

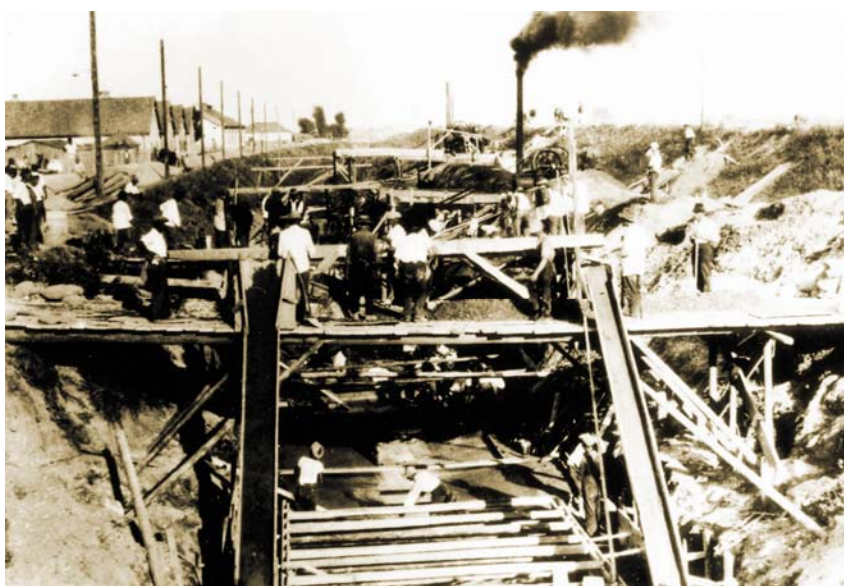
## NEGDAŠNJA I SADAŠNJA GRADNJA KANALIZACIJSKOG KOLEKTORA

Obilazeći Zagreb i njegova brojna gradilišta, uočio sam gradnju kanalizacijskog korektora na Radničkoj cesti (pokraj Ulice grada Vukovara). Budući da su sačuvani i slike i podaci kako se nekada gradio još postojeći kanal pokraj sadašnjega novoga, bila je to prigoda za uspoređivanje negdašnje i sadašnje gradnje. To je na neki način svojevrsni vremeplov

bili parni strojevi (dim na slici 1.) jer tada i nije bilo druge mogućnosti. Iskop se obavljao ručno, prebacivanjem zemlje s lopate na lopatu sve do izvan kanalskog rova. Višak se zemlje odvozio konjskim zapregama na odlagalište, a utovar je također bio ručni. Razupora je građevne jame bila kombinirana od metalnih profila te drvenih greda i dasaka (fosna), a

jama je bila kosih bokova jer je okolni teren bio slobodan.

Kad je jama bila iskopana u potrebnoj širini i dubini te s predviđenim padom, započelo je betoniranje od dna, a beton se opet pripremao miješalicom na parni pogon, a za manje količine i ručno. Zbijanje betona izvodilo se, također ručno, metalnim nabijačima. Iz svega se može zaključiti kako je za takve masovne radove trebalo na stotine radnika i mnogo zaprežnih kola. Unutrašnji se transport obično obavljao vagonetima na postavljenim kolosijecima malog profila, s konjskom ili ljudskom vučom. Oplata, posebice ona za kapu kolektora, prebacivala se u jamu s pomoću kolotura ovješanih na drveni tronog jer tada nije bilo dizalice. Na profile (ramove) su se prikivale daske (mosnice) i na njih se spuštao beton jer konstrukcije nisu bile armirane, a profi kanala je bio svod oslonjen u pete na dnu kolektora. Nakon očvršćivanja betona žbukom su se izravnavale neravnine, a potom se uklanjala oplata i sve se prenosilo na sljedeću dionicu



Gradnja kolektora u Radničkoj cesti početkom 20. stoljeća

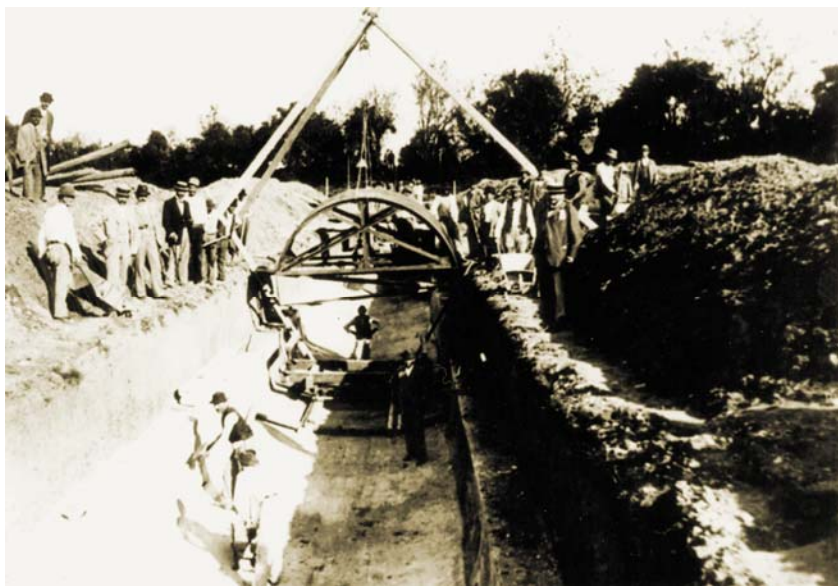
koji zorno prikazuje koliko su se tehnologije razvijale u razdoblju od gotovo 120 godina.

Kad je 1892. godine započela sustavna izgradnja kanalizacijske mreže u Zagrebu, među prvima se počeo graditi i veliki kolektor kroz Radničku cestu. Na temelju slika iz Muzeja grada Zagreba moguće je prikazati radove na tom kanalu paraboličnog profila 480/330 cm (nizvodno čak i 550/350 cm). Kako je Sava tada tekla kroz brojne rukavce Savišća (kao što su Savica i sl.), razina je podzemne vode bila prilično visoka i stoga ju je trebalo crpiti iz građevne jame. To se radilo crpkama kojima su pogon



Višak se iskopa odvozi konjskim zapregama u depresije ili panirke





Kanalska se betonska oplata pronosila i ispuštala u građevnu jamu s pomoću tronoga

(kampadu). Revizijska su se okna ugrađivala uzastopno s napredovanjem radova na zadanim razmacima, a onda se sve zatrpavalo do predviđene razine terena, najčešće ceste.

Takva je gradnja dugo trajala i ovisila je o vremenskim prilikama, a posebno o blizini Save i razini podzemne vode. Velik su problem bile i jake kiše koje bi raskvasile teren, a radove su otežavala žarka ljeta. Unatoč tome, taj kolektor još i danas služi svrsi iako je proteklo više od jednog stoljeća. Ipak su oštećenja i nemogućnost čišćenja nanosa i naplavina zahtijevali gradnju novoga kolektora.

Novi se kolektor gradi južno i usporredno s postojećim jer na terenu ima dovoljno mjesta, a protočne se vode nisu mogle odvesti zaobilazno (*bypass*), posebice stoga što su jake kiše danas sve češće i dugotrajnije.

Tehnologija kojom se sada gradi novi kolektor školski je primjer iskorištavanja suvremenih strojeva i tu je ljudski rad sveden na najmanju moguću mjeru. Stoga je na gradilištu uposleno tridesetak radnika koji su, uz nešto pomoćnih, uglavnom specijalizirani, poput strojara, dizalačara, vozača, armirača, betoniraca i

tesara. Rad se odvija tako da snažni rovokopač obavlja iskop i utovaruje višak materijala u kamione, a potom se mlatom zabija metalna oplata (žmurje) uz bokove rova. Metalne platice (*kunz*) zabija dizalica s hidrauličnom glavom, a tlak se ulja osigurava posebnom tlačnom pumpom (do 400 bara). Sve je to povezano crijevima ojačanim metalnim košuljicama pa zabijanje platica ide vrlo brzo i posve sigurno.

Tako iskopan rov potom se dotjera na nužnu širinu i uzdužni pad, a onda se dno betonira s poprečnim padom, slično kako je to bilo i u postojećem kolektoru. Nakon toga se slaže mreža dvostruke armature i



Suvremeni iskop kanalizacijskog rova uz zabijenu metalnu oplatu koja štiti redovit promet Ulicom grada Vukovara



Građevna jama i dio izvedenog kolektora uz Radničku cestu



postavlja vanjska i unutarnja sklopiva otplata te betonira do zadane visine. Potom na red dolazi „kapa“ kolektora koja je za razliku od starog kanala ravna, a ne parabolična. Time je znatno olakšan posao, čak omogućen i nešto veći protok, posebice oborinskih voda. Beton se na gradilište dovozi automiješalicom a ugrađuje pumpom, dok se manje količine "kiblom" spuštaju na potrebno mjesto. Građenje opslužuje dizalica širokog dohvata pa sve nužno u rovu dolazi "zračnim" putem (optlata, armatura, građa itd.). Nakon završetka i očvršćivanja betona gornja se betonska ploha premazuje zaštitnim premazom, a onda se vadi zabičena metalna oplata i rov zatrpava do predviđene razine te nasuti materijal zbjija do potrebne nosivosti za buduću cestu.

Izvođač radova i njegovi podizvođači uhodana su ekipa koja se već dokazala na sličnim gradilištima, a radovi su tako organizirani da sve teče mirno jer su dostava i ugradnja potrebnog materijala unaprijed isplanirani. Stoga gradilište nije pretrpano i ni na što se ne čeka. Zaštita radnika je primjerena poslu koji obavljaju, a iz razgovora s njim dalo se zaključiti kako znaju svoj posao i kako ga rade sa zadovoljstvom.

Namjerno ovdje ne navodim nikakve podatke o tvrtkama i ljudima jer se ne radi o reklamnoj poruci čitateljima, već samo o usporedbi kako se nekad radilo, a kako se sličan ili isti posao radi danas. Vjerujem da će najmlađim kolegicama i kolegama ovakav "vremeplov" biti vrlo zanimljiv, posebno i stoga što smo doznali da nove generacije studenata građevinarstva, barem one školovane prema „bolonjskom procesu“, tije



Pripremljena armatura i postavljanje unutrašnje i vanjske optlate



Građevna jama s izvedenim zakrivljenim dnom kolektora i buduće revizijsko okno

kom tri godine studiranja nemaju ni sata praktičnog rada. Tome nije potreban poseban komentar, ali kako će gradnja novoga kolektora potrajati, ne bi bilo na odmet da oni koji to mogu, ponajprije studenti iz Zagreba, obiđu ovo gradilište gdje imaju što vidjeti i naučiti. Možda bi to po

moglo da nam se u budućnosti ne događaju neprilike na gradilištima kakvih je u posljednje vrijeme zaista bilo dovoljno.

Radoslav Karleuša, mag. ing. aedif.

Slike: R. Karleuša i Muzej grada Zagreba (dobrotom S. Šterka)



## TRADICIJSKI I SUVREMENI NAČINI GRADNJE I ENERGETSKA UČINKOVITOST

Kuća građena na tradicijski način sa zemljanim zidovima debljine od pola metra ili više (nepečeni materijal) i stropovima od drvenih greda te zemljanom ispunom, zadovoljava i ljetni i zimski temperaturni režim uz udobno stanovanje i uštedu energije.



Dio zemljanog zida

Iako ovaj način gradnje zadovoljava sa stajališta građevinske fizike on više nije primjeren za suvremenu gradnju, jer današnji graditelji ne traže uzore u kućama zidanima prije više stotina godina.

Praktična pitanja termoizolacije građevina i danas su česti problem stanogradnje. Klima se sigurno mijenja i ljudi znaju da se ljeti troši više energije za hlađenje, nego zimi za grijanje. Problem izolacije pokušava se riješiti suvremenim sustavima gradnje koji bi trebali zadovoljiti i ljetni i zimski temperaturni režim. Na tržištu postoje toplinskoizolacijski materijali i zidovi koji zadovoljavaju ili ljetne ili zimske uvjete, ali često ne

mogu istodobno zadovoljiti oba uvjeta.

Vunasti su materijali dobar toplinski izolator ljeti jer su suhi i paropropusni. Prostor građevine koji je odgovarajuće toplinski izoliran i bez visoke vlažnosti pogodan je za bora-



Vunasti materijal prije ugradnje

vak ljudi i bez uređaja za hlađenje. Da bi vunasti materijali bili paropropusni ne smiju biti obloženi paronepropusnim folijama jer je pravilo da zidovi moraju „disati“. S druge strane, ako vunasti materijal nije zaštićen paronepropusnom folijom, zimi u njega ulazi vlaga i on ni približno ne obavlja funkciju termoizolacije koja se od njega očekuje. Vunasti izolacijski materijali zahtijevaju sendvič-zid koji poskupljuje gradnju i vizualno ne zadovoljava jer se zbog nepravilne ugradnje često pojavljuju pukotine na pročelju.

Drugi je tip toplinskoizolacijskog materijala koji se često primjenjuje



Postupak ugradnje mineralne vune



ekspandirani polistiren, poznatiji kao stiropor ili, u ekstrudiranom obliku, kao stirodur.



Izolacija zida od stirodura

Stiropor i stirodur pripadaju kategoriji vrlo dobrih izolacijskih materijala sa stalnošću volumena i debljine (debljina vunastih materijala vremenski je diskutabilna jer dolazi do promjena zbog sadržaja vlage). Međutim, stiropor i stirodur zadovoljavaju isključivo zimi. To su hidrofobni materijali s dosta slabom paropropusnošću. Kod stiropora najmanjih gustoća ( $12 \text{ g/dm}^3$ ) faktor otpora prolaska vodene pare jest  $\mu=50$ . Ova vrijednost odgovara i nekim vrstama običnih betona koji se smatraju materijalima koji ne „dišu“. Svaki gušći stiropor ili stirodur pruža još veći otpor prolasku vodene pare, što nije dobro ljeti jer se dobiva viša vlažnost u prostoriji, što ljudima ne odgo vara čak i u slučaju kad je u prostoriji relativno niska temperatura (npr.  $22^\circ \text{ C}$ ). U tim je slučajevima, zbog smanjene vlažnosti u prostoriji, obavezna upotreba rashladnih uređaja.

Ljeti nepečena zemlja na zidovima i stropu ima ulogu prirodnog klima - uređaja jer apsorbira višak vlage u prostoriji i prenosi je na vanjsku

stranu gdje je niži tlak i djelomično zadržava unutar zida odnosno stropa. Preko dana sunce djelomično zagrijava zemljani zid koji se noću može dobro rashladiti upravo zahvaljujući sadržaju vlage u zidu. Na taj način, zbog mogućnosti hlađenja zidova i stropova, ne postoji učinak akumulacije topline u zidu koji je moguć ako su zidovi izolirani stiroporom ili stirodrom. Jedan dio topline prolazi kroz izolaciju i ulazi u zid. Problem nastaje zato što izolacija od stiropora, stirodura pa čak i vune, noću ne dopušta povrat topline na vanjsku stranu radi hlađenja zida.

To, naravno, ne znači da se treba vratiti korak unazad i graditi sa zemljanim nepečnim materijalima. Danas se događa velika ekspanzija građenja i u gradovima se grade višekratne građevine s čvrstim i pouzdanim materijalom. Pouzdan materijal znači da on s vremenom poradi povećanja vlažnosti ne smije bitno izgubiti svoja fizičko-mehanička svojstva. Nepečena bi opeka što se tiče čvrstoće možda i zadovoljila jer može u suhom stanju dobrim prešanjem postići čvrstoću i  $10 \text{ MPa}$  što je donja prihvatljiva vrijednost za nosive zidove. No, postoji problem s

vlagom u zidu, primjerice zbog pucaanja vodovodne cijevi.

Zid stambene kuće ili zgrade mora istodobno zadovoljiti sljedeće zahtjeve da zgrada bude dobro građena i izolirana: nosivost, termoizolacija, zvučna izolacija, paropropusnost, akumulativnost, vatrootpornost, nehidroškopnost, ekološka podobnost, prihvatljiva cijena i brza izvedba.

## HIDROGENSKA KUĆA

Kao dio projekta vrijednog dva milijuna funti u kome su sudjelovali Univerzitet u Birminghamu i *Black County Housing Group* (BCHG) nastala je prva kuća koja sve svoje energetske potrebe osigurava vodikom, dok je u isto vrijeme povezana na gradsku energetska mrežu. BCHG je prethodno 2004. godine konstruirao "kuću na vodik", ali ona nije bila povezana s gradskom energetska mrežom.

Ova se kuća napaja iz jedne energetske jedinice veličine hladnjaka smještene u pomoćnoj prostoriji iza same kuće. Zanimljivo je da je osnovno gorivo koje se rabi prirodni plin koji je uobičajen za uporabu u kućanstvima. Spomenuta energetska jedinica pretvara plin u vodik, koji u kom-



Hidrogenska kuća

binaciji s kisikom proizvodi električnu energiju i toplu vodu.

Kevin Kendall, pronalazač i vođa projekta, izjavio je da je velika vjerojatnost da će sva kućanstva posjedovati jednu takvu jedinicu, ali da još mnogi istraživači moraju razviti i optimizirati tehnologiju.

Energetska jedinica, koju je proizveo *Baxi Innotech*, ima kapacitet proizvodnje 1,5 kW električne energije i 3 KW topline (uključujući toplu vodu i grijanje prostora). Topla se voda akumulira u rezervoaru od 600 litara, smještenom pokraj jedinice, dok se višak električne energije vraća u lokalnu energetska mrežu.

### PAMETNA KUĆA IZ PORTA

Inteligencija kuće bazira se na dva koncepta. Prvi se odnosi na elektronske i informatičke sustave koji su bitni elementi projekta, a drugi na upotrebu jednostavnih građevinskih elemenata pri građenju kako bi se smanjilo vrijeme potrebno za izgradnju. Fleksibilnost je pojam koji se veže za sve faze projekta, pri čemu je takav koncept proizašao iz načina života ljudi koji stanuju u domovima današnjice. Takvo je razmišljanje dovelo do ideje fluidnog prostora u kojem nema fiksnih elemenata podjele i strogo markiranih granica raznih funkcija življenja. Takvi su principi prirodno uputili na selekciju materijala i tehnike u procesu izgradnje, a istodobno su osigurani zahtjevi što se tiče udobnosti, higijene i principa estetske usklađenosti.

U portugalskome je gradu Portu krajem 2008. izgrađena Pametna kuća po projektu Fatime Fernandez i Michele Cannata. Upotrijebljeno je staklo, materijal konstruktivno jed-



Dijelovi pametne kuće iz Porta

nostavan i estetski dobar. Stoga inteligentni faktori zadovoljavaju zahtjeve usklađenosti i povezivanja, stvarajući prostor - ugodan, siguran, energetski isplativ. Osnovni je koncept građevine jednostavnost funkcionalne organizacije. Staklo štiti unutrašnjost od vanjskoga svijeta, dok ga istodobno povezuje s njime. Jednostavnost projekta s funkcional-

nog gledišta, pri čemu nisu zapostavljeni zahtjevi zdravog života, nastala je kao rezultat studije o kontroliranoj upotrebi električne energije i očuvanja topline primjenom *HVAC sustava (HVAC, heating, ventilating, and air conditioning)*. To je integrirani energetski sustav sastavljen od generatora na pogon vjetra za proizvodnju električne energije i panela sa solarnim ćelijama za grijanje i pročišćavanje vode.

Sustav funkcionira zahvaljujući reverzibilnoj i jednoj nereverzibilnoj cerki koje, u kombinaciji sa solarnim panelima, rade pri isparavanju na niskoj temperaturi. Solarni paneli kroz koje protječe rashladni fluid funkcioniraju kao isparivači crpki za grijanje. Sustav proizvodi energiju za svu električnu opremu i potrebe u građevini. Inverzijom operativnog ciklusa sustava ljeti je osigurana hladna, a zimi topla voda i voda za grijanje. Termalna energija za zagrijavanje unutrašnjosti distribuira se kroz hidraulički krov sa svojstvom isijavanja. Toplinska je izolacija od poliuretanskih ploča najmanje debljine 70 mm. Još jedna inovacija jest odvođenje kišnice kroz sifone (*rain-siphons*) koja odlazi gravitacijom. Prekidači osjetljivi na dodir služe za kontrolu i reguliranje rada sustava. Moguće je programiranje grijanja unutrašnjosti kuće po sektorima; zalijevanje travnjaka ovisno o stupnju vlažnosti zemljišta; reguliranje uključivanja svjetla i razina osvijetljenosti daljinskim putem (mobilnim telefonom ili internetom): prilagođavanje zaštićenosti prostorija zavjesama, pa čak i organizacija nabave namirnica optimiziranjem kupovine.

T. Vrančić

IZVOR: [www.a4a](http://www.a4a)