

**Odak, Tomislav** (Proložac kraj Imotskoga, 27. I. 1941 – Zagreb, 16. III. 2009), arhitekt, osobito se istaknuo stambenom arhitekturom.

Diplomirao je 1964. na → Arhitektonskome fakultetu u Zagrebu, a magistrirao 1982. na Arhitektonskome fakultetu u Beogradu. Godine 1964–91. radio je u projektantsko-građevinskim poduzećima → Tempo i Interinženjering u Zagrebu, a od 1992. s → Brankom Siladinom vodio je biro Odak-Siladin. Bio je honorarni asistent na zagrebačkome Arhitektonskom fakultetu 1981–83 (kolegiji Arhitektonsko projektiranje III, IV; Apsolventski rad). Projektirao je stambene zgrade, naselja, škole, javne građevine i industrijske pogone. U svojim je djelima nastojao individualizirati svoj arhitektonski izričaj kako bi limitiranom oblikovanju kolektivne stambene arhitekture dao samosvojnost i prepoznatljivost usavršavanjem funkcionalnosti tlocrta i ekonomičnošću gradnje. Među njegovim ostvarenim projektima ističu se: stambene zgrade u Beethovenovoj ulici 1 u Prečkom (s V. Cimaš, 1975), Vijencu Frane Gotovca 8–14 u Dugavama (1980), Varićakovoj 1–12 u Slobostini (1984), Prikrilovoj 3–17 na Jarunu (1984), hotel za samce Ministarstva unutarnjih poslova na Krugama 52 (1987), stambeno naselje Aero Borongaj u ulici Borongaj aerodrom 10–10D i 14–16A (1989), zgrada Ministarstva unutarnjih poslova u Ilici 335 (1997) – sve u Zagrebu, kao i osnovna škola u Svetom Križu Zadržetu (s T. Kožarićem, 1971–74), srednja škola u Vrbovcu (s T. Kožarićem, 1976–77) i stambeni nizovi u Samoboru (1989–94). Objavljivao je mnogobrojne tekstove u stručnoj publicistici; izbor tih tekstova objavio je u knjizi *Arhitektonske kronike* (2009). U monografiji *Hrvatska arhitektura dvadesetog stoljeća. Neostvareni projekti* (2006) razmatra prijelomne točke u povijesti hrvatske arhitekture XX. st. uspostavljajući relacije između zbivanja u arhitekturi i društvenih okolnosti u kojima je nastajala. Bio je urednik časopisa *Arhitektura* (1989–91). Izlagao je samostalno u zemlji i inozemstvu (Ljubljana, Klagenfurt, Beograd, Sarajevo, Osijek, Zadar). Dobitnik je mnogobrojnih nagrada i priznanja, među ostalima Zagrebačkoga salona (1974., 1976., 1988), *Borbe* (1980., 1989), »Drago Galić« (1984., 1994) i »Neven Šegvić« (2009).

LIT.: Tomislav Odak. Nagrada lista »Borba« za najbolje arhitektonsko ostvarenje u Hrvatskoj u 1989. godini. Čovjek i prostor, 37(1990) 3(444), str. 8–9. — G. Rako: In memoriam: Tomislav Odak (1941. – 2009.). Čovjek i prostor, 56(2009) 3–4(658–659), str. 81.

V. Dugački

**održiva arhitektura**, pristup projektiranju, izgradnji, održavanju i obnovi zgrada kojim se povećava njihova energetska učinkovitost, kvaliteta i trajnost, smanjuje njihov negativni utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi te sprečava iscrpljivanje neobnovljivih izvora dobara i energije, ugrožavanje bioloških



ODAK, Tomislav, hotel za samce Ministarstva unutarnjih poslova na Krugama 52 iz 1987., Zagreb (gore)



Stambena zgrada u Prikrilovoj ulici 16 na Jarunu iz 1984., Zagreb (dolje)

vrsta i stanja prirodnih vrijednosti; također *održiva gradnja*, *zelena gradnja* ili *zelena arhitektura*.

Temelji se na načelima održivoga razvoja, koji je još 1987. definiran u Brundtlandovom izvješću Svjetske komisije za okoliš i razvoj kao razvoj koji zadovoljava potrebe današnjice bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe. S novim tisućljećem Europska unija usvojila je dugoročnu viziju održivoga razvoja u kojoj se zaštita okoliša, ekonomski razvoj i društvena kohezija međusobno nadopunjuju. Postizanje održive, klimatski neutralne i zelene Europe do 2050. jedan je od prioriteta EU-a, koji se ostvaruje putem Europskoga zelenog plana (engl. *Green deal*) iz 2020. Taj se plan oslanja na Program Ujedinjenih naroda za održivi razvoj do 2030 (Agenda 2030) usvojen 2015. (→ održivi razvoj; sv. 4)

Održiva arhitektura zasniva se na odabiru povoljne lokacije građevine, provedbi mjera energetske učinkovitosti i korištenju alternativnih izvora energije, primjeni ekološki prihvatljivih građevnih materijala i tehnologija koji nisu štetni za okoliš, gospodarenju otpadom koji je nastao pri izgradnji i rušenju građevina, zbrinjavanju otpadnih voda u sklopu objekta i dr. Pri procjeni utjecaja zgrade na okoliš promatra se njezin cijeli životni ciklus, od planiranja i programiranja, projektiranja, izgradnje, upotrebe održavanja i obnove do njezina rušenja i recikliranja otpada, što je osnova modela cirkularne ekonomije zgrada (engl. *Building Life Cycle*).



ODRŽIVA  
ARHITEKTURA,  
stambeni blok Park kneževa  
između Branimirove i  
Bornine ulice iz 2022.,  
Zagreb

Ciljevi održive arhitekture postižu se koordiniranim integralnim pristupom svih uključenih struka (arhitektonska, građevinska, strojarstva, elektrotehnička, itd.) pri projektiranju i izvedbi novih zgrada, odn. energetske ili sveobuhvatnoj obnovi postojećih zgrada. Kvalitetno optimiziran koncept sveobuhvatne obnove uključuje primjenu dobro izbalansiranih, ali ne i predimenzioniranih građevinskih i energetski učinkovitih mjera. Osim mjera energetske učinkovitosti, sveobuhvatnom se obnovom zgrada unapređuje pristupačnost osobama s invaliditetom, uvode elementi zelene infrastrukture na zgradi, ugrađuju punionice za električna vozila, parkirališta za bicikle, te unapređuju ostali temeljni zahtjevi za građevinu (povećanje sigurnosti u slučaju požara, povećanje potresne otpornosti, postizanje zdravih unutarnjih klimatskih uvjeta itd.).

#### Mjere za postizanje održive arhitekture

**Energetska obnova zgrada.** U EU-u je energija potrošena u zgradama 2010-ih činila približno 40% ukupno potrošene energije, od čega je 80% dobiveno iz fosilnih goriva, uz udjel od 36% ukupne emisije CO<sub>2</sub>. U Hrvatskoj se u zgradama trošilo više od 42% ukupno potrošene energije. Prema procjenama, u kućanstvima se 62% energije trošilo na grijanje prostora, 15% na rasvjetu i električne uređaje, 12% na kuhanje i 11% na pripremu tople vode.

Stoga je energetska obnova postojećeg fonda zgrada ključna mjera energetske tranzicije za postizanje klimatske neutralnosti, a provodi se u mjeri u kojoj je to tehnički, funkcionalno i gospodarski izvedivo. Zasniva se na smanjenju potrebne energije za grijanje i hlađenje primjenom dostatne toplinske izolacije ovojnice zgrade (fasada, krov, prozori i vrata, zasjenjenje prostora radi smanjenja potreba za hlađenjem), zamjeni ili poboljšanju postojećeg sustava grijanja onima koji se koriste obnovljivim izvorima

energije, a pritom ne ispuštaju CO<sub>2</sub>, odn. priključnu zgradu na učinkoviti sustav centraliziranog grijanja (i hlađenja), na uvođenju sustava automatizacije i upravljanja zgradom, rekonstrukciji toplinskih stanica s balansiranjem sustava grijanja (ugradnja elektroničkih crpki i elemenata za dinamičko hidrauličko uravnoteženje sustava i dr.), ugradnji uređaja za samoreguliranje temperature, zamjeni postojećeg sustava grijanja potrošne vode sustavom koji se koristi obnovljivim izvorima energije, ugradnji fotonaponskih modula za proizvodnju električne energije, zamjeni unutarnje rasvjete učinkovitim, i dr. Energetski sustavi koji se koriste obnovljivim izvorima energije ili proizvode obnovljivu energiju prikladni za ugradnju u zgradu su fotonaponski sustavi, solarni toplinski sustavi, energija vode (podzemne vode, mora, rijeke, jezera), plitki geotermalni sustavi i dizalice topline, te manji kotlovi i peći na biomasu.

**Energetska učinkovitost zgrada.** Prema zahtjevima EU-a vezanima uz energetske učinkovitosti zgrada, sve nove zgrade od 31. XII. 2020. moraju biti zgrade gotovo nulte energije (engl. *nearly zero-energy building*, nZEB). Ta vrlo niska količina energije trebala bi se u znatnoj mjeri pokrivati energijom iz obnovljivih izvora, uključujući energiju iz obnovljivih izvora koja se proizvodi na zgradi ili u njezinoj blizini. Zahtjevi za te zgrade su da godišnja potrebna toplinska energija za grijanje po jedinici korisne površine zgrade nije veća od dopuštenih vrijednosti; da godišnja primarna energija po jedinici ploštine korisne površine zgrade, koja uključuje energiju za grijanje, hlađenje, ventilaciju, pripremu potrošne tople vode i rasvjetu nije veća od dopuštenih vrijednosti; da minimalno 30% godišnje isporučene energije bude podmireno iz obnovljivih izvora energije ili najmanje 60% godišnje isporučene energije za rad tehničkih sustava u zgradi podmireno iz učinkovitog sustava centraliziranog grijanja (odn. grijanja i hlađenja); da ispunjavaju normirane uvjete o zrakopropusnosti te zahtjeve dopuštenog koeficijenta transmisijskog toplinskog gubitka po jedinici oplošja grijanog dijela zgrade.

Prema Direktivi o energetske učinkovitosti zgrada Europske unije (EPBD), od 2030. ključni će parametar biti emisija CO<sub>2</sub>, a sve nove zgrade trebale bi biti zgrade s nultim emisijama (eng. *zero emission buildings*, ZEB).

#### Povećanje toplinske zaštite zgrade.

Prvi propis o toplinskoj zaštiti zgrada za područje tadašnje SFRJ donesen je 1970. i njime su bile propisane dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaza topline za pojedine građevne dijelove. Propis iz 1987. uveo je ograničavanje toplinskih gubitaka, ne samo kroz pojedine građevne dijelove vanjske ovojnice već i za zgradu kao cjelinu. Obzirom na veliki fond zgrada u Hrvatskoj koji je izgrađen prije 1987. većina ih nema odgovarajuću toplinsku zaštitu.

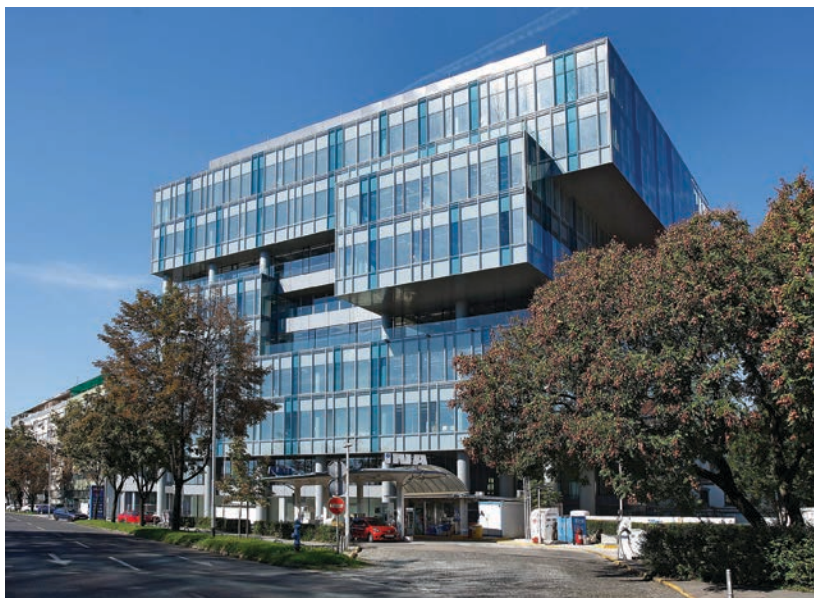
Oko 83% postojećih zgrada ne zadovoljava ni tehničke propise iz 1987. i imaju velike gubitke topline, uz prosječnu potrošnju energije za grijanje od 150 do 200 kWh/m<sup>2</sup> (energetski razred E) i više. Poboljšanje toplinskih svojstava ovojnice zgrade uključuje postavljanje toplinske i hidroizolacije te prozora i vrata s visokim toplinskoizolacijskim svojstvima. Primjena mjera povećanja toplinske zaštite ovojnice grijanoga prostora zgrada utječe na smanjenje gubitaka topline zimi i pregrijavanja prostora ljeti, ali ima i dodatne pozitivne učinke kao što su smanjenje buke iz vanjskog prostora, poboljšanje kvalitete zraka u unutarnjem prostoru, zaštita od požara, očuvanje zgrade kao posljedica održavanja i povećanje vrijednosti zgrade.

Kvaliteta toplinsko-izolacijskih materijala u pogledu prolaska topline iskazuje se koeficijentom provodljivosti topline koji se kreće od 0,020 do 0,045 W/m<sup>2</sup>K. Postavljanje toplinske izolacije s vanjske strane zida je fizikalno najispravniji postupak, kojim se minimalizira utjecaj toplinskih mostova i ugljikov otisak zgrade. S obzirom na kemijski sastav, toplinsko-izolacijski materijali dijele se u tri osnovne skupine: anorganski materijali – negorivi i biološki inaktivni (npr. perlit, pjenasto staklo, staklena i kamena vuna), umjetni organski materijali – pjenasti visokovrijedni toplinski izolatori (poliuretanska pjena, ekspanzirani i ekstrudirani polistiren) i prirodni organski materijali – biljni produkti (pluto), na bazi drvenih vlakna i celulozni vlaknasti materijali.

Kod prozora i vrata toplina se gubi na dva načina. Transmisijski gubici ostvaruju se prolaskom topline kroz krilo i okvir, a ventilacijski gubici cirkulacijom zraka kroz nedovoljno zabrtvljene spojeve između okvira i krila, odnosno između okvira i zida. Suvremeno ostakljenje koje se primjenjuje na vanjskoj ovojnici grijanoga prostora je dvostruko ili trostruko izolacijsko staklo s hermetično zatvorenim šupljinom između stakala u kojoj se nalaze inertni plinovi (argon ili kripton). Staklo koje se koristi je staklo niske emisivnosti (LOW-E), kojem je na jednu plohu (prema šupljini) nanesen sloj molekula oksida i kojem se na taj način smanjuje emisivnost i poboljšavaju toplinskoizolacijska svojstva.

**Primjena ekološki prihvatljivih materijala i tehnologija.** Održiva arhitektura teži uporabi građevnih materijala koji se ističu po svojoj manjoj štetnosti za okoliš, lokalnom podrijetlu, obnovljivosti, mogućnosti recikliranja te minimalnom utjecaju na zdravlje korisnika i okolinu (emisiji štetnih tvari). Održivost materijala nije nužno vezana uz njihova prirodna svojstva, nego uz način njihove proizvodnje, ugradnje, uporabe i preradbe, pri čemu dolazi do utroška energije te emisije CO<sub>2</sub> važnih za procjenu održivosti.

**Zelena infrastruktura.** Zelena infrastruktura je strateški planirana mreža prirodnih i poluprirodnih područja koja pružaju širok spektar usluga eko-



sustava, a uključuje zelene i plave prostore (vodene pojave, obalna i morska područja). Planira se u više mjerila, od prostornih planova do projekta pojedinih građevnih čestica i građevina na njima. Planiranjem zelene infrastrukture postiže se smanjenje emisije stakleničkih plinova, smanjenje urbanih toplinskih otoka, zaštita od sunca u ljetnom razdoblju. Zeleni krovovi i ozelenjena pročelja, kao dio urbanog sustava zelene infrastrukture, izravno utječu na potrošnju energije u zgradama – zimi smanjuju energetske gubitke zgrade, a ljeti pregrijavanje zgrade i okoliša reflektirajući Sunčevo zračenje. Ozelenjivanje krovnih površina korisno je i radi redukcije pretjeranog otjecanja oborinskih voda u odvodne sustave (prevencija preopterećenja sustava odvodnje i poplava zbog povećanog udjela popločanih ploha u gradovima). Jedan od vidova zelene infrastrukture je održivi drenažni sustav, koji se postiže propusnim opločenjem, uređenjem močvara, sustavima prikupljanja vode, infiltracijskim jarcima i dr. Prednosti takvog sustava odražavaju se na bioraznolikost i ekosustav (održavanje staništa i životinjskog svijeta), rekreaciju i zdravlje ljudi, ekonomiju, održavanje kvalitete vode, količine kišnice i klimatske otpornosti te upravljanje rizikom od poplava. Uštede u potrošnji vode moguće je postići većim zahvatima (pohrana kišnice ugradnjom spremnika za sakupljanje oborinske vode, korištenje sive vode) i onima manjima (na pojedinim sanitarnim uređajima u zgradi).

**Smišljeno (zeleno) prostorno planiranje i urbanizam.** U 2021. je 75% europskog i 58% hrvatskog stanovništva živjelo u urbanim područjima. Održiva arhitektura promiče održive urbane planove koji osim ispravnog odabira lokacije za gradnju potiču smanjenje potrebe za prijevozom i povećanje dostupnosti javnih prijevoznih sredstava. Planiranje zelene infrastrukture u urbanim područjima može pridonijeti

ODRŽIVA  
ARHITEKTURA,  
poslovna zgrada Adris Grupe  
u Jagičevoj ulici 33 iz 2013.,  
Zagreb  
foto: D. Pongračić / CROPIX



ODRŽIVA  
ARHITEKTURA,  
poslovna zgrada Eurocenter  
na Miramarskoj cesti 21 iz  
2005., Zagreb  
foto: B. Arbanas / CROPIX

jeti rješavanju porasta temperature unutar gradova, stvaranja toplinskih otoka, onečišćenja zraka te nedostatka propusnih površina za infiltraciju oborinskih voda (redukcija sive infrastrukture). Sustavi zelene infrastrukture ujedno pridonose zaštiti od buke, obnovi i očuvanju bioraznolikosti te revitalizaciji populacija kukaca oprašivača. Potiče se i primjena mjera pametne i održive mobilnosti u vidu ugradnje infrastrukture (vodova za električne kabele) i izvedbe postaja za punjenje vozila na električni pogon, izvedbe parkirališta za bicikle te osiguranja pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom.

**Integracija s okolnim krajolikom.** Kako utrošak energije iz tehničkih sustava ponajprije ovisi o pasivnom iskorištavanju lokacije, na energetsku učinkovitost zgrade utječu orijentacija i nagib krovništa, osunčanje, položaj i veličina prozora i vrata, omjer prozirnih i neprozirnih dijelova pročelja, raspored prostorija, pasivno i aktivno iskorištavanje Sunčeve energije te toplinska izolacija i hidroizolacija. Pasivni sustavi zimi omogućuju prodor Sunčevih zraka kroz velike ostakljene površine do masivnih elemenata zgrade (zid, podna konstrukcija sa šljunčanim nasipom, bazen, itd.), koji se time zagrijavaju i akumuliraju toplinu te ju oslobađaju tijekom razdoblja kada nema sunca. Kako bi se u takvim sustavima ugodna temperatura osigurala i ljeti, prostori se automatizirano prozračuju, ostakljene se površine automatski zasjenjuju rebrenicama, a pred njima se sadi listopadna vegetacija. Aktivni sustavi omogućuju veće uštede energije, a zasnovani su na aktivnom iskorištavanju Sunčeve energije, najčešće za zagrijavanje potrošne tople vode uz pomoć nisko-temperaturnih sunčanih kolektora te njezinu pretvorbu u električnu energiju uz pomoć fotonaponskih članaka.

**Osiguranje zdravlja i ugodnost.** Ljudi gotovo 90% vremena provode u zgradama, što znatno utječe na njihovo zdravlje, blagostanje, radnu sposob-

nost i sigurnost. Pod zdravljem se pritom ne podrazumijeva samo odsutnost bolesti već i tjelesna, duhovna i socijalna uroda. Kvalitetniji unutarnji prostor pridonosi većoj produktivnosti korisnika te smanjuje vjerojatnost bolesti, alergija i drugih zdravstvenih problema. Glavni su čimbenici koji utječu na zdravlje i ugodnost boravka u zgradi – kvaliteta zraka u zatvorenom prostoru uključujući količinu zagađivača (prašina i hlapljivi organski spojevi), brzina strujanja zraka, optimalna temperatura i vlažnost zraka, osunčanje (insolacija) i kvaliteta umjetne i prirodne svjetlosti te izoliranost od unutarnjih i vanjskih izvora buke te akustična kvaliteta prostorija.

### Certificiranje održivih zgrada

Certificiranje održivih zgrada provodi se radi procjene i priznavanja zgrada koje ispunjavaju određene održive (zelene) zahtjeve ili norme. Alati za ocjenjivanje prepoznaju i nagrađuju poduzeća i organizacije koje grade i upravljaju zelenim zgradama, potičući ih na pomicanje granica održivosti te podizanje ambicije građevnih propisa, regulacija i strategija. Alati za ocjenjivanje razlikuju se u svom pristupu i mogu se primijeniti u fazama planiranja i dizajna, izgradnje, korištenja i održavanja, renovacije te eventualnog uklanjanja zelene zgrade.

Među takve se alate korištene na europskom tržištu ubrajaju BREEAM, LEED, DGNB, WELL, HQE i dr. Tako je npr. BREEAM (od engl. *Building Research Establishment* i *Environmental Assess Method*) osnovan u Velikoj Britaniji 1990. i ocjenjuje u devet kategorija: energija, upravljanje, zdravlje i dobrobit, materijali, prijevoz, voda, otpad, onečišćenje i korištenje zemljišta te ekologija; LEED (engl. *Leadership in Energy and Environmental Design*) osnovan je u SAD-u 1998. i ocjenjuje zgrade u kategorijama: energija i atmosfera, potrošnja vode, održiva građevinska lokacija, materijali i resursi, kvaliteta unutarnjeg okoliša, inovacije, regionalni prioriteti i integrativni procesi; DGNB (njemački *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*) predstavljen je 2009. u Njemačkoj i uključuje šest kategorija: ekološka kvaliteta (učinci na globalni i lokalni okoliš, potrošnja resursa i generiranje otpada), ekonomska kvaliteta (troškovi životnoga ciklusa i ekonomska održivost), sociokulturna i funkcionalna kvaliteta (zdravlje, ugodnost i zadovoljstvo korisnika, funkcionalnost), tehnička kvaliteta, kvaliteta procesa (kvaliteta planiranja i osiguranje kvalitete izgradnje) i kvaliteta lokacije.

Novi okvir (iz 2021) EU-a za procjenu održivosti za poslovne i stambene zgrade naziva se Level(s). Njime se definira skup pokazatelja i zajedničkih parametara vezanih uz održivost zgrada tijekom cijelog životnoga ciklusa, a ocjenjuju se okolišna učinkovitost, zdravlje i ugodnost, troškovi životnoga ciklusa i mogući rizici za svojstva zgrade u budućnosti. Temelji se na tri ključne teme europskih politika odr-

živosti: analiza životnoga ciklusa putem korištenja resursa i utjecaja na okoliš, analiza zdravlja i udobnosti kroz društvene dobrobiti, primjena filozofije kružnoga gospodarstva putem troškova, vrijednosti i potencijalnih budućih rizika. Ciljevi su tog okvira minimaliziranje ukupnih emisija stakleničkih plinova tijekom životnoga ciklusa zgrade, optimizacija projektiranja, inženjeringa i oblika zgrade kako bi poduprli učinkovite i cirkularne tokove, produljili trajnu uporabu materijala i smanjili znatan ekološki utjecaj, učinkovita uporaba vodnih resursa, stvaranje zgrada u kojima je udobno, privlačno i produktivno živjeti i raditi, koje štite ljudsko zdravlje, te optimizacija troškova i vrijednosti tijekom životnoga ciklusa zgrade.

### Održiva arhitektura u Hrvatskoj

Kao i drugdje u svijetu, povijest održive gradnje u Hrvatskoj seže u daleku prošlost, kada su se graditelji prilagođavali lokalnim klimatskim i geografskim uvjetima, rabili prirodne i obnovljive materijale te primjenjivali tradicionalne tehnike i znanja (→ tradicijska arhitektura). Sustavnim organiziranjem arhitektonske i građevinske djelatnosti potkraj XIX. st. te razvojem srednjega, a poslije i visokoga školstva umijeće gradnje zgrada postavljeno je na strukovne i znanstvene osnove (→ zgradarstvo). Od početka XX. st., uvođenjem i razvojem industrijske proizvodnje građevnih materijala, njihova transporta do gradilišta i tehnologija gradnje, a napose povećanjem zahtjeva za udobnošću zgrada u bilo kojim uvjetima, njihova izvedba i održavanje povećali su pritisak na prirodne resurse te doveli u pitanje njihovu održivost.

Naftna kriza 1970-ih i probuđena ekološka svijest potaknuli su zanimanje arhitekata i energetskih stručnjaka te širokog kruga entuzijasta za alternativnim izvorima za zadovoljenje energetskih potreba zgrada. Svjetski su trendovi ubrzo našli odjeka i u Hrvatskoj, gdje se potkraj 1970-ih osnovana prva udruženja, među kojima Udruženje za Sunčevu energiju Hrvatske, koje je 1979–93. izdavalo znanstveni časopis *Sunčeva energija* (glavni urednik → Bernard Franković; sv. 1). Organizirali su se i prvi znanstveni skupovi na republičkoj, saveznoj i međunarodnoj razini. Jedan od prvih znanstvenih projekata iz tog područja bio je međunarodni hrvatsko-američki projekt Energetska i ambijentalna rehabilitacija u stanovanju (1985–87; voditelj → G. Knežević, istraživači → Lj. Mišćević i → B. Baletić, supervizor → V. Bazjanac), kojim se nastojala razviti metodologija rekonstrukcije fasada stambenih zgrada izgrađenih potkraj 1950-ih, s ciljem postizanja energetskih ušteda. Suradnici na projektu ujedno su među prvim autorima znanstvenih i stručnih radova iz tog područja te više arhitektonskih realizacija temeljenih na istim načelima (Lj. Mišćević), utirući tako put kasnijem stvaranju suvremene koncepcije održive arhitekture.



ODRŽIVA ARHITEKTURA, višestambena zgrada sustava *ECO-SANDWICH* s fasadnim panelima visoke energetske učinkovitosti i održivosti iz 2016., Koprivnica, arhiva Beton Lučko

U novije je doba održiva gradnja u Hrvatskoj dobila na važnosti nakon osamostaljenja i ratnih razaranja, kada je započela obnova i razvoj zemlje. U tom je procesu Hrvatska prihvatila neke od međunarodnih dokumenata i standarda koji promiču održivi razvoj, kao što su UN-ovi Agenda 21, Milenijski ciljevi, Pariški sporazum i Agenda 2030. Jedan od prvih dokumenata koje je donio Hrvatski sabor u kojem se spominje važnost održivoga razvoja jest Deklaracija o zaštiti okoliša u Republici Hrvatskoj iz 1992. Godine 2009. prihvaćena je Strategija održivoga razvoja Republike Hrvatske, koja definira viziju, ciljeve i mjere za postizanje održivosti u različitim područjima, uključujući i graditeljstvo. U području graditeljstva Hrvatska je donijela niz zakona i propisa koji uređuju planiranje, izgradnju i održavanje objekata. Cilj je tih zakona i propisa unaprijediti kvalitetu, sigurnost i funkcionalnost građevina, smanjiti potrošnju energije i emisiju stakleničkih plinova, poticati uporabu obnovljivih izvora energije i recikliranje građevnog otpada, te zaštititi prirodne i kulturne vrijednosti. Od ulaska u EU 2013., Hrvatska sudjeluje u kreiranju europskih direktiva i strategija, kakav je npr. Europski zeleni plan.

U Hrvatskoj se u posljednje doba povećava broj zgrada koje nose međunarodni certifikat održivosti. Neke od njih su: LIDL Velika Gorica, Zračna Luka Luka Franjo Tuđman, poslovne zgrade Adris u Jagičevoj ulici 33 te Matrix A i B na Slavonskoj aveniji 1 u Zagrebu (sve LEED), Poslovna zelena zona Meridian 16 kraj Velike Gorice, Avenue Mall i zgrada Matrix C u Zagrebu, Valamar Amicor green resort u Starom Gradu i kampus poduzeća FRAMOS Technologies u Čakovcu (sve DGNB), zgrada Eurocenter na Miramarskoj cesti 21, Zagreb Tower na Radničkoj 80 i Designer outlet Croatia u Zagrebu (sve BREEAM).

Primjer uspješnog projekta u području održive arhitekture u nas je sustav *ECO-SANDWICH* razvijen u suradnji poduzeća Beton Lučko, Eurco iz Vinkovaca i Knauf Insulation iz Novog Marofa te Građevinskoga i Arhitektonskoga fakulteta iz Za-

greba. Riječ je o ventiliranom prefabriciranom zidnom panelu izrađenom od betona s recikliranim agregatom te izolacijskim slojem mineralne vune proizvedene uporabom inovativne i održive tehnologije, koji je osvojio zlatnu medalju na međunarodnom sajmu inovacija, tehnologija i novih proizvoda INNOVA (2014) u Bruxellesu.

### Edukacija i promicanje znanja

Na svim arhitektonskim i građevinskim fakultetima studenti se u nekom obliku upoznaju s pojmovima održive gradnje. Na Arhitektonskome fakultetu u Zagrebu na preddiplomskome studiju postoji kolegij Održiva arhitektura (Lj. Miščević, A. Delić), a na diplomskome Održivo građenje I i II (M. Biluš i Z. Veršić), dok na diplomskome studiju Građevinskoga fakulteta u Zagrebu postoji kolegij Zelena gradnja (N. Štirmer, M. Serdar). Više strukovnih udruga te fakulteta Sveučilišta u Zagrebu bili su partneri na projektu EU-a Razvoj profesionalnih kompetencija za zelenu gradnju (2018–20) s ciljem osposobljavanja studenata za rad u tom području.

Danas sve veću važnost dobiva promicanje znanja o održivoj arhitekturi putem nacionalnih i međunarodnih konferencija, edukacija i promocija znanja, usluga i održivih materijala. U tome aktivno sudjeluju udruge i institucije, kao što su Hrvatski savjet za zelenu gradnju (HSZG), → Energetski Institut Hrvoje Požar (sv. 4), Regionalna energetska agencija sjeverozapadne Hrvatske REGEA i Klaster za energetske učinkovitost i održivost u zgradarstvu – nZEB.hr (Klaster nZEB.hr). HSZG je osnovan 2009. kao mreža poduzeća i organizacija koja se bavi područjem održive gradnje, infrastrukture i zelene energije; član je Svjetskog savjeta za zelenu gradnju (WGBC), najveće svjetske organizacije u tom području i njegove europske regionalne mreže. Regionalna energetska agencija sjeverozapadne Hrvatske (REGEA) osnovana je 2008. kroz program Inteligentna energija u Europi (osnivači Grad Zagreb, Krapinsko-zagorska, Karlovačka i Zagrebačka županija), kao ustanova usredotočena na pružanje savjeta i inovativnih rješenja u sektoru

energetike i zaštite okoliša s projektima na području cijele Europske unije. Klaster za energetske učinkovitost i održivost u zgradarstvu – nZEB.hr (Klaster nZEB.hr) osnovali su 2018. Arhitektonski fakultet u Zagrebu (Z. Veršić), AGC Flat Glass Adriatic iz Zagreba (A. Mušović), Knauf – Insulation iz Novog Marofa (S. Novak), Profine Croatia iz Velike Gorice (A. Terer), Robert Bosch iz Zagreba (M. Širić), Wienerberger Ilovac iz Karlovca (T. Franko). Ciljevi su Klastera povezati znanost, inovacije i gospodarstvo u gradnji i obnovi zgrada po načelima energetske održive gradnje.

LIT.: Z. Veršić: *Metode sanacije starih građevina i građevina pod zaštitom sa stanovišta zabtjeva toplinske zaštite i uštede energije* (magistarski rad). Zagreb, 2001. — Z. Veršić: *Razvoj profesionalnih kompetencija za zelenu gradnju*. 2018. — *Dugoročna strategija obnove nacionalnog fonda zgrada do 2050. godine*. Narodne novine (2020) 140/20. — *Zelena budućnost grada*. Zagreb, 2020. — I. Banjad Pećur, I. Carević, M. Bagarić: *Održiva gradnja* (e-priručnik), 2022. Digitalne zbirke Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu

Z. Veršić

ODVODNJA,  
radovi na postavljanju novih  
kanalizacijskih cijevi na  
Kvaternikovu trgu u  
Zagrebu, 1930., Fototeka  
kulturne baštine – MKM  
(FKB-131) (lijevo)  
foto: V. Horvat

Presvođivanje glavnoga  
gradskog odvodnog kanala u  
Zagrebu, 1930., Fototeka  
kulturne baštine – MKM  
(FKB-128) (desno)  
foto: V. Horvat

**odvodnja**, komunalna djelatnost odvoda i zbrinjavanja otpadnih voda. Korisnici različitim aktivnostima unose onečišćenja u vodu koju rabe. Pritom nastaju otpadne vode neprikladne za ponovno korištenje, koje se odvodnjom moraju pročišćene odvesti u okoliš. Pojam odvodnje obuhvaća i odvod oborinskih voda (ako njihovo zbrinjavanje nije riješeno drukčije, npr. upojnim bunarima) te višak voda s poljoprivrednih površina. Javni sustavi odvodnje sakupljaju otpadne i oborinske vode u iste provodnike – kanalizacijske mreže, ili ih skupljaju odvojeno i prije ispuštanja u prijamnik zajedno ili odvojeno pročišćuju. Kanalizacijska mreža sastoji se od unutarnjih uređaja u zgradama i industrijskim pogonima (sanitarni uređaji, naprave za hvatanje i taloženje pijeska, masti i ulja, naprave za razrjeđivanje i neutraliziranje agresivnih tvari, odvodne cijevi do sabirnoga cijevnog voda), vanjske kanalizacijske mreže koja se sastoji od kanala nižega reda, sabirnih kanala (kolektora) i glavnoga odvodnog kanala, crpnih stanica s tlač-

