

## PREGLED SUSTAVA ODRŽIVE GRADNJE: LEED, BREEAM, DGNB

### SURVEY ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION SYSTEMS: LEED, BREEAM, DGNB

Mladen Dubraja<sup>1</sup>, Nenad Mikulić<sup>2</sup>

*Tehničko veleučilište u Zagrebu - student*

<sup>1</sup>*Tehničko veleučilište u Zagrebu*

#### Sažetak

S obzirom da je graditeljstvo veliki potrošač prirodnih i energetskih resursa, od velike je važnosti smanjiti negativne utjecaje gradnje na okoliš kao i zadovoljiti ostale kriterije održivosti. U svijetu su razvijeni razni sustavi ocjenjivanja za mjerenje razine održivosti gradnje i osiguranja najbolje kvalitete u svojoj najvišoj razini certifikacije. Ovaj rad daje pregled relevantne znanstvene literature vezane uz održivu gradnju. Osim koncepta održive gradnje u radu su opisani globalno prepoznati sustavi certificiranja održive gradnje LEED (engl. Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (engl. Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) i DGNB (njem. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), te su uz usporedbu njihovih kriterija za ocjenjivanje, predložene mjere za daljnje unaprjeđenje. Također, stavljen je naglasak i na dobrobit samog ocjenjivanja i certificiranja održivosti gradnje, kao i na važnost poticanja održive gradnje.

Ključne riječi: održivi razvoj, održiva gradnja, zelena gradnja, sustavi certificiranja održive gradnje, LEED, BREEAM, DGNB

**Ključne riječi:** *tehnološke inovacije, društvene inovacije, lokalna zajednica, poticanje inovatorstva, trokut znanja, organizacijska kultura, javno privatno partnerstvo, održivi razvoj*

#### Abstract

Since construction is a major consumer of natural and energy resources, it is essential to reduce the negative impacts of construction on the environment and satisfy other sustainability criteria. Therefore, various assessment systems have been developed to measure the level of building sustainability and to assure the best quality at its

highest level of certification. This paper presents an overview of relevant scientific literature related to sustainable construction. In addition to the concept of sustainable construction, the paper individually describes several globally recognized sustainable building certification systems LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) and DGNB (germ. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) and by comparing their criteria for evaluation, actions for further improvement have been proposed. Also, emphasis was set on the benefits of the evaluation and certification of construction sustainability, as well as the importance of encouraging sustainable construction. Key words: sustainable development, sustainable construction, green building, sustainable building certification systems, LEED, BREEAM, DGNB

**Keywords:** *technological innovation, social innovation, local community, innovation support, knowledge triangle, organizational culture, public private partnership, sustainable development*

#### 1. Uvod

##### 1. Introduction

Pojam održivi razvoj je definiran 1987. godine u Izvještaju Svjetske komisije za okoliš i održivi razvoj „Naša zajednička budućnost“, kojim je predsjedavala Gro Harlem Brundtland, te je do današnjeg dana postao jedan od ključnih elemenata u formiranju i provođenju razvojnih politika u svijetu [1]. Isti je definiran kao proces promjena u kojem su iskorištavanje resursa, smjer ulaganja, orijentacija tehničkog razvitka i institucionalne promjene u međusobnom skladu i omogućavaju

ispunjavanje potreba i očekivanja sadašnjih i budućih naraštaja. Takav koncept održivog razvoja podrazumijeva „razvitak društva“, a kao temeljne kriterije uključuje ekološku, gospodarsku i sociokulturnu održivost, s ciljem ostvarenja ravnoteže između tih kriterija. S tim u vezi razvoj održivog gospodarstva zahtijeva tehnološki razvoj, novu industrijalizaciju, rekonstruiranje poslovnog sektora i infrastrukture prema prirodi, ljudskim i kapitalnim kapacitetima i potrebama, uz istovremeno učinkovito korištenje prirodnih resursa i energije, te stvaranje manje otpada i smanjenje socijalnih nejednakosti. S obzirom da je građevinarstvo djelatnost koja troši najveću količinu prirodnih i energetske resursa, ono predstavlja važan segment održivog razvoja [2]. U cilju održivijeg gospodarstva i doprinosa borbi protiv negativnih klimatskih promjena (globalno zatopljenje) te smanjenja stakleničkih plinova, u sektoru graditeljstva sve se više razmatra racionalnija uporaba resursa i smanjenje opterećenja na okoliš. Upravo zbog toga se održivi razvoj najčešće veže uz održivu gradnju [3,4]. Utjecaj gradnje na okoliš se odvija kroz cijeli životni ciklus građevine, a to uključuje izvedbu (proizvodnja građevnih materijala i njihova ugradnja), uporabu građevine (korištenje i održavanje), te završetak životnog ciklusa (uklanjanje građevine). U fazi projektiranja treba voditi računa o utjecaju buduće građevine na okoliš i utjecaju okoliša na samu građevinu, zbog sprege sociokulturne i gospodarske dimenzije održivog razvoja. Projektiranjem je bitno usvajati rješenja koja racionalno koriste prirodne resurse i energiju tijekom izvedbe i uporabe građevine, te osiguravaju kvalitetu i trajnost buduće građevine, kao i mogućnost njezinog uklanjanja i ponovne uporabe ili recikliranja njezinih dijelova. Održivost u fazi izvedbe predstavlja korištenje što manje prirodnih resursa, odnosno korištenje građevnih materijala sa smanjenim udjelom ugljika, zatim manjom utrošenom energijom u proizvodnji, transportu i ugradnji građevnih materijala. Sukladno održivom razvoju za gradnju je nužno koristiti resurse i građevne proizvode iz lokalnog okruženja, čime se smanjuje rasprostranjenost utjecaja gradnje na šire okruženje, a povoljno utječe lokalno na gospodarsku i sociokulturnu dimenziju. Idealni životni ciklus materijala predstavlja kružni tok, gdje je otpad jednog procesa sirovina za drugi. Prednost u uporabi imaju oni materijali koji koriste reciklirane sirovine i time

štede energiju i smanjuju onečišćenje u proizvodnji novih proizvoda, te ostvaruju pad emisija CO<sub>2</sub>. Drvo je najprihvatljiviji materijal za održivu gradnju, posebice zbog obnovljivosti i dostupnosti, ali i povoljnog utjecaja na sastavnice održivog razvoja prilikom proizvodnje i uporabe [5]. Na fazi uporabe građevine u prosjeku odlazi 70% troškova (režije i održavanje) cijelog životnog ciklusa jedne građevine. S obzirom na to da su građevine veliki potrošači energije one su prepoznate kao najveći potencijal za smanjenje ukupne potrošnje energije na državnoj razini. U cilju postizanja održivosti u području graditeljstva uvodi se energetska učinkovitost kojom se želi smanjiti potrošnja energije i emisija CO<sub>2</sub>, te potaknuti korištenje obnovljivih izvora energije, sukladno okvirima EU zakonodavstva. Budući da je ovo područje propisima strogo definirano ono predstavlja dobar potencijal za razvoj održivosti u gradnji, gdje graditeljstvo dobiva nove aktivnosti. Završna faza životnog ciklusa građevine prema načelima održivosti trebala bi predstavljati ponovnu uporabu, odnosno recikliranje dijelova uklonjene građevine. Uporabom korištenog građevnog materijala smanjuje se građevni otpad, što je od velike važnosti za iskorištavanje prirodnih resursa i potrošnju energije tijekom proizvodnje. To čini proizvod dostupnijim, jeftinijim i ekološki prihvatljivijim. Ovaj rad donosi pregled relevantne znanstvene literature vezane uz održivu gradnju. Osim koncepta održive gradnje, pojedinačno su opisani pojedini sustavi certificiranja održive gradnje (LEED, BREEAM i DGNB), te su uz njihovu usporedbu predložene mjere za daljnje unaprjeđenje sustava certificiranja.

## 2. Održiva gradnja

### 2. *Sustainable construction*

Gradnja se promatra u kontekstu održivog razvoja, koji podrazumijeva razvitak društva kroz ostvarenje ravnoteže između ekološkog, gospodarskog i sociokulturnog motrišta. Budući da je graditeljstvo prepoznato kao veliki potrošač prirodnih i energetske resursa, održiva gradnja javlja se kao prioritet suvremenog graditeljstva i energetike, te djeluje u neraskidivoj vezi s principima održivog razvoja. U cilju promjene negativnih trendova neophodno je postići ravnotežu između tri međusobno ovisne ključne sastavnice održivog razvoja. Sukladno tome inženjerske

struke se zalažu za razvoj novih tehnologija kojima se ostvaruje učinkovita uporaba resursa i energije, stvara manje otpada, smanjuje utjecaj na okoliš, i direktno doprinosi gospodarskom razvoju, što sve skupa pozitivno utječe na sastavnice održivog razvoja. Stoga je održivu gradnju kao način za unapređenje stanja nužno istraživati od strane tehničkih znanosti i promovirati široj javnosti u cilju probuđivanja svijesti o važnosti održivog razvoja. S tim u vezi nameće se potreba o mjerenju i izvješćivanju o održivoj gradnji. Postoje dvije vrste alata za procjenu gradnje na okoliš: (i) alati temeljeni na vlastitim kriterijima nekog sustava (engl. criteria based tools – CBT) i (ii) alati koji koriste metodologiju procjene životnog ciklusa (engl. life cycle assessment – LCA) [6]. U LCA metodologiji, utjecaj na okoliš procjenjuje se tijekom cijelog životnog vijeka. Predrasude glede složenosti LCA metodologije i poteškoća u razumijevanju i primjeni njezinih rezultata daju prednost CBT metodi kao šire prihvaćenoj i globalno korištenoj metodi, a koja se temelji na sustavu dodjele bodova na određene kredite, s obzirom na njihov utjecaj na okoliš [6].

U cilju doprinosa i unapređenja razvoja održive gradnje, odnosno njezine provedbe, u svijetu su razvijeni brojni sustavi certificiranja održivih građevina, kao što su LEED (Sjedinjene Američke Države), BREEAM (Velika Britanija), DGNB (Njemačka), SBTool (Kanada), CASBEE (Japan), Green Star (Australija), Minergie (Švicarska) i drugi. Ocjena ovih sustava temelji se na vlastitim kriterijima, a područje ocjenjivanja osim energetske učinkovitosti uključuje i druge ekološke, socijalne i gospodarske parametre koji utječu na održivi razvoj, poput zdravlja ljudi i okoliša, uštede vode, odabira materijala ili kvalitete unutarnjeg prostora. Svaki od spomenutih parametara se vrednuje bodovima koji se u konačnici zbrajaju. Budući da pojedini parametri odnosno kriteriji nemaju jednaku bodovnu ljestvicu, konačna ocjena ovisi i o procjeni bodova za određenu skupinu kriterija. Rezultat ocjene treba biti jasno čitljiv i transparentan, dajući vlasnicima i korisnicima građevine informaciju o kvaliteti gradnje [7]. Sustavi ocjenjivanja trebali bi obuhvatiti tri glavna aspekta održivosti u životnom ciklusu [8,9]. U tom kontekstu gradnjom se mora osigurati trajnost, kvaliteta, te ekonomska, energetska i ekološka prihvatljivost. Iako su utemeljeni na istim načelima održive granje, aktualni sustavi ocjenjivanja su prilično različiti, naročito po opsegu analize

indikatori namjene građevina za koje su pogodni. Razlika najvećim dijelom dolazi zbog toga što većina njih ne uzima u obzir sva tri aspekta održivosti u jednakoj mjeri [3]. Primjerice, neki sustavi ocjenjivanja u obzir uzimaju samo jednu fazu životnog ciklusa, dok drugi prate cijeli životni ciklus zgrade [8]. Također, nisu svi sustavi jednako prihvaćeni na tržištu.

### **3. Certificirani sustavi procjene održive gradnje**

#### **3. Sustainable building certification systems**

Certificirani sustavi održive gradnje uspostavljeni su s ciljem smanjenja utjecaja građevine na okoliš tijekom životnog ciklusa, pružajući objektivno ocjenjivanje i pouzdano označavanje održivosti zgrade, omogućujući zgradama priznavanje na tržištu i poticanje održive gradnje [6]. Certificirane zgrade u odnosu na konvencionalne zgrade postižu višu tržišnu vrijednost i višu cijenu najma, te su traženije na tržištu. Slijedom navedenog, potvrda, odnosno certifikat o održivosti građevine je administrativni i komercijalni instrument u korist pomaka pozitivnih vanjskih utjecaja. Razumijevanje čimbenika koji utječu na rasprostranjenost građevina s certifikatom održive gradnje od kritičnog je značaja kako za investitore tako i za nacionalne i lokalne vlasti [10]. S obzirom na to da su LEED, BREEAM i DGNB globalno najprimjenjiviji sustavi za ocjenu održive gradnje u svijetu, a posebice na području Europe, ovaj rad ima za cilj izraditi usporedni pregled tih triju sustava, te predložiti moguće mjere za poboljšanje istih u cilju preciznije ocijene utjecaja na održivi razvoj.

#### **3.1. Pregled LEED**

##### **3.1. LEED overview**

Vijeće za zelenu gradnju SAD-a (US Green Building Council – USGBC) razvilo je 2000. godine LEED (engl. Leadership in Energy and Environmental Design) sustav. Ova neprofitna organizacija utemeljena je na konsenzusu, a danas predstavlja najzastupljeniji sustav procjene održivosti gradnje u cijelom svijetu [6,10,11]. LEED ima razvijen sustav ocjena pod nazivom engl. Green Building Rating System za praćenje i certificiranje projektiranja, gradnje i uporabe održivih građevina. Zbog njezinog utjecaja arhitekti, inženjeri, vlasnici građevina, dizajneri i stručnjaci za nekretnine sve više razmišljaju o građevinskom

okruženju koji će biti prihvatljivo održivom razvoju. LEED ima zadatak znatno smanjiti ili ukloniti negativni utjecaj gradnje na okoliš, a osim toga smanjiti trend neodržive gradnje. Kao dodatnu korist zelene gradnje u LEED-u ističu smanjenje operativnih troškova, povećanje utrživosti građevine, povećanu produktivnost zaposlenika kao i smanjenu potencijalnu odgovornost uslijed problema zaposlenika s kvalitetom zraka u zatvorenim prostorima. Sustav ocjena Green Building Rating System je razvijen za građevine različitih namjena. Ocjena se uvijek računa na isti način, ali se mjere razlikuju ovisno o vrsti građevine. Ocjenjivati se mogu novoizgrađene i postojeće zgrade (stambene i nestambene), ali i modernizacija domova ili nestambenih zgrada. Osim procjena zasebnih objekata, postoje i one za primjerice razvoj naselja ili komercijalne interijere [7]. Velika potražnja na tržištu za certifikacijom prema LEED-u i razvoj novih tehnologija potaknuli su LEED da unaprijedi svoj sustav kako bi buduće certificirane zgrade bile održivije. Stoga LEED doživljava promjene i uvodi nove verzije. Danas je u upotrebi zadnja verzija LEED v.4. koja je odobrena u studenom 2013. godine, a prethodile su joj ranije verzije i to, verzija LEED v.3, odnosno takozvana LEED 2009 i verzija LEED v.2.2, koja je bila odobrena od USGBC-a 2005. godine [6,11]. Radi preglednosti napretka sustava ocjenjivanja LEED-a, u Tablici 1. [6,11,12] dan je pregled navedenih verzija, dok Tablica 2. prikazuje razine certificiranja. Certifikat se izdaje u četiri razine prema bodovnoj listi. Razine certifikacije ovisno o dodijeljenim bodovima su ovjereno (LEED Certified), srebrno (LEED Silver), zlato (LEED Gold) i platina (LEED Platinum), kao što je prikazano u Tablici 2.[6,11,12].

Tablica 1. Usporedni prikaz raspodjele bodova u različitim LEED verzijama

Table 1. A comparison of redistribution of points in different LEED versions

Područje ocjene	LEED v.2.2		LEED v.3		LEED v.4	
	broj bodova	(%)	broj bodova	(%)	broj bodova	(%)
Lokacija i transport	14	20,3	26	236	10	9,1
Održivost lokacije	5	7,3	10	9,1	11	10
Učinkovitost vode	17	24,6	35	31,8	33	30
Energija i atmosfera	13	18,8	14	12,7	13	11,8
Materijali i resursi	15	21,7	15	13,6	16	14,5
Kvaliteta unutarnjeg okruženja	5	7,3	6	5,5	6	5,5
Inovacije	ne primjenjuje		4	3,7	4	3,7
Regionalni prioriteti	69	100	110	100	110	100
Ukupno						

Tablica 2. Razine LEED ocjene

Table 2. Levels of LEED ratings

Razina certifikacije	Broj bodova		
	LEED v.2.2	LEED v.3	LEED v.4
Certified	26–32	40–49	40–49
Silver	33–38	50–59	50–59
Gold	39–51	60–79	60–79
Platinum	52–69	≥80	≥80

U Tablici 1. vidljivo je da svaka kategorija ima različit maksimalni iznos bodova, te da u novijim verzijama dolazi do preraspodjele bodova i promjene hijerarhije među pojedinim kategorijama. Primjerice kategorija „Učinkovitost vode“ kontinuirano dobiva na važnosti i to u verziji LEED v.3 za 1,80%, a u verziji LEED v.4 za još dodatno 0,90%, dok kategorija „Materijali i resursi“ kontinuirano gubi na važnosti. Kako bi sustav bio unaprijeđen uzimajući u obzir lokalne okolišne uvjete i resurse LEED v.3 dodaje novu kategoriju „Regionalni prioriteti“ i donosi novu preraspodjelu bodova, gdje je moguće ostvariti dodatnih deset bonus bodova u kategorijama „Inovacije“ i „Regionalni prioriteti“ [6,11]. Regionalni prioriteti mogu imati velike varijacije u određenoj zemlji, te je jako bitno radi li se o urbanom ili ruralnom području, zbog čega bi usklađivanje sustava regionalnih prioriteta trebalo biti rezultat temeljitog znanstvenog istraživanja uključujući relevantne sudionike, kako bi se utvrdilo lokalne uvjete. U najnovijoj verziji LEED v.4 uvrštena je dodatna kategorija „Lokacija i transport“, uz promjene u strukturi evaluacije [6]. Postoji mnogo studija koje otkrivaju nedostatke u sustavu ocjene LEED-a, međutim LEED se kontinuirano implementira i kroz svoje nove verzije poboljšava, te postaje sve pouzdaniji alat u ocjeni utjecaja gradnje na okoliš, a u svijetu i dalje ostaje globalno najčešće korišten sustav ocjene održive gradnje.

### 3.2. Pregled BREEAM

#### 3.2. BREEAM overview

BREEAM (engl. Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) je jedna od najraširenijih metoda za procjenu, ocjenu i certifikaciju održivih građevina. Ovaj sustav

ocjene prvi je takav u svijetu, a pokrenut je 1990. godine u Velikoj Britaniji pod nazivom Britanski sustav ocjenjivanja zgrada. Svoj uspjeh BREEAM duguje dugogodišnjim znanstvenim istraživanjima i analizama tržišta [13]. BREEAM metode procjene su osmišljene kako bi pomogle građevinarima razumjeti i smanjiti negativan utjecaj gradnje na okoliš. Koristi se za ocjenjivanje novih zgrada, infrastrukture i urbanističkog planiranja, te kao smjernice za postojeće zgrade i urbane građevine. BREEAM Development se pokazao izuzetno dobar u generalnom urbanističkom planiranju za primjerice nova naselja i zajednice [7]. Od pokretanja ovog sustava ocjena, napravljene su mnoge verzije za različite vrste građevina, a posebna pažnja također se posvećuje i aktualnim propisima, standardima i industrijskim traživanjima, sve u cilju poboljšanja projekta i same gradnje. Dostupan je program evaluacije za različite vrste projekata i građevina i to za urede, industriju, škole, bolnice, stambene i poslovne prostore, bolnice, sudove, zatvore, privatne kuće i susjedstva. Različite inačice sustava ocjene u suštini gledaju na isti široki spektar utjecaja na okoliš: upravljanje, zdravlje i dobrobit, energetiku, promet, vodu, materijale, otpad, korištenje zemljišta, te onečišćenje. Bodovi se dodjeljuju za svaku kategoriju procjene, na temelju uspješnosti, te se rezultat svake kategorije iz odjeljka „Postignuti bodovi“ u Tablici 3. (izražen u postotku) množi faktorom ponderacije prema hijerarhiji važnosti za okoliš, a konačan zbroj tih rezultata je ukupni rezultat tj. ocjena [14,15]. U cilju podržavanja inovacija BREEAM dodaje dodatne bonuse za zgrade koje nadilaze najbolju praksu u smislu određenog aspekta održivosti. Tako se klijentima i dizajnerskim timovima omogućuje da za svoje zgrade pojačaju performanse, te na tržištu promoviraju inovativne tehnologije u dizajnu ili građevinskoj praksi. Ukupna ponderacija svih kriterija iznosi 100%, a dodatno maksimalan bonus za inovacije iznosi 10% i može se dodijeliti bez obzira na konačnu ocjenu BREEAM-a u zgradi i to na bilo kojoj razini BREEAM certificiranja. Utjecaj tih ključnih odabranih indikatora s primjerom pokaznih brojeva te izračunom konačne ocjene održive gradnje prema BREEAM certifikatu prikazan je u Tablici 3. [14,15].

Tablica 3. Primjer bodovanja i izračun BREEAM ocjene  
Table 3. An example of scoring and calculation of BREEAM ratings

Područje ocjene	Bodovi		Odjeljak ponderacije	Rezultat područja (%)	
	postignuti	dostupni			
Upravljanje	10	22	45	0,12	5,45
Zdravlje i dobrobit	8	10	80	0,15	12,00
Energija	16	30	53,33	0,19	10,13
Promet	5	9	55,56	0,08	4,44
Voda	5	9	55,56	0,06	3,33
Materijali	6	12	50	0,13	6,25
Otpad	3	7	42,86	0,08	3,21
Korištenje zemljišta	5	10	50	0,10	5,00
Onečišćenje	5	13	38,50	0,10	3,85
Inovacije	2	10	20	0,10	2,00
Konačan rezultat BREEAM ocjena					55,65
	Vrlo dobar				

Građevina se prema broju bodova ocjenjuje kao prolazna (Pass) 30–44 bodova, dobra (Good) 45–54 bodova, vrlo dobra (Very Good) 55–69 bodova, odlična (Excellent) 70–84 bodova i izvanredna (Outstanding)  $\geq 85$  bodova i na temelju toga se izdaju certifikati, a što je prikazano Tablicom 4. [7,15–17]. Ovaj sustav je globalno primjenjiv te prilagodljiv klimatskim uvjetima i zakonskim propisima svake zemlje. Za svoje metode procjene ima pripremljene nacionalne sustave u skladu s nacionalnim lokalnim uvjetima, te međunarodni program za širu primjenu koji ima fleksibilnu metodologiju prepoznavanja lokalnih standarda, te klimatskih i kulturnih značajki [14]. Programi specifični za pojedine zemlje dostupni su za: Veliku Britaniju, SAD, Nizozemsku, Španjolsku, Norvešku, Švedsku, Njemačku i Austriju [6,17].

Tablica 4. Razine BREEAM ocjene  
Table 4. Levels of BREEAM ratings

BREEAM certifikacija	Rezultat (%)
Outstanding	$\geq 85$
Excellent	$\geq 70$
Very good	$\geq 55$
Good	$\geq 45$
Pass	$\geq 30$
Unclassified	$< 30$

Iako BREEAM u cilju što preciznije ocjene kroz svoj sustav nastoji biti fleksibilan i uvažavati lokalne značajke vezane za lokaciju projekta, postoje studije koje ukazuju na manjkavost međunarodnih programa. Primjer za to je inačica za Španjolsku, gdje se inzistiralo na bodovanju određenih rješenja ili zahtjeva koji su teško

primjenjivi u lokalnom kontekstu. Pokazalo se da osiguravanje smještaja za bicikle i tuševe u zgradi radi poticanja alternativnog načina prijevoza (zbog smanjenja emisija štetnih plinova), nije realno za slučaj Španjolske koja nema odgovarajuću biciklističku infrastrukturu i čije stanovništvo nema biciklističke navike [18]. Ulaganje u takva rješenja nije u jednakoj mjeri isplativo kao u zemljama gdje je biciklizam uobičajena praksa. Nadalje, sustav daje prednost globalnom prepoznatljivom stilu suvremenog dizajna, zapostavljajući uporabu lokalnih materijala i tradicionalnih tehnika gradnje, odnosno narodne arhitekture, što je važno za održivi razvoj [18]. Nastavno na sve, važno je istaknuti da BREEAM ažurira svoj sustav u skladu s novim zahtjevima i napretkom održivog razvoja, te trendovima na tržištu.

### 3.3. Pregled DGNB

#### 3.3. DGNB overview

DGNB (njem. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, u prijevodu Njemačko društvo za održivu gradnju) je priznat službeni član mreže Savjeta za zelenu gradnju. Za razliku od usporedivih sustava ocjene održive gradnje, metoda DGNB-a uzima sve tri dimenzije održivosti u obzir pri izradi ocjene, ispitujući ekološke, ekonomske i socijalno-kulturne dimenzije u potpunosti. Zbog zakonodavstva, njemačke nekretnine već imaju visok standard održivosti. Njemačko društvo za održivu gradnju (DGNB) je osnovano u lipnju 2007. godine. Zajedno s njemačkim Ministarstvom prometa, graditeljstva i urbanog razvoja izrađen je njemački certifikat za održive građevine (German Sustainable Building Certificate – GeSBC). Cilj DGNB-a je stvaranje životne okoline koja će biti ekološki kompatibilna, ekonomična uz razumno korištenje resursa, te prije svega da štiti zdravlje, udobnost i učinkovitost svojih korisnika. Certifikat je uveden na tržištu nekretnina u siječnju 2009. godine [7]. Koristi se za certificiranje četvrti i svih vrsta zgrada, a u fazi planiranja postoji mogućnost jednostavne predcertifikacije. Od srpnja 2015. godine stupila je na snagu nova nomenklatura certificiranja za zgrade i četvrti, koja donosi nove razine certificiranja, ali ne utječe na kriterije i postupak ocjenjivanja. Prethodne razine potvrde su bile bronca (Bronze), srebro (Silver) i zlato (Gold), a za postojeće zgrade razina potvrde je bila certificirano (Certified). Novom nomenklaturom razina certificirano više

ne postoji, a najviša razina certificiranja postaje platina (Platinum) [19]. Pregled razina certificiranja DGNB prikazan je u Tablici 5. [16].

Tablica 5. Razine DGNB ocjena

Table 5. Levels of DGNB ratings

Ukupni indeks uspješnosti (%)	Minimalni indeks uspješnosti (%)	Nova nomenklatura	Prethodna nomenklatura
od 35	—	Bronze	Certified
od 50	35	Silver	Bronze
od 65	50	Gold	Silver
od 80	65	Platinum	Gold

Sustav se sastoji od šest ključnih kategorija tj. ocjena kvalitete. U evaluaciji zgrade ili četvrti, ekonomska kvaliteta, ekološka kvaliteta, socijalno-kulturološka i funkcionalna kvaliteta, i tehnička kvaliteta donose po 22,5% ocjene, a utjecaj kvalitete procesa donosi 10%. Iako se kvaliteta lokacije razmatra odvojeno u slučaju zgrada i ne utječe direktno na ocjenu, ista je uključena u kriterij tržišne sposobnosti koji utječe na konačnu ocjenu. U slučaju evaluacije četvrti kvaliteta lokacije uključena je u sve kriterije i značajnije utječe na ukupnu ocjenu. Konačna ocjena od šest kategorija uz vrednovanje i do 50 kriterija, rezultat je kombinacije dodijeljenih bodova i utjecaja faktora ponderacije [7,19]. DGNB sustav je prilagodljiv različitim namjenama zgrade, razvijen za nacionalnu i međunarodnu upotrebu. Za međunarodnu upotrebu ima razvijen program CORE 14 koji se temelji na međunarodnim standardima i zahtjevima, prilagodljiv lokalnim zahtjevima u različitim zemljama [20]. Pregledom literature može se istaknuti da DGNB, kao najnoviji, fleksibilan i sveobuhvatan sustav, razvijen u skladu s novim europskim standardima [9], u evaluaciji zahtijeva značajnu količinu tehničkih podataka [3,21]. Nadalje, svojom ocjenom, koja se temelji na sveobuhvatnom bodovanju kriterija i utjecaju faktora ponderacije uravnoteženo uzima u obzir sva tri aspekta održivosti, te se smatra najcjelovitijim sustavom održive gradnje [3,9].

### 4. Diskusija – usporedba sustava certificiranja

#### 4. Discussion – comparison of the certification systems

S obzirom da to da gradnja predstavlja veliki utjecaj na okoliš, u cilju smanjenja negativnih utjecaja te općenito održivijeg postupanja, u svijetu su razvijeni sustavi ocjene utjecaja na okoliš. Broj tih sustava certificiranja se u svijetu povećava, a isti

doživljavaju brojne implementacije u skladu s napretkom promicanja održivog razvoja.

U radu je prikazan pregled triju globalno korištenih sustava ocjene održive gradnje, za koje je utvrđeno da svaki sustav ima svoju shemu ocjenjivanja za koju koristi različite podatke i postupke mjerenja održivosti. Stoga, nameće se pitanje jesu li ocjene različitih sustava usporedive na tržištu i jesu li ocjene rezultat stvarne ili subjektivne održivosti.

Također, u skladu s održivim razvojem, sustavi bi trebali u svojem postupku ocjenjivanja na uravnotežen način razmatrati ekološka, društvena i gospodarska pitanja. Od tri analizirana sustava jedino DGNB uravnoteženo uzima u obzir sva tri aspekta održivosti, te tako nadmašuje LEED i BREEAM u društvenom i gospodarskom aspektu. Nadalje, u te aspekte uključuje tehničku, funkcionalnu i procesnu kvalitetu. Dok su LEED i BREEAM kao dosta slični sustavi usmjereni u najvećoj mjeri na ocjenu utjecaja na okoliš, najviše pažnje pridaju energiji i resursima, zapostavljajući pritom društvene i gospodarske kriterije. Stoga, veliki prostor za napredak budućih verzija LEED i BREEAM je uravnoteženiji način razmatranja sve tri sastavnice održivog razvoja. Zajedničko za sva tri sustava je da ne obuhvaćaju kulturne čimbenike i kulturnu baštinu, a što je za održivi razvoj važno razmatrati u skladu s lokalnim uvjetima, te je potrebno uključiti u buduće verzije. Nadalje, zajedničko im je da nijedan sustavne obrađuje socijalne aspekte građevinskih radnika [9]. Položaj radnika u sektoru graditeljstva, odnosno preciznije radnika na gradilištu je u dosta nepovoljnom položaju (uvjeti rada, prava i materijalna primanja) u odnosu na radnike u drugim sektorima (uključujući i inženjere po raznim sektorima), za što postoje dostupni nacionalni i međunarodni statistički podaci. Osim toga, upitna je i provedba nacionalnih propisa koji reguliraju zaštitu na radu radnika i njihovu sigurnost, a čiji standardi nisu jednako regulirani u svim zemljama. Ovi zanemareni problemi dokazuju da je moguće za neku zgradu ishoditi certifikat održive gradnje u najvišoj razini, a da se tijekom izgradnje ostvaruje izrazito nepovoljan utjecaj na zdravlje i kvalitetu života radnika. Stoga je nužno da sustavi u svojim budućim verzijama obuhvate i razmatranje socijalnih aspekata građevinskih radnika, jer gradnja ne ostavlja trag samo na okoliš nego i na ljude.

Za razliku od LEED-a koji za svoju ocjenu koristi

jednostavniji postupak dodjele bodova, BREEAM i DGNB obuhvaćaju više faza životnog ciklusa građevine, uzimajući u obzir mnogo podataka te uz dodjelu bodova koriste faktore ponderacije. Dok neke studije pokazuju da je glavni nedostatak LEED-a nepostojanje fleksibilnog sustava ponderacije koji omogućuje prilagodbe lokalnim uvjetima [6], postoje tvrdnje da je za sustave važnije da stvore globalnu prepoznatljivost, i da se postigne međunarodna konzistentnost, nego da budu lokalno prilagodljivi [22]. U studiji [18] zabilježen je podatak da neki klijenti potiču površnu verziju ocjenjivanja jer bi razrada detaljnijih ocjenjivanja zgrada mogla dovesti do bitno niže ocjene. Nadalje, zabilježeno je i da klijenti više preferiraju međunarodne sustave ocjene, nego nacionalne sustave. S obzirom na to da klijenti žele što lakše doći do svoje željene globalno priznate certifikacijske razine, na sustavima je da budu što dostupniji, transparentniji i jasniji klijentima i građanima, ali ne i popustljivi pritiscima marketinga.

Zgrade označene certifikatom održive gradnje, uglavnom imaju više početne troškove izgradnje od konvencionalnih zgrada, ali i znatno manje troškove u uporabi, odnosno u svojem životnom ciklusu. Sam certifikat zgradi donosi niz pozitivnih efekata, kao što je viša tržišna vrijednost i viša cijena najma, te veća potražnja, odnosno priznavanje na tržištu, ali i poticanje održive gradnje. Studije su pokazale da će odobreni LEED certifikat za neku zgradu u npr. New Yorku ili Arizoni povećati vjerojatnost da se ostale poslovne zgrade u istom okruženju prijave za LEED certifikat. Međutim taj se učinak smanjio nakon 2009. godine, kada je LEED postao zahtjevniji i skuplji za dobivanje certifikata [10]. To dokazuje da klijenti, investitori i poslovne tvrtke imaju intenciju za svoje prostore birati zgrade označene certifikatom održive gradnje, te da održiva gradnja pokreće potražnju na tržištu, okuplja poslovno okruženje i time podiže gospodarstvo u cjelini. S obzirom na to da sustavi često uvode brojne promjene kako bi se poboljšali i prilagodili aktualnom napretku održivog razvoja, težeći da budu bolje prihvaćeni na tržištu, teško je za očekivati u skoro vrijeme da bi sustavi mogli pokušati postići konsenzus oko sustava ocjenjivanja s ujednačenim indikatorima i njihovom važnosti, te bodovanjem i znanstveno određenim faktorima ponderacije prilagodljivim lokalnim uvjetima, a sve kako bi ocjene bile na tržištu jednostavnije za usporedbu i objektivnije.

## 5. Zaključak

### 5. Conclusion

Zadatak graditeljske industrije treba biti smanjenje negativnih utjecaja na okoliš i ostale kriterije održivosti. U cilju promjene negativnih trendova neophodno je postići ravnotežu između tri međusobno ovisne ključne sastavnice održivog razvoja. U tom cilju u svijetu su razvijeni brojni sustavi certificiranja održivih građevina. Pregledom literature u radu su razmatrana tri globalno korištena sustava ocjene održive gradnje LEED, BREEAM i DGNB. Za te sustave ustanovljeno je da doživljavaju brojne promjene, te manjkavosti u sustavu ispravljaju kroz svoje nove verzije i tako postaju pouzdaniji alat u ocjeni održivosti gradnje. S obzirom na to da svaki sustav ima svoj jedinstven pristup ocjenjivanja održive gradnje u diskusiji su navedene njihove razlike, a neuravnotežena usmjerenost pojedinog sustava je istaknuta kao nedostatak koji je nužno ispraviti. Kao najbolji primjer za sustave se predlaže da u svojem postupku ocjenjivanja na uravnotežen način obuhvate sva tri aspekta održivosti u životnom ciklusu, a kao uravnoteženje rezultata ocjene temelje na dodjeli bodova i utjecaju faktora ponderacije. Budući da zgrade certificirane održivom gradnjom predstavljaju dobar primjer gradnje i investicije, one postaju traženije na tržištu, a samim time i potiču održivu gradnju. Također to potiče graditelje i investitore da svoje buduće projekte planiraju na održivi način te ih prijave za certifikaciju održive gradnje, jer će im takvi projekti donijeti više koristi. U cilju poticanja održive gradnje može se zaključiti da je zadatak struke istraživati održivu gradnju i educirati sudionike građevinskog sektora kroz organizirane stručne seminare i radionice. Važno je u proces promoviranja održive gradnje uključiti informiranje središnje i lokalne vlasti o čijim odlukama ovisi poticanje održive gradnje i provođenje održivih politika. S obzirom na to da održiva gradnja treba biti u interesu lokalne vlasti, one trebaju poticati dobre prakse i ostvariti bolju komunikaciju sa sudionicima u gradnji, te osvješćivati građane o važnosti održivog razvoja. Ovaj rad postavlja pitanja, da je zaključke i doprinosi boljem shvaćanju područja održive gradnje. Mišljenja smo da bi dalje bilo korisno provesti studiju razmatranja zastupljenosti certificiranih zgrada održive gradnje na području Republike Hrvatske i zemlja u okruženju, a s ciljem utvrđivanja najboljih praksi poticanja održive gradnje u pojedinim zemljama.

## 6. References

### 6. Reference

- [1] Mikulić, N.; Ćosić-Flajsig, G.; Zaštita okoliša; Tehničko veleučilište u Zagrebu; Graditeljski odjel; Zagreb, 2010.
- [2] Bjegović, D.; Štirmer, N.; Serdar, M.; Održiva gradnja i odabir materijala; Građevinarstvo – nauka i praksa; Treći internacionalni naučno-stručni skup, Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, p. 1289–1294; Žabljak, 2010.
- [3] Marjaba, G. E.; Chidiac, S. E.; Sustainability and resiliency metrics for buildings - Critical review; Building and Environment, Vol. 101.; ISSN 0360-1323; p. 116-125; 2016.
- [4] Nahmens I.; Ikuma L. H.; Effects of lean construction of sustainability of modular homebuilding; Journal of Architectural Engineering; Vol. 18 No. 2; ISSN 1076-0431; e-ISSN 1943-5568; p. 155-163; 2012.
- [5] Štirmer, N.; Utjecaj građevnog materijala na okoliš; Radovi zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi; ISSN 1848-6231; e-ISSN 1848-8951; No. 1; p. 293-311; Zagreb, 2012.
- [6] Suzer, O.; A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems; Journal of Environmental Management; Vol. 154; ISSN 0301-4797; p. 266-283; 2015.
- [7] Bauer, M.; Möhle, P.; Schwarz, M.; The Motivation behind the Green Building Idea, Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture; Springer; e-ISBN 978-3-642-00635-7; p. 8-21; Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- [8] Zeinal Hamedani, A.; Huber, F.; A comparative study of DGNB, LEED and BREEAM certificate systems in urban sustainability; The Sustainable City VII, Vol. 1; ISSN 1743-3541; p. 121-132; 2012.
- [9] Andrade J.; Bragança L.; Sustainability assessment of dwellings – a comparison of methodologies; Civil Engineering and Environmental Systems; Vol. 33 No. 2; ISSN 1028-6608; e-ISSN 1029-0249; p. 125-146; 2016.



- [10] Yueming, Q.; Shuai, Y.; Wang, Y. D.; Peer Effects and Voluntary Green Building Certification; Sustainability; Sustainability; Vol. 8 No. 7; e-ISSN 2071-1050; p. 1-15; 2016.
- [11] Wu, P.; Song, Y.; Shou, W.; Chi, H.; Chong, H.-Y.; Sutrisna, M.; A comprehensive analysis of the credits obtained by LEED 2009 certified green buildings; Renewable and Sustainable Energy Reviews; Vol. 68 No. 1; ISSN 1364-0321; p. 370-379; 2017.
- [12] Wu, P.; Mao, C.; Wang, J.; Song, Y.; Wang, X.; A decade review of the credits obtained by LEED v2.2 certified green building projects; Building and Environment; Vol. 102; ISSN 0360-1323; p. 167-178, 2016.
- [13] Yao, R.; Design and Management of Sustainable Built Environments; Springer; e-ISBN 978-1-4471-4781-7; p. 359-384; Verlag London, 2013.
- [14] Scoring and Rating BREEAM assessed buildings, Calculating a building's BREEAM rating; [http://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03\\_ScoringRating/calculating\\_a\\_building\\_s\\_breeam\\_rating.htm](http://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03_ScoringRating/calculating_a_building_s_breeam_rating.htm); 29.7.2017.
- [15] BREEAM International New Construction Technical Manual; [https://www.breeam.com/BREEAMInt2013SchemeDocument/#.../bre\\_PrintOutput/BREEAM\\_International\\_1\\_0.pdf](https://www.breeam.com/BREEAMInt2013SchemeDocument/#.../bre_PrintOutput/BREEAM_International_1_0.pdf); 23.09.2017.
- [16] Scoring and Rating BREEAM assessed buildings; [http://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03\\_ScoringRating/scoring.htm](http://www.breeam.com/BREEAM2011SchemeDocument/Content/03_ScoringRating/scoring.htm); 29.7.2017.
- [17] BREEAM, New Construction, Non-Domestic Buildings, Technical Manual; [http://www.breeam.org/breeamGeneralPrint/breeam\\_non\\_dom\\_manual\\_3\\_0.pdf](http://www.breeam.org/breeamGeneralPrint/breeam_non_dom_manual_3_0.pdf); 23.09.2017.
- [18] Faulconbridge, J.; Yalciner, S.; Local variants of mobile sustainable building assessment models: the marketization and constrained mutation of BREEAM ES; Vol. 15 No. 3; e-ISSN 1471-0374; p. 360-378; 2015.
- [19] DGNB System Brochure, Excellence defined, Sustainable building with a systems approach; [https://issuu.com/manufaktur/docs/dgnb\\_system\\_en\\_06-2012?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fsk.in.issuu.com%2Fv%2Fflight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true](https://issuu.com/manufaktur/docs/dgnb_system_en_06-2012?mode=embed&layout=http%3A%2F%2Fsk.in.issuu.com%2Fv%2Fflight%2Flayout.xml&showFlipBtn=true); 10.8.2017.
- [20] DGNB System - Scheme overview; <http://www.dgnb-system.de/en/schemes/scheme-overview/>; 12.8.2017.
- [21] Dencsak, T.; Bob, C.; Rating tools for the evaluation of building sustainability, u: Strauss, A.; Frangopol, D.; Bergmeister, K.; Life-cycle and Sustainability of Civil Infrastructure Systems: Proceedings of the Third International Symposium on Life-cycle Civil Engineering (IALCCE'12), CRC Press; ISBN 9780415621267; p. 1762-1769; Vienna, 2012.
- [22] Burnett, J.; City buildings: eco-labels and shades of green!; Landscape and Urban Planning; Vol. 83 No 1; ISSN 0169-2046; p. 29-38; 2007.

#### AUTOR . AUTHOR

**Mladen Dubraja**, struč. spec. ing. aedif. rođen 1985. godine u Zagrebu, diplomirao 2014. godine na specijalističkom diplomskom stručnom studiju graditeljstva, Tehničkog veleučilišta u Zagrebu (TVZ). Poslovnu karijeru započeo 2009. godine u ispitnom laboratoriju JURIČIĆ INVEST d.o.o., Zagreb. Od 2011. godine zaposlen u Ministarstvu graditeljstva i prostornoga uređenja u Zagrebu, gdje je uključen u razne projekte i programe. Sudjelovao na brojnim konferencijama i seminarima vezanim uz područje graditeljstva, a osobito prati održivu gradnju. Međunarodno priznati stručni certifikat zelene gradnje „Green Building Professional“ stekao je 2015. godine.

**dr. sc. Nenad Mikulić** rođen 30. travnja 1946. godine 2003. godine, doktorirao na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu; magistar tehničkih znanosti, diplomirani inženjer kemijske tehnologije, diplomirani inženjer graditeljstva, osnovnu školu i gimnaziju završio u Zagrebu. Izabran u znanstveno zvanje višeg znanstvenog suradnika u znanstvenom području tehničkih znanosti, polje temeljne tehničke znanosti 06. listopada 2009. godine. U znanstveno nastavno naslovno zvanje izvanrednog profesora u području tehničkih

znanosti, polje: interdisciplinarne tehničke znanosti, grana: inženjerstvo okoliša izabran je 06. rujna 2010 godine na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. U naslovno zvanje profesora visoke škole za područje tehničkih znanosti, polje interdisciplinarne tehničke znanosti izabran na Tehničkom veleučilištu 19. Siječnja 2016. Govori i piše engleski i francuski jezik, a služi se talijanskim jezikom.

**Korespondencija**

mdubraja@gmail.com