

OPEKA IN NJENA PROBLEMATIKA

BRICK AND ITS PROBLEMS

UDK 72.02: 691.421
COBISS 1.02
prejeto 12.11.2009

izvleček

Opeka ima v arhitekturi večtisočletno tradicijo. Najpogosteje se jo uporablja pri gradnji kot osnovni konstrukcijski material, včasih tudi za tlakovanje ali pa za izgradnjo opečante fasade. Prve opeke so bile gnetene in oblikovane z rokami ter sušene na soncu, kasneje pečene na ognju in potem v pečeh. Proces izdelave opeke z vsemi tehnološkimi izboljšavami je skoraj v celoti razbremenil človeka, saj so prav vse faze procesa opravljene s pomočjo mehanizacije. S tem se je močno povečala proizvodnja, posledično pa tudi poraba energije in obremenitev okolja.

Osrednja tema prispevka je problematika posameznih faz življenjskega ciklusa opeke s poudarkom na pomankljivostih z ekološkega vidika. Predstavljeni so tudi trije primeri s katerimi je prikazano kako različni proizvajalci in inštitucije v proizvodnjo opeke in princip gradnje vnašajo novosti in izboljšave, s katerimi je dosežena zmanjšana poraba energije, celotne emisije, ki bremenijo okolje in povečana ekonomičnost gradnje.

ključne besede

opeka, življenjski cikel opeke, ekološki vidik, praksa.

abstract

The tradition of using brick in architecture is thousands of years old. It has most frequently been used as a basic construction material, and sometimes also for paving or constructing brick elevations. Initially, bricks were shaped by hand and dried in the sun. Later, they were heated over fire, and later still, in kilns. Over time, the process of brick-making developed through the introduction of numerous technological improvements, so that human participation became almost unnecessary, as all phases of the process are automated. Thus, production greatly increased, and consequently, energy consumption and the burden on the environment.

The contribution focuses on the individual stages in the life-cycle of a brick, with special emphasis on shortcomings in terms of ecology. Three examples are presented which demonstrate how different brick manufacturers and institutions introduce innovations and improvements into brick manufacture and the principles of construction through which they reduce energy consumption, the burden of emissions on the environment, and enhance the economy of construction.

key words

brick, brick life-cycle, ecological aspect, practice

Opeka ima v arhitekturi večtisočletno tradicijo. Prve opeke so bile gnetene in oblikovane z rokami ter sušene na soncu, kasneje pečene na ognju in potem v pečeh. Opeka je razširjena po vsej Evropi in je zapuščina Rimljanov, ki jih uvrščamo med največje proizvajalce in uporabnike opeke v zgodovini. Najpogosteje se opeka uporablja pri gradnji kot osnovni konstrukcijski material, včasih tudi za tlakovanje ali pa za izgradnjo opečante fasade. Slednje je značilno predvsem za severnozahodni del Evrope. Iz opeke je zgrajenih mnogo svetovno znanih objektov, kot so npr. Chrysler Building v New Yorku, ki je tudi najvišja z opeko zgrajena stavba na svetu, Schroder House in npr. del kitajskega zidu.

Odnos do opeke se je skozi zgodovino spreminjal. Vse do industrijske revolucije je opeka predstavljala boljšo izbiro med tedaj razpoložljivim gradbenim materialom, saj je predstavljala ekonomsko ugoden in zanesljiv gradbeni material, ki je požarno odporen, obenem pa tudi enostaven za uporabo. V sedanjem času, ko je izbira gradbenega materiala vedno bolj pestra, v svetu strmo narašča uporaba tudi drugih materialov, kot so npr. les, jeklo, beton, steklo medtem, ko v Sloveniji še vedno močno prevladuje gradnja z opeko.

Izdelava opeke se je skozi zgodovino izpopolnjevala. Proces izdelave opeke z vsemi tehnološkimi izboljšavami je skoraj v celoti razbremenil človeka, saj so prav vse faze procesa opravljene s pomočjo mehanizacije. S tem se je močno povečala količina proizvodnje, posledično pa tudi poraba energije in obremenitev okolja.

Kljub uporabi opeke po vsem svetu, so ponekod po Evropi ter na območjih s primernim podnebjem, še vedno v uporabi tradicionalne tehnike gradnje z glino oziroma ilovico, npr. gradnja z ilovnatimi zidaki.

Zgodovina

Uporaba na soncu žgane opeke sega že v leto 8000 let pred štejetjem, s katero je bil zgrajen zid okoli mesta Jeriho [Oliver, 2007: 27]. Na območjih Evrope in Bližnjega vzhoda se je 7000-6000 let pred štejetjem začelo razvijati lončarstvo, torej žganje gline. Najstarejša uporaba žganih opek pa je zabeležena v obdobju med 5000 in 4500 let pred štejetjem v mestu Maddhur, ko so opeko uporabili pri gradnji drenažnega jarka, kar pa je izjema oziroma edinstven primer v tistem času. Množična uporaba žgane opeke se pojavi mnogo kasneje, ob gradnji zidu okoli mesta Ur v času med 3100 in 2900 pred štejetjem [Campbell et al2, 2002: 30].

Od takrat naprej je opeka pomebno ali celo ključno gradivo vseh naslednjih civilizacij. Zasluge za prepoznavnost opeke po vsej Evropi in kasneje po preostalih predelih sveta gre pripisati Rimljanom, natančneje rimski vojski, ki je znanje o izdelavi in uporabi opeke širila na svojih številnih osvajalskih pohodih. Zanimivo pri tem je, da so za izdelavo opeke s seboj tovorili mobilne peči. Vitruvij [2005: 26] predstavi opeko v eni izmed svojih desetih knjig o arhitekturi, kjer poudari pomebnost pravilno izbrane gline ter letni čas, ki je primeren za izdelovanje opeke ter predstavi tri vrste opeke in sistem njihovega zlaganja. Uporaba

opeke je v naslednjih obdobjih postajala še bolj razširjena. V 12. stoletju je opečnata gradnja prevladala v Nemčiji, Franciji in Lombardiji, ki so postale središča opečnatih zgradb. V obdobju Renesanse je bila proizvodnja opeke že množična, za gradnjo pa so jo uporabljali praktično vsi družbeni sloji. V delu obdobja Renesanse in Baroka je stil gradnje narekoval tudi prekrivanje vidnih opek npr. z beležem.

Po industrijski revoluciji konec 18. stoletja je trg gradbenega materiala postal izjemno pester. Začela se je množična uporaba betona, jekla, stekla in kasneje tudi sintetičnih gradiv.

Material

Kamen, glina, les in ostala gradiva organskega izvora v življenjskem ciklusu ne pustijo negativnih posledic v okolju. Tudi opeko, ki sicer sodi med umetna anorganska gradiva, zaradi njene tisočletne tradicije največkrat uvrstimo kar med naravna gradiva [Zbašnik-Senegačnik, 1996]. Osnovna surovina za izdelavo opeke je ilovica, ki je sestav gline pomešane s peskom, vodo in drugimi primesmi. Glina je klastični sediment, ki nastane z razpadanjem silikatnih kamnin. Skoraj povsod po svetu jo je na voljo v ogromnih količinah, največkrat približno pol metra pod humusno plastjo.

Najdemo jo tudi v vseh predelih Slovenije. Mimogrede, največ objektov, grajenih iz gline po tradicionalnih tehnikah, je možno opaziti v Prekmurju, najmanj pa na primorskem, kjer je predvsem v preteklosti prevladovala gradnja s kamnom.

Kot samostojen konstrukcijski material je glina v surovem stanju za gradnjo v našem okolju manj zanimiva, saj je slabše obstojna v vlažnem okolju in nima potrebne trdnosti. Problem trdnosti se v tradicionalni gradnji sicer rešuje z veznim materialom kot je npr. slama ali vejevje. Odlični pogoji za uporabo gline pri gradnji so območja z vročim, suhim prodnebjem, z malo padavinami. Tam žgana opeka ni nujno potrebna.

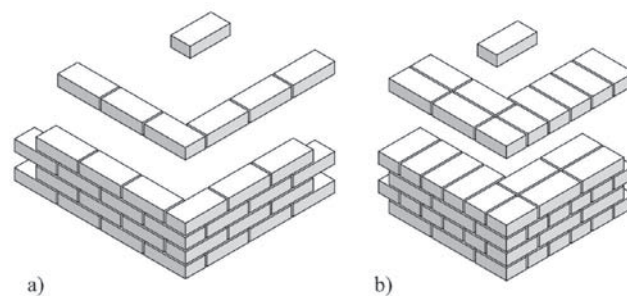
Pozitivna lastnost gradnje z glino, ki jo graditelj najde v naravi, največkrat kar v bližini grajenega objekta, je enostavna in predvsem cenovno dostopna gradnja. Zaradi tega je v manj razvitih deželah glina še danes za mnoge osnovni gradbeni material, v bolj razvitem svetu, kjer pa ni tako priljubljena, njene prednosti in kakovost cenijo predvsem tisti graditelji, ki želijo graditi zdravo in okolju prijazno. Previdnost je potrebna le pri izbiri nahajališča, saj obstaja možnost onesnaženosti.

Oblika in dimenzije

Velikost opeke ustreza enostavnemu držanju v eni roki. Osnovna oblika opeke je kvader, katerega dolžine stranic se najbolj pogosto približajo ali so v razmerju 1:2:4. Kot opisuje Campbell [2003: 30] sta bili na območju Jeriha, v času neolitskih kultur (8300-6600 pred štetjem) uporabljeni dve vrsti čerpičev, t.j. na soncu žgane gline. Prva je bila oblikovana kot štruca kruha, dimenzije pa so se od čerpiča do čerpiča razlikovale. Povprečna mera je bila 10x10x26 cm. Druga vrsta čerpičev je bila bolj podolgovata, v merah pa so bila manjša odstopanja. V povprečju so merili 10x15x40 cm. Prve žgane opeke, ki so jih izdelali v Mezopotamiji, so bile izdelane s pomočjo kalupov enotnih dimenzij, 10x15x35 cm. Podobno so se enotnih mer držali tudi Rimljani. Vitruvij [2005: 23] v svoji knjigi opisuje

tri tipe opeke, Campbell [2003: 46-47], pa jih v svojem delu predstavi pet. Nekaj izmed njih je po obliki oziroma razmerju stranic posebnost, saj imajo obliko kvadratnih plošč, katerih dimenzije se gibljejo od 4,5x20x20 cm do 6x75x75 cm. Slednje zaradi svoje velikosti in tudi teže niso bile v pogosti uporabi.

Dimenzije klasične opeke, ki se jo uporablja v slovenskem prostoru, so 6,5x12x25 cm. Le-te so bile, kot piše Kresal [2002: 66] uvedene v Jugoslaviji po letu 1932. Enojni zid tako meri 12 cm, dvojni 25 cm in trojni 38 cm. V praksi pomeni enojni zid predelna stena, dvojni zid je nosilna konstrukcija, trojni zid pa predstavlja obodno nosilno konstrukcijo objekta. Pred letom 1932 so bile v uporabi opeke, dimenzij 6,5x14x29 cm, katerih razmerje stranic 1:2:4 je omogočalo kompatibilnost vgradnje v vseh treh glavnih postavitev opeke. Klasična opeka je dober primer, kjer pride do izraza smiselnost razmerja med posameznimi stranicami. S tem se dopušča zlaganje in sestavljanje različnih vzorcev, ki pride v poštev predvsem pri vidni opečni konstrukciji npr. fasada. Dimenzije pri tem niso pomembne, le razmerja, odnos dolžin in njihova sestava [Juvanec, 1999: 25].



Slika 1: Sistem zlaganja opeke: s horizontalnim zamikom prekinemo vertikalno kontinuiranost, s čimer dosežemo večjo stabilnost; a) klasični enojni zid; b) klasični dvojni zid.

Figure 1: Brick stacking system: a horizontal shift interrupts the vertical continuity, whereby greater stability is achieved; a) classic single wall; b) classic double wall.

Klasično opeko je pri gradnji nosilnih konstrukcij zamenjal modularni opečnat blok, pri katerem je bil vpeljan modul 10 cm. Modularni blok je v primerjavi s klasično opeko večji, kar v praksi pomeni hitrejšo gradnjo ter manjšo površino fug na enoto površine ter s tem manjšo porabo veznega materiala.

Primer: potrebno število opeke/opečnih modularnih blokov na enoto površine:

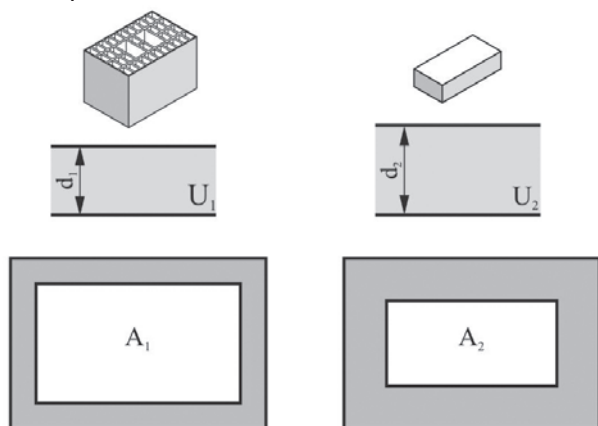
opeka	dimenzije opeke	št. opek/m ²	Pokravnost (%)
klasična opeka	6.5/12/25	54	84,39
modularni blok	19/19/29	17	92,15

Tabela 1: Poraba opeke na m².

Table 1: Brick consumption per m².

Če predvidimo, da je hitrost vgradnje enega kosa opeke neodvisna od njene velikosti, potem lahko rečemo, da pri gradnji s klasično opeko v grobem porabimo 3x več časa kot pri

gradnji z modularno opeko. Obenem pa porabimo tudi skoraj 8% več veznega materiala na površinsko enoto pri gradnji s klasično opeko kot pri gradnji z modularnim blokom. Poleg tega je pri enaki toplotni prevodnosti ($U_1=U_2$) stena, grajena iz modularnih blokov, debeline d_1 tanjša v primerjavi s steno debeline d_2 , ki je grajena s klasično opeko. Iz tega sledi, da je pri enaki bruto površini uporabna površina A_1 , večja od uporabne površine A_2 .



Slika 2: Primerjava uporabe modularnega bloka (1) in klasične opeke (2).
Figure 2: Comparison between the use of (1) modular blocks and (2) classic bricks.

Vrednotenje

Opeka je na začetku predstavljala razkošje, saj je bila izdelava relativno zahtevna. Kot piše Campbell [2002: 30] je bila vrednost žgane opeke v času dinastije Ur (2111-2003 pr.n.št.) v primerjavi s čerpičem tridesekrat višja. Za takratno vrednost srebrnega kovanca je bilo možno kupiti 14 400 čerpičev ali 504 kosov žgane opeke. V času Babiloncev (612-539 pr.n.št.), katerih opečnata proizvodnja je bila bolj razvita, je bilo razmerje vrednosti med žgano in na soncu sušeno opeko med 2:5. Skozi nadaljna stoletja je opeka postajala vse dostopnejša. Vse do industrijske revolucije je predstavljala eno izmed boljših izbir med gradbenimi materiali, vsaj kar zadeva ekonomske, uporabne in vizualne vrednosti. Industrijska revolucija je omogočila mnogo novosti tudi v gradbeništvu, ki pa so pustile močne sledi tudi v okolju. Zaradi posledic novih tehnologij in materialov v gradbeništvu, se je pokazala potreba po uvedbi dodatnih kriterijev pri izbiri gradbenega materiala, predvsem ekološka in zdravstvena vrednost [Zbašnik-Senegačnik, 1996]. Ekološka vrednost nam pove, kakšen vpliv ima življenjski cikel posameznega gradiva na okolje, pri zdravstveni vrednosti pa je potrebno poznati vplive materiala na človeka, tako pozitivne kot negativne. Gradnja z opeko je eden izmed bolj priljubljenih in cenejših načinov gradnje tudi v Sloveniji.

Slovenski prostor

Gradnja objektov predstavlja več kot polovico deleža gradbene dejavnosti v Sloveniji (52,5%) [Sitar et al., 2005:38]. Na podlagi statističnih podatkov o pretežni porabi gradbenega materiala [www.stat.si] je razvidno, da je opeka nedvomno največkrat porabljen material. V obdobju zadnjih desetih let je delež opeke pri porabljenem materialu za gradnjo objektov več kot 99%. Manjši prelom se zgodi leta 2001, ko je viden porast lesenih (3%) in

betonskih objektov (4%). Delež opečnatih objektov tako pade za prbl. 7%. V primerjavi z drugimi državami je delež opeke porabljen v gradbeništvu vseeno nadpovprečno visok. Za primer vzemimo Veliko Britanijo, kjer je leta 1998 delež lesene stanovanjske gradnje predstavljal 10.1%, deset let kasneje, leta 2008 pa že 24.9%. To pomeni, da je vsak četrti stanovanjski objekt, zgrajen v tem letu, lesen [Arnold, 2009].

Razlogov za tako visok delež opečnate gradnje v Sloveniji je več. Predvsem bi izpostavila dobro poznavanje materiala, ki je preizkušen skozi več generacij in dokazuje obstojnost, ne zahteva veliko vzdrževanja, je cenovno ugoden, poleg tega pa k visokemu deležu prispeva tudi poznavanje tehnike gradnje in ugoden najem delovne sile. Kljub temu pa je v slovenskem prostoru opekarska industrija relativno slabo razvita. Aktivnih je le nekaj industrijskih obratov v katerih prevladuje proizvodnja strešne kritine.

Na izbiro materiala vpliva tudi tradicija in opeka je nedvomno tradicionalno gradivo. Da je temu tako, govorijo rezultati ankete izvedene v Sloveniji, v sklopu raziskave Smernice in potencial lesene gradnje v Sloveniji [Kitek Kuzman et al., 2007: 36], kjer je bilo ugotovljeno, da se slovenski graditelj pri izbiri gradbenega materiala zanaša na tradicijo in navade. Podobna anketa je bila izvedena v Veliki Britaniji, kjer je več kot polovica anketirancev potrdila pomembnost tradicije. Opeka jim je všeč zaradi lepega, tradicionalnega izgleda, je brezčasna in daje vtis trdnosti, udobja in naravnosti [BDA, 2000: 11].



Slika 3: Razmerje vrednosti.

Figure 3: Ratio of values.

Problematika

Številni industrijski obrati so odvisni od gradbene dejavnosti, med drugim tudi opekarska industrija. Gradbeništvu namreč predstavlja panogo v gospodarstvu, ki predstavlja praktično v vseh državah vsaj 10% bruto nacionalnega dohodka [Kunič, 2008: 132]. Opeka, ki je dostopna skoraj vsakemu graditelju, je aktualna predvsem zaradi enostavne uporabe in dolge življenjske dobe, ki

ne zahteva veliko vzdrževanja. Kljub vsemu, opeka širom sveta, t.j. pretežni del Afrike, Južna Amerika, Azija, predstavlja drag gradbeni material, saj si opečnato gradnjo privoščijo le bogatejši [Oliver et al., 2007: 26].

Pri izbiri gradbenega materiala se upošteva več kriterijev, med katerimi danes prevladujeta ekonomska in/ali ekološka vrednost. Vrednosti se lahko med seboj izključujeta, po drugi strani pa tudi dopolnjujeta. Raziskave, ki so bile opravljene v Avstriji in Švici, so namreč pokazale, da je količina sive energije, ki je potrebna za izdelavo gradbenega materiala in notranje opreme, približno tako velika, kot je energija, ki jo v obdobju 40 let potrebujemo za ogrevanje dobro toplotno izolirane stavbe. Govorimo lahko tudi o vračilni dobi porabljene energije, t.j. koliko časa traja, da se količina privarčevane obratovalne energije izenači s količino dodatne sive energije, potrebne za energijsko prenovo stavbe. Včasih je za okolje boljše, da izvedba hiše ni tako zelo popolna in da raje sprejmemo izgubo toplotne energije kot pa gradnjo z energijskega vidika skorajda popolne hiše, kar je povezano z visokimi stroški in velikimi količinami "vgrajene" sive energije [Climalp, 2007: 23].

V preteklosti je bil motiv gradnje zaščita pred vremenskimi vplivi, današnji motivi pa so nemalokrat povezani z ekonomskimi interesi, kot so: dobiček na kvadratni meter objekta, povračilna doba investicije, višina vzdrževalnih stroškov, itn. [Zupančič, 2003: 61]. Gledano izključno z ekonomskega vidika, je interes proizvajalcev čim večja prodaja in s tem čim višji zaslužek medtem, ko investitor oziroma uporabnik navadno stremi k čim bolj ekonomični realizaciji projekta, tako pri izvedbi, kot tudi v času uporabe.

Opekarska industrija izvaja masovno produkcijo in kopiči zaloge, količina proizvodnje pa se največkrat nanaša na statistične podatke. Pred leti je bila količina v proizvodnji odvisna od povpraševanja, danes pa morajo biti na voljo velike zaloge gradbenega materiala, saj je konkurenca na trgu velika. Pri tem proizvodnja obratuje ne vede ali bo opeka prodana ali ne. Pojavi se problematika prenasicanja, prevelike količine zalog. Zgodí se, da do vgradnje opeke sploh ne pride, bodisi zaradi nezanimanja potrošnika bodisi zaradi izboljšav v proizvodnji, boljših proizvodov.

Poleg tega je potrebno izpostaviti tudi pomembnost fleksibilnost zasnov celotnega industrijskega kompleksa. Ta mora biti takšna, da omogoča hitro prilagoditev prostora za optimalno delovanje, v kolikor pride do povečanja ali zmanjšanja proizvodnje. To pa pomeni takšno zasnovo, ki omogoča trajno zmožnost spreminjanja stavbe. Gradnja z opeko v takšnem primeru ni najbolj primerna rešitev, saj je relativno počasna. V primerjavi s skeletno gradnjo s prefabriciranimi elementi npr. jeklenimi ali betonskimi, ki dopuščajo tudi mnogo večjo fleksibilnost, je gradnja z opeko slabša izbira. Tega se zavedajo tudi v opekarnah, katerih proizvodne hale so zato zgrajene največkrat iz montažnih jeklenih konstrukcij.

Življenjski cikel opeke ima, tako kot vsako drugo gradivo, več faz, pri katerih je porabljena oziroma se porablja določena količina energije. Vsako gradivo porablja energijo skozi celotno življenjsko dobo, od predelave surovin, proizvodnje/izdelave, prodaje, vgradnje, uporabe, vzdrževanja, odstranjevanja in rušenja, uporabljanja z odpadki ali končno recikliranje in ponovna

uporaba [Kunič, 2007: 20]. Ponavadi se vsaka omenjena faza vrši na drugi lokaciji, zato je potrebna tudi transportna povezava, ki v celotnem ciklusu predstavlja dodatno količino porabljene energije.

Znano je, da večina gradiv, zahteva največji delež vložene energije v fazah pred vgradnjo. Energija porabljena v tem obdobju je imenovana siva energija t.j. energija pridobljena iz neobnovljivih virov (nafta, zemeljski plina, premog). Celotna potrebna energija za izdelavo opeke je ocenjena na 580 kWh/m³. Drugi materiali, npr. glina 2-5 kWh/m³, domač les 240 kWh/m³, beton 500 kWh/m³, železo 25000 kWh/m³, jeklo 63000 kWh/m³, baker 133000 kWh/m³, aluminij 195000 kWh/m³ [Zbašnik-Senegačnik, 1998].

Veliko razliko v količini porabljene energije pri izdelavi opeke in obdelavi gline, s katero je možna tudi samostojna gradnja, obenem pa je sestavni del opeke, gre pripisati predvsem procesu žganja, ki predstavlja bistven del porabljene energije. Količina potrebne energije je odvisna od temperature žganja, ki je odvisna od lastnosti gline. Ponavadi se giblje v območju med 800 in 1100°C.

Poleg porabljene energije pri izdelavi opeke, je problematično tudi pridobivanje surovine. Letne porabe gline so velike. Npr. v Veliki Britaniji in na Irskem so v letu 2007 izkopali več kot 5788 tisoč ton gline [BDA, 2008:4]. Glinokopi pri tem puščajo veliko rano v okolju. Zalog gline ne moremo nadzorovati in nimamo nikakršnega vpliva na njen nastanek. Nasprotno je npr. pri uporabi lesa, saj ima človek večji nadzor, ker lahko sam poskrbi za obnavljanje, saj lahko na mesto posekanega drevesa posadi novo.

Mnoge tovarne opeke so bile zgrajene v bližini večjih nahajališč gline s čimer je bila rešena problematika transporta gline. Prevoz iz bolj oddaljenih nahajališč je organiziran po izčrpanju lokalnih nahajališč ali pa zgolj zaradi ekonomskih interesov.



Slika 4: Kupi gline na dvorišču za tovarno Daas Baksten na Nizozemskem.

Figure 4: Piles of clay in the yard behind the Daas Baksten plant in the Netherlands.

Hipotetično pogledimo, kolikšno količino gline bi potrebovali na letni ravni, če bi vso glino za izdelavo opeke porabljene

IZRAČUN	Primer a	Primer b
Št. opek (450m ²):		
$A_{zidu} * N_{kos/m^2} = N_{kos}$	450 * 54 = 24300kos	450 * 17 = 7650kos
Masa vseh sten pri enem objektu:		
$m_1 = N_{kos} * m$	24300 * 4,3 = 104490kg	7650 * 7,5 = 57375kg
Prostornina sten pri enem objektu:		
$V_1 = m_1 / \rho_{opeka}$	104490/2205 = 47m ³	57375/2205 = 26m ³
Prostornina sten pri vseh objektih (4000):		
$V = V_1 * N$	47 * 4000 = 188000m ³	26 * 4000 = 104000m ³
Potrebna površina, če je globina izkopa (h _i) 2m:		
$A = V/h_i$	188000/2 = 94000m ²	10400/2 = 52000m ²

Tabela 2: Hipotetičen izračun potrebne količine gline za izdelavo opeke porabljene na območju Slovenije.

Table 2: Hypothetical calculation of the amount of clay needed for the production of bricks consumed in Slovenia.

za gradnjo objektov v slovenskem prostoru pridobivali na območju Slovenije. Iz letopisov Slovenije [www.stat.si] je razvidno, da je v povprečju letno z opeko dograjenih okoli 4000 objektov, katerih prostornina (V) je povprečno 900 m³. Od tod predpostavljam, da je objekt dvoetažen, z višino (h) 6 m, tlorisna zasnova je pravokotnik, z dimenzijami 10 m in 15 m (a in b). Površina zunanjih sten objekta je tako 300 m², medtem ko predpostavljam, da je površina notranjih sten enaka eni polovici površine zunanjih sten objekta. Skupna površina (Azid) vseh sten je 450 m². Pri izračunu je upoštevana uporaba opeke: a) klasična opeka: 6,5/12/25 cm, masa (m): 4,3 kg, poraba (kos/m²): 54; b) modularni blok: 19/19/29 cm

masa (m): 7,5 kg, poraba (N/m²): 17. Gostota opeke je: $\rho_{opeka} = m/V = 2205 \text{ kg/m}^3$.

Kaj predstavljajo rezultati? Če predpostavimo, da se izkopi izvajajo v bližini proizvodnega obrata npr. opekarne Winerberger v občini Ormož, in sicer do globine (h_i) 2m, izračunana površina predstavlja a) 44,3% oziroma b) 24,5% površine občine. To pomeni, da bi v nekaj letih prekopali površino v velikosti Ormoža. Kot rečeno, je izračun hipotetičen. Končna količina je gotovo še višja, saj v proizvodnji ni porabljena vsa izkopana glina, hkrati pa je glina osnovna surovina tudi pri izdelavi opečne strešne kritine, ki je najpogostejše uporabljena kritina v Sloveniji.

Opeka ima v fazi uporabe praktično neomejeno življenjsko dobo in ne zahteva veliko vzdrževanja, kar pomeni manjšo porabo energije. Projektiranje objektov je predvideno za dobo 50 let. Opečnata konstrukcija zdrži mnogo dlje, vendar moramo tu poleg fizične dotrajanosti upoštevati še funkcionalno dotrajanost, do katere pride mnogo hitreje, predvsem v današnjem svetu, ko relativno nove stavbe postanejo neuporabne za opravljanje funkcije za katero so bile prvotno zgrajene [Kunič, 2007: 9]. Zaradi tega je potrebno že pri načrtovanju gradnje predvideti morebitno preureditev ali celo odstranitev objekta.



Slika 5: Razmerje med površino občine Ormož in letno potrebo po glini za izdelavo opeke porabljene na območju Slovenije a) klasična opeka; b) modularni blok.

Figure 5: Ratio between the area of the municipality of Ormož and the annual clay requirements for brick production in Slovenia a) classic brick; b) modular block.

Problematika opeke je večplastna, predvsem pa izstopajo pomanjkljivosti z ekološkega vidika. Če povzamem, glinokopi v okolju predstavljajo veliko rano, pri proizvodnji opeke je porabljeno veliko energije in proizvedeno veliko odpadkov. V fazi odstranitve se pojavi vprašanje kam in kaj z ruševinami. Po drugi strani pa trend gradnje narekuje uporabo drugih materialov kot so npr. les, jeklo, steklo, itn.

Diskusija

Trg gradbenega materiala se je v zadnjih nekaj letih močno popestril, na voljo je večje število gradiv in principov gradnje. Kljub temu pa je opeka še vedno nepogrešljiv gradbeni material. Način zidanja, t.j. ročno, z uporabo enostavnih orodij, se vse do danes ni bistveno spremenil. Do industrijske revolucije so bili v gradbeništvu aktualni materiali, ki niso imeli večjega vpliva na okolje, z vpeljavo novih gradiv pa se je občutno povečala poraba energije, kot tudi količina odpadkov. Negospodarno ravnanje z energijo in cenovno ugodni viri energije v preteklosti, predstavljajo težave generacij, ki prihajajo, saj je jasno, da se zaloge energentov hitro zmanjšujejo. Zaradi zavedanja sprememb je pri današnjem načrtovanju v različnih vejah gospodarstva, tudi v gradbeništvu, velik poudarek na ekološkem načrtovanju. Ekološka ozaveščenost ni več le obveza posameznika, temveč širše družbe. Napredek v miselnosti pa se izraža v sprejetju številnih zakonov o varovanju okolja. Na splošno je potrebno več pozornosti nameniti tudi varčevanju z neobnovljivimi viri energije, zmanjševanju porabe surovin in drugih virov, varovanju okolja, planiranju recikliranja in skrbi ter upravljanju z odpadki, ki nastopajo kot rezultat zaključka življenjske dobe ali odstranitve [Kunič, 2008: 132].

Na podane predloge, ki spodbujajo večjo skrb za okolje, se odzivajo tudi številne opekarne po vsem svetu, ki z različnimi ukrepi skušajo optimirati predvsem fazo proizvodnega procesa, za katerega bi porabili manj energije, ter s tem v največji možni meri zmanjšali količino emisij, odpadkov in drugih negativnih vplivov na okolje. Vodstvo opekarn ne stremi zgolj okolju prijaznejši proizvodnji, temveč veliko pozornosti namenjajo tudi končnim izdelkom. Lastnosti opeke morajo namreč ustrezati kriterijem, ki jih predpisujejo standardi, veliko truda pa se vlaga tudi v izboljšanje toplotnoizolativnih lastnosti opeke. Opekarne so v zadnjih letih razvile t.i. termo opeko, ki



Slika 6: Že uporabljena opeka - možnost ponovne uporabe.

Figure 6: Used bricks – possibility of reuse.

imajo boljše toplotnoizolativne lastnosti. Te so dosežene npr. z dodajanjem žagovine ali papirnega mulja v glineno maso. Dodatki med procesom žganja zoglejajo na njihovih mestih pa nastanejo z zrakom polnjeni žepki. Boljše toplotnoizolativne lastnosti opeke omogočajo vkradno tanjše dodatne plasti toplotne izolacije, v kolikor je ta potrebna. S sprejetjem novega pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah [UL, 2008: 12706] je predpisana toplotna prehodnost zunanjih zidov $U_{max} = 0,28 \text{ W/m K}$, kar v praksi pomeni povečanje debeline zunanjih sten. Gradnja z opeko je, v primerjavi z montažno gradnjo, relativno počasna, vendar je čas uporabe praktično neomejen in zahteva bistveno manj vzdrževanja oziroma vzdrževanja sploh ne potrebuje. Z daljšo življenjsko dobo stavbe ohranjamo naravne vire in preprečujemo nastanek nepotrebnih odpadkov zaradi rušenja [Cipra, 2007: 12]. Naj spomnim, da moramo poleg fizične trajnosti predvideti še funkcionalno trajnost objekta. V kolikor vemo, da je objekt npr. začasnega značaja, mora biti temu primerna tudi izbira osnovnega materiala. Problematika, ki nastane pri odstranitvi objektov grajenih z opeko, je odvoz in deponija ruševin. Delno je ta problem rešen z reciklažo, kjer se že uporabljeno gradivo in odpadke na fizični in/ali kemični način predela v nove surovine ali izdelke [Zbašnik-Senegačnik, 1996: 121]. Odstranjena opeka se zmelje v prah, ki se ga lahko uporabi na več načinov, npr. pri gradnji cest in nasipov ali kot substrat za rastline, pesek na teniških igriščih, itn. Drug način reševanja omenjenega problema predstavlja reuporaba, torej ponovna vgradnja enkrat že porabljene opeke. Klasična opeka

kot element je danes uporabljena kot estetski dodatek. Zanimanje za stare in že uporabljene, predvsem ročno izdelane, opeke je veliko, kar je dokazujejo tudi relativno visoke cene na trgu gradbenega materiala. Obstajajo celo trgovine, ki imajo v svoji ponudbi izključno rabljen gradbeni material. Zaradi velikega povpraševanja po opekah obrabljenega in starinskega videza, so številne tovarne v svojo avtomatizirano proizvodnjo vključile izdelavo opek s takšnim izgledom. T.i. "ročno izdelane" opeke so izdelane s pomočjo posebno oblikovanih valjčkov s katerimi je narejena tekstura na licu opeke. Zanimivo pri tem je, da se precej časa in denarja vlaga v izpopolnjevanje avtomatiziranih tehnologij za izdelavo opeke z videzom ročno izdelanih opek.

Primeri iz prakse

Novosti in izboljšave, ki jih v proizvodnjo vnašajo opekarne po vsem svetu, so povezane predvsem z zmanjšanjem porabe energije v proizvodnji. Velik poudarek je tudi na zmanjševanju celotnih emisij, katerih mejne vrednosti so zakonsko določene. Na trg prihajajo nove opeke, ki z novo obliko predstavljajo izboljšave z vidika toplotne prevodnosti in tudi ekonomičnosti ter hitrosti gradnje.

Wienerberger: Opekarna Wienerberger z glavnim sedežem v Avstriji ima večdesetletno tradicijo pri proizvodnji opečnatih elementov. Opekarna je znana širom sveta, enega številnih proizvodnih obratov pa imajo tudi v Sloveniji, v Ormožu. Poleg optimalnih rešitev v proizvodnji, kjer s stalnim izboljševanjem proizvodnega procesa zmanjšujejo porabo energije, so novosti



Slika 7: Sistem ClickBrick (Daas Baksten).

Figure 7: ClickBrick System (Daas Baksten).

tudi med proizvodi. Eden takšnih je sistem s komercialnim imenom Porothers dryfix. Sistem vključuje modularno opeko, ki je brušena na obeh naležnih površinah. Glavna prednost sistema je nizka toplotna prehodnost opeke, kar je potrjeno tudi na Zavodu za gradbeništvo v Ljubljani. V "zmes" je dodana žagovina, ki pri žganju tvori majhne, z zrakom zapolnjene, pore, s čimer je izboljšanja toplotna prevodnost materiala. Posebnost opeke je tudi sama oblika, ki omogoča medsebojno spajanje opek na princip pero in utor s čimer se prepreči nastanek toplotnega mostu. Namesto malte pa je predvidena uporaba posebnega lepila [Wienerberger, 2009].

Daas Baksten: Nizozemska tovarna opeke Daas Baksten deluje od leta 1890. Danes tovarna iz Zeddama predstavlja enega vodilnih proizvajalcev opeke na Nizozemskem. Kot mnoge druge tovarne se tudi v Daas Bakstnu zavzemajo za izboljšave v celotnem procesu izdelovanja opeke in hkrati skrbeti tudi za okolje. Mnoge od zastavljenih strategij že delno ali v celoti tudi izvajajo.

Surovine pridobivajo iz dveh lastnih glinokopov in sicer v Winterswijk in Netterdnu. Minimalen poseg v okolje je možno zaznati predvsem v mestu Winterswijk, saj tam zaradi zelo debele plasti gline ni potrebno kopati po večji površini. Pred kratkim so npr. že izčrpan glinokop preuredili v ribnik, ki se sedaj vklaplja v krajino, izboljšuje turistično ponudbo kraja in daje zatočišče številnim lokalnim vrstam rastlin in živali. Podobno skrb za okolje izkazujejo tudi v glinokopu v mestu Netterden, ki je od tovarne oddaljen le slabih 10km, kjer poleg gline kopljejo tudi pesek, ki ga potrebujejo pri izdelavi opeke.

Vseskozi se vodstvo opekarne Daas Baksten zavzema tudi za zmanjšanje porabe energije v celotnem življenjskem ciklu

njihovih izdelkov. V proizvodnjo je bilo tako vključenih kar nekaj ukrepov za varčevanje in recikliranje energije. Eden od teh je sušenje glinenih modelov in predgrevanje s pomočjo toplote, ki jo oddajajo peči. Za boljši energijski izkoristek pa poskrbijo še npr. z optimiranjem transporta in skladiščenja ter s skrbnim načrtovanjem zalog. V novem proizvodnem obratu De Volharding imajo poleg filtrov za prah, ki ga skupaj s peskom ponovno uporabijo, nameščen še sistem za reciklažo vode porabljene v proizvodnem procesu. V program proizvodov so vključili novo vrsto opeke z imenom "ClickBrick". To je opeka za izdelavo fasad, ki je ni potrebno zidati z malto, ampak jo je zaradi posebnega utora v opeki možno z vijaki pritrditi na fasado [Daas Baksten, 2009].

Brick Development Association (BDA): Združenje za razvoj opeke skrbi za promocijo opeke v Veliki Britaniji in na Irskem, kjer je proizvodnja opeke pomemben člen v gospodarstvu, saj predstavlja 82% dobička od prodaje gradbenega materiala narejenega iz gline, t.j. okoli 550 milijonov funtov letno.

V želji po izboljšanju in okolju prijaznejšega proizvodnega procesa so v letu 2002 uvedli številne ukrepe za različne faze procesa.

Pridobivanje surovin:

- lokalna nahajališča
- ponovna uporaba ostankov nežgane gline
- s polnili zmanjšati koločino porabljene gline

Poraba energije:

- uporaba bolj učinkovitih računalniško vodenih peči, pri katerih je možna reuporaba odvečne toplote za sušenje surovcev
- nadzor nad porabo
- uporaba alternativnih virov energije, kot npr. zemeljski plin, na katerega naletijo pri izkopavanju gline

Distribucija končnih izdelkov:

- uporaba opeke lokalnih proizvajalcev
- optimizacija transporta
- transportna vozila z manjšo porabo goriva in primerno vzdrževanje pnevmatik

Sklep

Življenjskega ciklusa opeke ali kateregakoli gradbenega materiala ni smiselno prilagajati zgolj določenim kriterijem. Največkrat sta danes poduarjeni ekonomska in ekološka vrednost, ki sta si, glede na posamezne faze življenjskega ciklusa, v nekih merilih popolnoma nasprotujoči. Pri opeki sta problematični predvsem proizvodnja in odstranitev gradiva. V prihodnosti bo torej potrebno poiskati rešitev, ki bo optimalno zadovoljila potrebe predvsem ekonomije in ekologije. To pomeni poiskati ravnotežje med ekonomiko proizvodnje in skrbjo za okolje. Odločen korak v to smer kažejo tudi rezultati izboljšav, ki so jih v zadnjih letih v proizvodnjo vnesle številne opekarne.

Leto	Masa (mio. ton)	Poraba energije (kWh/tona)	Poraba vode (1000 m ³)	Reciklirana voda (1000 m ³)	Reciklirana voda (%)
2001	6,54	779,9	/	/	/
2002	6,456	754,7	467,285	197,57	42,3
2003	6,445	753,8	529,8	218,8	41,3
2004	6,653	746,1	599,08	239,18	40
2005	6,358	756,7	741,244	265	35,8
2006	5,878	741,3	633,313	262,1	41,4
2007	5,789	724,3	667,1	346,1	51,8

Tabela 3: Poraba energije in vode v proizvodnem procesu [BDA, 2009].

Table 3: Energy and water consumption in the production process [BDA, 2009].

Opisana problematika nedvomno zadeva tudi arhitekta-projektanta. Arhitekt kot glavni projektant ima pomembno vlogo pri izbiri gradiva, največkrat tudi odločilno, saj z izbranim gradivom, kot je zapisala Zbašnik-Senegačnik [1996: 117], materializira arhitekturni koncept. Splošna praksa kaže, da je izbira gradiva večkrat prepuščena ali zahtevana s strani investitorja/uporabnika, ki vrsto gradiva zbira predvsem na svoje finančne zmožnosti.

Kljub pomanjkljivostim, ki jih ima opeka v življenjskem ciklusu, bo zagotovo uporabljena tudi v bodoče, saj jo odlikujejo lastnosti kot so enostavna uporaba, tradicija, preizkušnost, praktično neomejena življenjska doba, kar dokazujejo številni primeri, tudi iz daljne zgodovine.

Viri in literatura

- Arnold, G. - Building for the future, <http://www.epolitix.com/stakeholders/stakeholder-article/newsarticle/building-for-the-future-1/>, <oktober, 2009>
- BDA – Brick Development Association (2009), http://www.brick.org.uk/_media/_pdf/Report%202009_.pdf, <september, 2009>.
- BDA – Brick Development Association (2000), http://www.brick.org.uk/_resources/BRICK%20FOR%20LIFE.pdf, <september, 2009>.
- Campbell, J. (2003): Brick - a world history. Thames&Hudson, London.
- Climalp – Društvo za varstvo alp, <http://www.cipra.org>, <oktober, 2009>.
- Daas Baksten, <http://www.daasbaksteen.nl/>, <oktober, 2009>.
- Juvanec, B. (1999): Elementi arhitekture. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Kitek Kuzman et al., (2007): Smernice in potencial lesene gradnje v Sloveniji. V: Arhitektura, raziskave, AR 2007/1: 36.
- Kresal, J. (2002): Gradiva v arhitekturi. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Kunič, R. (2008): Ekonomsko vrednostenje in piramida stroškov stavb. V: Gradbenik, Nizkoenergijske in pasivne hiše: 40-41.
- Kunič, R. (2007): Načrtovanje vrednotenja vpliva pospešenega staranja bitumenskih trakov na konstrukcijske sklope. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Oliver, P., et al. (2008): Atlas of vernacular architecture. Routledge, Oxon.
- Sitar, M. et al., (2005): Trajnostni vidiki prenove večstanovanjskih stavb. V: Arhitektura, raziskave, AR 2005/2: 38.
- Statistični urad, www.stat.si, <september, 2009>.
- Uradni list RS 93/2008 (2008), Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah. Priloga 1.
- Winerberger, www.winerberger.si, <oktober, 2009>.
- Zbašnik-Senegačnik, M. (1998), <http://www2.arnes.si/aa/1998/zbac98cl.html>, <oktober, 2009>.
- Zbašnik-Senegačnik, M. (1996): Negativni vplivi gradiv na človeka in okolje. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, Ljubljana.
- Zupančič, D. (2003): Vernakularna arhitektura in ekonomika gradnje. V: Arhitektura, raziskave, AR 2003/2: 61.