

Zelena gradnja

Beniković, Anamarija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:310288>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-23**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,
University of Zagreb](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

Anamarija Beniković

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAĐEVINSKI FAKULTET ZAGREB
PREDDIPLOMSKI STUDIJ

ZAVRŠNI RAD
ZELENA GRADNJA

Mentor: izv. prof. art. dr. sc. Silvio Bašić

Student: Anamarija Beniković

Zagreb, veljača 2023.

SAŽETAK

Okolina u kojoj danas živimo izložena je mnogobrojnim štetnim djelovanjima, a okoliš biva sve više zagađen. Sva ta djelovanja donose negativne klimatske promjene. Svjesnost o zaštiti okoliša, društvenoj odgovornosti i održivosti proširuje se na sve sfere života. Građevinarstvo predstavlja djelatnost koja je veliki potrošač energije ali i proizvođač građevinskog otpada. Samoodrživost u sebi sadrži segment gradnje i stanovanja kojeg danas određujemo kao zelenu gradnju. Zdrav okoliš i energetska neovisnost postaju bitne komponente u stanovanju. Korak ka ekološkoj, zelenoj, gradnji čine korištenje i zaštita prirodnih i obnovljivih resursa i materijala kako bi se pridonijelo smanjenju onečišćenja, očuvanju okoliša i uštedi energenata, a to vodi ka povećanju zadovoljstva i pridonosi kvaliteti života čovjeka. Postoji niz alternativnih građevinskih materijala koji imaju razne ekološke i druge prednosti, a moguće ih je koristiti u svim fazama gradnje, od nosivih konstrukcija, preko zidova i obloga, do izvođenja završnih radova i uređenja interijera. Ovakva gradnja ima cilj produljiti životni vijek građevine upotrebom obnovljivog materijala, uz smanjenje otpada i manji utrošak energije.

U ovom radu su istražene mogućnosti unapređenja građevinarstva, kako bi se kroz primjenu održivog korištenja materijala doprinijelo smanjenju otpada i utroška energije.

Ključne riječi: zelena gradnja, ekologija, građevinarstvo, građevinska industrija

ABSTRACT

The environment in which we live today is exposed to numerous harmful effects, and the environment is becoming more and more polluted. All these actions bring negative climate changes. Awareness of environmental protection, social responsibility and sustainability extends to all spheres of life. Construction industry is an activity that is a large consumer of energy but also a producer of construction waste. Self-sustainability includes the segment of construction and housing that we define today as green construction. A healthy environment and energy independence are becoming essential components in housing. A step towards ecological, green construction is the use and protection of natural and renewable resources and materials in order to contribute to reducing pollution, preserving the environment and saving energy, and this leads to increased satisfaction and contributes to the quality of human life. There are several alternative building materials that have various environmental and other benefits, and it is possible to use them in all phases of construction, from load-bearing structures, through walls and coverings, to the execution of finishing works and interior decoration. This type of construction aims to extend the life of the building by using renewable materials, while reducing waste and using less energy.

In this paper, the possibilities of improving the construction industry were investigated, in order to contribute to the reduction of waste and energy consumption through the application of sustainable use of materials.

Key words: green buildings, ecology, civil engineering, civil industry

SADRŽAJ

1	UVOD	1
2	ZELENA GRADNJA KROZ POVIJEST	2
3	DEFINICIJA	4
3.1	IZBOR GRAĐEVINSKOG MATERIJALA	5
3.1.1	Kuće od slame	6
3.1.2	Drvene kuće	7
3.2	OVOJNICE ZGRADE – MATERIJALI KOJI POVEĆAVAJU IZOLACIJU	8
3.2.1	Zeleni krovovi	8
3.2.2	Zelene fasade	9
3.2.3	Stolarija	10
3.3	POTROŠNJA VODE I PONOVDNA UPOTREBA(RECIKLIRANA VODA)	11
3.4	SOLARNA ENERGIJA	11
3.4.1	Solarni kolektori	12
3.5	GEOTERMALNA ENERGIJA	13
3.5.1	Dizalica topline	13
3.6	RAZVRSTAVANJE OTPADA	14
3.7	ENERGETSKI EFIKASNI KUĆANSKI UREĐAJI	14
4	ENERGETSKA UČINKOVITOST	15
4.1	PASIVNE ZGRADE	15
4.2	ZGRADE S NULTOM POTROŠNJOM ENERGIJE	15
4.3	ZGRADE S VIŠKOM PROIZVEDENE ENERGIJE	16
5	PREDNOSTI I NEDOSTACI ZELENE GRADNJE	17
6	CERTIFIKATI	18
6.1	LEED CERTIFIKAT	18
6.2	BREEAM CERTIFIKAT	19
6.3	DGNB CERTIFIKAT	19
7	PRIMJERI ZELENE GRADNJE	20

7.1	PARKROYAL ON PICKERING, SINGAPUR	20
7.2	BOSCO VERTICALE, MILANO	21
7.3	MATRIX OFFICE PARK, ZAGREB	21
8	ZAKLJUČAK	23
9	Literatura	24

TABLICA SLIKA

Slika 2.1. Zelena gradnja	3
Slika 3.1. Životni ciklus građevnog proizvoda	5
Slika 3.2. Kuća od slame, Zaprešić	6
Slika 3.3. Unutrašnjost drvene kuće	7
Slika 3.4. Slojevi zelenog krova	8
Slika 3.5. Zelene fasade, Beč	9
Slika 3.6. Proces recikliranja PVC prozora	10
Slika 3.7. Princip rada solarnog kolektora	12
Slika 3.8. Osnovna shema dizalice topline	13
Slika 3.9. Energetski razredi	14
Slika 4.1. Zgrada s nultom potrošnjom energije	16
Slika 4.2. Heliotrope, Freiburg	16
Slika 6.1. Razine certificiranja LEED sustavom	18
Slika 7.1. Parkroyal on Pickering, Singapur	20
Slika 7.2. Bosco Verticale, Milano	21
Slika 7.3. Matrix Office Park	22

1 UVOD

U današnje vrijeme kada su šume zamijenjene zgradama, a prirodno tlo asfaltom istaknuta je težnja ka povratu barem dijela zelenila i prirodnog okruženja. Kako okoliš nije u mogućnosti samostalno neutralizirati gomilu štetnih produkata nastalih djelovanjem čovjeka, neophodno je bilo potaknuti transformaciju ka održivom razvoju te zaštititi i obnovi eko - sustava. Jedan od malih koraka ka postizanju toga jest graditi zeleno. Takva gradnja jest implementacija ekoloških, socijalnih, ekonomskih te kulturnih čimbenika u projektiranju s ciljem zaštite staništa i doprinosu u očuvanju vode i drugih prirodnih potencijala.

Građevinarstvo se smatra jednom od djelatnosti koja troši najveće količine prirodnih resursa, počevši od agregata, vode, drva i još mnogih sirovina potrebnih za izgradnju. Potrošnja neobnovljivih izvora i minerala štetna je za okoliš kao i za stanovništvo koje u njemu živi, a može dovesti i do katastrofalnih posljedica. Optimalno korištenje resursa poput sunca, vode ili vjetra, pomna osmišljenost od projektiranja do izvedbe, uključujući održavanje, korištenje i obnovu objekta kako bi se očuvali priroda i okoliš jesu riječi kojima se može opisati zelena gradnja. Održiva gradnja temeljena na ekološkim principima predstavlja mjeru napora u postizanju održivosti odnosno realizaciji uštede resursa i očuvanju energije te mogućnosti razvoja budućih generacija.

Cilj rada je pobliže objasniti što je to zelena gradnja, prikazati njezinu povijest, stvoriti širu sliku o njenom utjecaju na prirodu te prezentirati načine na koje je moguće doprinijeti pozitivnim promjenama, očuvanju okoliša i važnosti ostvarivanja sklada čovjeka i prirode izgradnjom održivih građevina.

Za kraj prikazani su primjeri zelene gradnje u Republici Hrvatskoj i u svijetu.

2 ZELENA GRADNJA KROZ POVIJEST

Zelena gradnja nije neka revolucionarna ideja nastala u suvremeno doba već se njome koristi od davnina. Kako bi ostvario sklad s prirodom čovjek je pronašao načine kojima će na što prikladniji način izabrati lokaciju za izgradnju svojega životnog prostora. Naučio je kako odabrati položaj objekta obzirom na stranu svijeta kako bi Sunčevu svjetlost iskoristio za prostore u kojima mu je ona najpotrebnija, razvio je principe gradnje kojima se prilagodio klimi, vjetrovima i temperaturama odabranog podneblja, te primjerice odabirao područja u blizini rijeka gdje je tlo najplodnije. Također, koristio je lokalne sirovine i materijale koji su mu služili za izgradnju i opremanje prostora. Sve su to bili mali koraci ka ravnoteži i odgovornoj uporabi stanja prirodnih resursa. Urbanističkim razvojem dolazi do zanemarivanja tih spoznaja i iskustava. Pokušavajući „brzom i jeftinom“ gradnjom na primjeren način riješiti problem prenapučenosti i potreba određenog područja, zapostavlja se kvaliteta gradnje koja za posljedicu ima smanjenje kvalitete života. Masovno uklanjanje zelenih površina radi izgradnje zgrada, tvornica i drugih građevina vrlo negativno utječe na okoliš. Međutim, pojavom industrija pojavljuju se i novi materijali koji dovode do promjena olakšavajući i ubrzavajući gradnju, a poboljšavajući kvalitetu.

„Tijekom cjelokupnog povijesnog razvoja, priroda je bila model i inspiracija za oblikovanje. Krajobrazno oblikovanje je uvijek ekološko, obzirom da svaki krajobraz uključuje biljne i životinjske vrste i biofizičke procese uspostavljene unatoč ljudskom djelovanju. Isto tako, smatra se da je krajobrazna arhitektura ujedno i održiva, jer je po svojoj prirodi aktivnost koja se može nazivati "kreativnom zaštitom" u planerskom području jednako kao i oblikovnom.“ [1]

Zelena se gradnja može definirati kao jedna od najvažnijih komponenti održivoga razvoja, te se konstantno pronalaze nova rješenja i nove inovativne metode koje donose uštedu energije, smanjuju troškove održavanja i stvaraju pozitivan utjecaj na zdravlje i kvalitetu života.

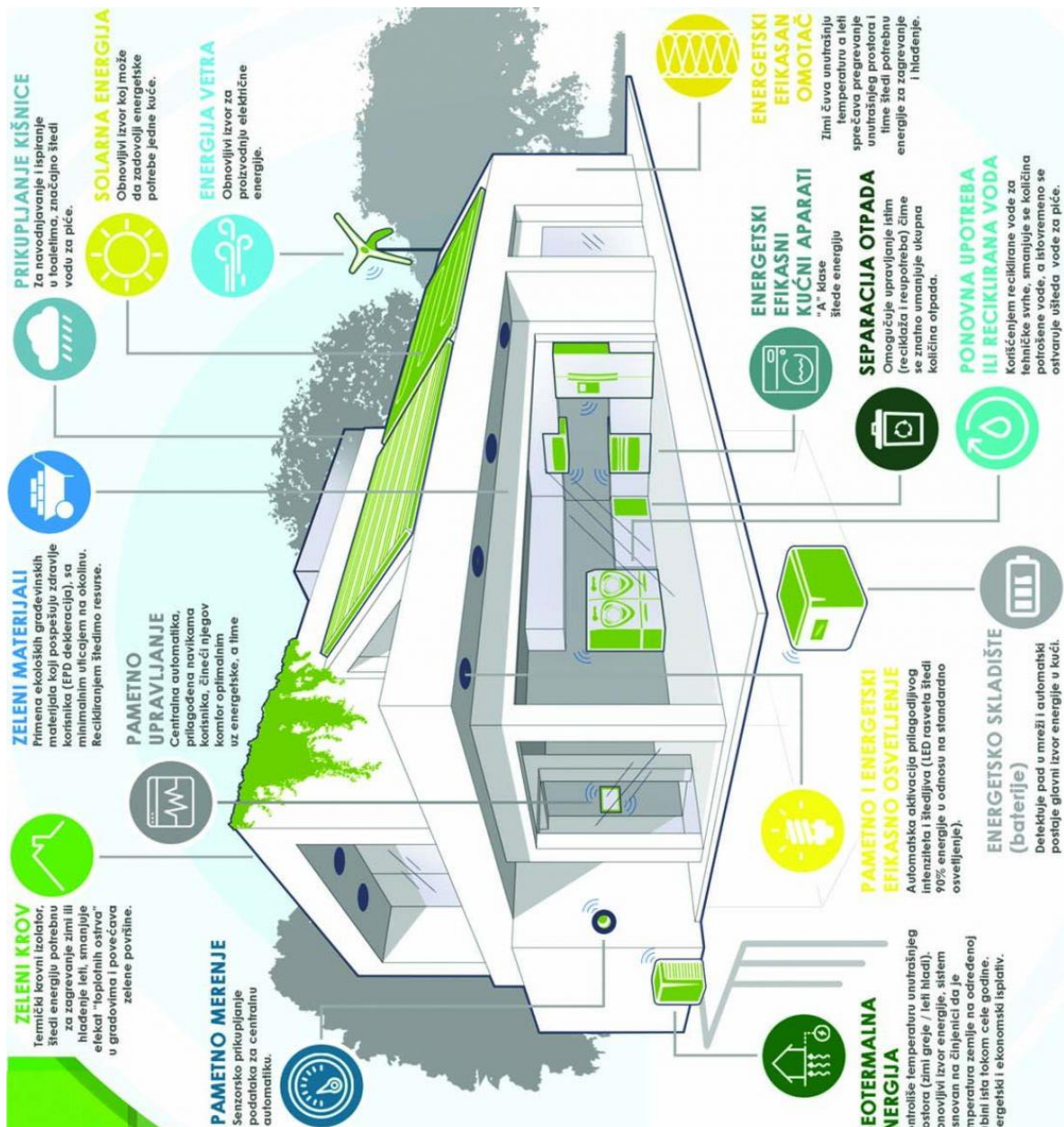
SAVRŠEN ZELENI DOM

Skoro 40% svetske potrošnje energije potiče od zgrada. Koristeći principe zelene gradnje možemo ih svesti na 0%.
Smatrajte Saviši zelene gradnje

SAVRŠEN ZELENI GRAD

Korak po korak

- 1. OBNOVLJIVA ENERGIJA**
energija se dobija iz obnovljivih izvora
- 2. TRANSPORT**
vozila ne koriste fosilna goriva & ljudi više koriste bicikli i idu peške
- 3. INDUSTRIJA**
industrije koje ne zagađuju životnu sredinu toksičnim otpadom
- 4. CIRKULARNOST**
cirkularna ekonomija: ponovna upotreba ili se reciklira
- 5. ZELENI MATERIJALI**
koriste se zeleni materijali koji nisu štetni po životnu sredinu



Slika 2.1. Zelena gradnja

3 DEFINICIJA

„Zelena gradnja jedan je od aspekata održivog razvoja, a odnosi se na cjelovit, holistički proces osmišljanja, izvedbe, održavanja, korištenja, upravljanja i obnove objekata utemeljen na principu održivosti. Pri tom međunarodni certifikati služe kao mjerilo stupnja „zelenosti“ i uzimaju u obzir iznimno velik broj aspekata, od efikasnog korištenja građevinskog zemljišta, zbrinjavanja građevinskog otpada, recikliranja materijala, povezanosti sa susjedstvom itd. Također, certificiranjem se prate način i količina, te efikasnost potrošnje vode, rješenja vezana za krajobraz i ambijent interijera, odabir i način upotrebe ekoloških materijala, emisija stakleničkih plinova iz objekta, energetska učinkovitost, korištenje obnovljivih izvora energije – u cjelini – funkcionalnost objekta tijekom cjelokupnog životnog ciklusa.“[2]

„S obzirom da građevinska industrija ima ogroman utjecaj na prirodni okoliš, planiranje, projektiranje i izgradnja zelenih zgrada je način da se istovremeno zaštite ljudsko zdravlje i okoliš.

Procjenjuje se da zgrade u Europskoj uniji troše otprilike 45% energije i proizvode otprilike 40% stakleničkih plinova. Također, zgrade su odgovorne za 35% potrošnje građevinskog materijala te za 35% proizvodnje otpada u graditeljskom sektoru.

Zbog svega navedenog, u zgradarstvu se krije najveći potencijal za uštedu prirodnih resursa, povećanje energetske učinkovitosti te veće iskorištenje obnovljivih izvora energije.

Zelena gradnja smanjuje potrebnu količinu materijala za izgradnju građevina što rezultira smanjenjem operativnih troškova. Također, zelena gradnja podržava korištenje autohtonih građevinskih materijala, tehnologija i usluga te time utječe na poboljšanje gospodarske slike pojedine zemlje, ali i smanjuje emisiju CO₂ (npr. prilikom transporta). Održive zgrade mogu i znatno smanjiti količinu otpada kroz odgovorno upravljanje otpadom i odabirom materijala. Proizvodnja energije u zgradama iz obnovljivih izvora poput sunca, vjetrova i biomase pomaže pri izbjegavanju zagađenja zraka i vode. Obnovljivi izvori energije minimiziraju kisele kiše, smog, klimatske promjene i probleme sa ljudskim zdravljem uzrokovane zagađenjem okoliša.

Zelena gradnja stavlja i veliki naglasak na reciklažu jer se upravo recikliranjem stvaraju materijali za nove proizvode, te smanjuje potreba za sirovinama i čuvaju odlagališni prostori.“[3]

3.1 IZBOR GRAĐEVINSKOG MATERIJALA

Kako bi se građevinski materijali svrstali u skupinu ekološki prihvatljivih materijala moraju ispunjavati određene kriterije. Jedan od glavnih je da imaju najmanji mogući utjecaj na okoliš, a slijede ga mala potrošnja energije, mogućnost recikliranja i proizvodnja minimalne količine otpada, kao i energetska učinkovitost te dugotrajnost. Uz određene izmjene moguće je tradicionalnu gradnju prilagoditi modernom dobu.

„Ponovna upotreba materijala, izrazito je korisna u građevinskim radovima koji zahtijevaju velike količine materijala. Održivi pristup uređenja krajobraza znači smanjiti otpad na gradilištima i reciklirati ga, te ponovno koristiti građevinski otpad. Nadalje, građevinski materijali trebaju biti pažljivo odabrani, koristeći lokalne materijale što je više moguće. Ono također smanjuje opterećenje na prirodne resurse, smanjuje zagađenje i potrošnju energije.“ [4]

Građevina se projektira i izvodi na način da se postigne povoljna unutarnja mikroklima, a uz taj se pojam veže pojam građevinske fizike. Poznavanje građevinske fizike znači razumijevanje međusobnog djelovanja zgrada, njenog unutarnjeg i vanjskog okoliša i korisnika. Pojam obuhvaća kvalitetnu toplinsku izolaciju i hidroizolaciju, zaštitu od buke i požara te kvalitetno osvjetljenje unutarnjih prostora.



Slika 3.1. Životni ciklus građevnog proizvoda

3.1.1 Kuće od slame

„Zgradama od slame promovira se manja potrošnja energije i materijala, korištenje obnovljivih izvora energije, uporaba obnovljivih i ekoloških sirovina, smanjenje troškova izgradnje te unapređenje kvalitete življenja.“ [5]

„Slama je prirodni materijal, odnosno poljoprivredni nusprodukt, a kako se uglavnom koristi za podlaganje stoke, moguće ju je nabaviti po relativno niskoj cijeni. Slama ima izuzetna izolacijska, ali i statička svojstva. Mogućnosti koje pruža tehnika gradnje slamom su neograničene. Kuće od slame mogu se graditi na više načina. Slama može biti i nosivi element, a može se koristiti i kao ispuna gdje je strukturni element drvo, metal ili beton. Sa aspekta održivosti, slama je obnovljivi materijal koji se može proizvoditi iz godine u godinu, a energija za proizvodnju dolazi od Sunca.“ [6]

Osim što je vrhunski toplinski i akustički izolator, slama je otporna na potres i nametnike, te bez obzira na uobičajenu namjenu i vrlo nisku cijenu pruža jedinstvene i inovativne mogućnosti arhitektonskog oblikovanja. Poboljšavajući kvalitetu zraka, jer nema isparavanja štetnih plinova, slama je prirodnija i zdravija alternativa modernim materijalima.



Slika 3.2. Kuća od slame, Zaprešić

3.1.2 Drvene kuće

„Drvo je jako dobar građevni materijal. Ono diše, propusno je, osigurava prikladnu vlažnost i toplinu, dok je temperatura drvenih elemenata u unutrašnjosti objekta uvijek jednaka temperaturi zraka u prostorijama. Sinonim za drvenu kuću znači kisikom obogaćen, zdrav i prirodno vlažan prostor, izvrstan za svakodnevno stanovanje. Drvo se svrstava u najljepše građevinske materijale, a ako se stručno ugradi, ispravno zaštititi od utjecaja okoliša i štetočina te se redovito održava može biti vrlo dugotrajno.“ [7]

Osim što spada u najljepše građevinske materijale, svojom izdržljivošću, obnovljivošću, dostupnošću i dobrim toplinsko izolacijskim svojstvima spada i među najpoželjnije, ostvarujući istodobno ekološke i ekonomske prednosti.

„Uz pravilnu izvedbu i minimum održavanja trajnost drveta može biti visoka. Drvo je slab vodič topline što je pogodno za toplinsku izolaciju. U usporedbi sa svojom velikom nosivošću, drvo je vrlo lagano i sve traženije za gradnju, a u pogledu djelovanja štetočina postoje brojni načini zaštite drva.“ [8]



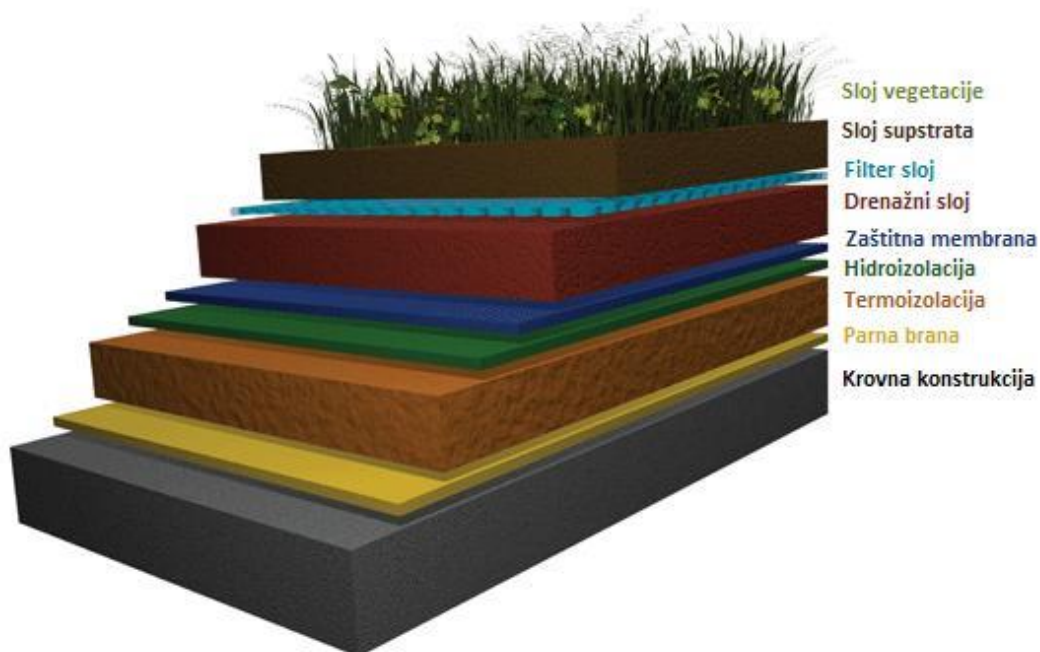
Slika 3.3. Unutrašnjost drvene kuće

„Gradnja drvom sve više raste, što proizlazi iz potrebe da se smanji emisija CO₂ i količina utrošene energije. Energetska učinkovitost postaje standard, a drvo bi u niskoenergetskoj gradnji trebalo dobiti zasluženo mjesto.“ [7]

3.2 OVOJNICE ZGRADE – MATERIJALI KOJI POVEĆAVAJU IZOLACIJU

3.2.1 Zeleni krovovi

„Zeleni krov jedan je od prvih vizualnih identiteta ekološke arhitekture. Iako arhitektura može biti ekološka i bez zelenog krova, zeleni krov stvara mogućnost da se zgrada bolje uklopi u postojeći okoliš. To je naročito značajno u gusto izgrađenim dijelovima urbanih centara, gdje ionako nedostaje zelenila, pa već male površine daju veliki doprinos. U najosnovnijem smislu, zeleni krovovi slojevita su kombinacija vegetacije i membrane preko zgrade koja može pomoći u izolaciji i pružanju upravljanja vodama. Moderni sustavi pomažu ublažavanju učinaka otoka topline, stvaraju staništa, filtriraju onečišćivače, skupljaju ugljik i čak povećavaju poljoprivredni i uslužni prostor.“ [9]



Slika 3.4. Slojevi zelenog krova

Osim što objektu daju estetsku vrijednost zeleni krovovi donose i brojne druge prednosti u odnosu na tradicionalne krovove kao što je smanjenje temperature okolnog prostora, upravljanje oborinskim vodama, poboljšana toplinska izolacija, hidroizolacija i zvučna izolacija prostora ispod takvih krovova, kao i smanjenje količine ugljikovog dioksida, prašine i onečišćenog zraka. Također, stvaraju i ugodniju klimu za živa bića i vraćaju im staništa koja su im građenjem zgrada oduzeta, a jednako tako pružaju i ljudima novo mjesto za odmor i rekreaciju.

3.2.2 Zelene fasade

„Zelene fasade, relativno su novo oblikovno rješenje, koje zbog svoje atraktivnosti i ekoloških trendova nalazi sve brojniju primjenu u arhitektonskoj praksi. Treba napomenuti da u ovu kategoriju ne spadaju primjeri zgrada čiji su zidovi obrasli u puzavice i slično bilje, a koje se nekontrolirano i divlje širi po fasadi, ulazi u konstrukciju i oštećuje je. Takvi primjeri češće su posljedica nemara nego želje za kvalitetom. Zelene fasade čine biljke ukorijenjene u tlu pored zgrade i koje nisu pričvršćene za sami zid. Biljke primaju vodu i hranjive tvari iz zemlje ili visećih kutija za sadnju. Jednom uspostavljena zelena fasada treba malo održavanja i može rasti visoko i široko koliko dopušta potporni sustav rešetki.“ [10]

„Zelene fasade privlače i gube manje topline. Biljke uzrokuju isparavanje, što pomaže održati klimu zgrada. Trenutačno je zanimljiva vertikalna vegetacija. Stoljećima su se pojedine biljke za penjanje, poput glicinije i virginije, koristile za ukrašavanje fasada zgrada. Prednost vertikalne vegetacije je što zauzima malo prostora, a istovremeno pruža veliku količinu zelenih vertikalnih površina.“ [2]



Slika 3.5. Zelene fasade, Beč

Današnja znanja i tehnologije omogućili su jednake, pa čak i bolje učinke koji nemaju negativnih posljedica. Planirano uzgojena vegetacija zelenih fasada, osim što daje estetski privlačan dojam pročelja, nudi i mnoge prednosti poput filtriranja zraka, pružanja hlada i hlađenja lokalnog zraka, ublažavanja onečišćenja od buke i stvaranja prirodnog okruženja.

3.2.3 Stolarija

Odabir stolarije utječe na stil uređenja interijera. Vanjska je stolarija izrazito osjetljiva što se tiče toplinskih gubitaka koji mogu biti i do 10 puta veći od gubitaka kroz zidove, a ona nekvalitetna i dotrajala, osim narušavanja estetskog dojma je i energetska neučinkovita jer djeluje kao loš izolator propuštajući toplinu, odnosno hladnoću. Razvojem tehnologije i moderne arhitekture moguće je povećati dojam otvorenosti i kontakta s okolinom te tako omogućiti i korištenje veće količine sunčeve svjetlosti.

Zelena gradnja govori kako prozori i vrata moraju biti energetska efikasni i proizvedeni na ekološki prihvatljiv način. Jedan od takvih materijala je drvo, prirodan materijal, najbolji toplinski i zvučni izolator, međutim nedostatak mu je potreba za kompleksnim održavanjem. S druge strane najveću primjenu u građevinarstvu zauzima PVC stolarija. Iako čest predmet rasprava, najnovije znanstvene studije ipak dokazuju da modernim metodama proizvodnje i standardima obrade PVC (polivinil-klorid) kao materijal pridonosi održivom razvoju (posebno prozori od PVC profila). PVC stolarija ne truli, ne hrđa, otporna je na vremenske uvjete i odličan je u zadržavanju topline i kao zaštita od buke. Takav je materijal moguće reciklirati i pripremiti kao novu sirovinu za proizvodnju kvalitetnih recikliranih profila.



Slika 3.6. Proces recikliranja PVC prozora

Ukoliko se govori o staklu, obični jednostruki prozori zamjenjuju se IZO staklom. Takvo je staklo sastavljeno od, najčešće, dvije staklene površine dok je međuprostor ispunjen suhim zrakom ili nekom vrstom plina (npr. argon). IZO staklo može biti i troslojno što dodatno povećava izolacijska svojstva, ali i cijenu materijala.

3.3 POTROŠNJA VODE I PONOVDNA UPOTREBA (RECIKLIRANA VODA)

„Voda predstavlja temeljnu potrebu za život i razvoj ljudskog društva. Održivo iskorištavanje vode nastoji uravnotežiti raspoložive vode u svakoj točki u vremenu i u prostoru s potrebama za vodom različitih korisnika te osigurati dovoljno vode za zaštitu ljudskog zdravlja i ekosustava.“ [11]

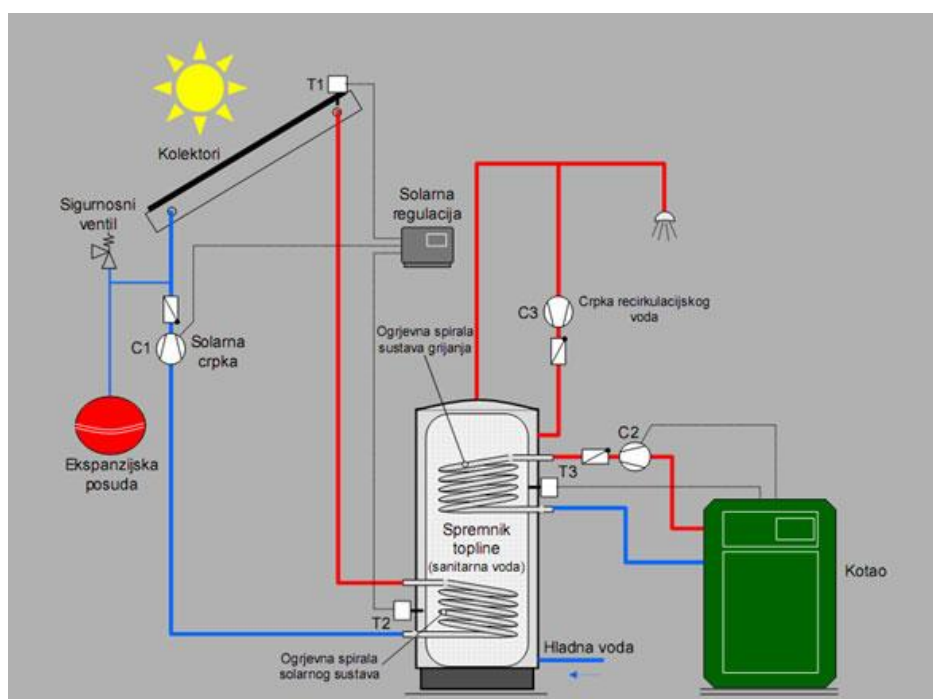
Najvažniji cilj pametne, zelene, gradnje vezan uz vodu jest smanjenje njene potrošnje i poboljšanje kvalitete. Primarni problem glede potrošnje vode jest potrošnja koja je veća od zaliha. U tome slučaju moguće je izvesti sustav za filtriranje otpadnih voda (npr. od tuširanja ili pranja posuđa) i dati joj sekundarnu namjenu, odnosno iskoristiti ju primjerice za pranje automobila. Na taj se način stvara ušteda vode za piće.

3.4 SOLARNA ENERGIJA

Sunčeva svjetlost jedan je od prirodnih izvora energije, obnovljiv u vrlo kratkom roku. „Solarne tehnologije su široko karakterizirane ili kao pasivne solarne ili kao aktivne solarne, ovisno o načinu sakupljanja, pretvaranja i distribuiranja sunčevog svjetla.“ [12] Aktivne solarne tehnologije obuhvaćaju tehnike kojima se uz pomoć kolektora sunčeva energija pretvara u iskoristive proizvode, dok se pasivne tehnologije temelje na jednostavnim principima. Primjerice, koriste se materijali povoljnih svojstava koji zadržavaju i akumuliraju toplinu iz okoline, a zatim istu toplinu emitiraju tijekom hladnijih perioda. Također, iskorištava se mogućnost projektiranja i izvođenja objekta orijentiranog na jug kako bi se osigurali svjetlost i toplina.

3.4.1 Solarni kolektori

U mnogim stambenim prostorima, u svrhu opskrbe kupaonica i kuhinja toplom vodom, grijanje radi tijekom čitave godine. To znači da svakodnevno dolazi do ispuštanja dimnih plinova. Za navedeni problem postoji kvalitetno rješenje u vidu primjene solarnih sustava. Istraživanja pokazuju da je razlog primjene solarnih kolektora u gotovo 80% slučajeva grijanje sanitarne vode. U ljetnim mjesecima solarni kolektori samostalno „pripremaju“ toplu vodu, bez pomoći električnih grijača i sl. Sustav radi na principu da sprema Sunčevu energiju samo kada ima sunca, a ukoliko ono nije „dostupno“ sanitarna će se voda morati grijati na konvencionalan način. Stoga je izrazito bitno pravilno dimenzionirati spremnik sanitarne vode, na čiju će se osnovu potom odrediti broj kolektora.



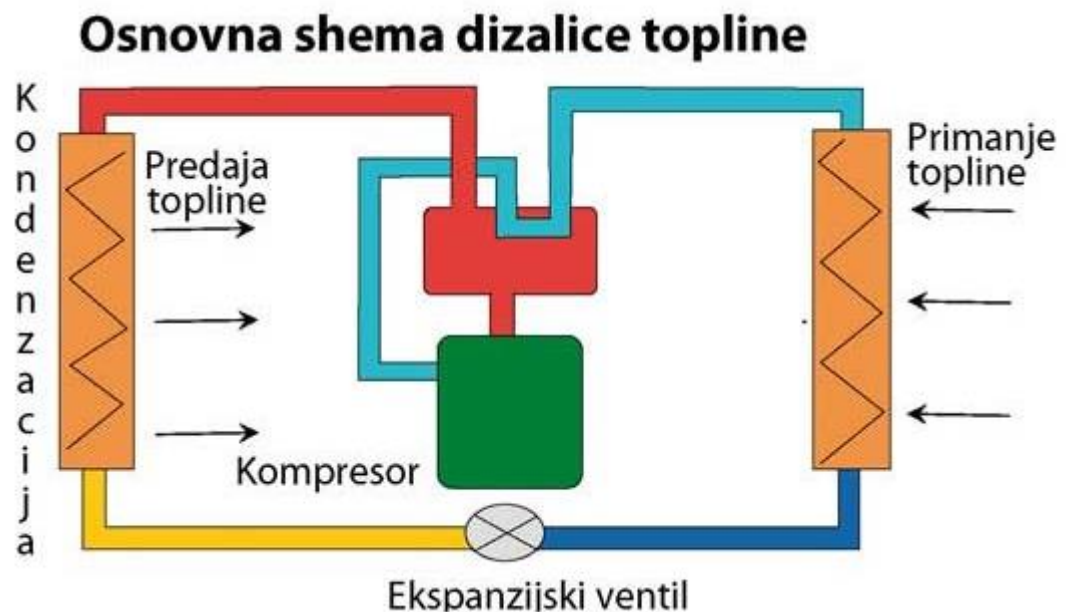
Slika 3.7. Princip rada solarnog kolektora

Cijena solarnog sustava ovisna je o namjeni i veličini objekta. Uzimajući u obzir stalni porast cijena energenata i vijek trajanja solarnog sustava, sa preko 20 godina, vidljivo je da odabir ovakvog sustava zasigurno nosi ekološke, ali i ekonomske beneficije.

3.5 GEOTERMALNA ENERGIJA

3.5.1 Dizalica topline

„Dizalica topline koristi geotermalnu energiju iz zemlje, podzemnih voda i zraka te ga prenosi u unutrašnjost zgrade preko sustava grijanja. Radi učinkovito i na niskim vanjskim temperaturama. Dizalica topline radi na sustavu obrnutom od rada hladnjaka. Ona izvlači toplinu iz okoliša i prosljeđuje ju prema unutrašnjosti zgrade. Rashladno sredstvo uzima toplinu iz zemlje, podzemnih voda i zraka te ju nakon kompresije diže na višu razinu temperature. Osim za grijanje, dizalice topline se koriste i za hlađenje. Postoje dvije vrste rada dizalice za hlađenje – pasivno hlađenje i aktivno hlađenje. Kod pasivnog hlađenja, dizalica topline koristi razliku u temperaturi izvora energije (iz zemlje, kao i zemljani kolektor) te tako hladi objekt prirodnim putem. Za razliku od pasivnog hlađenja, pri aktivnom hlađenju zahtjeva se rad kompresora te se postiže niže temperatura rashladnog tijela. Pasivno hlađenje je učinkovitije od aktivnog jer aktivno hlađenje zgrade zahtijeva rad kompresora što ujedno podrazumijeva veću potrošnju energije, a time i veće troškove.“ [13]



Slika 3.8. Osnovna shema dizalice topline

3.6 RAZVRSTAVANJE OTPADA

Otpad je postao jedan od ozbiljnih problema današnjice. Njegovo neodgovorno zbrinjavanje i gospodarenje njime onečišćuje tlo, vodu i zrak, a uvelike utječe i na život i zdravlje ljudi. Cilj je suvremenim tehnikama i procesima omogućiti iskorištavanje korisnih sastojaka u što većim količinama. Na taj je način moguće dobiti sekundarne sirovine spremne za ponovno korištenje, novu namjenu, moguće je pridonijeti uštedi energije i resursa, a ujedno i smanjiti količine otpada na odlagalištima koja uzrokuju onečišćenje okoliša.

3.7 ENERGETSKI EFIKASNI KUĆANSKI UREĐAJI

Konstantan rast cijena električne energije potiče građane na pronalazak alternativnih rješenja u vidu energetski efikasnijih uređaja koji osim što štede energiju, štede i novac. Uređaji se definiraju pomoću 7 energetskih razreda: A+++ (A++, A+) kao najučinkovitiji proizvodi, te D kao najmanje učinkoviti. Energetski efikasni kućanski uređaji imaju veće početne cijene, što će možda i odgovoriti kupca prilikom kupnje, ali gledajući dugoročno oni tijekom svog životnog vijeka donose uštedu novca radi manjeg utroška energije.

Sastavni dio svakoga kućanstva jesu hladnjaci i zamrzivači koji imaju veliki udio u potrošnji električne energije jer su 24 sata dnevno priključeni na elektroenergetski sustav. Također, veliki potrošači električne energije jesu i perilice i sušilice rublja, perilice suđa, klime i sl. Tehnološki je napredak omogućio da današnji uređaji troše čak 70% manje električne energije u odnosu na nekadašnje.

Efikasno korištenje ne podrazumijeva samo smanjenje intenziteta korištenja, već i korištenje na odgovorniji način, uz primjenu niskoenergetskih uređaja i tehnologije koji rezultiraju smanjenjem utrošene energije uz postizanje istog učinka kao i mogućim povećanjem životnog standarda.



Slika 3.9. Energetski razredi

4 ENERGETSKA UČINKOVITOST

4.1 PASIVNE ZGRADE

„Pasivna zgrada je standard gradnje stambenih prostora koji pruža ugodnost bez potrebe za tradicionalnim sustavima grijanja i hlađenja koji bi stvorili ugodnu klimu za boravak u prostoru tijekom zime i ljeta. Osnovna ideja pasivne kuće svesti potrebnu toplinu za grijanje na što manju količinu. Zbog toga se pasivna kuća naziva još i kuća bez grijanja.“ [13]

„Pasivne zgrade imaju i visok stupanj vanjske izolacije i vrlo dobru zrakonepropusnost vanjske ovojnice. Uz sustav mehaničke ventilacije, koji sadrži visokoučinkovitu rekuperaciju topline, osigurana je kvaliteta unutarnjeg zraka.“ [14]

Dakle, pasivne zgrade jesu objekti u kojima se zahvaljujući načelima pasivne gradnje i primjeni načela energetske učinkovitosti postiže ugodna atmosfera (bez zasebnog sustava grijanja i klimatizacije), uklanjaju toplinski gubici, a slobodno se dobivanje energije dovodi do maksimuma.

4.2 ZGRADE S NULTOM POTROŠNJOM ENERGIJE

„Zgrada gotovo nulte energije odnosno nZEB (nearly zero-energy building) je zgrada vrlo visokih energetske svojstava. Koristi iznimno nisku količinu energije, koja se u značajnoj mjeri dobiva energijom iz obnovljivih izvora uključujući onu koja se proizvodi na samoj zgradi ili u njezinoj blizini.“ [15]

Projektirane s naglaskom na iskorištavanje povoljnih klimatskih i lokacijskih uvjeta, koristeći optimalne građevne materijale, energetske djelotvorne sustave za zagrijavanje/hlađenje zraka, pametne tehnologije upravljanja sustavom (nadzor, automatizacija itd.) nulte energetske zgrade postigle su glavni cilj zelene gradnje, a to je značajno smanjenje potrošnje energije i emisije staklenički plinova. Razina buke u ovakvim objektima je dovedena na minimum radi dobre izolacije, zrakopropusnosti i prikladne stolarije.

Uz znatno niže troškove pri korištenju obnovljivih izvora energije doprinosi očuvanju klime.



Slika 4.1. Zgrada s nultom potrošnjom energije

4.3 ZGRADE S VIŠKOM PROIZVEDENE ENERGIJE

Zgrade s viškom proizvedene energije ili Energy Plus zgrade jesu zgrade budućih generacija koje imaju suvišak energije iz obnovljivih izvora energije u odnosu na uvoz iz vanjskih izvora. Modeliranjem potrošnje energije i kombinacijom mikrogeneracijskih tehnologija i tehnika niskoenergetske gradnje poput pasivnih solarnih zgrada, izolacija, smještaja i pozicioniranja u prostoru moguće je ostvariti ovakav tip građevine.

Primjer takve prakse jest Heliotrope, izgrađen 1994. godine kao privatna rezidencija i značajan projekt Rolfa Discha u Freiburgu. Prema njegovim projektantima, Heliotrope je prva zgrada na svijetu koja proizvodi više energije nego što je koristi i oslanja se na potpuno obnovljivu energiju. Struktura se rotira kako bi pratila sunce, što je vrlo povoljno jer joj omogućuje korištenje iznimne količine prirodne sunčeve svjetlosti i topline tijekom dana.



Slika 4.2. Heliotrope, Freiburg

5 PREDNOSTI I NEDOSTACI ZELENE GRADNJE

Suvremena arhitektura pokušava unijeti prirodu u čovjekov životni i poslovni prostor. Prednosti zelenih zgrada su razne i nerijetko jedna prednost za sobom povlači i drugu. Izgradnja takvih zgrada omogućuje veću proizvodnju potrebnog kisika, omogućuju veću apsorpciju i transformaciju sunčevih zraka i svjetlosti te stvaraju povoljnije uvjete za prirodnu okolinu i smanjuju troškove energije. Osim, generalnog, povoljnog utjecaja na okoliš u izgradnji se koriste alternativni materijali koji se ističu jednostavnim održavanjem. Iako na početku predstavljaju nepovoljnije ekonomsko rješenje, dugoročno su, za razliku od konvencionalnih materijala, vrlo ekonomični. [16]

„Također, zelena gradnja integrira različite tehnologije za primjenu obnovljivih izvora energije što dovodi do bolje energetske učinkovitosti samog objekta kao i do postizanja manje emisije CO₂ u okoliš). Tehnologije koje koriste obnovljive izvore energije, poput solarnih ploča, fotonaponskih ćelija i dizalica topline dovode do optimalne opskrbe zgrade energetske resursima pri čemu je građevinski dio maksimalno učinkovit, kvalitetan i u skladu sa okolišem. Zelena gradnja podrazumijeva nalaženje načina za efikasno upravljanje vodnim resursima i povećanjem kvalitete vode te racionalizacijom u potrošnji pitke i otpadne vode.“ [17]

Premda postoje mnoge prednosti ovakvog tipa gradnje, naravno postoje i nedostaci. Nedostaci zelene gradnje mogu se očitovati primjerice u ograničenosti u dostupnosti materijala potrebnih za izgradnju, osobito u urbanim područjima te će uzrok tomu biti povećanje troškova transporta, dakle i povećanje negativnog utjecaja na okoliš. Drugi čimbenik koji se često navodi kao nedostatak jesu troškovi izgradnje. Istina je da su početna ulaganja veća nego kod tradicionalne gradnje, međutim isplativost je dugoročna stoga na to ne treba gledati kao na potpuni nedostatak.

6 CERTIFIKATI

Energetske uštede u projektiranju, izvedbi i korištenju zgrada mogući su predstavnici najvećeg potencijala za smanjenje emisije ugljičnog dioksida i uštedu novca. Zgrade koje su napravile korak dalje ka održivosti, odnosno zelenoj gradnji, a temeljem kriterija koji su propisani međunarodnim certifikatima, suvereno imaju bolju popunjenost, povoljnije utječu na zdravlje i udobnost korisnika. Sve to direktno utječe i na samu vrijednost zgrade ostvarujući više prodajne cijene i pogodnije uvjete pri davanju u zakup, te kvalitetniju, dugotrajniju i ugledniju građevinu na tržištu. [18]

6.1 LEED CERTIFIKAT

Leed certifikat (Leadership in Energy and Environmental Design) u najširoj je primjeni, a predstavlja međunarodni sustav certificiranja koji definira na koji način i koje praktične elemente zelene gradnje treba primijeniti u projektiranju, izgradnji, poslovanju i održavanju. Certifikat ocjenjuje održivost zgrada i naselja, a razvijen je SAD-u, točnije u Američkom savjetu za zelenu gradnju. Sustav ocjenjivanja obuhvaća poredak prema energetske učinkovitosti, učinkovitosti korištenja vode i materijala, odabiru zemljišta te kvaliteti unutarnjeg prostora. Cilj LEED sustava jest smanjiti doprinos globalnim klimatskim promjenama, zaštititi vodne resurse i biološku raznolikost, poboljšati zdravlje i kvalitetu života pojedinca. Razine certificiranja jesu *certificiran*, *srebrni*, *zlatni* i *platinasti*, a dodjeljuju se u kategorijama novogradnje, postojećih građevina i interijera, razvoj naselja i Core & Shell. Zgrade certificirane prema LEED-u uglavnom su pogodnije od uobičajenih zgrada u smislu efektivnosti korištenja vode i energije te zadovoljstva korisnika. [19]



Slika 6.1. Razine certificiranja LEED sustavom

6.2 BREEAM CERTIFIKAT

BREEAM certifikat (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) međunarodni je certifikat za zelenu gradnju kojim se vrši ocjenjivanje novih zgrada i projekata urbanističkog planiranja, kao mjera za rekonstrukciju postojećih građevina, te za umanjivanje rizika održivosti. U ovisnosti o tipu i funkciji objekta ocjenjuju se bodovima u 10 kategorija. [20]

Ovi standardi pomogli su poboljšati karakteristike imovine u svim fazama, od projektiranja i izgradnje pa sve do uporabe i adaptacije.

6.3 DGNB CERTIFIKAT

DGNB certifikacijski sustav (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) razvijen od strane Njemačkog savjeta za održivu gradnju, po kojem je dobio i ime, tržištu je predstavljen 2009. godine. Sustav je postao mjerilo održivosti na globalnoj razini radi sveobuhvatnog pristupa vrednovanju građevina i urbanih područja. DGNB jedini je certifikat koji pridaje jednaku važnost ekološkom, ekonomskom i društvenom segmentu održivih zgrada. Sustav procjenjuje životni ciklus zgrade (planiranje – izgradnja – korištenje – uklanjanje građevine) i djelotvornost cjelokupnog projekta, te holistički pristupa vrednovanju svih segmenata izgradnje u interakciji s krajnjim korisnicima.

Izrađen je tako da bude primjenjiv na međunarodnoj razini s mogućnošću prilagodbe strukturnim, klimatskim, pravnim i kulturnim uvjetima širom svijeta. Kako je jedini u skladu sa EU normama i regulativom Hrvatski savjet za zelenu gradnju usredotočuje se upravo na ovaj certifikat. [21]

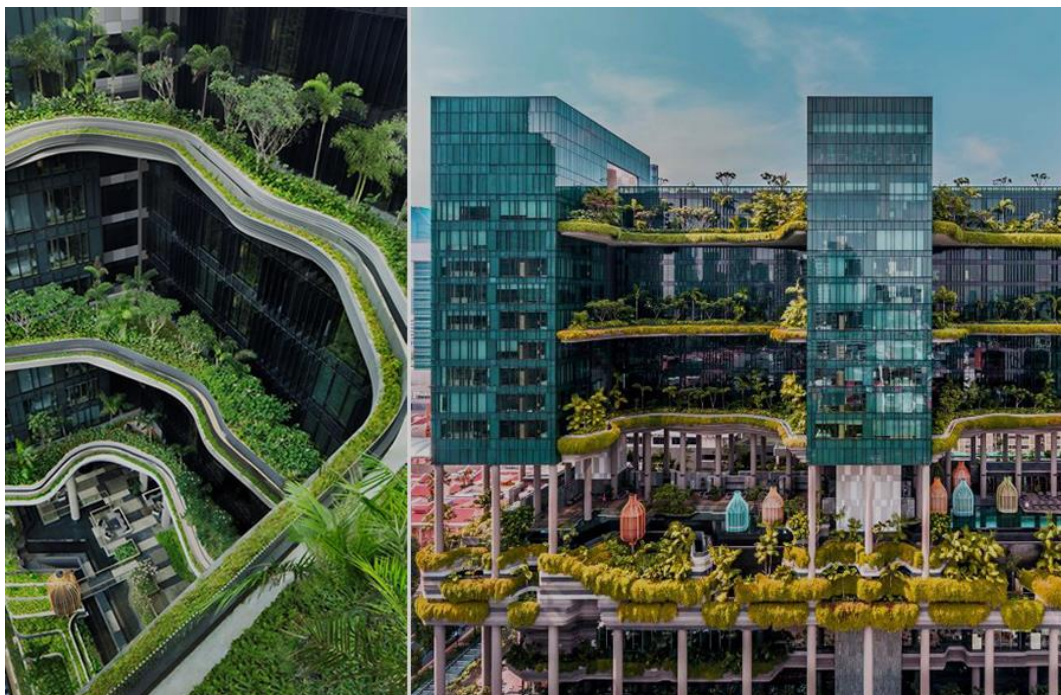
7 PRIMJERI ZELENE GRADNJE

Znanstveno je dokazano da boravak u prirodi može pridonijeti zdravijem i kvalitetnijem načinu života, zbog toga se danas zelene površine sve više implementiraju u moderna, urbana rješenja izgradnje. Neki od primjera izvedenih na tom principu, uz zadovoljavanje karakteristika zelene gradnje i osvajajući inovativnošću i ljepotom, navedeni su u nastavku.

7.1 PARKROYAL ON PICKERING, SINGAPUR

Hotel Parkroyal on Pickering već sedam godine za redom osvaja nagradu Asia's Leading Green Hotel, s jedinstvenim arhitektonskim konceptom hotel-u-vrtu. Uključuje 15 000 četvornih metara „nebeskih“ vrtova prekrivenih tropskim biljkama, zelene zidove i vodene elemente. Vrtovi su samoodrživi s minimalnom potrošnjom energije zahvaljujući solarnim ćelijama, sakupljanju kišnice i recikliranju vode. Gledajući zelenilo i parkove kojima je hotel okružen, kao cjelina djeluju poput jednog neprekinutog, urbanog parka.

Singapurska arhitektonska tvrtka WOHA zaslužna je za dizajn i izvedbu ovog hotela. [22]



Slika 7.1. Parkroyal on Pickering, Singapur

7.2 BOSCO VERTICALE, MILANO

„Bosco Verticale ili vertikalna šuma naziv je za dva nebodera smještena u srcu Milana, a građena prema principima zelene gradnje. Vegetacija koju čini više od 21000 stabala i biljaka pomaže ljudima da se zaštite od prekomjerne sunčeve svjetlosti, ali i da bolje dišu, apsorbirajući CO₂, a proizvodeći kisik.

Neboderi koriste obnovljivu energiju iz solarnih panela i filtriranu otpadnu vodu koja pomaže u održavanju životnog vijeka građevine. Vertikalna šuma povećava biološku raznolikost te pomaže u postavljanju urbanog ekosustava gdje druga vrsta vegetacije stvara okomito okruženje, koje se također može kolonizirati pticama i insektima, pa stoga postaje i magnet i simbol spontane ponovne kolonizacije grada vegetacijom i životinjskim životom.“ [23]



Slika 7.2. Bosco Verticale, Milano

7.3 MATRIX OFFICE PARK, ZAGREB

Matrix Office Park jedino je poslovno središte u Republici Hrvatskoj certificirano LEED Platinum certifikatom, dodijeljenim od strane Američkog savjeta za zelenu gradnju. Certifikat energetske svojstava dokazuje da zgrade koriste prirodne izvore energije (npr. koristi kišnicu za zalijevanje hortikulture) i potvrđuje da su razvijene na najodrživiji način. Uzimanjem u obzir energetske učinkovitost, potrošnju vode, kvalitetu zraka i prirodno osvjetljenje očito je da Matrix Office Park čini prostor učinkovitijim,

produktivnijim i zdravijim za sve djelatnike. Zgrade koriste geotermalne izvore energije, također, u svakoj zgradi postoje dvije dizalice topline koje koriste vodu iz bunara koji su iskopani pored objekta i na taj način griju i hlade čitav objekt.



Slika 7.3. Matrix Office Park

Tijekom projektiranja i izgradnje velika je pozornost stavljena na poštivanje okoliša ugledajući se na održivost i energetska učinkovitost na što ukazuju činjenice da je korišteno 21% recikliranog i 84% regionalnog materijala prilikom gradnje dok je reciklirano više od 89% otpada proizvedenog tijekom iste. [24]

8 ZAKLJUČAK

Klimatske promjene, koje je većinom prouzrokovao čovjek, imaju sve veći utjecaj na život na Zemlji. Resursi vode nestaju, energenata za grijanje sve je manje, a proizvodnja električne energije na konvencionalan način je nepogodna za okoliš. Uz sve navedeno, i troškovi života su sve skuplji. Pridjev „zeleno“ koristi se u slučajevima kada se želi opisati nešto čisto, prirodno i ekološki prihvatljivo. Kako su ekologija i održivost postali neizbježni u svim aspektima življenja, zelena gradnja ne samo da podrazumijeva korištenje ekoloških materijala već opisuje način stanovanja i korištenja prostora u skladu s održivim razvojem. Bitno je podići ekološku svijest, shvatiti važnost prirodne ravnoteže i znati unaprijediti postojeće zgrade, a projektirati nove na način koji će smanjiti emisiju štetnih plinova, povećati energetske učinkovitost i pridonijeti skladu čovjeka i okoliša. Iako ju karakterizira visoka početna cijena, zelena gradnja dugoročno je isplativa investicija. Uloženi novac vremenom se vrati kroz niže troškove energenta i održavanja. Jednostavnije rečeno, u konačnici, ukupni je trošak izgradnje i održavanja zgrade sagrađene na tradicionalan način veći od troška gradnje zelene zgrade. Prednosti takve gradnje proizlaze iz činjenice da manje zagađuje okoliš, stvara pozitivno ozračje za čovječanstvo i odiše inovativnošću.

Zelene zgrade su zgrade budućnosti!

9 LITERATURA

- [1] Rechner Dika, Iva 'Ekološko oblikovanje kao paradigma suvremenog krajobraznog oblikovanja' (2012.), Doktorski rad str. 4, doi: https://cpd4gb.com.hr/wp-content/uploads/2018/10/DOKTORSKI-RAD_-Iva-Rechner-Dika.pdf; pristupljeno 20.01.2023.
- [2] Batur, Domagoj 'Zelene fasade i krovovi' (2021), Diplomski rad; *dabar.srce.hr*, doi: <https://dabar.srce.hr/islandora/object/ricent%3A114>, pristupljeno: 02.09.2022.
- [3] Senjanović, Taddea 'Zašto graditi zeleno i kako smanjiti količinu materijala za izgradnju građevina?' (2021.); <https://baustela.hr/odrziva-gradnja/zasto-graditi-zeleno-i-kako-smanjiti-kolicinu-materijala-za-izgradnju-gradevina/>, pristupljeno: 04.09.2022.
- [4] Korasić, Matea 'Zelena gradnja u krajobraznoj arhitekturi' (2019.), Diplomski rad str. 17; *dabar.srce.hr*, doi: <https://dabar.srce.hr/islandora/object/agr%3A1430>, pristupljeno: 09.01.2023.
- [5] Glasnović, Zvonimir dr. sc., Horvat, Jasna dr. sc., Omahać, Dino dipl. ing. 'Slama kao superiorni građevinski materijal' (2008.) str. 14 – 17, TEHNOEKO, stručni časopis za tehnologije u ekologiji, doi: https://www.fkit.unizg.hr/_news/31890/Tehnoeko%20-%20Slama.pdf, pristupljeno: 09.01.2023.
- [6] 'Stari materijal za gradnju budućnosti' (2011.), *gradnja.org*, doi: <https://www.gradnja.org/vijesti/materijali/671-stari-materijal-za-gradnju-buducnosti.html>, pristupljeno: 09.01.2023.
- [7] Užar, Josip 'Drvo – materijal u suglasnosti s prirodom' (2013.) str. 258 – 262; *Technical journal 7, 3(2013), 258-262*, doi: <https://hrcak.srce.hr/file/161418>, pristupljeno 12.01.2023.
- [8] Ojurović Renata dipl.ing.; Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb, Hrvatska; Grbac Ivica prof.dr.sc. ; Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska 'Drvo u suvremenim trendovima stanovanja' (2009.) str. 61 – 63, *DRVNA INDUSTRIJA 60 (1) 61-63 (2009)*, doi: <https://hrcak.srce.hr/file/54721>, pristupljeno: 09.01.2023.
- [9] Baldwin, Eric 'An Architect's Guide To: Green Roofs' (2021), *Architizer: Inspiration and Tools for Architects*, doi: <https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/green-roofs/>, pristupljeno: 18.09.2022.

- [10] 'Zeleni zidovi', ARHITEKO d.o.o.ARHITEKTURA + EKOLOGIJA doi: http://www.arhiteko.hr/menu.html?http://www.arhiteko.hr/_zelenizidovi.html, pristupljeno: 18.09.2022.
- [11] Gereš, Dragutin 'Upravljanje potražnjom vode' (2002.), *GRAĐEVINAR 55* (2003) 6, str. 329 – 338., doi: <https://hrcak.srce.hr/file/16804>, pristupljeno: 19.09.2022.
- [12] Šikić, Lana 'Energija sunca i solarne inovacije za budućnost' (2016.), Specijalistički diplomski stručni; *Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR*, doi: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vus:313/datastream/PDF>, pristupljeno: 02.10.2022.
- [13] Glavaš, Matea 'Pasivne poslovne zgrade' (2018.), Diplomski rad; doi: <https://repository.ricent.uniri.hr/islandora/object/ricent:19/preview>, pristupljeno: 08.01.2023.
- [14] Milovanović, Bojan prof.dr.sc., Štirmer, Nina prof.dr.sc., Mišćević, Ljubomir dipl.ing.arh; Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Arhitektonski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb; 'Pasivna kuća – Pобоljšanje kvalitete stanovanja' (2012.) str. 225 – 234, doi: <https://issuu.com/kvaliteta.net/docs/rad26>, pristupljeno: 20.01.2023.
- [15] Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine MPGI (2022.) 'Zgrade gotovo nulte energije nZEB1; doi: <https://mpgi.gov.hr/o-ministarstvu/djelokrug/energetska-ucinkovitost-u-zgradarstvu/zgrade-gotovo-nulte-energije-nzeb/10504>, pristupljeno: 28.09.2022.
- [16] Ivanović, Anđelina 'Ozelenjavanje gradova budućnosti' (2016.), Završni rad str. 6; doi: <https://repozitorij.unizg.hr/islandora/object/sumfak:749/preview>, pristupljeno: 21.01.2023.
- [17] Žakula, Boris 'Energetska učinkovitost i održiva gradnja' (2015.), Diplomski rad str.73; *Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR*, doi: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu:140/preview>, pristupljeno: 18.01.2023.
- [18] Hrvatski savjet za zelenu gradnju 'Certifikati zelene gradnje', doi: <https://gbcroatia.org/storage/uploads/editor/certifikati-zelene-gradnje.pdf>
- [19] Energetsko certificiranje 'Leed certifikat – ocjena održivosti zgrada i naselja' doi: <https://www.energetskocertificiranje.com.hr/>, pristupljeno: 07.10.2022.

- [20] Društvo arhitekata Zagreb 'Breeam međunarodni certifikat za zelenu gradnju' *gbccroatia.org* 08/04/2014, doi: <http://www.d-a-z.hr/hr/vijesti/breeam-medunarodni-certifikat-za-zelenu-gradnju,2421.html>, pristupljeno: 07.10.2022.
- [21] Hrvatski savjet za zelenu gradnju 'DGNB sustav', doi: <https://gbccroatia.org/dgnb-sustav>, pristupljeno: 11.10.2022.
- [22] 5 primjera zelene arhitekture koji pokazuju da održivost i dizajn idu zajedno (2019.), doi: <https://www.naturala.hr/5-primjera-zelene-arhitekture-koji-pokazuju-da-odrzivost-i-dizajn-idu-zajedno/>, pristupljeno: 11.01.2023.
- [23] EKO vjesnik – portal za održivi razvoj i uspješnu zajednicu - Projekt Bosco Verticale | Boeri Studio, Milano (2017.), doi: <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/49/projekt-bosco-verticale-boeri-studio-milano>, pristupljeno: 20.01.2023.
- [24] MATRIX, doi: <https://matrixofficepark.com/hr/>, pristupljeno: 12.10.2022.