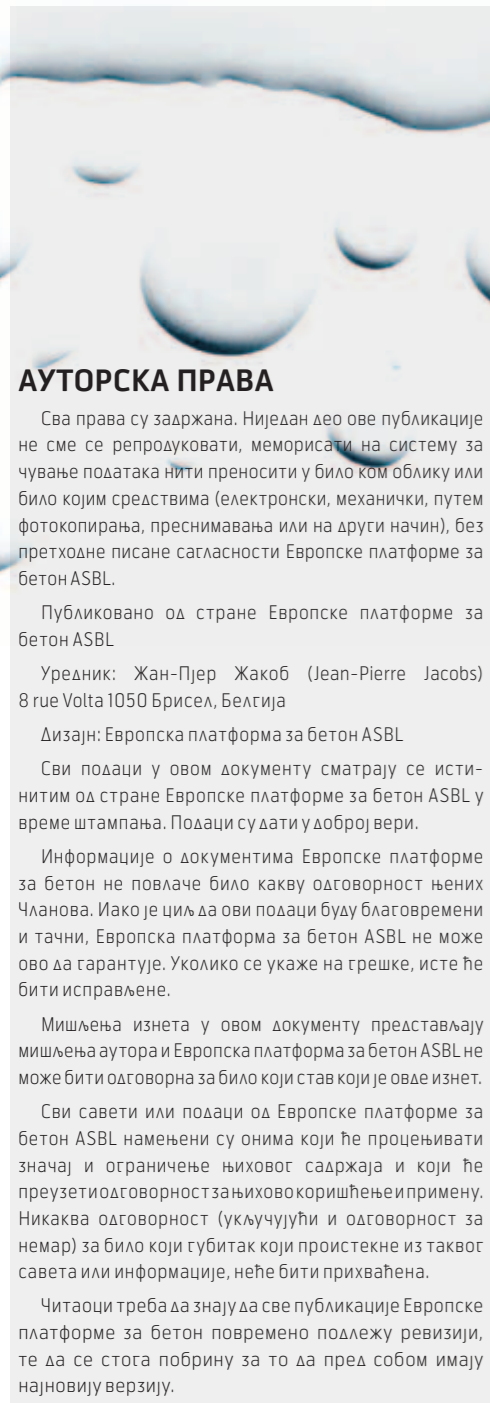


Дејана Милинковић
Директор

Садржај

Предговор	5
1. Бетон у грађењу	6
1.1 Постизање одрживе изградње са бетоном	6
1.1.1 Предности бетона у одрживој изградњи	6
1.1.2 Еколошки ефикасне бетонске конструкције	7
1.1.3 Декларација еколошких производа	9
1.2 Естетика и архитектура	10
2. Процес производње бетона и производа од бетона	11
2.1 Вађење и прерада примарних сировина	11
2.1.1 Цемент	11
2.1.2 Агрегати	13
2.1.3 Хемијски додаци	15
2.1.4 Армирани бетон	16
2.2 Употреба секундарних сировина	17
2.2.1 Минерални додаци у бетону	17
2.2.2 Рециклирани агрегати	17
2.3 Поступак производње	17
2.3.1 Примери	19
2.3.2 Транспорт	20
2.4 Друштвени аспекти производње бетона	20
2.4.1 Управљање безбедношћу путем друштвено одговорног пословања	20
3. Луксуз безбедне, здраве и удобне бетонске конструкције	22
3.1 Најбољи избор за топлотни комфор	22
3.2 Висок квалитет унутрашњег ваздуха	23
3.2.1 Бетон као ваздушна баријера	23
3.3 Бетон за отпорне, безбедне и сигурне зграде	24





АУТОРСКА ПРАВА

Сва права су задржана. Ниједан део ове публикације не сме се репродуковати, меморисати на систему за чување података нити преносити у било ком облику или било којим средствима (електронски, механички, путем фотокопирања, преснимавања или на други начин), без претходне писане сагласности Европске платформе за бетон ASBL.

Публиковано од стране Европске платформе за бетон ASBL

Уредник: Жан-Пјер Жакоб (Jean-Pierre Jacobs)
8 rue Volta 1050 Брисел, Белгија

Дизајн: Европска платформа за бетон ASBL

Сви подаци у овом документу сматрају се истинитим од стране Европске платформе за бетон ASBL у време штампања. Подаци судати у доброј вери.

Информације о документима Европске платформе за бетон не повлаче било какву одговорност њених Чланова. Иако је циљ да ови подаци буду благовремени и тачни, Европска платформа за бетон ASBL не може ово да гарантује. Уколико се укаже на грешке, исте ће бити исправљене.

Мишљења изнета у овом документу представљају мишљења аутора и Европска платформа за бетон ASBL не може бити одговорна за било који став који је овде изнет.

Сви савети или подаци од Европске платформе за бетон ASBL намењени су онима који ће процењивати значај и ограничење њиховог садржаја и који ће преузети одговорност за њихово коришћење и примену. Никаква одговорност (укључујући и одговорност за немар) за било који губитак који проистекне из таквог савета или информације, неће бити прихваћена.

Читаоци треба да знају да све публикације Европске платформе за бетон повремено подлежу ревизији, те да се стога побрину за то да пред собом имају најновију верзију.

3.3.1 Чврстоћа и конструкцијска стабилност бетона	24
3.3.2 Обезбеђивање природне заштите и безбедности од пожара	24
3.3.3 Отпорност на екстремне спољашње утицаје	25
3.4 Природна звучна изолација и заштита од вибрација	25

4 Еколошка својства бетонских грађевина у употреби 26

4.1 Утицај бетонских зграда током читавог њиховог животног циклуса. 26

4.2 Енергетски ефикасне зграде 26

4.2.1 Директива о енергетским карактеристикама зграда (EPBD). 26

4.2.2 Уштеде енергије за грејањ е и хлађењ е 27

4.3 Грађевински материјал који не загађује околину 28

4.3.1 Емисије у тло и воду. 28

4.3.2 Емисије у затвореном простору 29

5 Економски аспекти бетонских конструкција. 30

5.1 Употребни век бетонских конструкција или зграда 30

5.2 Бетонско решење за економски приступачно становање 31

5.3 Прилагодљивост зграда 32

5.4 Ограничени трошкови поправке и одржавања 32

6. Крај века трајања 34

6.1 Рушење, поновна употреба и рециклажа 34

ПРИЛОЗИ 36

Речник појмова 36

БИБЛИОГРАФИЈА 37

КРАТАК ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД БЕТОН 39

Одрживост се налази у самом средишту изградње и пројектовања. Одрживи приступ изградњи доноси трајне еколошке, друштвене и економске предности грађевинском пројекту. Посматрано из те перспективе, бетон поседује изузетно вредне карактеристике као грађевински материјал, чиме ограничава утицај грађевина и инфраструктуре на околину.

Као поуздан, универзалан, издржљив и свестран грађевински материјал који може да траје вековима, бетон може да допринесе еколошки сигурној будућности како за садашње, тако и за будуће генерације. Бетон има много тога да понуди. Као грађевински материјал, бетон може да опонаша традиционалне камене мотиве, а алтернативно може да се користи и за грађење модерних и савремених зграда. Бетон омогућава реализацију сложених и инспиративних пројеката по прихватљивој цени, без неоправданог оптерећивања животне средине. Управо је јединствена комбинација функционалних и естетских карактеристика учинила бетон примарним грађевинским материјалом широм света. Стога је бетон дубоко укоренен у нашем свакодневном животу.

Као одговорна индустрија, сектор бетона активно промовише циљеве одрживе градње како би се о томе развила јавна свест. Један од великих изазова нашег времена јесте одговорно коришћење материјала. Путем сталних истраживања и сарадње са релевантним институцијама, индустрија бетона унапређује његова својства, поготово у погледу чистије производње и нових и унапређених карактеристика бетона.

Одржива градња идентификована је од стране Европске комисије као једно од водећих тржишта. Стога је грађевински сектор посвећен унапређењу квалитета зграда за грађане Европе, али и за привреду, чиме ће се побољшати квалитет живота и услови рада, те умањити последице по животну средину. Индустрија бетона такође налази одговоре и на актуелну забринутост у последу климатских промена и енергетске ефикасности. Према Директиви о енергетској ефикасности зграда (2002/91/E3), „стамбени и терцијарни сектор, од којих већину чине зграде, одговоран је за више од 40% крајње потрошње енергије у Заједници и налази се у експанзији, што представља тренд који ће неминовно довести до повећања потрошње енергије, а тиме и емисије угљен-диоксида“.

Захваљујући својствима термичке масе, зграда од бетона троши од 5 до 15% мање енергије за загревање него еквивалентна зграда са лаком конструкцијом. Дуг век трајања зграде од бетона такође повећава и њену еколошку ефикасност.

Процена одрживости појединог пројекта представља сложен задатак. Кључ успеха лежи у томе да се развије „холистички приступ“ који узима у обзир сваки аспект конструкције и њене перформансе.

На пример, када је у питању изградња, а услед врло дугог животног века бетонских конструкција, њихова употребна фаза је далеко важнија од фазе њихове производње и коначног одлагања. Међутим, не занемарујући ова два последња аспекта (одељци 2 и 6), ова књига се фокусира на опште призната „три стуба“ одрживе изградње, тј. на њен друштвени (одељак 3), еколошки (одељак 4) и економски аспект (одељак 5) у употребној фази зграде.

Обраћајући се широкој публици, од професионалаца у области градње до наменских потрошача, ова књига наводи многе предности бетона и јединствени допринос који наша индустрија може да пружи у суочавању са предстојећим изазовима.

ПРЕДГОВОР

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Публикација је изворно написана и објављена 2007. године од стране Радне групе за животну средину „Betonikeskus ry“ у Финској, а под насловом „Environmental properties of concrete structures“ („Еколошке карактеристике бетонских конструкција“).

Захваљујемо се Летицији Девон (Laetitia Dévant) за њен рад на европеизацији ове књиге, Енглеском центру (English Centre) за превод овог дела, британској Федерацији за префабриковани бетон (British Precast), а посебно Мартину Кларку (Martin Clarke) и Криси Волтон (Chrissie Walton), Гилијан Бонд (Gillian Bond) и Брајану О’Мурху (Brian O’Murchu) за ревизије текста, као и Герту Јостенсу (Geert Joostens) за инспиративан и креативан дизајн.

Дугујемо захвалност и свим људима из Европске платформе за бетон ASBL који су својим доприносом омогућили овај пројекат.

БЕТОН У ГРАЂЕЊУ

1.1 ПОСТИЗАЊЕ ОДРЖИВЕ ГРАДЊЕ СА БЕТОНОМ

Бетон је есенцијални материјал чија се годишња потрошња на глобалном нивоу процењује на количину између 21 и 31 милијарде тона у 2006. години¹, чиме бетон постаје други материјал на планети по количини потрошње одмах после воде². Свет без бетона је готово незамислив!

Бетон се прави од крупних агрегата (шљунак или дробљени камен), ситних агрегата (песак), воде, цемента и хемијских додатака. Ови састојци су углавном локално доступни и практично их има у неограниченим количинама. Примарни материјали могу да се замене агрегатима направљеним од рециклираног бетона. Отпадни материјали из других индустрија могу се користити за производњу минералних додатака попут летећег пепела, шљаке и силикатне прашине.

Бетон је један од најодрживијих грађевинских материјала када се узму у обзир како енергија која се потроши током његове производње, тако и његова унутрашња својства током употребе. Сектори производње цемента и бетона улажу заједничке напоре како би стално смањивали њихов утицај на животну средину путем унапређених техника производње, иновација производа и кроз побољшање техничких карактеристика.

1.1.1 ПРЕДНОСТИ БЕТОНА У ОДРЖИВОЈ ГРАДЊИ

Одржива градња недавно је идентификована од стране Европске комисије као једно од водећих тржишта. Зграде имају највећи удео у укупној крајњој потрошњи енергије у ЕУ, чиме су одговорне за око 40% емисије гасова са ефектом стаклене баште током свог века трајања. Грађевински сектор може да смањи ову стопу захваљујући иновацијама и технологији.

Одрживи развој се углавном дефинише као „развој који задовољава потребе садашњице без угрожавања могућности будућих генерација да задовоље своје потребе“³. Такав развој укључује еколошке, економске и друштвене аспекте који се често називају „три стуба“ одрживости. Ова „три стуба“ добила су једнаку потврду на Конференцији Уједињених нација о животной средини и развоју (UNCED), одржаној у Рио де Жанеиру 3-14. јуна 1992. године.

Узимање у обзир сва три фактора, даје свеобухватнији приступ у

погледу ефикасности. Ова чињеница је управо пред разматрањем на европском нивоу од стране Техничке комисије ТС 350 Европске комисије за стандардизацију (CEN Technical Committee TC350), чији задатак се састоји у томе да озваничи пуну дефиницију одрживе градње укључујући друштвене и економске факторе као део стандардизоване европске методологије процене одрживости.

Изградњена средина је од виталног значаја за одрживо друштво будући да изградња, по дефиницији, укључује коришћење природних ресурса. Знање и свест током фазе градње, те ефикасно управљање енергијом током века трајања зграде, може донети знатну уштеду енергије као и смањење емисије угљен-диоксида, уз одржавање квалитета зграде и безбедности и комфора њених становника.

Циљ одрживе изградње лежи у „стварању и одговорном управљању здравог изградњеног окружења на основу принципа уштеде на ресурсима и еколошких принципа“⁴. Европски грађевински сектор развија стратегије у циљу ублажавања утицаја активности изградње на животну средину. У циљу успешности, сви који су укључени у ланац изградње морају да разумеју и примењују усвојени скуп принципа, како би овај сектор водили ка:

- унапређењу еколошких својстава производа и смањењу ризика по животну средину
- стварању користи за друштво у целини
- унапређењу безбедности људи
- припрему предстојећих правних прописа у области друштва, економије и животне средине
- већој одговорности према друштву
- ефикасним уштедама
- бољој слици о овом сектору.

Сектор производње бетона је стога изузетно укључен у овај изазов. Усвојен је свеобухватни начин размишљања у погледу животног циклуса бетона, а спроведени су и одрживи циљеви како би се побољшала трајност, безбедност и здравствени аспекти бетонске изградње. Такође постоји сагласност око ефикасне употребе сировина, очувања енергије у зградама и поступцима производње, промоције рециклаже и обезбеђивања безбедности на раду за запослене.

Поједина удружења, попут Британске федерације за префабриковани бетон (British Precast Concrete Federation)⁵, иницирала су повељу о одрживости која подстиче уговорне стране да унапреде њихове перформансе, уз све већу интеграцију одрживог начина размишљања у сваки аспект процеса производње.

1.1.2 ЕКОЛОШКИ ЕФИКАСНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

Приступ који узима у обзир животни циклус је стандардизована метода идентификације и процене утицаја грађевинских производа на животну средину током њиховог века трајања (вађења сировина, обраде, транспорта, коришћења и одржавања, те одлагања).

Постоји много начина за оптимизовање еколошке ефикасности и економије животног циклуса бетонских пројеката, као што су рециклажа или употреба индустријских нус-производа у процесу производње, или уз помоћ пројектних стратегија које користе термичка својства бетона. Зграде се такође могу пројектовати на такав начин да их је лако сервисирати и мењати.

А) ЗГРАДЕ

Бетон је признати грађевински материјал који се користи за грађење зграда широм Европе – географске области у којој је процењено да људи проводе више од 90% времена у затвореном простору⁶. Овај број наглашава значај зграда у свакодневном животу, као и велики значај који треба придати грађевинским материјалима при прављењу дуготрајних избора са далекосежним последицама.

На тржишту је доступан најшири спектар бетонских производа, а ови економични производи могу да се користе како би се свакодневни живот учинио здравијим, безбеднијим и удобнијим.

Најчешће употребе бетона у грађевинама обухватају следеће:

- међуспратне конструкције за приземље или више спратове
- рамовске конструкције (нпр. греде, стубови, плоче)
- спољашњи и унутрашњи зидови, укључујући панеле, блокове или декоративне елементе са читавом селекцијом боја и завршне обраде
- кровне плоче
- поплочавање башта (бетонске плоче или блокови, који су практично вечити у овој врсти употребе).

„Бетон нормалне запреминске масе“ се редовно користи у изградњи индустријских и комерцијалних објеката и у свим инфраструктурним пројектима. Ова врста бетона је јака и издржљива, отпорна на пожар и са добром звучном изолацијом те својствима апсорпције вибрација, али и са термичким својствима која представљају резултат „термичке масе“.

„Лаки бетон“ у облику бетонских блокова за зидање, углавном се користи у изградњи кућа и станова. Због њихових инхерентних својстава, бетонски блокови који се користе као преградни зидови обично не захтевају додатну звучну заштиту или заштиту од пожара.



Зграде са бетонском рамовском конструкцијом могу бити пројектоване са разноврсним изгледима како би се уклопиле у околину.

Уз дозволу компаније TORHO S.A. (Барселона, Шпанија). Фотографија: Фин Серк-Хансен (Fin Serck-Hanssen).

Б) ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ

Бетон је врло погодан за грађевинске конструкције, будући да је у стању да издржи влагу и променљиве временске услове, механичко хабање и цепање, као и високе температуре. Бетон такође апсорбује звук, смањује температурна колебања и пружа заштиту од различитих врста зрачења.

БЕТОН У ГРАЂЕЊУ

ЕКОЛОШКИ ЕФИКАСНА БЕТОНСКА КОНСТРУКЦИЈА...

...ЈЕСТЕ ОНА КОД КОЈЕ ЈЕ:

- укупан утицај на животну средину сведен на минимум током целог њеног животног циклуса
- конструкција пројектована и адекватно изградњена како би одговарала намени

...И ГДЕ БЕТОН КОРИСТИ:

- компонентне материјале који су произведени уз смањени утицај на животну средину
- цемент који је произведен уз помоћ модерних технологија производње, рециклираних сировина и алтернативних извора енергије
- оптималну количину цемента у циљу добијања захтеване чврстоће и трајности

⁵http://www.britishprecast.org/

⁶FRANCHI M., Towards Healthy Air Dwellings in Europe, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004 (ФРАНКИ М., Ка пребивалиштима са здравијим ваздухом у Европи, Извештај THADE, пројекат ЕФА (Европска федерација удружења пацијената са алергијским и другим болестима дисајних путева) 2002-2004, 2004).

¹WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Concrete Recycling – A Contribution to Sustainability, Draft version, 2008 (СВЕТСКИ ПОСЛОВНИ САВЕТ О ОДРЖИВОМ РАЗВОЈУ, Рециклирање бетона – допринос одрживости, радна верзија, 2008).

² ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and pre-stressed concrete, 08/07/2005

³ BRUNDTLAND G., Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, 1987 (БРУНТЛАНД Г., Наша заједничка будућност: Светска комисија за заштиту животне средине и развој, Oxford University Press, Оксфорд, 1987).

⁴ KIBERT C., First International Conference on Sustainable Construction, Tampa, 1994 (КИБЕРТ Ц., Прва међународна конференција о одрживој изградњи, Тампа, 1994).

БЕТОН У ГРАЂЕЊУ

Дејства климатских промена разликују се широм Европе. Све чешћа појава екстремних временских услова као што су поплаве, олује, екстремна врућина и суше, приписује се људским активно-стима⁷. Недавне поплаве у Великој Британији приписане су комбинацији zasiћености тла, поплочаним површинама и урбаном развоју у негодговарајућим областима. Постоје индикације да ће неки инфраструктурни објекти можда морати да се прилагоде како би могли да се супротставе претњама које долазе од нових услова животне средине. Бетон представља идеалан материјал који може да обезбеди толико потребну одбрану од поплава и растућег нивоа мора.

Својствена трајност и чврстоћа бетона могу се искористити у циљу заштите заједница од најгорих последица климатских промена. Изградња и подупирање брана у Њу Орлеансу, САД, представљају пример капацитета бетона као одбране од екстремних климатских догађаја. Његова отпорност на утицај плавлена представља главну предност при изградњи у подручјима која су склона поплавама. Одрживи дренажни системи попут водопропусних бетонских коловоза, умањују потенцијалне ефекте плавлена на новим и постојећим урбаним објектима, док у исто време штите и побољшавају квалитет подземних вода.



⁷ THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, Evidence of Human-caused Global Warming "Unequivocal" (МЕЂУВЛАДИН ПАНЕЛ О КЛИМАТКИМ ПРОМЕНАМА, „Несумњив“ доказ о човеку као узроку глобалног загревања)

⁸ THE EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Improving fire safety in tunnels: The concrete pavement solution, April 2004 (ЕВРОПСКА ПЛАТФОРМА ЗА БЕТОН, Унапређење безбедности од пожара у тунелима: решење бетонских застора, април 2004).



Бетонске заштитне ограде данас се користе на свим аутопутевима у Великој Британији. Пројектоване су тако да достигну експлоатациони век од 50 година без суштинског одржавања. Уз дозволу британског удружења Britrave.

Остале области примене бетона су:

- путеви, мостови, а у све већем броју случајева и заштитне ограде на путевима, као и тунели. Изградња коловозних конструкција од бетона пружа неколико предности, поготово када су у питању тунели у којима температура у случају пожара може да достигне изузетно висок ниво (више од 1000°C), те може да траје и сатима. Катастрофални пожар у тунелу Мон Блан (Mont-Blanc) који се догодио 1999. године у Француској, трајао је 53 сата са температуром од 1000°C, чиме је узроковао смрт 39 особа и штету на многим возилима. Бетон је погодан материјал за коловозне конструкције, будући да је негорив, не емитује штетне гасове током пожара и пружа максималну безбедност за људе, објекте и околину⁸.
- Електране, од којих многе користе и складиште опасна нуклеарна горива, готово у целисти су изграђене од бетона из безбедносних разлога.
- Други индустријски објекти опште намене као што су силоси, резервоари за складиштење и системи за третман воде, те ретенциони системи за површинско отицање воде.



Пример водоторња Силог (Sillogue), уз дозволу компаније P.H. Mc Carthy Engineers, Даблин, Ирска.

- Бетон се у огромним количинама користи на ветроелектранама као темељ за турбине, будући да бетон може да амортизује велика ексцентрична оптерећења и напоне и деформације које узрокују велике брзине ротације лопатица турбине на ветрењачама.



Префабриковани бетон често се користи за турбине ветрењача – његов висок степен отпорности на временске утицаје и својствена крутост омогућава стабилну и отпорну конструкцију која ствара електричну енергију, као обновљиви извор енергије. Уз дозволу удружења British Precast.

У пољопривреди се велике количине бетона користе за изградњу великих резервоара за складиштење животињског течног отпада, уз великодушну подршку Европског парламента, а у складу са „Планом контроле загађења фарми“.

1.1.3 ДЕКЛАРАЦИЈА ЕКОЛОШКИХ ПРОИЗВОДА⁹

Крајем деведесетих година прошлог века, и стручњаци и потрошачи у грађевинском сектору почели су да траже све више еколошких информација о грађевинским производима, као што су подаци о коришћењу природних сировина, потрошњи енергије и емисији штетних материја. Индустрија је дала одговор у виду декларације еколошких производа (EPD) што је био први покушај приказивања карактеристика производа на веродостојан и разумљив начин.

Као што је претходно споменуто, „три стуба“ одрживе изградње узета су у обзир при вредновању интегрисане процене битних перформанси објеката. Поред еколошког аспекта, у обзир се узета и друштвена одговорност (здравље, удобност, безбедност), као и аспекти економског раста (доступност, стабилна вредност током времена).

1.2 ЕСТЕТИКА И АРХИТЕКТУРА

У данашње време многе државне институције и мултинационалне корпорације захтевају објекте које ће представљати симбол корпоративног имиџа дате институције или компаније. Најчешће је управо бетон материјал избора, зато што он комбинује функционалност и практичност са савременим изгледом, уз могућност изражавања комплексних и динамичних форми. Бетон представља суштину трајности и задовољавајућих перформанси – то је материјал са неограниченим могућностима.

Бетон је материјал налик камену, који може да се угради у скоро сваки облик или форму. Широки спектар могућности бетона може се користити за формирање великих отворених простора, погодних за канцеларијски или стамбени простор. Грее и стубови могу да буду „екстра танки“ уз преднапрезање челичне арматуре. Бојене и површине са текстуром, могу се направити по врло конкурентним ценама.

Из перспективе пројектанта, бетон се може користити за креирање разних врста облика. Благо закривљене грађевине попут зграде Сиднејске опере, цркве Dives in Misericordia („Богата милосрђем“) у Риму, те цркве Свете породице (Sagrada Familia) у Барселони и Ле Корбизијеове капеле у Роншампу, одају суптилну, флексибилну страну бетона. Језик бетона може бити лирски или крут, а његова пластичност може да се користи као полазна тачка за графичке или скулптуралне теме. Калеидоскоп могућности је готово бескрајан.



Академски биомедицински кластер (Academic Biomedical Cluster) са Универзитета у Утрехту, Холандија, захтевао је скромну, интелигентну и одрживу грађевину, како би се оптимално искористила дубока локација окренута ка југу. Витка конструкција и застакљене фасаде (са око 430 окна) омогућиле су индиректни продор сунчеве светлости дубоко унутар објекта. Конструкција је видљива кроз читаву грађевину, док спаја јавне просторе на два доња нивоа са образовним капацитетима на три горња нивоа. Фотографија уз дозволу © Кристијана Рихтерса (Christian Richters); архитекта: компанија EEA architecten, Ерик ван Егерат (Erick van Egeraat).

БЕТОН У ГРАЂЕЊУ

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

БЕТОН У ГРАЂЕЊУ



Велики лук (La Grande Arche), Париз.
Архитекта: Јохан Ото фон Шпрекслен (Johann Otto von Spreckelsen);
систем градње: облагање мермером;
довршио Пол Андро (Paul Andreau).
Уз дозволу компаније Concrete Centre.



Светски трговински центар у Севиљи, Шпанија.
Уз дозволу удружења ANDECE.

Као функционални и економични материјал, бетон се углавном сакрива уз помоћ завршне обраде или се користи као темељ за потпору целој грађевини. Међутим, онедавно је бетон пронашао сопствену креативну форму, свој сопствени језик и моћ, као своју методу изражавања. Током осамдесетих година прошлог века инициране су многе новине у развоју бетона. Убрзо је сарадња између архитеката и технолога који се баве бетоном довела до унапређења техника за градњу и завршну обраду бетона. Након великог напретка и непрекидног успеха у развоју бетона као експресивног архитектонског материјала, сада је нагласак чврсто усмерен на унапређење питања економичности у погледу животног циклуса бетона, као и на смањење утицаја на животну средину.

Данас бетон више није ограничен на зграде и инфраструктуру. У комбинацији са уметничким, технолошким, пројектантским и производним вештинама, бетон је сада у моди и као материјал интеријера у кухињама, купатилима, итд., поготово зато што га је лако уградити и бојити, као и додати текстуру или урадити полирање. Развојни рад тренутно је усмерен на звучну изолацију, технологију влаге, утицај на животну средину, флексибилна конструкцијска решења и изглед/завршне радове.



Унутрашњост продавнице са бетонским стубовима и степеништем.
Уз дозволу компаније Concrete Centre.

Ради се и на развоју у области бојеног бетона, чиме се ствара већа слобода у области пројектовања заснована на технологији и софтверу. Разне врсте вентилисаних фасада такође се истражују као решења која дозвољавају неограничено пројектовање спојева и великих површина.



Графичке бетонске технике пружају додатни потенцијал у избору фасада.
Фасадни зид у Немачкој.
Ауторска права: Одељење маркетинга Betonmarketing Süd, 2004. године
(фотографија: Гвидо Ербринг (Guido Erbring)).

Стамбене зграде,
добитнице награда
за фасаде, уз дозволу
компаније Betonі, Финска.



2.1 ВАЂЕЊЕ И ПРЕРАДА ПРИМАРНИХ СИРОВИНА

2.1.1 ЦЕМЕНТ

Цемент је фино млевени, неметални и неоргански прах који, када се помеша са водом, формира пасту која везује и очвршћава. Најважнија употреба цемента је у производњи бетона, при чему делује као везиво које спаја друге састојке бетона. Обично чини око 12% укупне бетонске мешавине. Цемент је хидрауличко везиво, тј. очвршћава када се помеша са водом. Постоји 27 типова обичног цемента, које могу да се групишу у пет главних врста и три класе чврстоће: обичне чврстоће, високе чврстоће и врло високе чврстоће. Постоје и специјалне врсте цемента попут сулфатно отпорног цемента, цемента ниске топлоте хидратације и калцијум-алуминатни цемент. Индустрија цемента у 27 земаља чланица Европске уније, тренутно производи око 270 милиона тона цемента годишње.

Фабрике цемента су обично смештене поред каменолома који производе довољне количине сировина – основних састојака цемента (кречњак и глина).

Поступак производње цемента у суштини се састоји из две фазе. Прво, производи се клинкер од сировина уз помоћ сувог, мокрог, полу-сувог или полу-мокрог поступка у складу са стањем сировина. Током друге фазе, цемент се производи из цементног клинкера.

Током прве фазе процеса производње, сировине се испоручују у расутом стању, дробе се и хомогенизују у мешавину која се потом ставља у ротациону пећ – ротирајућу цев дужине од 60 до 90 м и са пречником око 6 м. Пећ се загрева уз помоћ унутрашњег пламена на око 2000°C. Пећ је благо нагнута како би омогућила да материјал полако напредује према другом крају, где се брзо хлади на температуру 100-200°C.

Цементни клинкер састоји се од четири основна оксида у одговарајућим сразмерама: калцијум оксид (65%), силицијум оксид (20%), алуминијум оксид (10%) и гвожђе оксид (5%). При мешању, а у циљу добијања „сировинског брашна“ или сировинског муља, ови састојци ће се спојити када се загреју на температури од око 1450°C. Тада се формирају нова једињења: силикати, алуминати и ферити калцијума. Хидрауличко очвршћавање цемента настаје због



хидратације ових једињења. Финални производ ове фазе зове се „клинкер“ који се чува у великим силосима.

Друга фаза одвија се у млину за цемент. Гипс (калцијум сулфати) и могући додатни минерални материјали (као што су згура, летећи пепео, природни пуцолани, итд.) или филери, додају се у клинкер. Сви састојци се мељу како би се добио фини и хомогени цементни прах који се чува у силосима пре него што се отпреми у расутом стању или у врећама.

Индустрија цемента улаже напоре како би повећала удео других састојака осим клинкера у цементу (просечни однос клинкер/цемент у ЕУ износи 0,8). Замена клинкера секундарним сировинама или нус-производима који се добијају из других индустрија (као што је гранулисана згура из челичне индустрије, летећи пепео из производње енергије сагоревањем угља и природни пуцолан или кречњак из каменолома), омогућава смањење емисије угљен-диоксида у зависности од удела ових материјала.

ЕКОЛОШКИ ПРОФИЛ ЦЕМЕНТА

Издувни гасови из цементне пећи долазе од физичких и хемијских реакција сировина и од сагоревања горива.

Главни састојци издувних гасова из цементне пећи су CO₂ (угљен-диоксид), NO_x (оксиди азота) и SO₂ (сумпор-диоксид).

Излазни гасови такође садрже и мале количине хлорида, прашина, флуорида, угљен-моноксида, те још мање количине органских једињења и тешких метала. Цементна прашина у издувним гасовима из цементних пећи уклања се уз помоћ филтера (углавном електрофилтера или врећастих филтера), а затим се враћа у поступак.

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

Фабрика Heidelberg Cement's Ketton, Рутланда,
Велика Британија – једна од најефикаснијих
фабрика цемента у Европи, која производи око 0,8
милиона тона цемента годишње. Уз дозволу фабрике
Heidelberg.



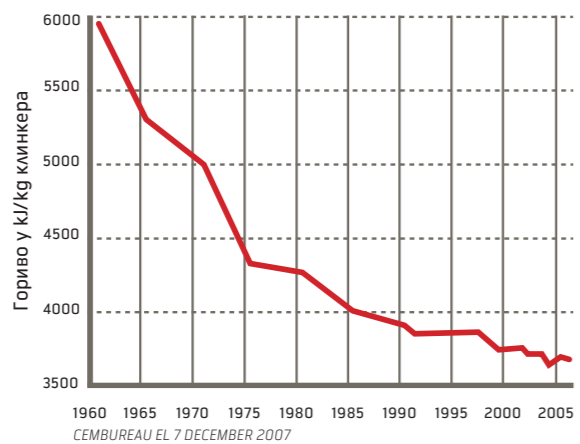
ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

Емисија угљен-диоксида настаје из сировина и из енергената. Емисија везана за сировине настаје током декарбонизације кречњака (CaCO₃) и чини око 60% од укупне емисије угљен-диоксида. Емисија која потиче из енергената ствара се како директно, путем сагоревања горива, тако и индиректно путем коришћења електричне енергије.

Током протеклих педесет година, потрошња енергената у индустрији цемента знатно је опала. Овај пад углавном се приписује побољшањима која су уведена на постројењима и у технолошким поступцима.

Већ неколико година, специфична потрошња горива као енергента за производњу клинкера остала је стабилна на нивоу од 3.500 -3.700 MJ/т клинкера. Свака тона цемента која се произведе захтева 60-130 кг мазута или еквивалентну количину другог горива у зависности од типа цемента и поступка који се користи. За сваку тону такође је потребно и око 110 kWh електричне енергије. Утрошена енергија представља више од 25% укупне цене производње у индустрији цемента и подлеже приличној неизвесности у погледу флукутирајућих цена енергената. Стога не изненађује чињеница да је европска индустрија цемента током последњих 40 година уложила знатне напоре да смањи потрошњу енергије. Уз помоћ технолошких измена и инвестиција, европска индустрија цемента значајно је умањила своје специфичне енергетске потребе (тј. енергију која је потребна за производњу једне тоне цемента).

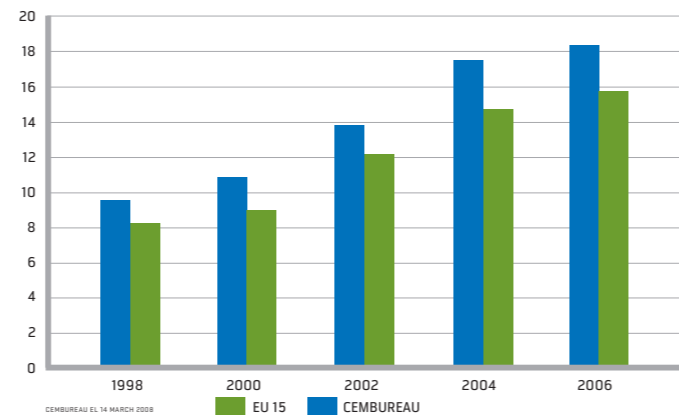
ИНДУСТРИЈА ЦЕМЕНТА У ЕУ (просек)



Производња цемента: графикон приказује смањење потрошње горива од 1960. до 2005. године (Европско удружење за цемент; CEMBUREAU).

Данас је индустрија цемента близу границе онога што може да се постигне путем оваквих техничких побољшања и рационализације. Независна студија коју је 1993. године наручила Европска комисија, проценила је потенцијал додатних побољшања на 2,2%. Подаци које је недавно објавила Иницијатива цементне индустрије за одрживи развој (Cement Sustainability Initiative; CSI)¹⁰, потврђују да постојеће технологије за производњу клинкера¹¹ не пружају даље потенцијале за значајнија побољшања у погледу енергетске ефикасности. Више информација о овом извештају може се наћи на интернет страници Светског пословног савета за одрживи развој (World Business Council for Sustainable Development (www.wbcsd.org)).

% АЛТЕРНАТИВНИХ ГОРИВА КОЈА СЕ КОРИСТЕ У ЦЕМЕНТОЈ ИНДУСТРИЈИ 1998-2006



Повећање за осам година коришћења алтернативних горива у индустрији цемента (CEMBUREAU)

Због тога је индустрија цемента посвећена коришћењу алтернативних горива. Пре свега, коришћење алтернативних горива у производњи цемента доприноси животnoj средини очувањем необновљивих фосилних горива као што су угља или нафта. Затим, алтернативна горива доприносе смањењу укупне емисије угљен-диоксида спречавајући спаљивање и одлагање отпада на депонију уз одговарајуће емисије гасова са ефектом стаклене баште и њихов утицај на животну средину.

Већ више од 20 година употреба алтернативних горива је добро доказана и установљена технологија у највећем делу европске индустрије цемента. У 2006. години, количина отпада који је коришћен као алтернативно гориво износила је око 7 милиона тона. Отпадни

УПОТРЕБА ОТПАДА И БИОМАСЕ УМЕСТО ФОСИЛНИХ ГОРИВА У ИНДУСТРИЈИ ЦЕМЕНТА СМАЊУЈЕ АПСОЛУТНЕ ВРЕДНОСТИ ЕМИСИЈА У ЕВРОПА



Алтернативна горива - до 2006 - ЈМС

материјали који се у индустрији цемента користе као алтернативно гориво укључују отпадне гуме, животињски отпад, отпадно уље и гориво из кућног отпада (RDF)¹².

2.1.2 АГРЕГАТИ

Сектор производње агрегата у Европи чини око 13.500 компанија са 28.000 локација, које производе 3 милијарде тона агрегата годишње. Европа обезбеђује више од 23% светске производње песка, шљунка и дробленог камена.

Попут сектора за производњу бетона, и локације за производњу агрегата смештене су у руралним срединама у којима је сигуран посао реткост. Сектор агрегата стога снабдева европско друштво не само крајњим производима, већ му помаже и путем улагања у локалне заједнице у којима послује, чиме доприноси развоју датих подручја.

Агрегати и материјали рециклирани од отпада од грађења и рушења, релативно су јефтини производи, а просечна удаљеност испоруке је мања од 39 км. У контексту животне средине и привреде, локална налазишта опслужују локална тржишта. Од свих минерала, агрегати су најдоступнији, најкоришћенији (по запремини и тонажи), али и најјефтинији.

Превоз представља велику ставку у крајњој цени агрегата, осим уколико се не ради о специјализованим агрегатима као што је, на пример, вредни високополиран камен, што је од суштинског значаја у

погледу отпорности на проклизавање на путевима, чиме се спасавају животи и смањује број незгода. У просеку се цена удвостручује ако је испорука у пречнику од око 40 км. Стога кључни критеријум



Слика лаких агрегата. Уз дозволу компаније Concrete Centre.

представљају локална налазишта. Агрегати су углавном потребни грађевинској индустрији и то у следећим уделима:

- 400 тона агрегата за просечну кућу
- 3.000 тона агрегата за школу
- 30.000 тона агрегата за 1 км аутопута
- 90.000 тона агрегата за 1 км брзих железничких пруга.

Једна од свакодневних опште признатих истина је да „Нема изградње без агрегата“. Грађевинска индустрија чини готово 11% бруто домаћег производа ЕУ, а индустрија агрегата је важан добављач грађевинске индустрије будући да се агрегати употребљавају у изградњи домова, пословних објеката, школа, болница и транспортних мрежа, као и за одсумпоравање гасова у електранама, одбрану од поплава и у геологији.

Како би се постигао одрживи ниво набавке, мора се водити рачуна о расположивости потенцијалних ресурса. Стога приступ не треба беспотребно забрањивати вештачким наметањем ограничења као што је еколошко мапирање, у случајевима када економске и социјалне потребе за минералима превагну над очигледним еколошким предностима невађења минерала. Таква ограничења би такође резултирала негативним еколошким утицајем који би настао повећаним саобраћајем. Због свега овога, потребан је холистички приступ и одржива политика планирања у погледу експлоатације минерала.

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

¹² За више информација, погледати публикацију у издању удружења CEMBUREAU: Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European cement industry (Одржива производња цемента. Копроецесиурање алтернативних горива и сировина у европској индустрији цемента) www.cembureau.eu.

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

А) ДОПРИНОС БИОДИВЕРЗИТЕТУ И МРЕЖИ ЗАШТИЋЕНИХ ПОДРУЧЈА НАТУРА 2000 (NATURA 2000)

У области заштите животне средине, индустрија агрегата признаје своју улогу у управљању земљиштем у припреми локација за еколошку, пољопривредну, рекреативну, пејзажну или неку другу врсту коришћења од стране заједнице, и то током и након експлоатације, а уз блиску сарадњу са локалним заједницама.

Са преко 28.000 локација широм Европе, европска индустрија агрегата је у јединственој позицији за давање значајног доприноса промоцији биодиверзитета, како током тако и након експлоатације, те да врати у првобитно стање локације на којима се вршило ископавање, а које представљају идеална места за бујање ретких биљака и осталог биљног света.

Вађење минерала, за разлику од других видова индустријских активности, укључује и привремено коришћење земљишта, па је стога обавеза компанија да радове обављају на професионалан и одржив начин. То обухвата поштовање земљишта, одговарајућу конзервацију станишта и наслеђа, као и посвећеност враћању ископа у стање у којем се може користити у комерцијалне или рекреативне сврхе. Због свега овога промоција биодиверзитета мора да буде централни фокус у пракси током оперативног рада и у фази затварања.

Агрегати се не могу водити без извесних последица по животну средину. Већ годинама компаније земаља чланица развијају еколошку свест и разумевање кроз праћење и ублажавање утицаја на животну средину. Овај процес компаније нису постигле саме, већ уз помоћ партнера као што су невладине организације (NGO).

Сарадња и партнерство са NGO пружа прилику за идентификацију, стварање и унапређење станишта и екосистема у оквиру којих многе компаније послују. NGO са својим све већим знањем и искуством могу да помогну при стварању одговарајућих станишта и екосистема који најбоље одговарају датим локацијама, док индустрија која врши експлоатацију може да обезбеди технологију, експертизу и посвећеност циљу да такве локације врати у првобитно стање.

Уз све већу свест о значају обнављања и биодиверзитета, Европска асоцијација за агрегате (UEPG) прикупила је бројне студије случајева који приказују значајна достигнућа у овој области¹³. Ова индустрија

тренутно ради на водичу за биодиверзитет како би помогла компанијама и подстакла их да и даље дају све већи допринос и подршку циљевима пројекта Натура 2000¹⁴ и обавезала се да доприноси очувању природе и биодиверзитета.

Међутим, начин на који се пројекат Натура 2000 спроводи у појединим државама чланицама ЕУ понекад није сасвим јасан и погрешно се сматра да су заштићена подручја у мрежи Натура 2000 „забрањене зоне“ обзиром да се под одређеним околностима могу дозволити активности неенергетским екстрактивним индустријама. Ово може имати значајан утицај на испоруку агрегатних ресурса који су потребни за изградњу битних грађевина и инфраструктуре.

Б) РЕЦИКЛАЖА

Индустрија агрегата започела је студију о рециклажи отпада од грађења и рушења, која даје преглед предности и изазова за ову индустрију. Следећи фактори имају утицаја на профитабилност рециклирања:

- недостатак налазишта природних материјала на тржишту
- знатне и сталне активности нискоградње и високоградње
- директна последица чинилаца примарних и секундарних активности
- подршка државним органима у набавци висококвалитетних производа
- порески систем прилагођен локалним условима.

Рециклирани агрегати имају имиџ пријатеља животне средине будући да доприносе очувању природних ресурса, смањењу одлагања на депоније и негативних утицаја саобраћаја. Међутим, њихова прихваћеност још увек је мала због опирања једног дела пројектаната и руководилаца, као и због недостатка подршке у сектору јавних набавки.

У целини гледано, сектор агрегата начинио је значајан напредак током година у погледу свог економског, еколошког и друштеног учинка, те сада постоји много јасније разумевање његових одрживих перформанси. Овај сектор може да искористи успешне иницијативе као што је партнерство са Међународном унијом за заштиту природе (IUCN)/мрежа Countdown 2010¹⁵ у циљу заустављања пропадања биодиверзитета, као и доприноса овог сектора индикаторима одрживог развоја ЕУ (SDI)¹⁶

2.1.3 ХЕМИЈСКИ ДОДАЦИ

Осим цемента, савремени бетон садржи и шљунак, песак, минералне додатке и ваздух, те један или више хемијских додатака. Додаци су хемијске супстанце које се додају бетону у врло малим количинама у циљу модификације својстава мешавине у свежем и/или очврслом стању. Обично се испоручују као водени раствори како би се омогућило прецизно додавање путем дозера. Данас се око 80% испорученог бетона и бетона за префабриковане бетонске производе модификује уз помоћ хемијских додатака за бетон.

Количина хемијских додатка који се додаје углавном је везана за садржај цемента и за већину додатака та количина варира од 0,2 до 2,0% по маси. У погледу активних хемикалија, тај износ је мањи од 0,15% код типичних бетонских мешавина. Чак и у овако малим количинама хемијски додаци имају снажан ефекат, јер модификују потребу за водом, реолошка својства, пумпабилност и време везивања бетона у свежем стању, као и специфична својства очврслог бетона попут његове чврстоће, отпорности на циклусе замрзавања и одмрзавања и соли за одмрзавање, отпорности на сулфате и друге параметре трајности.

Главне предности коришћења хемијских додатака у погледу одрживости су:

- оптималан састав мешавине – умањује постојећи угљен-диоксид, садржај воде и енергије тако што повећава ефикасност цементне компоненте
- повећана флуидност – умањује буку од вибрација и енергетске захтеве током уграђивања
- смањена пропустљивост – повећава век трајања бетона
- смањена могућност оштећења у оштрим условима окружења, укључујући морске услове, те ситуације са замрзавањем и одмрзавањем и ситуацијама када су температуре испод нуле
- унапређен квалитет – бољи завршни изглед и смањено поправљање током животног века.

У складу са стандардом EN 934-2, хемијски додаци бетону класификовани су у следеће категорије:

- редуктори воде/пластификатори
- високог степена редукције воде/суперпластификатори
- задрживачи воде

- аеранти
- убрзивачи везивања
- убрзивачи очврсћавања
- успоривачи везивања
- заптивачи.

Све друге варијанте хемијских додатака потпадају под специјалне категорије – њихове функције укључују инхибицију корозије, смањење скупљања, смањење алкало-силикатних реакција, побољшање обрадивости, атхезије, водонепропустљивости и бојења.

Од свих горе наведених додатака бетону, пластификатори и суперпластификатори су у најчешћој употреби, јер представљају око 80% потрошње додатака у Европи.

Уопштено гледано, хемијски додаци су прерађене органске хемијске супстанце и стога имају утицаја на животну средину. Поступак производње хемијских додатака предмет је еколошке евиденције чиме је омогућено да декларације еколошких производа покривају преко 80% производње хемијских додатака у Европској унији. Будући да је доза хемијских додатака врло мала, стварно директно повећање утицаја које хемијски додаци бетону укупно врше на животну средину изузетно је мало (мање од 1%), тако да сходно правилима из серије ISO 14000 тај утицај може да се занемари. Ипак, коришћењем хемијских додатака у циљу оптимизације састава мешавине, нето побољшање у погледу потрошње воде и потенцијала глобалног загревања од стране бетона, може бити у опсегу од 10 до 20%. Осим тога, поједини хемијски додаци добијају се из одрживих ресурса сирових материјала као што су кукуруз или дрво, а у овом другом случају хемијске супстанце се добијају из нус-производа добијених из производње целулозе, који су у прошлости сматрани отпадом који треба одложити на депонију.

Иако су сви хемијски додаци базирани на хемијским супстанцама, сами додаци су генерално гледано безопасни и безбедни за руковање и не захтевају етикете са ознаком опасности. Међутим, сви додаци се испоручују са безбедносним листовима у којима је детаљно наведено шта треба да се уради у случају контакта са њима, њиховог изливања или других инцидената.

Генерално, хемијски додаци се производе локално на подручју на којем ће бити коришћени, чиме се смањује утицај транспорта и

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

¹³ База података о биодиверзитету која садржи ове студије случајева, може се добити на интернет страници УЕПГ: www.uepg.eu

¹⁴ www.natura.org

¹⁵ http://www.countdown2010.net

¹⁶ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1998_66119021_1998_66292168&_dad=portal&_schema=PORTAL

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

обезбеђује локална запосленост. Све ово доприноси друштвено-економским аспектима одрживе изградње. Производња се одвија у фабрички контролисаним условима у судовима за мешање. У највећем броју случајева није потребно загревање, тако да су енергетски захтеви мали. Набавком сировина у расутом стању амбалажни отпад сведен је на минимум, док се вода за чишћење миксера обично може рециклирати, чиме је и отпад из читавог поступка сведен готово на нулу. Такође, допремањем производа до произвођача бетона цистерном у стационарне објекте за складиштење, паковање хемијских додатака сведено је на минимум. Већина испорука је такође оптимизована уз помоћ система испоруке по принципу допуњавања залиха више произвођача у једној тури транспорта.

Ригорозна испитивања су показала да се хемијски додаци везују у бетону и да се не излучују у околину у значајнијим количинама током животног века бетона. Коришћење хемијских додатака у бетону који је у контакту са пијаћом водом одобрено је након испитивања која показују да хемијски додаци не прелазе из бетона у воду чиме би је загадили или на њу утицали на други начин.

Испитивање хемијских додатака у сценарију истеклог века трајања, показало је да чак и у случајевима када се стари бетон издоби и као такав складишти, брзина излучивања хемијских додатака је толико мала да се хемијски додаци пре биоразградње него што уопште достигну значајнију концентрацију у природној средини испод ускладиштене залихе.

Хемијски додаци су од суштинског значаја за производњу трајног бетона. Бетонска мешавина која је оптимизована уз помоћ додатака генерално ће имати боље резултате од већине других грађевинских материјала у погледу утицаја на животну средину, трајност, отпорност на поплаве и пожаре, пригушивање буке и вибрација, те контролу температуре захваљујући термичкој маси и многим другим карактеристикама.

2.1.4 АРМИРАНИ БЕТОН

Армирани бетон је композитни материјал кога чине бетон и челик. И док бетон даје овом материјалу чврстоћу на притисак, челик му даје чврстоћу при затезању у виду уграђених арматурних шипки и мреже. Челична арматура игра кључну улогу у армиранобетонским конструкцијама, будући да обезбеђује дуктилно понашање (тј.

савитљивост) у случају земљотреса, на пример. Арматурне шипке су обично прављене од ребрастог угљеничног челика, при чему ребра омогућавају боље приањање бетона. Количина челика који се користи у армираним производима релативно је мала. Она варира од 1% у малим гредама и плочама, до 6% у неким стубовима у зависности од њихове сврхе и услова пројектовања.

Челик који се користи за армирани бетон као сировину користи 100% рециклиране челичне отпатке. На крају века трајања, целокупна челична арматура може да се поново искористи, рециклира и поново употреби. Енергетске вредности које садржи арматурни челик базиране су на енергији која је коришћена за његово топлење и обликовање, за разлику од вредности везаних за конструкциони челик који се углавном добија путем енергетски интензивних поступака из руде гвожђа. Потрошња енергије по тони арматурног челика износи мање од половине енергије која је потребна за конструкциони челик.

Бетон армиран челиком може да се користи за све врсте конструкција (мостове, аутопутеве, писте) и зграда. Ипак се највише користи за конструкције које носе велика оптерећења, попут темеља, темељних зидова и стубова. „Тело“ бетона изливено на лицу места и префабрикована „мускулатура“ од челичних арматурних шипки, заједно чине један од најиздржљивијих и најтрајнијих композитних материјала.

Три су карактеристике које помажу да челик и бетон заједно добро функционишу:

- Имају сличне коефицијенте термичког ширења. Стога ће армиранобетонска конструкција имати минималан унутрашњи напон као резултат диференцијалне експанзије или контракције два међусобно повезана материјала услед температурних промена.
- Када цементна паста унутар бетона очврсне, она се прилагођава површини челика дозвољавајући преношење сваког напона између различитих материјала.
- Алкално хемијско окружење које обезбеђује калцијум-карбонат (кречњак), доводи до стварања пасивног филма на површини челика, чиме га чини отпорнијим на корозију него што би то био случај у неутралним или киселим условима.

Употреба влакана за армирање представља привлачну алтернативу

арматурном челику¹⁷. Ова опција се појављује као врло одржива, будући да су композитни материјали од полимера ојачаних влакнима (FRP) која се праве од стакла, арамида и угљеника шест пута јачи од челика, тешки су тек једну петину челика, а уз то су и нерђајући и имају анти-магнетна својства. Ови материјали се користе за армирање делова инфраструктуре као што су бетонски мостови који кородирају и пропадају с временом и обично захтевају рано одржавање.

2.2 УПОТРЕБА СЕКУНДАРНИХ СИРОВИНА

2.2.1 МИНЕРАЛНИ ДОДАЦИ У БЕТОНУ

Нус-производи из других индустрија или процеса производње енергије, могу да се искористе као минерални додаци у производњи бетона. Летећи пепео, згура високе пећи и други минерални додаци могу да замене цемент у бетонској мешавини. Њихова предност је у уштеди енергије, побољшању квалитета бетонске мешавине и смањењу трошкова. Такође омогућавају учешће индустрије бетона у неопходном процесу управљања отпадом.

Летећи пепео је фини стакласти прах који настаје сагоревањем угља у електранама и који се одваја од гасова сагоревања путем електрофилтера. Летећи пепео у виду праха (Pulverised fly ash; PFA) може да служи као фини агрегат или замена за цемент, будући да омогућава да својства како свежег, тако и очврслог бетона буду контролисана.

Згура високе пећи настаје при топлењу гвожђа. Гранулисана згура из високих пећи (Ground blast furnace slag; GBBS) има латентна хидрауличка својства. Она донекле може да замени портланд цемент будући да се згура активира када се помеша са цементом и делује као део бетонског везива. За разлику од портланд цемента, згура не треба одвојено да се загрева. Такође је погодна за бетонирање великих конструкција јер смањује повећање температуре бетона у поређењу са случајевима када се користи само цемент.

Силикатна прашина (силицијум-диоксид) је финозрни пуцолан. То је нус-производ који настаје у производњи метала силицијума или легура феросилицијума. Захваљујући својим хемијским и физичким својствима, у питању је врло реактиван пуцолан. Он знатно повећава чврстоћу и трајност бетона, као и његову густину, те отпорност на хемикалије и влагу.

Стандарди за бетон ограничавају укупну количину минералних додатака који смеју да се користе. Током последњих десет година спроведено је неколико студија како би се утврдило да ли је могуће повећати количину минералних додатака у односу на границе које постављају стандарди за бетон, али тако да то не утиче на квалитет бетона. Предности коришћења већих количина минералних додатака су очигледне: додатно би се смањила количина енергије и примарних сировина које се користе у производњи бетона.

Када се упореди еколошко оптерећење бетона, у обзир се морају узети чврстоћа и трајност бетона, будући да се његова чврстоћа развија спорије, а трајност му је смањена са повећањем количине минералних додатака.

2.2.2 РЕЦИКЛИРАНИ АГРЕГАТИ

Бетон се може правити и од других материјала уместо природних агрегата. На пример, од дробљеног бетона. Али пре свега, морају се одстранити челичне арматуре и нечистоће попут изолација, а бетон мора бити темељно издробљен. Баш као и природни агрегати, дробљени бетон мора да буде гранулисан по квалитету. Неких 20-30% укупног агрегата може да буде замењено дробљеним бетоном доброг квалитета.

Ломљено стакло и опека такође се могу користити у бетону, али због слабије чврстоће и трајности, погоднији су за унутрашњу употребу. Отпадне стене из рудника такође могу да се користе као агрегати.

2.3 ПОСТУПАК ПРОИЗВОДЊЕ

Различити кораци у производњи бетона су пријем и складиштење сировина, загревање агрегата и воде ако је то потребно, мерење састојака, мешање цемента и воде, подешавање конзистенције мешавине и контрола њеног квалитета. Данас је то у потпуности аутоматизован поступак који не узрокује опасне емисије гасова.

Бетон се производи према унапред одређеним односима (кг/м³ бетона) или према „мешавини“. Својства свежег и очврслог бетона зависе од релативне запремине састојака бетона. Састојци (вода, агрегат, цемент и минерални додаци) се мере пре него што се ставе у мешалицу, у којој се мешају од 60 до 90 секунди.

Фабрике бетона, њихова опрема и поступци производње варирају

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

¹⁷ http://www.eurofer.org

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

2.3.2 ТРАНСПОРТ

Кључни принцип одрживости лежи у томе да производ треба користити што је ближе могуће месту његове производње. Разлог није само у смањењу потреба за превозом и са тиме повезаним еколошким, економским и социјалним утицајима, већ и због подршке локалној привреди и друштву, као и у циљу превенције премештања еколошких последица производње на неку другу локацију са мање строгим законским условима у погледу заштите животне средине и друштва.

Транспорт представља битну фазу у производњи бетона, али и круцијалну фазу зато што бетон током транспорта може да изгуби нека од својих својстава. Приликом мешања бетона, посебно се води рачуна о његовој хомогености како би остао у истом стању током транспорта до коначног одредишта. Мешалица на камиону одржава течно стање бетона окретањем бубња све до испоруке.

Бетон за испоруку је свеж производ који мора да се угради у року од 30 минута по доспећу на градилиште. Време транспорта је такође врло ограничено и износи један сат и 30 минута.

Индустрија бетона је свесна чињенице да је друмски превоз опција у којој је највећа емисија угљеника. Стога се за дужа путовања користе алтернативне методе превоза, као што су железница и бродови.

2.4 ДРУШТВЕНИ АСПЕКТИ ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА

2.4.1 УПРАВЉАЊЕ БЕЗБЕДНОШЋУ ПУТЕМ ДРУШТВЕНО ОДГОВОРНОГ ПОСЛОВАЊА

Протеклих година пажња је била усмерена на еколошке аспекте када се говорило о питању одрживог развоја и изградње. Чак и тада, мерилима која су била коришћена за мерење еколошких својстава често је недостајала научна прецизност. На пример, процена трајања животног циклуса од „60 година“ за зграде користила се на штету бетонских конструкција које обично трају и по 150 година, а у појединим случајевима и неодређено дуго. На тај начин су друштвени и економски аспекти одрживости готово игнорисани, што је довело до искривљене радне дефиниције одрживости.

Како би била успешна у пословању, компанија треба да узме у обзир целокупан оквир унутар којег послује: своје потрошаче, запослене,

акционаре, локалне заједнице и друге заинтересоване стране. Укупне предности од комерцијалних активности у великој мери су повезане са добробити запослених, а поготово са њиховим здрављем и безбедношћу на радном месту. Када се несрећа догоди, већ је касно за предузимање противмера.

Индустрија бетона одувек је придавала важност добробити својих запослених. Недавно су уложени додатни напори у циљу унапређења здравља и безбедности. У савременим постројењима за производњу цемента и бетона широм Европе умногоме је смањен ризик по запослене и по раднике на градилиштима.

На пример, неки од партнера Европске платформе за бетон (BIBM, CEMBUREAU, и UEPG) учествовали су у мулти-секторском социјалном дијалогу о респирабилном кристалном силицијум-диоксиду (SiO₂), коју је промовисала Европска комисија. Релевантни сектори су постигли договор 2006. године везано за смањење изложености радника кристалној силикатној прашици у поступку производње (NEPSI)¹⁸. Овај договор има за циљ заштиту здравља појединаца у случајевима изложености удисању кристалног силицијум диоксида на радном месту, чиме се изложеност спречава и смањује путем примене добрих пракси.

Европска индустрија бетона заузела је проактиван став и издаје практичан билтен о безбедности за добављаче бетона. На пример, овај билтен наводи здравствене ризике мокрих бетона, који настају услед њихове алкалности. Потребно је носити специјалну заштитну одећу како би се спречио стални контакт коже са свежим мокрим бетоном.

Ова индустрија улаже огромне напоре у смањење буке која настаје услед њених активности, као и у ублажавање њених утицаја на раднике. У многим новијим фабрикама, инсталиране су тише машине. На пример, најновије машине за изливање шупљих плоча користе збијање смицањем уместо збијања вибрирањем, због нижег степена буке и већег квалитета производа. Но, у неким ситуацијама производња бетона ипак може да изазове буку од преко 85 dB, а на неким радним местима бука може да пређе и ниво од 100 dB. Коришћење заштите за уши стога је од суштинске важности унутар фабрика, а послодавци треба да се постарају за то да сви запослени буду свесни овог правила.



Када се бетон уграђује, он се обично збија вибрирањем. Штетан утицај вибрација на руке смањује се употребом механизованих метода вибрирања. Путем иновација у развоју као што је самозбијајући бетон (self-compacting concrete, SCC), индустрија бетона наставља са покушајима ограничења ових здравствених ризика. Самозбијајући бетон се уграђује без потребе за збијањем уз помоћ превибратора, који може да изазове болно стање познато као „бели прст“¹⁹. Самозбијајући бетон се производи уз помоћ „суперпластификатора“ и повећањем количине ситних честица у бетону.



Самозбијајући бетон је изузетно течан. Нису му потребне вибрације за сабијање и лакше га је уградити, што је боље за здравље радника и њихову безбедност, а и штеди се на времену. Уз дозволу компаније VFBN.

Још један новитет представља употреба уља за подмазивање оплата базираних на биљном уљу. Као биоразградива и нетоксична уља, безбеднија су и одрживија од стандардних минералних уља која нису биоразградива и могу да садрже токсичне компоненте које су потенцијално штетне за људско здравље (поготово за плућа и иритацију коже), као и за животну средину.

ПРОЦЕС ПРОИЗВОДЊЕ БЕТОНА И ПРОИЗВОДА ОД БЕТОНА

¹⁹ Бели прсти изазвани вибрацијама: повреда изазвана сталном употребом вибрационе ручне машинерије, која може да утиче на нерве, зглобове, мишиће, крвне судове или везивна ткива руку и подлактица.

ЛУКСУЗ БЕЗБЕДНЕ, ЗДРАВЕ И УДОБНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

3.1 НАЈБОЉИ ИЗБОР ЗА ТОПЛОТНИ КОМФОР²⁰

На употребу енергије у зградама одлази значајан део укупне крајње потрошње енергије у Европи (40%). То је више и од потрошње у секторима транспорта или индустрије, који су други односно трећи највећи потрошачи. „Две трећине енергије у зградама у Европи троше домаћинства; њихова потрошња расте из године у годину, будући да се растући животни стандард огледа у све већем коришћењу клима-уређаја и грејних система.“²¹

Термичка маса бетона може да се искористи у циљу онемогућавања или смањења температурних колебања у згради, као и у циљу искорењивања потребе за системима за климатизацију који троше огромне количине енергије.

Бетонски зидови и таванице су ефикасни у акумулирању топлоте, јер апсорбују слободну топлоту сунца током дана, а ослобађају је током ноћи. Бетон акумулира топлоту и током зиме, а хлади зграде током лета, чиме се ствара оптимална удобност за становнике зграда. Тешки бетони обезбеђују највеће количине термичке масе.

Резултати истраживања показују да зграде са високим нивоима термичке масе, пасивним соларним карактеристикама и ефикасном контролом вентилације имају изузетно добар учинак у погледу енергетске ефикасности²².

Ефекти термичке масе бетона²³:

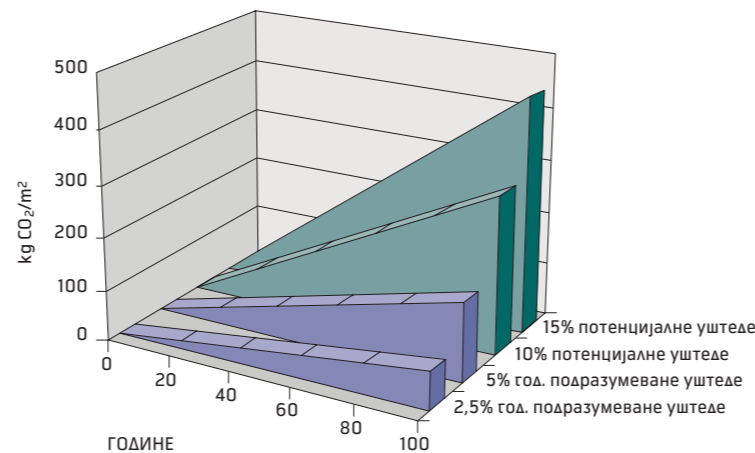
- оптимизује предности сунчеве енергије, чиме се смањује потреба за горивом за грејање
- смањује потрошњу енергије за грејање за 2-15%
- ублажава флукуације унутрашње температуре
- одлаже достизање највише температурне вредности у канцеларијама и другим комерцијалним зградама, док корисници истих не оду
- смањује највише температурне вредности и може да учини климатизовање просторија непотребним
- може да се користи уз вентилацију током ноћи како би се елиминисала потреба за хлађењем током дана
- у комбинацији са клима-уређајима, може да смањи потрошњу енергије за хлађење и до 50%
- може да смањи енергетске трошкове зграда

• омогућава најбоље коришћење нискотемпературних извора грејања, као што су геотермалне топлотне пумпе

• смањење потрошње енергије како за грејање, тако и за хлађење, смањује и емисије угљен-диоксида

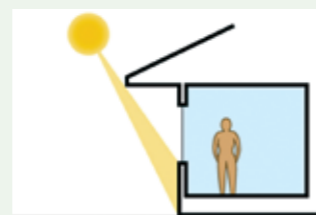
• помоћи ће најсавременијим зградама у погледу климатских промена.

УШТЕДА CO₂ на годишњем нивоу



Дуготрајне последице малих годишњих побољшања у уштеди енергије. Напомена: подразумеване уштеде аутоматски долазе са зградама од тешког бетона. Потенцијалне уштеде добијају се уколико су зграде и инсталације посебно пројектоване у циљу максималне енергетске ефикасности.

ТЕРМИЧКА МАСА ТОКОМ ЛЕТА



ДАН

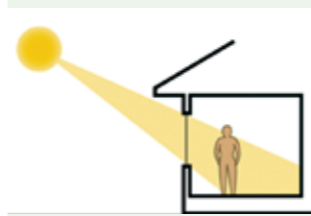
Током врућих дана, прозори су затворени како би се врућ ваздух задржао напољу, а затамњивање треба да буде подешено тако да минимизује продор светла. Хлађење се добија од термалне масе. Ако су температуре мање од екстремних, прозори могу да се отворе ради вентилације.



НОЋ

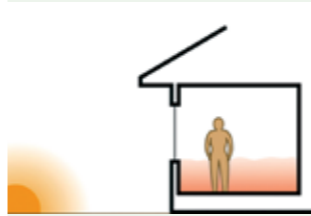
Ако је дан био врео, отварају се прозори како би се обезбедило ноћно хлађење термалне масе.

ТЕРМИЧКА МАСА ТОКОМ ГРЕЈНЕ СЕЗОНЕ



10:00 – 17:00

Сунчева светлост улази кроз прозоре окренуте ка југу и удара на термалну масу. Ово загрева и ваздух и термалну масу. Током највећег броја сунчаних дана, сунчева топлота може да помогне у одржавању удобности од јутра до касног поподнева.



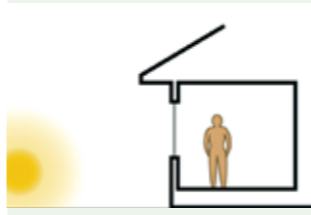
17:00 – 23:00

По заласку сунца, знатна количина топлоте је акумулирана у термалној маси. Она се потом полако отпушта, чиме помаже одржавању удобних услова у вечерњим сатима.



23:00 – 07:00

Грејање се подешава тако да је потребан само минимум додатног загревања. Добра заптивеност и изолација минимизују губитак топлоте.



07:00 – 10:00

Рано јутро је најтеже доба дана у којем пасивна соларна топлота може да одржава удобност. Термална маса је до тада већ отпустила највећи део топлоте, па је потребно додатно загревање. Ипак, добра заптивеност и изолација помажу у свођењу ове потребе на најмању меру.

Подно грејање најбоље функционише када се инсталира у бетонску конструкцију, при чему се грејна енергија акумулира у конструкцији. Потом се равномерно отпушта у ваздух унутар просторије. Са подним грејањем инсталираним у бетонске плоче, највећи део енергије потребне за грејање и топлу воду може да се добије преко ноћне струје, која је обично много јефтинија него дневна.

3.2 ВИСОКИ КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА У ЗАТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ

Питање квалитета ваздуха у затвореном простору једно је од главних питања здравља за многе грађане Европе, будући да исти може да

доведе до озбиљних здравствених проблема, укључујући болести респираторних органа као што су астма и рак плућа. По увиђању да Европљани велики део времена проводе у затвореном простору, законодавци траже начине за побољшање квалитета ваздуха у затвореном простору, чему су дали приоритет.

Читав низ фактора може да допринесе лошем квалитету ваздуха у затвореном простору: дивански дим, висок ниво лако испарљивих органских једињења (VOC), мириси производа који се користе за чишћење, личну негу или хобије, те сагоревање нафте, гаса, керозина, угља, дрвета, итд.

Бетон садржи ниске или занемарљиве нивое VOC, једињења која умањују квалитет ваздуха у затвореним просторима. VOC углавном испаравају (у виду гаса) из нових грађевинских производа.

Полирани бетонски подови су поготово хемијски неактивни и више су хигијенски од других врста завршних подних обрада. Бетонски подови неће бити скровиште алергена које производе гриње, нити ће бити погодно тле за буђ или штетне VOC. Изложени бетонски зидови не захтевају материјале за завршну обраду.

Додатне мере могу да смање ниво VOC у бетонским конструкцијама, као што је коришћење материјала са ниским степеном VOC за средства намењена лакшем вађењу бетона из оплате, затим за једињења за негу бетона, материјале за отпорност на влагу, премазе и прајмере за зидове и подове, заптивне мембране и водоизолационе материјале.

Бетон промовише здравији ваздух у затвореним просторима, будући да је у питању инертан материјал који не захтева средства за конзервацију на бази лако испарљивих органских једињења. Он је природно водоотпоран, а отпоран је и на пожар, те му нису потребне специјалне облоге или премази.

3.2.1 БЕТОН КАО ВАЗДУШНА БАРИЈЕРА

Бетон је такође и ефикасна ваздушна баријера. Он споро апсорбује релативно мале количине влаге, али при том не пропада нити трули услед апсорпције влаге. Бетон не само да задржава своју конструкцијску стабилност када је изложен влази, већ може и да достигне највеће чврстоће када се на дуже време потопи у воду. Водопропустљивост бетона ограничава количину влаге која може да уђе у зграду или зид путем инфилтрације, чиме се обезбеђују бољи услови за грејање,

ЛУКСУЗ БЕЗБЕДНЕ, ЗДРАВЕ И УДОБНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

²⁰ За више информација, погледати публикације Европске платформе за бетон: Concrete for energy-efficient buildings. The benefits of thermal mass (Бетон за енергетски ефикасне зграде. Предности термичке масе), април 2007.

²¹ http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf

²² 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, ARUP Report, Energy and Buildings 40 (Хакер Ј.Н. и сарадници, Укупна и оперативна емисија угљен-диоксида у домаћинствима: студија случаја о ефектима термалне масе и климатских промена, Извештај АРУП-а, Енергија и зграде 40), стр. 375-384, 2008.

²³ TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Thermal mass of buildings – Summary of research reports and results, Report 174, 2003 (УНИВЕРЗИТЕТ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ТАМПЕРЕУ, Термална маса зграда – кратак приказ извештаја и резултата истраживања, Извештај 174, 2003). За више информација: KALEMA T. ET AL., Nordic Thermal mass – Effect on Energy and Indoor Climate, Report 184, Tampere University of Technology, Tampere, 2006 (КАЛЕМА Т. и сарадници, Нордијска термална маса – утицаји на енергију и климу у затвореном простору, Извештај 184, Универзитет технологије у Тампереу, Тампере, 2006).

ЛУКСУЗ БЕЗБЕДНЕ, ЗДРАВЕ И УДОБНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

вентилацију и системе клима-уређаја, што доприноси побољшању квалитета ваздуха у затвореним просторијама.

У случају изненадног продора влаге, попут поплаве, обично је довољно осушити зграду без потребе да се зграда руши или реконструише. Алтернативни материјали као што су дрвене облоге или друге дрвене компоненте које се сквасе, готово увек морају да се замене.

Штета од влаге и буђи у зградама прилично је честа. Вероватноћа штете нанете влагом прогресивно се повећава са влажношћу ваздуха у затвореним просторијама, што обично настаје услед низа фактора који се односе на активности и навике корисника. Уређаји на гас као и недовољно одржавање, неки су од уобичајених узрока штете настале влагом.

3.3 БЕТОН ЗА ОТПОРНЕ, БЕЗБЕДНЕ И СИГУРНЕ ЗГРАДЕ

3.3.1 ЧВРСТОЋА И КОНСТРУКЦИЈСКА СТАБИЛНОСТ БЕТОНА

Висока чврстоћа при притиску представља посебну карактеристику бетона. Чврстоћа се бира у складу са намераваном употребом и зависи од рецептуре мешавине, нарочито од односа воде и цемента. Са развојем знања и технологије материјала, могуће је повећати чврстоћу при притиску бетона. Просечна чврстоћа при затезању код бетона мале чврстоће износи око 10% од чврстоће на притисак, а код бетона веће чврстоће – око 6%.

Употребом бетона високе чврстоће (преко 60 МПа), димензије конструкцијских елемената могу да се смање. У оквиру „пројекта развоја бетона високе чврстоће“, процењено је да удвостручавање чврстоће стубова смањује однос коштања/носивости за око 25%. Овако велики проценат је последица смањења потрошње материјала, тако да када је у питању утицај на животну средину, свакако је повољно употребити бетон високе чврстоће. Осим тога, додатна предност му је у томе што продужава употребни век конструкције.

3.3.2 ОБЕЗБЕЂИВАЊЕ ПРИРОДНЕ ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ ОД ПОЖАРА²⁴

Пожар је брза, прогресивна хемијска реакција која ослобађа топлоту и светлост. У присуству варнице или топлотног извора, запаљиве супстанце могу да горе у присуству кисеоника. Одличне и доказане карактеристике бетона у погледу отпорности на пожар, штите људске животе, имовину и животну средину у случају пожара.

Бетон нуди конкретна решења за све циљеве заштите од пожара који су постављени у европском законодавству, при чему корист имају сви од корисника објеката, њихових власника, компанија, становника, осигуравача, законодаваца и ватрогасаца. Било да се користи за стамбене зграде, индустријска складишта или тунеле, бетон може да се пројектује и спецификује тако да остане јак и отпоран чак и у најекстремнијим случајевима пожара.

Свакодневни примери и међународна статистика пружају многобројне доказе о својствима бетона у погледу заштите од пожара. Бетон постаје материјал избора за власнике зграда, осигураваче и законодавце, који све више захтевају његову употребу уместо других грађевинских материјала, будући да бетон има супериорне перформансе по свим критеријумима релевантним за заштиту од пожара, уз лакоћу руковања и економичност.

УПОТРЕБА БЕТОНА У ЗГРАДАМА И ДРУГИМ ГРАЂЕВИНАМА ПРУЖА ИЗУЗЕТАН СТЕПЕН ЗАШТИТЕ И БЕЗБЕДНОСТИ У СЛУЧАЈУ ПОЖАРА:

- Бетон не гори и не доприноси ширењу пламена
- Бетон има висок степен отпорности на пламен и зауставља ширење пожара
- Бетон представља ефикасан штит од ватре, чиме обезбеђује безбедну евакуацију људи и заштиту за ватрогасце
- Бетон не ствара било какав дим или токсичне гасове, чиме помаже у смањењу ризика по људе
- Из бетона не цуре никакве отопљене честице које би могле да рашире пожар
- Бетон ограничава ширење пламена, чиме умањује ризик по загађење околине
- Бетон сам по себи већ поседује заштиту од пожара, па обично нема потребе за додатним мерама
- Бетон је отпоран на екстремне пожарне ситуације, чиме постаје идеалан за просторије за складиштење са високим пожарним оптерећењем
- Робустност бетона током пожара омогућава гашење ватре и смањује ризик од лома конструкције
- Бетон је лако поправити након пожара, чиме помаже компанијама да се брже опораве од оваквог догађаја
- На бетон не утиче вода која се користи у сузбијању пламена
- Бетонске конструкције остају у добром стању и поред екстремних пожарних ситуација које се могу сусрести у тунелима.

3.3.3 ОТПОРНОСТ НА ЕКСТРЕМНЕ СПОЉАШЊЕ УТИЦАЈЕ

Бетон има способност апсорбовања енергије од удара. Безбедност је друго име бетона. Бетон широко покрива све што је прописано прописима као што је Eurocode 2²⁵, који даје одредбе за пројектовање бетонских конструкција зграда.

Доказ отпорности бетона огледа се и у чињеници да бетон може да издржи пробијања, избијања и масивне ударе, чак и од млазних авиона. Баријере за одвајање саобраћаја праве се од префабрикованог бетона, и способне су да апсорбују ударе од возила и успоравају их.

Бетонске баријере обезбеђују следеће кључне предности у погледу одрживости²⁶:

- 80% мање емисија угљен-диоксида (у процесу производње) од конкурентних система
- минималан утрошак материјала и отпада
- не загађују околину током експлоатације
- могу у потпуности да се рециклирају
- готово да не захтевају никакво одржавање током 50 година употребног века
- смањују загушења у саобраћају и са њима повезане емисије гасова
- унапређују безбедност корисника путева и радника.

Бетонске конструкције су очигледно у предности када се ради о зградама или инфраструктури којима прети опасност од експлозија бомби или хемијских експлозија.

3.4 ПРИРОДНА ЗВУЧНА ИЗОЛАЦИЈА И ЗАШТИТА ОД ВИБРАЦИЈА

Још једна предност „масивног“ бетона јесте његова способност да амортизује вибрације и смањи преношење звука. Тиха удобност коју захтевају данашњи власници кућа и станова, може се реализовати путем бетона чак и када се зграде налазе близу извора буке као што су путеви, железничке пруге или аеродроми.

Широм Европе постоје правила која регулишу услове за звучну изолацију која се преноси ваздухом (нпр. гласан говор) и од ударних звукова (нпр. корачање), поготово у стамбеним зградама. Изолација од звука који се преноси ваздухом зависи од масе и крутости конструкције, па је тако бетонска конструкција најбољи начин за гарантовање добре звучне изолације.

У циљу постизања ефикасне изолације од звука који се преноси ваздухом, важно је да спојеве у конструкцији буду добро заптивени, те да звуци не могу да се пробију кроз цеви, отворе или кроз спојнице. Чак и мали отвори у конструкцији могу умногоме да угрозе звучну изолацију. У том смислу, адекватно изграђена масивна конструкција је поузданија од лаких конструкција које саме по себи немају добре карактеристике у погледу амортизације звука, а по својој природи имају тенденцију ка шупљинама у конструкцији. Таваница од ошупљене плоче дебљине 250–300 мм и зидови дебљине 180 мм, обезбедиће довољну изолацију у готово свим случајевима.

Завршна обрада таваница има велики утицај на конструкцијску отпорност, односно на отпорност на утицаје звука. Стандардна бетонска плоча in situ, дебљине 250 мм, задовољава већину европских прописа који генерално захтевају степен редуковања звука од 53 dB (европски услови). Исто тако, ошупљене плоче са тежином од најмање 500 кг/м² са меким подним покривкама или подним облогама од композитног дрвета, такође ће задовољити европске услове.

Са становишта акустике и задовољства корисника простора, пливајући бетонски под представља најбољу алтернативу. Бетонске таванице су ефикасно решење за непријатне звуке ниских фреквенција. Код олакшаних међуспратних конструкција, звуци ниских фреквенција који долазе од корачања, на пример, могу да узнемирују становнике, чак иако су задовољени стандарди звучне изолације.

Бетонски зидови се користе као ефикасна звучна баријера, поготово када је у питању саобраћај. Као пластичан материјал, бетон може лако да се обликује у оптималну форму за пригушивање звукова. Исто тако, површина може да буде глатка како би рефлектовала звук, или избраздана ако рефлексију звука треба смањити.



ЛУКСУЗ БЕЗБЕДНЕ, ЗДРАВЕ И УДОБНЕ БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

²⁴ За више информација, погледајте публикације Европске платформе за бетон: Comprehensive fire protection and safety with concrete (Свеобухватна пожарна заштита и безбедност са бетоном) и Improving fire safety in tunnels. The concrete pavement solution (Унапређење безбедности од пожара у тунелима. Решење бетонских застора)

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

²⁶ Удружење BRITPAVE, Sustainability Benefits of Concrete Step Barriers (Предности бетонских баријера у погледу одрживости), <http://www.concretebarrier.org.uk/>

ЕКОЛОШКА СВОЈСТВА БЕТОНСКИХ ЗГРАДА У УПОТРЕБИ (ЕКСПЛОАТАЦИЈИ)

4.1 УТИЦАЈ БЕТОНСКИХ ЗГРАДА ТОКОМ ЧИТАВОГ ЊИХОВОГ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА

Анализа животног циклуса (Life-cycle analysis; LCA) врши процену утицаја на животну средину неке конструкције почев од њеног настанка па све до рушења: експлоатација сировина, производња материјала, изградња, употреба, одржавање, рушење и рециклирање. Овај холистички приступ мора да буде узет у обзир при процени утицаја неке конструкције на животну средину.

Бетон има врло добар учинак када се направе прецизна и холистичка поређења са другим грађевинским материјалима. На пример, у области енергетске ефикасности, уштеде енергије бетонских конструкција (5-15%) током употребне/оперативне фазе лако компензују количину енергије која је потрошена при њиховој производњи и уградњи (4-5%).

Обично се 80-90% енергије која је употребљена током животног циклуса зграде, потроши током њене употребне фазе. Стога се највећи потенцијал уштеде енергије налази управо у овој фази животног циклуса. Чак до 30-45 МТ угљен-диоксида годишње²⁷ може се уштедети до 2010. године уз јачу примену стандарда на нове и реновиране зграде. Стога, како бисмо уштедели енергију и CO₂, морамо превасходно да се сконцентришемо на употребну фазу.

Неких 10-20% енергије потроши се током фазе изградње. У фазама вађења сировина и рушења потроши се веома мало енергије, највише неколико процената. Однос потрошње енергије између фаза изградње и употребе зависи од дужине трајања периода испитивања (обично 50-100 година). Бетонске конструкције имају дуг употребни век баш зато што су изузетно трајне.

Утицај бетона на животну средину у будућности



Утицај бетона на животну средину у Великој Британији. Уз дозволу компаније Concrete Centre.

Улажу се напори у смањење потрошње енергије за грејање током употребе зграда. Неке од земаља чланица ЕУ постепено, у интервалима, имплементирају све строжија правила у погледу топлотне изолације, а ови напори већ дају резултате. На пример, у Великој Британији је кућа саграђена 2007. године већ за 40% енергетски ефикаснија него кућа која је прављена 2002. године²⁸. Ипак, промене се углавном примењују само на нове зграде. Поред тога, обим изградње у ЕУ износи 21 милијарду м²²⁹ и стално расте, будући да стопа нових објеката износи 1% годишње у односу на стопу рушења која је 0,5%. Упркос новим мерама за уштеду енергије, потрошња енергије у зградама стално се повећава и можда ће бити потребно веома много времена да се побољша стопа енергетске ефикасности. Зато су потребни још већи напори како би се смањила потрошња енергије у зградама. Смањење енергетске потрошње у грађевинском сектору са повећањем цене енергената постаће важније него икада.

Наравно, у процесу пројектовања зграда треба испитати одржива решења, а поготово оне аспекте који доприносе ниској потрошњи енергије током употребе. Краткорочна визија ограничена на смањење еколошког оптерећења у фази изградње лако може довести до повећања потрошње енергије у употребној фази, или пак до краткос употребног века саме зграде.

4.2 ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНЕ ЗГРАДЕ

Потреба за очувањем енергије у зградама у Европи представља озбиљан изазов. Постоји посебна потреба за инвестирањем у реновирање старијих зграда, како би биле доведене на ниво модерних стандарда термалне ефикасности. Данас се у Европи гради само 1.000 нових станова годишње³⁰ у складу са стандардима „Passive House“ (пасивне куће), иако многе владе у Европи саме постављају циљеве према којима, до 2016., треба достићи 100% „нулте емисије угљен-диоксида“ у новим становима. Многе европске владе све више траже од грађевинског сектора да задовољи услове из Кјотоа.

4.2.1 ДИРЕКТИВА О ЕНЕРГЕТСКИМ СВОЈСТВИМА ЗГРАДА (EPBD)

Европска унија процењује да око 41% крајње потрошње енергије одлази на секторе стамбених и комерцијалних зграда. EPBD је у стању да реализује процењену енергетску уштеду од 28% у сектору

зграда, чиме би се смањила укупна енергетска потрошња у Европској унији за око 11%³¹. Недостатак енергетске ефикасности у зградама Европу кошта око 270 милијарди евра сваке године³². За националне економије, инвестирање у енергетске уштеде код зграда резултирало би нето годишњим смањењем трошкова, што такве мере чини економски оправданима. Међутим, како би се овај циљ постигао, од кључног је значаја да се укључе све заинтересоване стране – од државе и индустрије, до крајњих потрошача.

Директива о енергетским својствима зграда ступила је на снагу 2006. године. Она представља главни законски инструмент који утиче на употребу енергије у грађевинском сектору ЕУ, а земље чланице обавезује на следеће мере³³:

- увођење метода за израчунавање укупне енергетске ефикасности зграда
- постављање минималних услова за свеукупну енергетску ефикасност нових зграда и великих постојећих зграда (са површином од преко 1.000 м²) којима је неопходно опсежно реновирање (целе зграде или њених делова)
- прибављање енергетских сертификата при изградњи, лизингу или продаји зграде
- редовне контроле система за вентилацију
- разматрање коришћења система за одржавање уз помоћ алтернативне енергије у новим зградама површине од преко 1.000 м².

Ова Директива је тренутно у процесу измена и допуна од стране европских институција, које разматрају различите тачке како би прошириле њен обим:

- унапређењем квалитета зграда путем јачања сертификационих шема и контрола
- ширењем улоге јавног сектора у циљу демонстрације нових технологија и метода
- снижавањем прага површине од 1.000 м² (или његовим укидањем), како би што више зграда потпало под овај оквир
- предлагањем минималних захтева за својства (kWh/м²) нових и реновираних зграда и појединих компоненти, при чему би циљ за нове зграде био да се приближи нивоу „пасивних кућа“ до 2015. године
- разматрањем обавезујућих услова према којима би се инсталирале пасивне технологије за грејање и хлађење

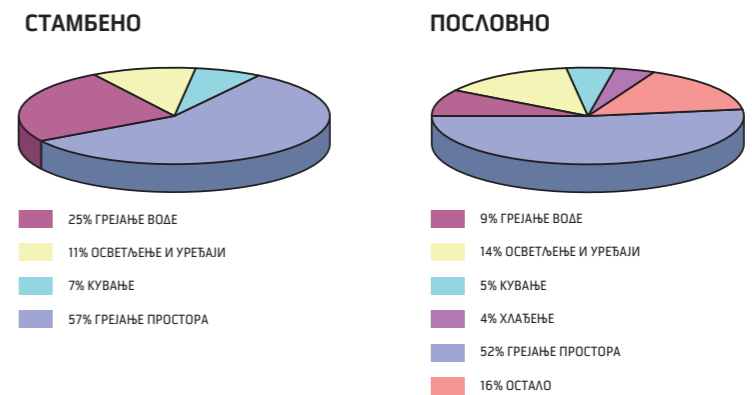
- предлагањем мера за земље чланице да обезбеде финансирање високо економичних инвестиција и промоцију концепта кућа са ниском потрошњом енергије³⁴.

4.2.2 УШТЕДЕ ЕНЕРГИЈЕ НА ГРЕЈАЊУ И ХЛАЂЕЊУ

Потрошња енергије током употребног века зграде, дели се на енергију која се потроши за грејање и електричну енергију, што чини 42% и производи око 35% укупних емисија гасова са ефектом стаклене баште у Европи³⁵. Ово се не односи на потрошњу енергије у сврхе одржавања и поправки.

Енергија која се користи за загревање представља највећи део енергетске потрошње. У пословним зградама та потрошња може бити знатна и на њу се додаје и потрошња енергије која се користи за напајање рачунара, фотокопир машина, итд., као и за хлађење зграде.

Енергетска потрошња зграде директно зависи од њене конструкције; велике застакљене фасаде, на пример, обично повећавају потребу за грејањем током зимских и хлађењем током летњих месеци. Потрошња енергије за грејање у згради зависи и од топлотне изолације спољашњег омотача, масе саме зграде, као и вентилације и од тога колико је зграда добро заптивена.



Енергетска потрошња у ЕУ у стамбеним и комерцијалним зградама.

Извор: www.intuser.net

Значај заптивања зграде расте заједно са побољшањима у топлотној изолацији спољашњег омотача и са повећаним повраћајем топлоте из вентилационих система. Боље заптивање у кући која је изграђена само од бетона може у просеку да уштеди око 10% енергије за грејање у поређењу са кућом која је изграђена од дрвене грађе.

ЕКОЛОШКА СВОЈСТВА БЕТОНСКИХ ЗГРАДА У УПОТРЕБИ (ЕКСПЛОАТАЦИЈИ)

³¹ EUROPEAN COMMISSION, Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, 2006 (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, Акциони план за енергетску ефикасност: реализација потенцијала, 2006).

³² BBOERMANS T., PETERSDORFF C., U-Values - For Better Energy Performance of Buildings, Report established by ECOFYS for EURIMA, 2007 (БОРМАНС Т., ПЕТЕРСДОРФ Ц., У-вредност (коэффициент трансмисије топлоте) – за боље енергетске карактеристике зграда, Извештај од стране консултантске куће ECOFYS за удружење EURIMA, 2007. године) <http://www.eurima.org/europeandU>

³³ <http://www.buildingsplatform.org/>

³⁴ <http://www.cepi.eu/>

³⁵ EUROPEAN COMMISSION, Accelerating the Development 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", 2007 (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, Убрзање развоја одрживог грађевинског тржишта у Европи, Извештај Радне групе о одрживој изградњи, начињен током припрема саопштења „Водећа тржишна иницијатива за Европу“, 2007).

²⁷ http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/buildings_en.htm

²⁸ <http://www.leonardo-energy.org/drupal/taxonomy/term/54>

²⁹ <http://www.eeb.blog/org>

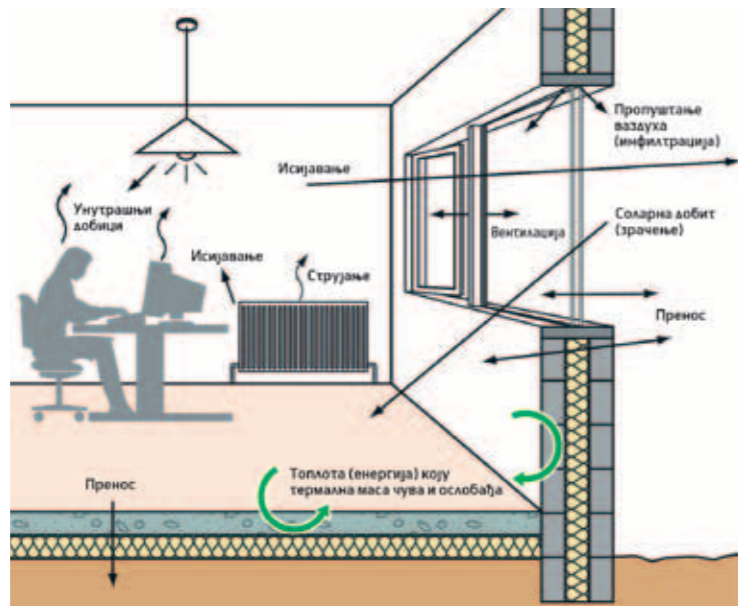
³⁰ <http://www.europeanpassivehouses.org/> и <http://www.passive-on.org/en>

ЕКОЛОШКА СВОЈСТВА БЕТОНСКИХ ЗГРАДА У УПОТРЕБИ (ЕКСПЛОАТАЦИЈИ)

Уштеда енергије може додатно да се повећа преласком са система пасивне вентилације на систем активне (или механички потпомогнуте) вентилације. На пример, ошупљене плоче могу да играју улогу вентилационих канала како би чувале вишак топлоте или хладноће. У овом другом случају, смањују се максималне температуре током лета, чиме се редукује и потреба за хлађењем. Тиме се смањује захтев за механичком енергијом за хлађење, као и потрошња енергије, а у неким случајевима механичко хлађење може у целини и да се изостави уз помоћ употребе термалне масе ошупљених плоча. Ово доноси значајне уштеде како у трошковима изградње, тако и у текућим трошковима.

Развијен за пословне зграде, овај систем може да обезбеди уштеде енергије од 7-10% у поређењу са конвенционалним системима са променљивим протоком ваздуха (variable air volume; VAV) и решењима попут расхладних зрака.

ТОПЛОТА (ЕНЕРГИЈА) ПРОТИЧЕ УНУТАР ЗГРАДЕ



- Топлота се добија путем сунчевог зрачења, као и од осветљења, грејања и присутних људи и њихове опреме.
- Топлота се губи када ваздух цури, путем вентилације, исијавања кроз прозоре и трансмисијом кроз зидове, прозоре и подове.
- Топлота се чува и ослобађа путем термалне масе зграде.

Корист од масивних бетонских конструкција и доброг заптивања је изузетно велика. Уштеда од 5% у потрошњи топлотне енергије значи и

уштеду од око 4% потрошње енергије током животног циклуса зграде, што је приближно једнако количини енергије која је потребна за производњу свих бетонских компоненти у типичној пословној згради.

4.3 ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛ КОЈИ НЕ ЗАГАЂУЈЕ ОКОЛИНУ

Здравствени и еколошки аспекти продуката зграда, а поготово квалитет ваздуха у затвореном простору, налазе се у самом врху различитих акционих програма Европске уније. Различите државе чланице и њихови званичници имају правила и поступке процене за ова питања; Комисија их тренутно усклађује увођењем нових законских прописа.

Трећи „суштински захтев“ Директиве за грађевинске производе (тренутно је у поступку ревизије и трансформисања у уредбу) тиче се цигијене, здравља и животне средине³⁶. Он се бави емисијама опасних супстанци и њиховим праћењем на местима на којима се користе грађевински производи. Сектор за грађевинарство Европске комисије³⁷ добио је мандат за почетак хармонизације стандарда за поступке мерења, испитивања и проценивања. По овом основу биће хармонизовано колико год је поступака могуће, како би исти одговарали производима и групама производа у истом употребном окружењу. Емисије које из грађевинских производа улазе у ваздух у затвореном простору, такође су предмет испитивања заједно са супстанцама које се одлажу у земљу, те у површинске и подземне воде.

4.3.1 ЕМИСИЈЕ У ТЛО И ВОДУ

У случају бетона, неколико студија спроведених у земљама Европе показало је низак степен ослобађања састојака у подземне воде. Хемијска анализа стотина узорача са десетинама рецептура које садрже различите врсте цемента и гранулисаних материјала укључујући и оне рециклиране, показује да су растворене супстанце на нивоима који су много мањи од врло строгих граница које је поставила Светска здравствена организација за пијаћу воду³⁸. Само сулфатни јони (SO_4^{2-}) могу редовно да се нађу у високим концентрацијама, али увек у много мањим од нивоа који се налазе у многим популарним робним маркама минералних вода.

4.3.2 ЕМИСИЈЕ У ЗАТВОРЕНОМ ПРОСТОРУ

Емисије у ваздух настају од супстанци које могу да постану гасовите на температурама и под условима који постоје у зградама. Компоненте бетонских производа су инертни материјали. Мале количине органских хемијских производа могу да се користе у циљу унапређења производње бетона, али они су тако затворени у бетонској матрици да не могу да избију на површину. Трагови средства за одвајање од калупа, који се састоје од нетоксичних биљних уља, такође могу да буду присутни у кратком временском периоду на површини производа, али нестају у року од неколико дана након производње.

А) ЗРАЧЕЊЕ И РАДОН

Главни извор јонизујућег зрачења којем су људи изложени јесте гас радон. Геолошко и природно ослобађање радона на локалном нивоу из земљишта обично је преовлађујући ефекат радона и нивоа радиоактивности у зградама. Нивои радона у затвореним просторима умногоме варирају широм Европе, па се тако и становишта у погледу значаја радона разликују од земље до земље. Тамо где су одређени дозвољени нивои радона у затвореним просторима, ти нивои генерално не представљају потешкоће када су у питању уобичајени бетонски грађевински материјали. Напротив, доток радона из земљишта може знатно да се смањи употребом бетона и одрживих пројеката градње.

Б) БЕТОНСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ У ОДНОСУ НА РАДОН

На садржај радона у ваздуху затвореног простора може да утиче и одабир темеља. У областима са изузетно високом измереном концентрацијом радона, одабир темеља представља кључ за успешност мера против радона.

Основни кораци у заштити од радона су:

- вентилација испод најниже плоче (инсталациони канал/ подрумске просторије)
- обезбедити континуални темељну плочу, без спојница
- тамо где се плоча бетонира одвојено унутар темеља стубова/ темељних зидова, мора се посебно повести рачуна да спојница између плоче и темеља буде херметички затворена.

Основни приступ темељима и одабир материјала може да утиче

на читав низ техничких решења која треба применити како би се предупредили потенцијални проблеми са радоном, што у исто време утиче и на трошкове. За конструкције које се директно подижу на тлу, најбоље решење јесте прављење темељне плоче и темеља што је гушће, херметичније и хомогеније могуће, уз минимум броја тачака које треба заптивати. У зградама у којима постоје просторије испод најниже подне плоче, простор мора да буде вентилиран како би радон могао да се ослободи у спољашњу атмосферу. Ова врста плоче такође мора да буде херметична.



ЕКОЛОШКА СВОЈСТВА БЕТОНСКИХ ЗГРАДА У УПОТРЕБИ (ЕКСПЛОАТАЦИЈИ)

³⁶ http://ec.europa.eu/enterprise/construction/internal/cpd/cpd_en.htm#1

³⁷ http://ec.europa.eu/enterprise/construction/index_en.htm

³⁸ WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition, Volume 1, Recommendation, 2006 (СВЕТСКА ЗДРАВСТВЕНА ОРГАНИЗАЦИЈА, Смернице за квалитет пијаће воде, Прва допуна трећем издању, Свеска 1, Препоруке, 2006). http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

5.1 УПОТРЕБНИ ВЕК БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА ИЛИ ЗГРАДА

„Употребни век“ означава временски период у којем се очекује да зграда функционише у нормалним условима, уз адекватно одржавање. Очекивани употребни век зграде обично је релативно дуг, будући да има много зграда старих и по сто година које су још увек у потпуности оперативне.

Према грубим проценама, у ЕУ има око 150 милиона зграда и кућа. Од тога, 32% је изграђено пре 1945. године, 40% између 1945. и 1975. године, док је преосталих 28% изграђено од 1975. године па наовамо³⁹. Из перспективе одрживости, дуг употребни век је изузетно пожељан, не само из еколошких и економских разлога, већ и са аспекта културе.

Основа за израчунавање трајности бетонске конструкције развијана је деценијама. Прецизна процена трајности представља кључ за успостављање поузданог начина за обезбеђивање адекватног употребног века трајања и његовог усвајања као општег стандарда.



Висећи мост Рион Антерион у Грчкој представља конструкцију која захтева дуг употребни век. Мост је дугачак 3 км, а централни распан износи 560 м. Уз дозволу FIB.



Бетонске плоче могу се користити за изградњу дуготрајних и атрактивних пешачких зона у урбаним срединама. Уз дозволу Федерације бетонске индустрије (Fédération de l'Industrie du Béton; FEBE), Белгија.

Пројектни употребни век за бетонске конструкције утврђен је на минимум 50 година па све до 200 година. Постоји вероватноћа од 95% да ће пројектовани употребни век бити достигнут. У пракси ово значи да је, у зависности од параметара пројекта, просечан стварни употребни век знатно дужи од пројектованог, а често и двоструко већи.

Пројектант треба да има у виду све параметре од којих зависи употребни век, тако што ће се постарати да разне опције пројекта и компоненти буду међусобно усаглашени. У том смислу, при пројектовању и изградњи бетонских конструкција, на употребни век могу да утичу следећи фактори:

- класа чврстоће и водо-цементни фактор
- количина и квалитет цемента
- заштитни слој бетона
- садржина аераната и порозност
- облик конструкције и метода грађења
- запреминска маса бетона и одржавање.

У принципу, унутрашње бетонске конструкције су изузетно постојане будући да нема механизма који би могли да оштете унутрашњи бетон у нормалним условима. Њихов употребни век је процењен на око 200 година.



Зграде у Холандији направљене од префабрикованих бетонских елемената. Бетонске кровне плоче коришћене у завршним кровним радовима обезбеђују дуг употребни век зграде. Уз дозволу компаније BFBN.

5.2 БЕТОНСКО РЕШЕЊЕ ЗА ЕКОНОМСКИ ПРИСТУПАЧНО СТАНОВАЊЕ

Укупни трошкови током животног века зграде дефинисани су у нацрту Међународног стандарда ISO 15686 Део 5, као: „економска оцена узимајући у обзир све усаглашене пројектоване, значајне и релевантне трошкове током периода анализе, изражених у новчаној вредности. Пројектовани трошкови укључују и оне који су потребни за достизање дефинисаних нивоа ефикасности, укључујући поузданост, безбедност и доступност“.

Трошкови укључују трошкове изградње, коришћења (потрошња енергије, премије осигурања, те трошкови прекида уколико зграда не буде коришћена током поправки након поплава или због оштећења изазваних пожаром) и одржавања, реновирања, измена и рушења, плус трошкови финансирања. Бетонске зграде су економичније од других, посебно у погледу услова коришћења и трошкова реновирања, а и због дугог употребног века бетонских конструкција у поређењу са другим грађевинским материјалима.

Унапређење енергетске ефикасности зграде не само да смањује емисију угљен-диоксида и других опасних супстанци, већ смањује и трошкове грејања и хлађења. Потрошња енергије у стандардном домаћинству у којем живи једна породица, може да износи око 100-120 kWh/m².

Кућа са ниском потрошњом енергије потроши тек половину енергије за грејање у односу на конвенционалну кућу. Загревање куће са ниском потрошњом енергије захтева између 30-70 kWh/m² у складу са националним условима. У Аустрији, актуелни прописи у вези са индексом енергетске потрошње су 65 kWh/m², док у Француској нови закон предлаже циљ за нове зграде од 50 kWh/m² за 2012. годину. Употребом актуелне технологије и познатих постојећих решења, може се лакше постићи мања потрошња енергије.

Према неким поређењима, добро заптивена и добро изолована кућа изграђена од лаких бетонских блокова може да уштеди 75.000 до 130.000 евра на рачунима за струју током 50 година, у односу на стандардне куће лаке конструкције⁴⁰. Будући да трошкови енергије представљају велики део животних трошкова (10% од потрошње домаћинства⁴¹), они имају знатан утицај на породични буџет.

Развијене су и бетонске конструкције за градњу саниском потрошњом енергије. На пример, U-вредност (коэффициент трансмисије топлоте) од 0,15 може се добити у изградњи зидова уз помоћ стандардних производа. Адекватно заптивање бетонских конструкција такође представља услов за градњу са ниском потрошњом енергије.

Данас се уз помоћ технологије са малом или нултом енергетском потрошњом у многим земљама Европе испитују и граде како породичне, тако и вишеспратне стамбене зграде. Скоро све ове грађевине направљене су од бетона.

ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

⁴⁰ TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), (ЦЕНТАР ЗА ТЕХНИЧКА ИСТРАЖИВАЊА ФИНСКЕ, Кућа од бетонских блокова са ниском потрошњом енергије – упоредни прорачуни о потрошњи енергије у кућама са једном породицом, Извештај RTE627/05, град Еспо, Финска, 2005).

⁴¹ EUROPEAN COMMISSION, (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, Суочавање са изазовом виших цена нафте, COM (2008)384, 13.07.2008).

ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

Још један интересантан аспект бетона јесу његова својства везана за светло. Наиме, бетонски зидови и подови имају рефлективна својства која могу да смање трошкове везане за унутрашње и спољашње осветљење. Ово својство може да се појача употребом белог цемента што би резултирало већим степеном рефлексије (0,75) у поређењу са око 0,35 колико рефлектује обичан бетон⁴².

5.3 ПРИЛАГОДЉИВОСТ ЗГРАДА

Пројектовање флексибилне конструкције која може лако да се измени, прошири или подели, један је од циљева одрживог пројектовања. Како би била одржива, зграда мора да буде у стању да се прилагођава променама током свог употребног века.

Ако је икако могуће, ове аспекте треба узети у обзир у раним фазама пројекта. Трошкови повезани са предвиђањем будућих развојних процеса (“future proofing”) зграде у фази њене изградње, само су делић оних трошкова који настају при уношењу промена у каснијој фази.

Флексибилност градње може се омогућити по релативно ниским ценама путем адекватног обезбеђења додатних услуга. У погледу носеће конструкције, пожељно је обезбедити велике отворене просторе који могу додатно да се поделе према потреби.

Пројектант треба да буде у стању да предвиди разне могуће потребе за додатним капацитетима и да одлучи, на пример, где би могли бити потребни додатни отвори, те да ли ће на дуже стазе бити потребна боља отпорност на пожар или топлотна изолација.

Предвиђање промена захтева много веће ангажовање пројектанта, зато што једноставно предимензионирање свега није одрживо. Један од пожељних принципа јесте размишљање о могућим алтернативним наменама зграде још у фази пројектовања.

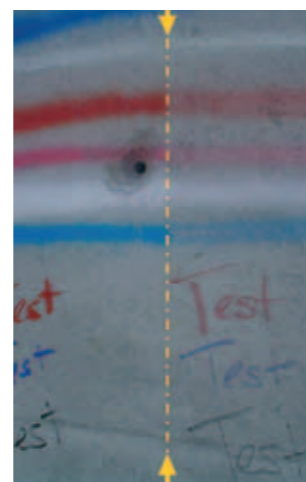
Када је у питању флексибилност, предности бетона леже у његовој великој носивости у комбинацији са великим распонима. Други важни атрибути су бетону својствена отпорност на пожар и звучна изолација.



Ову кућу у Немачкој у целости изграђеној од бетона направила је немачка индустрија цемента и бетона. Ова атрактивна грађевина специјално је направљена како би обезбедила флексибилан животни простор који ће задовољити будуће потребе корисника. Слика из Немачке, Дом за живот (ауторска права: Одељење маркетинга портала www.beton.org (Betonmarketing Nord), 2006).

5.4 ОГРАНИЧЕНИ ТРОШКОВИ ПОПРАВКЕ И ОДРЖАВАЊА

Бетонске конструкције захтевају врло мало одржавања. Међутим, ове конструкције морају редовно да се контролишу у складу са добром праксом одржавања објеката. Често ће бити довољно редовно прање конструкције нетоксичним средствима као што је сапуњава вода. Са унутрашње стране, бетон ће трајати готово бесконачно. Са спољашње стране, можда ће бити изложен утицају мраза и повременим вандализму у виду исписаних графита. Бетонске површине се делимично могу заштити од овог последњег уз помоћ „анти-графити“ завршне обраде.



Разлика између зона зидова са или без „анти-графити“ заштите. Уз дозволу магазина: *Béton[s]- le Magazine*.

Бетонске површине не захтевају кречење, али ако се окрече, онда ће им требати редовно поновно кречење. Еластичне спојнице између префабрикованих бетонских фасадних елемената обично треба репарирати и замењивати на сваких двадесетак година. Уколико дође до пропадања бетонске површине, може се применити репаратурни малтер. Ако арматура почне да кородира, поправка се састоји од уклањања оштећеног бетона, чишћења површине од корозије и попуњавања бетонске површине. Бетон такође може да надокнади своју алкалност како би се обезбедило очување челика.

ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

⁴² <http://www.concretethinker.com/solutions/Lighting-Efficiency.aspx>

КРАЈ ВЕКА ТРАЈАЊА

6.1 РУШЕЊЕ, ПОНОВНА УПОТРЕБА И РЕЦИКЛАЖА

Око 200 милиона тона отпада од грађења и рушења (Construction and Demolition Waste; C&DW) генерише се сваке године у Европи. Бетон је изузетан грађевински материјал за дуготрајне и енергетски ефикасне грађевине, али још увек мора да се прилагођава сталним променама људских потреба, што за резултат може имати отпад. На срећу, на крају свог животног века бетон може да се рециклира уз минималан утицај на животну средину.

Циљ под називом „нула отпада на депонијама“ (zero landfill) када је бетон у питању, може бити постигнут ако се конструкција пажљиво планира и пројектује, те ако зграда прође кроз успешно реновирање и рушење. Бетон добијен од поновно искоришћеног отпада од грађења и рушења може да се дробе и користи као агрегат. Углавном се користи за носећи слој и доње подлоге путева, али се и нов бетон може направити уз коришћење одређеног процента поновно искоришћеног материјала.



Поновно искоришћен отпадни материјал и дробљени отпад од бетона могу се користити у изградњи путева. Захваљујемо: Фототеци француског центра за истраживање и проучавање бетонске индустрије CERIB.

Бетон може поново да се употреби на различите начине и у великом обиму, а понекад и у свом првобитном облику. Један од примера за ово друго јесте остављање оригиналне бетонске конструкције, док се модернизује унутрашњи простор или фасада/зид-завеса зграде. Овакав приступ чува природне ресурсе и спречава негативне утицаје на животну средину у виду одлагања отпада и вађења, производње и транспорта сировина.

Пример успешне поновне употребе јесте стамбени блок у месту Мерову (Mehrow Residence) близу Берлина. Ова градња искористила је целе зидове и таванице из порушеног солитера од 11 спратова. Једини значајнији трошак у погледу потрошње енергије везан је за превоз панела од пет тона и употребу мобилног крана, како би се панели подизали и постављали на своје место на градилишту. Поновна употреба префабрикованих плоча без трошкова није имала утицаја на животну средину као ни трошкове одлагања и сачуваног материјала⁴³.

Кућа од рециклираних бетонских панела може да буде и до три пута енергетски ефикаснија и око 30-40% јефтинија од градње конструкцијског оквира од нових сировина⁴⁴.

Други вид рециклаже је онај у којем се бетонске конструкције праве од префабрикованих елемената уз помоћ завртњева или заварених спојница које су пројектоване тако да могу да се демантирају. Јединице могу да се демантирају уз мало или нимало штете. У Холандији, у којој је рушење добро организовано, а степен поновног искоришћења изузетно висок, системи изградње су тако разрађени да цела зграда може да се демантира и пренесе на другу локацију.



Монтажно-демонтажни скелет зграде у Холандији. Уз дозволу компаније BFBN.

Ту је и пример префабриковане конструкције у којој поједини елементи могу поново да се искористе, док се остатак конструкције руши. Дробљени бетон може да се користи или као подлога за градњу путева или као агрегат у производњи новог бетона. Ако дробљени бетон представља максимално 20% од укупно коришћених агрегата у производњи новог бетона, својства тог новог бетона биће готово иста као код бетона који је прављен од „нормалног“ агрегата.

Дробљени бетон се углавном користи у земљаним радовима за изградњу путева, улица, стоваришта и паркинг простора, али се такође може користити као испуна при ископавању за цеви, за еколошку градњу, темеље зграда, итд. За ове врсте примене, рециклирани бетон је изузетно користан, будући да рециклирани агрегати често имају боље карактеристике у погледу збијања и густине и генерално су јефтинији од нових неупотребљених сировина⁴⁵.

Систем редовне контроле квалитета дробљеног бетона установљен је како би се открило присуство било каквих опасних супстанци и могућност излуживања хемијских супстанци у околину.



КРАЈ ВЕКА ТРАЈАЊА

Рециклажа даје бетону нови живот. Вишак свежег бетона може успешно да се рециклира; он може да се користи за производњу новог бетона или у датом стању или у сепарисаном облику. Највећи део отпадне воде из производње може да се рециклира, док дробљени отпад од цементне пасте/муља добро служи у третирању тла због високог садржаја кречњака.

Горе наведене технике смањују експлоатацију природних ресурса и трошкове транспорта, будући да стари бетон може да се рециклира на локацијама рушења и на градилиштима, или у близини урбаних подручја где такође може директно поново да се користи. Материјал може да се поново искористи и са депонија и поново премести према потреби.

⁴³ За више информација, погледати <http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?sectionID=0&articleID=384249>

⁴⁴ <http://www.sustainableconcrete.org.uk/>

⁴⁵ WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, op. cit. (Светски пословни савет о одрживом развоју)

ПРИЛОЗИ

РЕЧНИК ПОЈМОВА

Аерирани бетон: бетон који садржи ситне мехуриће или поре које му се додају у фази производње у циљу заштите бетона од циклуса смрзавања и одмрзавања. Поре појачавају отпорност на смрзавање тако што омогућавају ширење било којег садржаја воде која се налази унутар бетона.

ВАТ: најбоље доступне технике (best available techniques).

Трајност: „особина зграде или њених делова да врши своју функцију током одређеног временског периода под утицајем агенаса предвиђених у току њене употребе”⁴⁶.

Еколошка ефикасност: „еколошка ефикасност се постиже испоруком роба и услуга са конкурентном ценом, а које задовољавају потребе људи и доприносе квалитету живота уз прогресивно смањење еколошких утицаја и интензивне експлоатације ресурса током животног циклуса до нивоа који је барем у складу са процењеним граничним капацитетом планете Земље”⁴⁷.

Емисије: Емисије у затвореном простору које долазе од грађевинских материјала и унутрашње завршне обраде. Постоје две врсте емисија:

1. Примарне емисије: природно испарење нечистоћа из нових грађевинских материјала и унутрашњих завршних обрада које су лако препознатљиве по свом карактеристичном мирису. Знатно испаравање може да се траје и неколико недеља, а највише до шест месеци.

2. Секундарне емисије покрећу спољашњи агенси, обично влага, што доводи до пропадања производа

Тешка конструкција: конструкција зграде направљена од густих материјала као што су бетон или опеке за зидање, за које је стално оптерећење битан фактор у контексту целокупног оптерећења конструкције.

Бетон високог степена чврстоће: максималан отпор узорка бетона на примењени притисак. Ове границе су се умногоме помериле током протеклих неколико година захваљујући напретку у технологији материјала и његовој растућој потражњи. Педесетих година прошлог века, 34N се сматрао високим степеном чврстоће, а већ шездесетих су чврстоће до 52N биле у комерцијалној употреби. Чврстоћа при притиску која се приближава вредности 138N, користи се за грађење на самој локацији градилишта.

Инертан: Сталан, Хемијски нереактиван

Животни циклус: „узастопне и међусобно повезане фазе производа

или система услуга, од вађења природних ресурса до коначног одлагања”⁴⁸.

Процена животног циклуса (Life-cycle assessment; LCA): „систематски скуп поступака за прикупљање и испитивање улазних и излазних података о материјалима и енергији и са тиме повезани утицаји на животну средину који се директно могу приписати функционисању производа или система услуга током његовог животног циклуса”⁴⁹.

Лаке конструкције: конструкција зграде направљена од мање густих материјала као што су дрво или челик, за које је стално оптерећење доминантан фактор у контексту целокупног оптерећења конструкције.

Стандарди пасивне куће (Passive House): систем пројектовања зграда са ултра-ниском потрошњом енергије, који користи ефикасне омотаче зграде у циљу смањења потрошње енергије у конструкцијама. Овај стандард је са добровољном применом, али садржи изузетно ригорозан скуп захтева које треба испоштовати како би се зграда класификовала као „пасивна кућа“.

„Сендвич“ елемент: вишеслојна префабриковани бетонски елемент која се обично користи за спољашње зидове зграда. „Сендвич“ елемент се састоји од три различита дела:

- спољашње плоче од префабрикованог бетона
- изолационог слоја
- унутрашње плоче од префабрикованог бетона.

Животни век: „временски период након изградње током којег зграда или њени делови задовољавају или превазилазе захтеве за својства/перформансе”⁵⁰

У-вредност: „износ губитка топлоте који се одвија кроз неки елемент конструкције као што су зидови или прозори (изражено у W/м²·K). Што је У-вредност нижа, то је мањи губитак енергије и боља су изолациона својства”⁵¹

Испарљива органска једињења (Volatile organic compounds; VOC): „органска хемијска једињења која су у нормалним условима у гасовитом стању или могу да испаравају и ућу у атмосферу. Она обухватају једињења попут метана, бензена, ксилена, пропана и бутана. Метан се пре свега емитује из пољопривреде (од преживара и током култивације земљишта), док се остала лако испарљива једињења углавном емитују из транспорта, индустријских процеса и употребе органских растварача”⁵². Идентификовано је преко 900 испарљивих органских једињења (VOC)⁵³.

КЊИГЕ

BOERMANS T., PETERSDORFF C., U-Values - For Better Energy Performance of Buildings, Report established by ECOFYS for EURIMA, 2007 (БОРМАНС Т., ПЕТЕРСДОРФ Ц., **У-вредност – за боље енергетска својства зграда**, Извештај од стране консултантске куће ECOFYS за удружење EURIMA, 2007).

BRUNDTLAND G., Our Common Future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford, 1987 (БРУНТЛАНД Г., **Наша заједничка будућност: Светска комисија за заштиту животне средине и развој**, Oxford University Press, Оксфорд, 1987).

CEMBUREAU, Sustainable cement production. CO-processing of alternative fuels and raw materials in the European cement industry (Европско удружење за цемент (CEMBUREAU), **Одржива производња цемента. Копроцесуирање алтернативних горива и сировина у европској индустрији цемента**).

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 (АГЕНЦИЈА ЗА ЗАШТИТУ ЗДРАВЉА И ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, **Извештај Конгресу о квалитету ваздуха у затвореном простору, свеска II, Процена и контрола загађења ваздуха у затвореном простору**, Извештај N. EPA/400/1-89-001C, 1989).

EUROPEAN COMMISSION, Accelerating the Development 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 (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, **Убрзање развоја одрживог грађевинског тржишта у Европи**, Извештај Радне групе о одрживој изградњи, начињен током припрема саопштења „Водећа тржишна иницијатива за Европу”, COM (2007) 860).

EUROPEAN COMMISSION, Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential, 2006 (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, **Акциони план за енергетску ефикасност: реализација потенцијала**, 2006).

EUROPEAN COMMISSION, Facing the challenge of higher oil prices, COM (2008)384, 13/07/2008 (ЕВРОПСКА КОМИСИЈА, **Суочавање са изазовом виших цена нафте**, COM (2008)384, 13.07.2008).

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Comprehensive fire protection and safety with concrete, April 2007 (ЕВРОПСКА ПЛАТФОРМА ЗА БЕТОН, **Свеобухватна безбедност и заштита од пожара са бетоном**, април 2007).

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Concrete for energy-efficient buildings. The benefits of thermal mass, April 2007 (ЕВРОПСКА ПЛАТФОРМА ЗА БЕТОН, **Бетон за енергетски ефикасне зграде. Предности термалне масе**, април 2007).

EUROPEAN CONCRETE PLATFORM, Improving fire safety in tunnels. The concrete pavement solution, April 2004 (ЕВРОПСКА ПЛАТФОРМА ЗА БЕТОН, **Унапређење безбедности од пожара у тунелима. Решење са бетонским коловозима**, април 2004).

FRANCHI M., Towards Healthy Air Dwellings in Europe, The THADE report, EFA Project 2002-2004, 2004 (ФРАНКИ М., **Ка пребивалиштима са здравим ваздухом у Европи**, Извештај THADE, пројекат EFA (Европска федерација удружења пацијената са алергијским и другим болестима дисајних путева), 2002-2004, 2004).

HACKER J. ET AL., Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: A case study on the effects of thermal mass and climate change, ARUP Report, Energy and Buildings 40 (ХАКЕР Ј. и сарадници, **Укупна и оперативна емисија угљен-диоксида у домаћинствима: студија случаја о ефектима термалне масе и климатских промена**, Извештај компаније АРУП, Енергија и зграде 40), стр. 375-384, 2008.

ISO, ISO/TC 71, Business Plan, Concrete, Reinforced concrete and Pre-stressed concrete, 08/07/2005 (ISO, ISO/TC 71, **Бизнис план, бетон, армирани бетон и преднапрегнути бетон**, 08.07.2005).

ISO 14040.2, Draft: Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines (ISO 14040.2, Радна верзија: **Процена животног циклуса – принципи и смернице**).

KALEMA T. ET AL., Nordic Thermal mass – Effect on Energy and Indoor Climate, Report 184, Tampere University of Technology, Tampere, 2006 (КАЛЕМА Т. и сарадници, **Нордијска термална маса – утицаји на енергију и климу у затвореном простору**, Извештај 184, Универзитет за технологију у Тампереу, Тампере, 2006).

KIBERT C., First International Conference on Sustainable Construction, Tampa, 1994 (КИБЕРТ Ц., **Прва међународна конференција о одрживој градњи**, Тампа, 1994).

TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND (VTT), Low energy concrete block house – Comparison calculations on energy consumption of single family houses, Report RTE627/05, Espoo 2005 (ЦЕНТАР ЗА ТЕХНИЧКА ИСТРАЖИВАЊА ФИНСКЕ (VTT), **Кућа од бетонских блокова са ниском потрошњом енергије – упоредни прорачуни о потрошњи енергије у кућама са једном породицом**, Извештај RTE627/05, град Еспо, Финска, 2005).

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, Thermal mass of buildings – Summary about research reports and results, Report 174, Tampere, 2003 (УНИВЕРЗИТЕТ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ТАМПЕРЕУ, **Термална маса зграда – кратак приказ извештаја и резултата истраживања**, Извештај 174, Тампере, 2003).

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking Water Quality, First Addendum to Third Edition, Volume 1, Recommendation, 2006. (СВЕТСКА ЗДРАВСТВЕНА ОРГАНИЗАЦИЈА, **Смернице за квалитет пијаће воде**, Прва допуна трећем издању, Свеска 1, Препоруке, 2006).

WORLD BUSINESS COUNCIL ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT, Concrete Recycling – A contribution to sustainability, Draft Version, May 2008 (СВЕТСКИ ПОСЛОВНИ САВЕТ О ОДРЖИВОМ РАЗВОЈУ, **Рециклирање бетона – допринос одрживости**, Радна верзија, мај 2008).

Библиографија

^[1] Дефиниција дата у стандардима ISO 6707-1 и ISO 15686-1

^[2] Дефиниција од стране Светског пословног савета за одрживи развој (World Business Council on Sustainable Development) http://www.wbcsd.org/

^[3] Дефиниција дата у стандарду ISO 14040.2 Радна верзија: Процена животног циклуса – принципи и смернице (Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines)

^[4] Дефиниција дата у стандарду ISO 14040.2 Радна верзија: Процена животног циклуса – принципи и смернице (Life Cycle Assessment - Principles and Guidelines)

^[5] Дефиниција дата у стандардима ISO 6707-1, ISO 15686-1 и ISO/ЦД 15392

^[6] Дефиниција дата од стране удружења EURIMA у BOERMANS T., PETERSDORFF C. (БОРМАНС Т., ПЕТЕРСДОРФ Ц.), op.cit.

^[7] Дефиниција Европске агенције за заштиту животне средине (European Environment Agency) http://www.eea.europa.eu/

^[8] 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 (америчка АГЕНЦИЈА ЗА ЗАШТИТУ ЗДРАВЉА И ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, Извештај Конгресу о квалитету ваздуха у затвореном простору, свеска II, Процена и контрола загађења ваздуха у затвореном простору, Извештај N. EPA/400/1-89-001C, 1989)

Библиографија

ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ:

<http://www.architectmagazine.com/industry-news-print.asp?sectionID=0&articleID=384249>
http://www.assurre.eu/uploads/documents/pub-32_en-efd92a8a-a387-435a-9fb5-f9d3f743d513.pdf
<http://www.cembureau.eu>
http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/leaflet_better_buildings_en.pdf
http://ec.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=1998,66119021,1998_66292168&_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.concretcentre.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.environdec.com/pageId.asp>
<http://www.ermco.eu/>
<http://www.eurima.org/europeandU>
<http://www.europeanconcrete.eu/>
<http://www.europeanpassivehouses.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.passive-on.org/en>
<http://www.sustainableconcrete.org.uk/>
<http://www.uepg.eu/>
<http://unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=499&ArticleID=5506&l=en>
<http://www.wbcd.org/>
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf

КРАТАК ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД БЕТОНА

7.000 п.н.е. Израел Године 1985. откривена изградња бетонског пода.

3.000 п.н.е. Египћани Изградња пирамида од блата помешаног са сламом, како би се повезале опеке. Такође су користили гипс и кречњачки малтер.

Кинези Коришћење цементних материјала за изградњу Великог зида.

300 п.н.е до 476. н.е. Римљани Први који су произвели пуцолан млевењем кречњака и вулканског пепела заједно са водом, како би створили везујући агенс који спаја камење. Коришћење додатака као што су животињска маст, млеко и крв, како би се појачала својства цемента. Изградња Пантеона који и данас постоји!

Средњи век Употреба бетона нестаје са падом Римског царства.

1759. Прекретница у историји бетона: Светионик Едистон (Eddystone Lighthouse), Корнвол, Велика Британија. Џон Смитон (John Smeaton) изумео је водоотпорни бетон, јер је установио да калцинисање кречњака који садржи глину производи креч који се стврдњава под водом. Након тога је светионик био у стању да се одупре утицајима са мора.

1817. Француз Луј Вика (Louis Vicat) увео је први вештачки цемент (калцинисане синтетичке мешавине кречњака и глине).

1824. Џозеф Аспден (Joseph Aspdin), Велика Британија, патентирао је портланд цемент (пекао је мешавину фино млевене глине и кречњака у пећи за добијање креча, све до избацивања угљен-диоксида из мешавине). Процес горења мења хемијска својства материјала, стварајући јачи цемент од оног који користи чист дробљени кречњак. Данас је портланд цемент најчешће коришћени цемент у производњи бетона.

1836. Прво извођење тестова на затезање и притисак (Немачка).

1867. Француз Ж. Моније (J. Monier) ојачао је жицом саксије за цвеће. Увођење армираног бетона који комбинује затезну чврстоћу метала и чврстоћу при притиску бетона, што му омогућава ношење великих оптерећења.

1900-их

1970-их

1980-их

1985.

1988.

Крај 1980-их

1997.

Бетон је тада могао да игра улогу потпорне конструкције у градњи, способне да издржи не само притисак, него и затезање. Сада се не користи само у зградама, већ и у јавним радовима и инфраструктури.

Увођење префабрикованог бетона.

Увођење влакнасте арматуре.

Увођење суперпластификатора као додатка.

Увођење силикатне прашине као пуцоланског додатка.

Увођење самозбијајућег бетона (Јапан) у циљу смањења радне снаге на уграђивању бетона, елиминацијом или смањењем потребе за вибрирањем како би се постигла консолидација.

Увођење бетона високих перформанси.

Увођење бетона армираног влакнима са ултрависоким перформансама (UHPC) који укључује цементну матрицу са влакнима. Чврстоћа при притиску таквог бетона обично је већа од 150 МПа, на пример – 250 МПа. Влакна могу бити метална, органска или могу представљати њихову мешавину.

Кратак историјски преглед бетона⁵⁴

⁵⁴ <http://www.sustainableconcrete.org.uk/main.asp?page=36>

