

UNIVERZITET UNION NIKOLA TESLA
FAKULTET ZA MENADŽMENT ODRŽIVOG RAZVOJA

Kaled Ben Omran

**GRAĐEVINSKI MATERIJAL KAO
PERFORMANSA ODRŽIVE
ARHITEKTURE U FUNKCIJI
VREDNOVANJA JEDINICE SUSEDSTVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2022.

UNIVERSITY UNION NIKOLA TESLA
FACULTY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT
MANAGEMENT

Kaled Ben Omran

**BUILDING MATERIAL AS A
PERFORMANCE OF SUSTAINABLE
ARCHITECTURE IN THE FUNCTION OF
EVALUATING A NEIGHBORHOOD UNIT**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022.

Mentor

Dr Dragana Vasilski, dipl.ing.arh, redovni profesor
Univerzitet Union Nikola Tesla, FGM – Arhitektura i urbanizam

Komisija

Dr Sanja Mrazovec Kurilić, redovni profesor
Univerzitet Union Nikola Tesla, Fakultet za ekologiju i zaštitu
životne sredine

Dr Vladimir Stevanović, dipl.ing.arh, docent
Univerzitet Union Nikola Tesla, FGM – Arhitektura i urbanizam

Dr Radoje Cvejić, redovni profesor
Univerzitet Union Nikola Tesla, Fakultet za informacione
tehnologije i inženjerstvo

Dr Tatjana Kosić, dipl.ing.arh, naučni saradnik
Univerzitet u Beogradu, IC Mašinski fakultet

GRAĐEVINSKI MATERIJAL KAO PERFORMANSA ODRŽIVE ARHITEKTURE U FUNKCIJI VREDNOVANJA JEDINICE SUSEDSTVA

REZIME

Evolucija tehnologije materijala u poslednjim decenijama rezultirala je zanimljivim projektima usmerenim na očuvanje životne sredine, energije i smanjenje zagađenja. Načela modelovanja životne sredine uzeta su kao osnova za arhitektonsku misao, počev od ranih faza procesa projektovanja, završavajući odabirom odgovarajućeg građevinskog materijala za postizanje održivih zgrada. Problem je što su ova nastojanja ograničena u našem lokalnom okruženju i nisu shvaćena sa potrebnom ozbiljnošću.

Istraživački problem se javlja usled zanemarivanja ekološkog aspekta (ekološkog sistema) prilikom odabira građevinskih materijala tokom procesa projektovanja za postizanje održivih zgrada. Cilj ovog istraživanja je otkrivanje mehanizama odabira građevinskih materijala radi poboljšanja funkcionalnih performansi i smanjenja negativnih uticaja na životnu sredinu i očuvanja njenih resursa i ekoloških sistema što je više moguće prema ovim pokazateljima.

Uvažavanje elemenata kao što su utelovljena energija, recikliranje i trajnost, ima za cilj da pomogne arhitektama i određenim inženjerima u donošenju odluka koje imaju značajan uticaj na postizanje nivoa održivosti objekata u lokalnom okruženju i mogućnost primene u Libiji. Hipoteza istraživanja rezimirana je u činjenici da je u savremenom pristupu projektovanju i rekonstrukciji objekata u građenoj sredini neophodno definisati nove metodološke i projektantske modele materijalizacije usklađene sa principima održive arhitekture.

Primenjeni naučni metod je ispitivanje/eksploratorno istraživanje, u kome se preko modaliteta vrednosti posmatranih objekata, analizira predmet istraživanja u cilju provere naučne hipoteze i otkrivanja naučnog doprinosa.

Ključne reči: *građevinski materijali, ekosistem, održiva arhitektura, građena sredina, jedinica susedstva, arapski grad, libijski standard*

Naučna oblast: Održivi razvoj

Uža naučna oblast: tehnologije u arhitekturi, ekološka arhitektura

UDK broj:

BUILDING MATERIAL AS A PERFORMANCE OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN THE FUNCTION OF EVALUATING A NEIGHBORHOOD UNIT

ABSTRACT

The progress of technology and especially the progress of material technology in recent years has led to the appearance of interesting projects with tendencies towards environmental protection, energy saving and reduction of environmental pollution. The principles of environmental modeling are taken as a basis for architectural thought, from the first stages of the design process, ending with the selection of adequate building materials with the aim of creating sustainable buildings. The problem is that these efforts are limited in most countries and in our local environment and are not taken seriously.

Due to the neglect of the ecological aspect or the ecological system when selecting building materials during the design process to achieve sustainable buildings, the problem of research has arisen. The goal of this doctoral work is to find mechanisms for selecting building materials in order to improve functional performance, reduce negative impacts on the environment, and preserve its resources and ecological systems.

Embodied energy, recycling and durability, are factors of great importance that aim to help architects and certain engineers in making decisions that have a significant impact on achieving the level of sustainability of buildings in the local environment and the possibility of application in Libya. The research hypothesis is summarized in the fact that in the modern approach to the design and reconstruction of buildings in the built environment, it is necessary to define new methodological and design models of materialization aligned with the principles of sustainable architecture.

Key words: building materials, ecosystem, sustainable architecture, built environment, neighborhood unit, Arab city, Libyan standard

Scientific field: Sustainable Development

Scientific subfield: Technologies in architecture, ecological architecture

UDK number:

POPIS SLIKA

Slika 1 *Agenda 2030*: ciljevi održivog razvoja

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan, p.268.)

Slika 2 – Koncept održivosti u bioregionalnom planiranju

(Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggar, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016)

Slika 3. Preliminarno poređenje povratne energije drvene konstrukcije do starosti od 100 godina.

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), *Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture*, *University Journal*, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

Slika 4. Energy Resource Center: izgledi i osnova

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), *Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture*, *University Journal*, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

Slika 5. *View Terrace Lake Library*, upotreba betonskih građevinskih jedinica sa lokalnim građevinskim materijali, koristeći lokalno dostupan bambus

(Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Beirut.)

Slika. 6 . Upotreba betonskih građevinskih jedinica sa lokalnim građevinskim materijalima

(Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Beirut.)

Slika 7. Charles Hostler Student center, American University, Izgled i osnova prvog sprata

(Izvor: Calkins, Meg, *Materials of Sustainable Sites*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada, 2009.)

Slika 8 - Korišćenje lokalno dostupnog materijala

Izvor: Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad.

Slika 9. Obrazovna zgrada, odobrenje izmerenih ponovljenih jedinica

(Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggar, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.)

Slika 10 - Stanovanje – kuća u Hajnu, Berlin

(Izvor: Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.)

Slika. 11 - Habitat Initiative Cabo Delgado, Mozambik

(Izvor: Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern Today, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, 26 June, Issue 11, 2018.)

Slika 12 – Porodične kuće u Bangladešu

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021)

Slika. 13 - Japanski paviljon, EXPO 2000, Hanover, Nemačka
(Izvor: Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003.)

Slika 14 – Papirnate strukture Šigeru Bana
(Izvor: Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003. p.15.)

Slika 15 - Kuća sa bambusovim nameštajem, Veliki zid, Shui Guan, Kina
(Izvor: Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003. p.16)

Slika 16 - Pametni beton
(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Slika 17- UN Studio - Galleria Shopping Mall, Seul, 2002.
(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Slika 18 - Peter Marino Associates Chanel Ginza, Tokyo, 2004.
(Izvor: Vaziri, Jahja, *Environmental Architectural Friendly Design Towards Green Architecture*, First Edition, Madbouli Library, Cairo, 2013.)

Slika 19 - Žan Nuvel (Jean Nouvel) Agbar Tower, Barcelona, 2005.
(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014.)

Slika 20 - Kieran Timberlake Associates: SmartWrap, Philadelphia, 2003.
(Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggag, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.)

Slika 21 - The Water Cube-Nacionalni plivački centar u Pekingu, ETFE tkanina
(Izvor: Craig Long, A., *Design and manufacture of textile composites*, Manchester, England Textile Institute, 2007.)

Slika 22 – The shed - Diller Scofidio + Renfro and Rockwell Group, New York
(Izvor: Craig Long, A., *Design and manufacture of textile composites*, Manchester, England Textile Institute, 2007.)

Slika 23 - Sprach pavilion, Austria -naduvana struktura pokazuje fluidnost komunikacija i informacione tehnologije, poliester prevučen PVC-om
(Izvor: Kamra Taher, Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.)

Slika 24 - Kuća Folie u Francuskoj, fasada je izrađena od nerđajućih čeličnih vlakana
(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Slika 25 - Eko-hotelske jedinice Basata (jednostavnost) kao jedan od pametnih sistema u radu sa građevinskim materijalom.

(Izvor: El Ghamarawy, M.S. (2000), Basata As An Example of Ecology, *Ecology Forum*, Tourism Development Authority, Cairo. Pristupljeno 10.10.2021.)

Slika 26 - Zgrada koja koristi otpad kao jedan od pametnih sistema u radu sa građevinskim materijalom.

(Izvor: El Ghamarawy, M.S. (2000), Basata As An Example of Ecology, *Ecology Forum*, Tourism Development Authority, Cairo, pristupljeno 10.10.2021.)

Slika 27 - Standardne ekološke marke za materijale i proizvode prve vrste.

(Izvor: Atai Jusif, *Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations*, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, Aman, 2015.)

Slika 28 - Zgrada koje se proučava – stambena zgrada u Mičigenu

(Izvor: Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.)

Slika 29 - Rangiranje najviših građevinskih materijala u pogledu potrošnje energije tokom životnog veka zgrade.

(Izvor: Atai Jusif, *Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations*, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, Aman, 2015.)

Slika 30 - Rangiranje najviših građevinskih materijala u pogledu njihovog uticaja na globalno zagrevanje tokom životnog veka zgrade

(Izvor: Atai Jusif, *Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations*, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, Aman, 2015.)

Slika. 31 - Zgrada vladinih javnih službi u Kanadi

(Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), *Contemporary Materials for Interior Linings*, Journal of Engineering for Science, University of Damascus - Journal of Science, Oct. no.17.)

Slika 32 - Zgrada Simensa u Mazdaru, Abu Dabi

(Izvor: Al-Gohari Ali, *Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture*, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.)

Slika 33. Četiri komercijalna čvora

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021)

Slika 34. Sandton Gate

(Izvor: Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Slika 35. Zgrada broj 4

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021)

Slika 36. Dvorište zgrade broj 4

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Bagdad, 2014.)

Slika 37. 92 Rivonia

(Izvor: Ibrahim, Hazem, *Reflections on Spaces*, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.)

Slika 38. Alice Line I

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Moidalavi Publishing House, Jordan)

Slika 39. Alice Line II

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Moidalavi Publishing House, Jordan)

Slika 40. Alice Line III

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Moidalavi Publishing House, Jordan.)

Slika 41. Banmoder centar

(Izvor: Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad.)

Slika 42. Blok F

(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Slika 43 - Susedne stambene jedinice i senčenje samohodnih staza kako bi se obezbedilo ugodno okruženje za pešake

(Izvor: Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Slika 44 - Rast tradicionalne susedske jedinice i hijerarhija njene prostorne organizacije u gradu Dammam u Kraljevini Saudijskoj Arabiji

(Izvor: Al-Ahbab, Shaima, *Društvena održivost u lokalnoj arhitekturi*, doktorska disertacija, Tehnički fakultet - Univerzitet u Tunisu, 2018.)

Slika 45 - Kompaktna prostorna organizacija i zasenjene uličice u tradicionalnom arapskom gradu pomažu u ublažavanju uticaja grada, na životnu sredinu.

(Izvor: Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Slika 46 - Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014)

Slika 47 - Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014)

Slika 48 - Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija: implementacija pasivnih solarnih sistema održivosti

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014)

Slika 49 - Selo N'tyeani, Mali; Centar Bobodioulaso, Burkina Faso

(Izvor: Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.)

Slika 50 - Realizovani objekti Nader Kalilia – izbeglički kamp u Beninu

(Izvor: Izvor: Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern Today, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, 26 June, Issue 11, 2018.)

Slika 51 - Eco-Dome - Moon Cocoon

(Izvor: Al-Jabri, Muzaffar, *Urban Planning*, Part One, University of Baghdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research, First Edition, 2017.)

Slika 52 - Skloništa: JAPAN TURSKA INDIJA RUANDA

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, Sustainability in Interior Architecture, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

Slika 53 - LUCY HOUSE

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, *Sustainability in Interior Architecture*, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

Slika 54 - HAY BALE HOUSE

(Izvor: Al-Mukram Asma i Al-Khafaji Ali (2010), Sublimeness in architecture - the concept of sublime beauty in architectural form through structural treatments, University of Damascus, *Journal of Science*, Feb, Br.2.)

Slika. 55 - Manifesto House, Curacavi, Čile

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, Sustainability in Interior Architecture, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

Slika 56 - Socijalno stanovanje u Milhausu, Francuska

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

POPIS TABELA

Tabela 1. Istorijski redosled nastanka građevinskog materijala

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Majdalavi Publishing House, Jordan).

Tabela 2. Količina utelotvorene energije za građevinske materijale

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), *Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture*, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus)

Tabela 3. Poređenje između građevinskih materijala koji su obuhvaćeni istraživanjem i proučavani prema indikatorima: utelovljena energija, mogućnost recikliranja i trajnost.

(Izvor: Autor)

Tabela 4. LEED standardi korišćeni u proceni u zavisnosti od vrste zgrade

(Izvor: Autor)

Tabela 5. Klasifikacija zgrada prema sistemu LEED u zavisnosti od pravila i standarda

(Izvor: Mendler & Odell, 2005, P.20).

Tabela 6. Poređenje odabranih projekata

(Izvor: Autor)

Tabela 7. Karakteristike rashladnih fluida i halona

Izvor: Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.

Tabela 8. Procenjene vrednosti ukupne potencijalne energije nekih građevinskih materijala.

Izvor: Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17.

Tabela 9. Elastični standard, gustina i potrošnja energije za neke građevinske materijale.

Izvor: Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17.

Tabela 10. Materijali koji se koriste za izolaciju i njihova različita svojstva.

Izvor: Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17.

Tabela 11 - Kriterijumi za izbor građevinskih materijala kroz faze životnog ciklusa

(Izvor: Shiraz, Ihsan (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec.edition, Bejrut.)

Tabela 12. Glavni sistemi zgrade koja se proučava

Izvor: Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.

Tabela 13. Mogućnosti uticaja na globalno zagrevanje nekih proizvedenih gasova u odnosu na CO₂

Izvor: 1. Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.

Tabela 14. Strategije za smanjenje uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu

Izvor: Autor

Tabela 15. Prikazuje relativne težine sistema BREEAM

Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Bejrut.

Tabela 16. Objašnjava analizu komponenata procene materijala u BREEAM

Izvor: Shiraz, Ihsan (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec.edition, Bejrut.

Tabela 17. Elemente ocene u LEED sistemu procene životne sredine

Izvor: Al-Ajili, *A Comparative Study of the Environmental Sustainability of Existing University Buildings in North African Countries Using the LEED System*, Master Thesis, Faculty of Architecture, Libya, 2015.

Tabela br. 18. Ilustruje analizu elemenata materije u LEED sistemu

Izvor: Omar Sami Al-Zahavi, *Form and Environment: A Study in the Ecology of Architecture*, Alnašr Alarabi, Bagdad, 2012.

Tabela br. 19. Prikazuje elemente procene Estidame i relativne težine

Izvor: Mubarak Nada Amir, *Sustainable Architecture Technology: An Analytical Study of Efficient Operating Systems*, University House Publication, Amman, 2014.

Tabela 20. Elementnu analizu građevinskih materijala u sistemu ESTIDAMA:

Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), *Contemporary Materials for Interior Linings*, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus , Oct. no.17.

Tabela 21. Prikazuje elemente procene u GPRS sistemu

Izvor: Khudair, Assiut, Raad Hassoun, (2019), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, PhD Dissertation, University of Baghdad.

Tabela 22. Ilustruje analizu elemenata standarda materijala u egipatskom sistemu zelenih piramida

Izvor: Mohsen, Abdul Karim (2011), *Closed and open architectural area design and their impact on the social dimension in administrative buildings*, Islamic University of Gaza, Palestine.

Tabela 23. Standardi građevinskog materijala u kojima su učestvovali analizirani sistemi

Izvor: Tabele je izradio autor

Tabela 24. Procena tri faze životnog ciklusa zgrade u svakom ekosistemu iz prethodnih sistema i njihove relativne težine

Izvor: Tabele je izradio autor

Tabela 25. Relativne težine zajedničkim stavkama građevinskog materijala

Izvor: Tabele je izradio autor

Tabela 26. Prikazuje raspodelu bodova za zgradu i standarde građevinskog materijala za zgradu prema kriterijumima do kojih je došlo istraživanjem prema LEAD sistemu.

Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), *Contemporary Materials for Interior Linings*, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus , Oct. no.17.

Tabela 27. Pokazuje procenite procene standarda zgrada i građevinskog materijala za zgradu Siemens, prema dostignutim standardima

IZVOR: Al-Gohari Ali, Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.)

SADRŽAJ

1. UVOD.....	19
1.1 Predmet istraživanja.....	19
1.2 Ciljevi istraživanja	20
1.3 Polazne hipoteze	21
1.4 Naučne metode istraživanja i struktura rada	21
2. ODRŽIVA ARHITEKTURA	23
2.1. Održivi razvoj – nastanak i razvoj koncepta.....	23
2.2. Održiva arhitektura - radna klasifikacija pravaca	23
2.3. Definicija održivosti.....	24
2.4. Održiva arhitektura u korelaciji sa ekosistemima	26
2.5. Humano projektovanje - zadovoljenje uslova komfora korisnika.....	30
2.5.1. Toplotni komfor	31
3. GRAĐEVINSKI MATERIJALI U KONTEKSTU ODRŽIVE ARHITEKTURE	32
3.1. Uticaj razvoja tehnologije građevinskih materijala na održivu arhitekturu.....	35
3.2. Uticaj građevinskih materijala na životnu sredinu	41
3.3. Indikatori u procesu projektovanja koji utiču na izbor građevinskog materijala.....	44
3.3.1. Utelotvorena energija (Embodied Energy)	44
3.3.2. Reciklaža.....	50
3.3.3. Trajnost	51
3.4. Uticaj održivih materijala na život zgrade	52
3.5. Odabrani građevinski materijal za proučavanje – radna klasifikacija	53
3.5.1. Ekološki građevinski materijali.....	54
3.5.2. Studija slučaja: primenjene analize i istraživanja	64
3.5.3. Obnovljivi prirodni materijali	76
3.5.3.1. Sirova glina - nepečena zemlja	72
3.5.3.2. Papir	80

3.5.3.3. Bambus	82
3.5.4. Pametni materijali	82
4. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE GRAĐEVINSKIH MATERIJALA	89
4.1. Ekološka pitanja vezana za građevinske materijale	90
4.1.1. Građevinski materijali, oštećenje ozonskog omotača i globalno zagrevanje...91	
4.1.2. Građevinski materijali i energija.....	93
4.2. Ekološki kriterijumi za izbor građevinskih materijala u zgradi	95
4.2.1. Materijali korišćeni u građevinskim elementima zgrade	95
4.2.2. Materijali za izradu plafona, zidova i krovova	96
4.2.3. Materijali za toplotnu izolaciju	96
4.2.4. Staklo	98
4.3. Osnovni principi <i>zelenog</i> inženjerstva za građevinske materijale.....	100
4.4. Koncept eko-efikasnosti u pametnim sistemima građevinskih materijala.....	101
4.4.1. Biološki metabolizam.....	101
4.4.2. Tehnički metabolizam.....	103
4.5. Metode vrednovanja - analiza životnog ciklusa građevinskih materijala.....	104
4.5.1. Ekološka klasifikacija materijala i proizvoda.....	105
4.5.2. Analitička studija rezultata analize životnog ciklusa građevine i građevinskog materijala za stambenu zgradu u gradu Mičigen.....	110
4.6. Procena efikasnosti građevinskih materijalau ekološkim sistemima.....	120
4.6.1. Britanski sistem za procenu validnosti (BREEAM).....	121
4.6.2. Američki sistem procene uticaja na životnu sredinu (LEED).....	122
4.6.3. Sistem bisera za ocenjivanja (ESTIDAMA) (UAE)	124
4.6.4. Egipatski zeleni sistem piramida (GPRS).....	127
4.7. Studija slučaja: ocena efikasnosti građevinskog materijala.....	132
4.7.1. Studija slučaja 1. Zgrada vladinih javnih službi u Šarletaunu, Kanada	132
4.7.2. Studija slučaja 2. Zgrada Simensa (Siemens) u gradu Masdar- Abu Dabi - UAE	135

5. POSTIZANJE URBANE ODRŽIVOSTI U OKRUŽENJU	138
5.1. Eko grad kao model ekološkog urbanizma – Eco City Sandton	142
5.2. Urbana održivost i održivo projektovanje.....	160
5.3. Strategije humanog dizajna (Human Design Strategies) relevantne za postizanje održivosti u stambenom okruženju	162
5.4. Koncept jedinice susedstva	165
5.4.1. Organizacija prostora na tradicionalnom gradskom nivou	169
5.4.2. Prostorna organizacija na nivou tradicionalne susedske jedinice	162
5.4.3. Prostorna organizacija savremene susedske jedinice (mrežni model).	164
5.5. Pokazatelji efikasne prostorske organizacije za održivu susedsku jedinicu.	176
6. STUDIJA SLUČAJA – modaliteti vrednovanja održivosti građevinskog materijala u građenoj sredini na modelskom primeru susedske jedinice	182
7. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE.....	192
8. LITERATURA	198
BIOGRAFIJA AUTORA.....	206

1. UVOD

1.1 Predmet istraživanja

Građevinski sektor se smatra jednim od najutjecajnijih sektora u životnoj sredini u pogledu potrošnje materijala i energije, proizvodnje otpada i ispuštanja zagađujućih gasova, jer procenat potrošnje energije u građevinarstvu iznosi 40% ukupne globalne potrošnje energije. Tako, on se smatra jedan od najistaknutijih uzroka uništavanja životne sredine, i rasipanja prirodnih resursa, a to se odražava na način izbora odgovarajućeg materijala.

Sa početkom trenda ka konceptima održivosti, očuvanju energije i rada na smanjenju negativnog uticaja građevinskog materijala na životnu sredinu, kao i obima njihovog uticaja na održavanje udobnosti korisnika zgrade i zaštite od klimatskih uticaja, potreba za preispitivanjem strategije, koje su se primenjivale u dizajnu ovih zgrada postale su veoma hitne.

U ovom istraživanju proučavamo i analiziramo osnovnih elemenata u standardu efikasnosti materijala i resursa za pojedine sisteme procene životne sredine na globalnom nivou, i postavljanje relativne težine kriterijuma za procenu materijala za svaku fazu životnog ciklusa zgrade, i pokušaja da se donesu zajednički standardi svim sistemima zaštite životne sredine. Istažuju se mogućnosti primene principa održivosti u projektovanju i realizaciji objekata, sa aspekta primenjenih građevinskih materijala, pri čemu materijalizacija objekta ima za cilj obezbeđivanje zdravih i komfornih uslova stanovanja i rada, kako bi se obezbedio toplotni, vizuelni, vazdušni i zvučni komfor za korisnike prostora. Zadovoljenje uslova komfora, tj. postignuti stepen komfora je uslov za osećaj zadovoljstva kod korisnika prostora. Analizom svih ovih relevantnih zajedničkih aspekata utvrđuju se paradigmatički projektantski principi koji bi svoju primenu mogli naći prilikom vrednovanja, kako izgradnje novih objekata tako i rekonstrukcije postojećih objekata.

Principi će biti korišćeni za postavljanje standarda i kontrole za odabir građevinskog materijala i obezbeđivanje *zelenih* libijskih smernica - i libijskog izolacionog koda, kao važnim sastavnim aspektima održive arhitekture čijom se primenom čuva životna sredina tj. kvalitet spoljašnjeg okruženja.

1.2 Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je postizanje jasnih i osnovnih kriterijuma za odabir građevinskih materijala prilikom procesa projektovanja objekata na način koji smanjuje njihov negativni uticaj na životnu sredinu i maksimalno čuva prirodne resurse. A ti kriterijumi će biti osnova za tačnije buduće detalje o proceni pri odabiru materijala, i da budu uključeni u libijski vodič u vezi sa standardom efikasnosti materijala.

Osnovni cilj ovog istraživanja jeste objašnjenje korelacije i interakcije odabranog građevinskog materijala u kontekstu održive arhitekture, u procesu arhitektonskog projektovanja savremenih komfornih prostora, preko realizacije – izgradnje objekta kao i u životnom veku izgrađenog objekta. Rezultati analize predstavljeni su projektantskim modelom vrednovanja objekata koji obuhvata relevantne ciljeve, kriterijume, indikatore i preporučene mere. Na ovaj način se definiše nova logičko - sazajna strategija - metodologija u proučavanju ove problematike, ali i ustanovljava praktično primenjiva projektantska metodologija arhitektonskog i urbanističkog projektovanja u domenu dobijanja novih ili rekonstruisanih komfornih savremenih objekata, pa ovaj naučni rad pripada oblasti primjenjenih istraživanja.

Prema ciljevima istraživanja definisani su navedeni zadaci istraživanja:

- Ispitivanje postojećih relevantnih teorija o održivoj arhitekturi i kreiranju validnog komfornog prostora, osnovni kriterijum je odabir građevinskog materijala;
- Identifikacija i sistematizacija primenjenih projektantskih principa (preporučenih mera) održive arhitekture u odabiru građevinskog materijala, iz kojih proističe definisanje nove metodologije projektovanja, rekonstrukcije i vrednovanja objekata prema projektantskim načelima održive arhitekture i humanog projektovanja;
- Utvrđivanje kriterijuma, smernica i preporuka za projektovanje i rekonstrukciju savremenih komfornih objekata koji predstavljaju koncept modela susedskih jedinica. Koncept *susedske jedinice* jedan je od najvažnijih koncepata na kome se zasnivalo planiranje arapskog grada, u skladu sa značajem suseda (komšija) u Islamu, i potrebom da se s njim bude ljubazan. Susedska (*komšijska*) jedinica predstavlja najvažnije savremene trendove održivog stanovanja koji nastoji postići dimenzije ekološke, socijalne i

ekonomske održivosti za izgradnju održivih, samostalnih zajednica, principa na koje se oslanjala prostorna organizacija arapskog grada.

1.3 Polazne hipoteze

Hipoteza istraživanja rezimirana je u činjenici da je u savremenom pristupu projektovanju i rekonstrukciji objekata u građenoj sredini neophodno definisati nove metodološke i projektantske modele materijalizacije usklađene sa principima održive arhitekture. Upotreba održivih građevinskih materijala, u objektima građene sredine, pokazuje obim uticaja ovih materijala na ekološke, funkcionalne i ekonomske performanse zgrade, i pruža ugodno i sigurno životno i radno okruženje za svoje korisnike. Razvoj upotrebe građevinskog materijala kroz skup standarda pri razvoju prvih projekata i izgradnje ili rekonstrukcije, ima važnu ulogu u postizanju održivosti ovih objekata u lokalnom okruženju, čime se doprinosi unapređenju kvaliteta arhitekture i prostora.

1.4 Naučne metode istraživanja i struktura rada

Polaznu osnovu istraživačkog postupka čine teorijski, kao i praktični, naučno dokazani, izvori o savremenim koncepcijama održive arhitekture. Razvoj građevinskog materijala i fasada tokom poslednjih decenija istakao je na arhitektonskoj sceni zgrade modernog oblika, bez uzimanja u obzir efikasnosti ovih materijala i njihovog postizanja održive strategije dizajna. Na osnovu toga, glavni problem leži u propustu standarda održivosti, posebno aspekt zaštite životne sredine, pri odabiru građevinskog materijala i obloga tokom procesa projektovanja, što je praćeno povećanim troškovima koji proizlaze iz potrošnje energije za neefikasnost životne sredine, koja bi trebalo da se postigne građevinskim materijalima. U istraživanju je primjenjeno više metoda: kvantitativna i kvalitativna metoda istraživanja, kojima se utvrđuju egzaktni, numerički definisani podaci, kao i opisni (kvalitativni) parametri od značaja za vrednovanje novoprojektovanih ili rekonstruisanih objekata. Primjenjeni naučni metod je ispitivanje/eksploratorno istraživanje, u kome se preko modaliteta vrednosti posmatranih objekata, analizira predmet istraživanja u cilju provere naučne hipoteze i otkrivanja naučnog doprinosa.

Struktura rada: istraživanje je podeljeno u sedam celina, samostalnih po temi koja se istražuje, ali svi zajedno čine jednu celinu koja omogućava sagledavanje predmeta istraživanja u njegovoj složenosti, varijabilnosti i celovitosti, uz poštovanje savremenih zahteva delovanja u cilju provere postavljene naučne hipoteze. U prvom delu rada iznosi se metodološki pristup istraživanju definisane teme. U drugom delu se govori o održivoj arhitekturi. U ovom delu istraživanja, poseban akcenat je stavljen na humano projektovanje, tj. zadovoljavanje uslova komfora korisnika. U trećem delu razmatraju se građevinski materijali u kontekstu održive arhitekture, od uticaja koji materijali imaju na životnu sredinu, preko indikatora koji utiču na izbor materijala u procesu projektovanja, pa do uticaja koji materijali imaju na životni ciklus zgrade. U četvrtom delu govori se o zaštiti životne sredine građevinskih materijala, počevši od ekoloških pitanja vezanih za građevinske materijale, pa preko koncepta eko-efikasnosti do metode vrednovanja i procene efikasnosti građevinskih materijala u ekološkim sistemima. Peti deo se bavi istraživanjem u vezi postizanja urbane održivosti u okruženju. U ovom delu istraživanja, akcenat je stavljen na koncept jedinice susedstva kao i na pokazatelje njene efikasne prostorne organizacije. U sedmom delu, kroz studiju slučaja – modaliteti vrednovanja održivosti građevinskog materijala u građenoj sredini – modelski primer: susedska jedinica, razmatraju se i vrednuju pokazatelji ekoloških performansi i efikasnog održivog modela susedske jedinice. U sedmom delu navode se zaključna razmatranja kao i preporuke za dalji rad. Na kraju je izneta literatura – reference korišćene u procesu istraživanja.

2. ODRŽIVA ARHITEKTURA

2.1. Održivi razvoj – nastanak i razvoj koncepta

Održivi razvoj (*sustainable development*, eng.) je pojam koji se pojavio između sedamdesetih i osamdesetih godina dvadesetog veka, uz buđenje svesti i aktuelizaciji problema vezanih za zagađivanje životne sredine.



Slika 1 - *Agenda 2030*: ciljevi održivog razvoja

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan.)

2.2 Radna klasifikacija pravaca u održivoj arhitekturi

Ekologija inkorporirana u arhitekturu i urbanizam, omogućava nove pristupe usvajanju znanja o ekološkom uticaju arhitektonskih i urbanističkih rešenja, u holističkom okviru, koji pomaže svim arhitektama i urbanistima, da pri traženju novih rešenja definišu:

- međuzavisnost i korelaciju između arhitekture & urbanizma i prirode;
- kako arhitektura & urbanizam utiču na prirodu;

- valorizaciju elemenata koji čine održivost, kao i onih koji nisu održivi;
- kako arhitektura & urbanizam mogu skladnije da se uklope u prirodu, tj. kako artefakt može organski da se poveže sa prirodom.

Nova klasifikacija građevinskih materijala predstavljaće dugotrajan proces tokom koga treba da koristimo stečena znanja dodajući nove metode ispitivanja. Teško je reći šta je u određenoj oblasti zdravo i neškodljivo za okolinu. Treba da shvatimo da kroz klasifikaciju materijala, počev od vrste materijala pa do standardizovanih propisa, moramo dati prednost onima koji su dobri za naše zdravlje i manje štetni po okolinu.

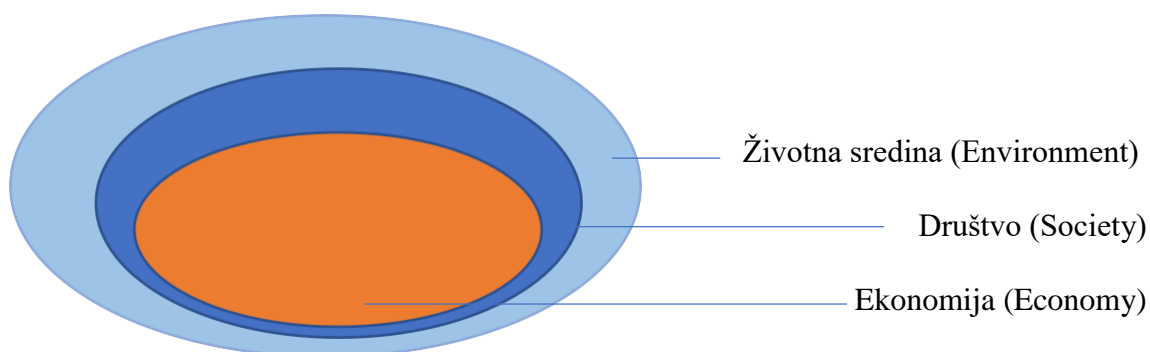
Kada je reč o građevinskom materijalu šta se smatra *zdravim*:

- Čist je, ne sadrži komponente koje zagađuju okolinu, ne proizvodi štetne uticaje ni tokom proizvodnje ni tokom korišćenja; otporan je na štetne mikroorganizme.
- Ne emituje zračenje i ublažava spoljašnje elektro-magnetno zračenje, ne proizvodi štetna stanja; njegova proizvodnja ne stvara buku ili može suzbijati buku.

2.3. Definicija održivosti

1987. godine Svetska komisija za životnu srednu i razvoj je dala definiciju za održivost što označava aktivnost zadovoljavanja zahteva sadašnje generacije bez ugrožavanja zahteva budućih generacija. Možemo podeliti ovu definiciju na tri glavna faktora, na kojima temelji održivost a to su ekologija, ekonomija i društvo. Dakle, koncept održivosti u kontekstu arhitekture i urbanizma obuhvata (Slika 2):

- princip ekonomske održivosti, koji obezbeđuje da arhitektonska i urbanistička rešenja imaju takav stepen efikasnosti funkcionisanja, i da upravljamo sa našim resursima na adekvatan način da buduće generacije mogu njih uspešno koristite.
- princip socijalne i kulturne održivosti, koji obezbeđuje da arhitektonska i urbanistička rešenja budu kompatibilna sa kulturnim i tradicionalnim vrednostima ljudskih zajednica i da doprinose jačanju njihovog identiteta;
- principi ekološke održivosti, koji obezbeđuje da arhitektonska i urbanistička rešenja budu kompatibilna sa održavanjem vitalnih ekoloških procesa, biološke raznovrsnosti i bioloških resursa;



Slika 2 – Koncept održivosti u bioregionalnom planiranju
 (Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggag, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.)

Osnovni principi održive arhitekture¹:

1. *Ekonomisanje resursima*, obuhvata uštede u potrošnji energije, vode i građevinskog materijala u toku izgradnje samog objekta, isto tako i kasnije tokom celokupnog životnog veka korišćenja građevine;
2. *Celoviti životnim vek objekta*, uzimaju se u obzir sve performanse, uključujući i ekološke i energetske karakteristike materijala, tokom procesa projektovanje, tokom procesa izgradnje objekta, njegovog korišćenja/održavanja i na kraju njegovog uništenja.
3. *Humano projektovanje*, koje obuhvata zaštitu životne sredine kroz očuvanje prirodnih uslova okruženja (topografije, voda, flore i faune), urbanističko projektovanje koje za cilj ima smanjenje negativnog uticaja izgrađenog prostora na životnu sredinu i projektovanje u cilju zadovoljenja uslova komfora korisnika. Ovaj princip održive arhitekture (za razliku od prethodna dva) je istovremeno i princip bioklimatske arhitekture.

U datom kontekstu za ovo istraživanje je relevantan princip humanog projektovanja i to kroz:

¹ Jong-Jin Kim and Brenda Righton, *Introduction to Sustainable Design*, Michigan: The University of Michigan, College of Architecture and Urban Planning, 1998, p.51.

1. *Povezanost sa prirodnim okruženjem*, iskonsku biološku i psihološku čovekovu potrebu da komunicira sa svetom prirode iz koga je potekao i kome pripada samim činom svog rođenja. Implementacijom elemenata prirode: vode, vazduha, vatre i zemlje u procesu projektovanju, kao i drugih prirodnih elemenata, omogućava se približavanje i integrisanje ova dva sveta: prirodnog i izgrađenog.
2. *Materijalizaciju građevine* tj. upotrebu netoksičnih materijala, bez štetnog uticaja po zdravlje, kojima se istovremeno utiče na viši stepen komfora. Odabir ekološki povoljnih materijala odgovarajućih performansi, je relevantan aspekt obezbeđenja uslova toplotnog, vazdušnog, vizuelnog i zvučnog komfora;
3. *Obezbeđenje komfora korisnika unutrašnjeg prostora²*: toplotnog (termičkog), vazdušnog, vizuelnog (vidnog) i zvučnog. Ovaj princip analiziraće se kroz prirodne zakonitosti u prenosu toplote i kretanju vazduha, značajne za obezbeđenje toplotnog i vazdušnog komfora, zatim kroz pojave elektromagnetnog i radioaktivnog zračenja, važne za vazdušni komfor, kao i kroz fizičke pojave svetlosti i zvuka, merodavne za obezbeđenje uslova vizuelnog i zvučnog komfora. Mora se istaći da posebne aspekte predstavljaju *psihološki aspekti komfora*, značajni za naše psiho-fizičko zdravlje (na koje utičemo projektantskim intervencijama u prostoru) ali se o ovim aspektima neće govoriti u ovom radu.

2.4. Održiva arhitektura u korelaciji sa ekosistemima

Ekosistemi su sistemi koji obezbeđuju održanje života na zemaljskoj kugli, pa je zato potrebno da sva arhitektonska i urbanistička rešenja budu takva da se skladno uklapaju i da podržavaju, a ne da uništavaju postojeće ekosisteme.

² Za najprijetnije uslove se smatraju oni gde je srednja temperatura vazduha (srednja vrednost temperature svih površina: zidovi, prozori, pod, tavanica, grejna tela, namještaj) za 2°C viša od temperature vazduha. (Milica Jovanović Popović, *Zdravo stanovanje*, 89.). Ukoliko postoje izvori grejanja zračenjem omogućava se prijetnost boravka u prostoriji i na temperaturi vazduha od 18°C, pa čak i nižoj. (Milica Jovanović Popović, *Zdravo stanovanje*, 98.). Nasuprot tome, prilikom grejanja konvekcijom su nam potrebne više temperature kako bi se zagrejali, ne osjećamo prijatnu toplotu, već se strujanjem vazduha samo površinski zagrevamo, a smanjuje se kvalitet vazduha (šire čestice prašine i uništavaju negativni joni), pa nas toplota umara i oduzima nam energiju.

Arhitektonski objekti su rezultat našeg rada i time postaju sistemi, koji organizuju i povratno utiču na ono što radimo i na način na koji to radimo. Odluke donesene tokom procesa projektovanja i izgradnje, tj. izbor rešenja, konfiguracije terena i elemenata, kao i njihovo komponovanje u celinu, utiču na životnu sredinu, i to na daleko šire okruženje nego što je sama građevinska lokacija. Ti uticaji se protežu i prelivaju ne samo funkcionalno i prostorno, već i vremenski - na budućnost i život sledećih generacija.

Gradovi se šire usled stalnog porasta gradske populacije, a sa njima raste i naša potreba za izgrađenim oblikom, što utiče da se intenziviraju posledično i ekološki uticaji izgradnje.

Arhitektonski objekti su složene tvorevine: predstavljaju kompleksne, ljudskim faktorom kreirane tehničke sisteme, koji su povezani sa drugim ljudskim i ne-ljudskim sistemima, vrlo često veće kompleksnosti.

Ekologija proučava odnose između organizama i životne sredine. Ekologija u arhitekturi i urbanizmu proučava odnose između čina projektovanja, izgradnje, objekata i izgrađenih formi koje su proizvedene i prirodne životne sredine. Ekologija u arhitekturi i urbanizmu proučava kako naš izgrađeni dom utiče na naš prirodni dom. Ona otkriva veze između arhitektonskih objekata i prirode i uticaje međusobnih interakcija. Proučavaju se međuzavisnosti i uticaji koje arhitektonski objekti i urbanistička rešenja i prirodno okruženje imaju jedno na drugo. Nastoji se da se shvati kako prirodni sistemi utiču na arhitektonske objekte i konstrukciju, i obrnuto, kako arhitektonski objekti i konstrukcija utiču na prirodne sisteme, otkrivajući odnose između njih.

Cilj ekologije u arhitekturi i urbanizmu je da pronade metode koje mogu da omoguće sklad između prirode i izgrađene sredine, kako bi se omogućio sklad u njihovim odnosima, u funkcijama obostrano korisnim, kako za održanje života tako i unutar njega. U tom pogledu, moguće je izučavati ekologiju u arhitekturi i urbanizmu kao podvrstu oblasti ljudske ekologije, koja nastoji da prouči interakciju ljudi sa drugim vrstama i njihovim neživim okruženjem materije i energije. Dostignuća savremene oblasti ekologije u arhitekturi i urbanizmu su neophodna za razumevanje kako izgrađeni sistemi ostvaruju interakciju sa prirodnim sistemima. To je ekološko razumevanje koje je neophodno za rukovođenje i ponovno stvaranje odnosa između arhitektonskih objekata i prirode, u cilju postizanja pozitivnih, a ne destruktivnih rezultata. Rukovođenje odnosima u cilju

ostvarivanja željenih rezultata može se opisati kao *upravljanje*, i kao holistički i održivi razvoj u arhitekturi i urbanizmu.

Eco potiče od stare grčke riječi *oikos*, što znači *kuća/stanište*. Arhitekta i urbanisti grade i dizajniraju odnose između *kuća* i prirodnog okruženja. *Nomos*, stara grčka reč za *upravljati*, takođe znači *domaćin*. Može se reći da su arhitekta i urbanisti zaduženi da, u ime drugih ljudi, upravljaju efektima ovih interakcija, na načine koji vode računa o određenim vrednostima i okruženju, o održivosti i integralnom uklapanju u životnu sredinu.

Da bi se optimalno upravljalo domom, potrebno je poznavati način njegovog funkcionisanja. *Ekologija* (*oikos* – kuća/stanište; *logia* – nauka) proučava funkcionisanje našeg prirodnog doma, i zato je preduslov dobre ekonomije. Da bismo zaštitili i unapredili ekosisteme, moramo razumeti holističku interakciju između arhitekture i urbanizma i prirodnog okruženja. Kada steknemo sva potrebna znanja, važno je da znamo kako da ih primenimo u cilju stvaranja arhitektonskih i urbanističkih rešenja koja su ekološki održiva³.

Kako znanje o odnosima između arhitekture i urbanizma i prirode bude raslo, otkrivaće se ne samo zakoni prirode koje nije moguće menjati, već će se pristupiti izgradnji na način koji je neophodan za poštovanje ovih zakona i za donošenje odluka, koje će dati najbolje rezultate kako za ljude tako i za prirodu. Ovi pristupi su opisani u principima ekološki održive arhitekture i urbanizma.

Dizajn, definisanje tipa konstrukcija i sama arhitektonska i urbanistička rešenja su u mnogome doprineli da zanemarimo svest o ekološkim posledicama naše potrošnje, zagađenja i povećane eksploatacije resursa. Pre nego što počnemo da otklanjamo opasnosti koje prete našim ekosistemima, neophodno je da shvatimo doprinos postojeće prakse u

³Vasilski, Dragana; Stevović, Svetlana: *Eco-architecture in context of globalization and sustainable development, International Conference "Globalisation and environment", ISBN 86-904721-1-8, Beograd, Ecologica, br.55. god. XVI, 2009. YU ISSN 0354 – 3285, pp.496 – 499, www.ecologica.org.yu UDC:316.323.723:711.4-122*

arhitekturi i urbanizmu ovim problemima. Jasno je da će sa porastom broja gradskih stanovnika rasti i potražnja za izgradnjom, a porast građevinske aktivnosti bez prethodnog usvajanja lekcija o ekološki negativnim uticajima naše uobičajene prakse, samo će pogoršati situaciju.

Što duže budemo čekali da promenimo kurs, veće će negativne posledice po životnu sredinu biti. Ako degradiramo životnu sredinu ispod nivoa njene prirodne sposobnosti regeneracije, bumerang će se nama vratiti. Ali, ako se udružimo i definisane principe održivosti usvojimo kao naše prioritete, možda ćemo moći da iz ovog vremena pređemo u neko održivije.

Opšti principi održivosti bi trebalo da se što pre zamene jasno definisanim specifičnim postupcima, koje će moći primenjivati pojedinci, domaćinstva, preduzeća, neprofitne organizacije, vlade i ostale organizacije u svojim jedinstvenim uslovima. Opšta ideja održivosti, ako se posmatra u globalu, zahteva od ljudi da preoblikuju svoje ideje o ljudskom životu na zemlji i zbog toga je vredna pažnje⁴.

Smatra se da će životna sredina postati bolja ako se iskoreni siromaštvo. Ili, da alternativna tehnologija i/ili novi izvori energije mogu rešiti globalna ekološka pitanja. Ali, sa sadašnjom populacijom na svetu i načinom života, planeti Zemlji preta bliska katastrofa. Ukoliko ljudi ne ograniče razvoj, to će učiniti priroda. Mnogobrojna istraživanja pokazuju da, iznad određene tačke, posedovanje više stvari ne čini čoveka srećnijim. Jedina mogućnost je da se izbegne pustinja materijalnog preobilja i njene obmane je da se teži dovoljnosti. Koristeći metodologiju ekološkog otiska, ustanovljeno je da su naši rastući zahtevi premašili kapacitet zemlje još tokom 1980-tih. Održivost je sistematska promena - koja zahteva sistematski i holistički pristup. Održivost se može ostvariti kako uz pomoć tehnologije, tako i kroz kulturnu promenu. Moguća arhitektonska rešenja, pored povećanja energetske efikasnosti, tj. smanjenja potrošnje energije u zgradama, u transportu, sakupljanju i čuvanju, traže se i u intenzivnijem korišćenju obnovljivih izvora energije.

⁴ Stevović S, Vasilski D 2010: *Nove strategije projektovanja gradova putem filozofije održivog razvoja*, Izgradnja, ISSN 0350 – 5421, 7-8 (2010), str. 440-447, UDK 624+71+72(05) <http://scindeks.nb.rs/Journals.aspx>

2.5 Humano projektovanje - zadovoljenje uslova komfora korisnika

Reč komfor vodi poreklo od latinskog predloga *com* (zajedno, u kombinaciji sa) i prideva *fortis* (jak, istrajan, hrabar, kasnije uporište), što se menjalo i usaglašavalo vremenom tokom istorije, u zavisnosti od društvenih, ekonomskih i tehnoloških prilika i uticaja. Na primer, u 15. veku komfor je podrazumevao čistoću i urednost, a u 17. veku naglasak je stavljan na porodični život u kući tj. na intimnost i privatnost. Sadašnje značenje komfor je dobio u 18. veku u smislu usluge koju mesto ili uređen prostor mogu obezbediti kako bi se život učinilo komfornim. Uzorni model u ovom periodu je bio buržoaski dom kao celina, sve njegove prostorije i celokupan nameštaj. Pojam se stopio u *confortare* u značenju da značajno poveća snagu. U skladu sa tim, akcenat je na uživanju i dokolici. U 19. veku se uključuju i aspekti slični današnjem shvatanju komfora kao fizičkog fenomena, poput prirodne svetlosti, grejanja i ventilacije, U 20. veku naglasak je bio na efikasnom i prigodnom. Kraj 20. veka i početak 21. obeležila je ekspanzija konzumerskog društva, što se odrazilo i na širenje obima pojma *komfor*. Tako se sada komfor, pored ranije primenjenih odrednica, predstavlja i kao tržišni instrument, odnosno indikator tržišne vrednosti nekog proizvoda, bilo da je to stan – ambijent, ili element nameštaja, ili opreme.

U odnosu na istorijski diskurs komfora izdvajaju se tri osnovne definicije:

1. Komfor je definisan kao čulna i zadovoljavajuća relacija između ljudskog tela i njegovog neposrednog okruženja;
2. Komfor podrazumeva poboljšanje neposrednog okruženja kroz upotrebu tehnologije i inovacija na polju arhitektonskog projektovanja i projektovanja uopšte;
3. Komfor ima kulturološku dimenziju, odnosno postaje mehanizam popularne kulture i instrument tržišta, kao jedan od generatora konzumerskog društva. Ovo je dimenzija globalne kulture.

Komfor podrazumeva složenu interakciju ne samo fiziološkog i bezbednosnog aspekta, već i psihološkog, sociološkog, duhovnog i mnogih drugih brojnih prostornih aspekata koji se odnose na arhitekturu i prirodno okruženje i njihov uticaj na korisnike. Konvencionalni koncept komfora definiše ga kao skup fizioloških uslova, i to kroz četiri osnovna fizička tipa: toplotni, vazdušni, zvučni i vizuelni. Svaki tip se donekle može izmeriti, pa na osnovu

kvantitativnih pokazatelja vrši se sagledavanje komfora u svim kompleksnostima njegovog značenja i diskursa.

Uprkos evidentnoj kompleksnosti fenomena komfora, i dalje je najzastupljenija konvencionalna teorija koja u prvi plan stavlja fiziološke i čulima dostupne aspekte okruženja i njihov uticaj na čoveka. Međutim, iako su ovi aspekti i dalje ključni za razumevanje i proučavanje komfora u kontekstu arhitekture, ne smeju se zanemariti ni ostali aspekti koji se sa njima prepliću i značajno doprinose u definisanju ovog složenog fenomena koji obuhvata i kvantitativne i kvalitativne odrednice. Tako se, na primer, psihološki aspekt komfora često zanemaruje, ali činjenica da brojne bolesti imaju psihosomatski karakter potvrđuje esencijalnu povezanost fiziološkog i psihološkog faktora, a tako i ovih aspekata komfora.

Priroda je dinamična, svojim promenama tokom dana i tokom godine, obezbeđuje čulima neophodnu promenu, odnosno raznovrsnost prilikom percepcije, i čini nas budnim, a naša čula aktivnim i izoštranim. Na taj način priroda nam omogućava da svojim čulima učestvujemo u dinamici promena u spoljnjem svetu, koju prenosimo u svoj unutrašnji svet emocija. Pa postajemo svesni kvalitativnih vrednosti komfora.

2.5.1 Toplotni komfor

Vatra (toplota) je arhetipski element od koga zavisi život: opstanak ljudske vrste ali i vitalnost individualnog organizma. Pojam toplote primarno vezujemo za sunčevu energiju, kao i za toplotne karakteristike zgrade, odnosno proračun toplotnih dobitaka/gubitaka građevine prema primenjenoj materijalizaciji, prostornoj organizaciji i upotrebi dodatnih pasivnih mera - sredstava za prirodnu klimatizaciju građevine, a u cilju obezbeđivanja optimalnih uslova toplotnog komfora korisnika prostora.

Život postoji u vrlo ograničenom temperaturnom rasponu ljudskog tela od svega nekoliko stepeni. Toplotni komfor podrazumeva optimalan osećaj prijatnosti (ni suviše toplo, ni suviše hladno) u kom je postignuta toplotna ravnoteža organizma. Naše zdravlje u velikoj meri zavisi od obezbeđenja toplotnog komfora. Pregrevanje može dovesti do

iscrpljenosti, smanjuje radnu sposobnost i izaziva neprijatnost, baš kao i hladnoća. Toplotni (termički) komfor zavisi od šest osnovnih faktora⁵:

1. Aktivnosti - metabolička brzina kojom naše telo pretvara hranu u toplotu zavisi od stepena aktivnosti i meri se u MET-ima, gdje je 1MET- metabolički nivo osobe koja sedi;
2. Odeće - naše lične izolacije koja se meri u „clo“ jedinicama, pri čemu je 1 clo izolacijska vrijednost muškog odela, a nago telo 0 clo;
3. Temperature vazduha unutrašnjeg okruženja; preporučuju se niže temperature vazduha u grejanom prostoru kako bi se povećala relativna vlažnost vazduha, olakšale egzotermičke reakcije pluća (prijatnije je i, prema tvrdnjama fiziologa i zdravstvenih radnika, zdravije udisati hladniji vazduh nego topliji, najbolje bi bilo temperature 10°C)⁶;
4. Glavne temperature radijacije, odnosno temperature površina u okruženju koja je podjednako važna kao i temperatura vazduha i međusobno su povezane;
5. Kretanje vazduha može da poveća hlađenje tela konvekcijom i isparavanjem, što je prijatno leti kada nam treba hlađenje, a možemo osećati kao neprijatnu hladnu promaju zimi. Preporuka je da brzina kretanja vazduha bude oko 0,1m/s;
6. Vlažnosti vazduha koja može otežavati odavanje toplote sa površine tela (hlađenje isparavanjem) u uslovima povećane vlažnosti i temperature vazduha, zbog čega je važno da se njen nivo održava u optimalnim granicama.

Toplota se prenosi (gubi/dobija): provođenjem, strujanjem, zračenjem i ili energišuće, opuštajuće i podsticati blagostanje⁷. Radijacija i kondukcija duboko greju telo, dok konvekcija zagrejava samo površinski sloj (koža i pluća). Uslovi toplotnog komfora mogu biti ispunjeni i ukoliko je temperatura vazduha niža od optimalne, ali postoje izvori radijacije toplote.

⁵ Cindy Harris and Pat Borer. *The Whole House Book* (Machynlleth: Centre for Alternative Technology, 1998, p.193.

⁶ Mirko Matić. *Energija i arhitektura*, Zagreb: Školska knjiga, 1988, str.48.

⁷ Christopher Day, *Spirit&Place. Healing our environment. Healing Environment*, Oxford: Elsevier Architectural Press, 2002, p.216.

3. GRAĐEVINSKI MATERIJALI U KONTEKSTU ODRŽIVOSTI

Odnos između građevinskog materijala i arhitekture ostao je jednostavan i zdrav odnos sve do industrijske revolucije, kada su materijali birani bilo zbog njihove dostupnosti ili zbog spoljnog oblika. Najvažniji od ovih materijala su kamenje poput mermernog kamena koje se koristilo kao spoljni materijal za oblaganje, ili u pokrivanje golih spoljnih zidova, takođe zbog njihova trajnosti i dostupnosti.

Stoga se može reći da je arhitektonski izbor građevinskog materijala pre devetnaestog veka zavisili od oblika i funkcije, i od njihove dostupnosti u lokalnom okruženju. Uloga građevinskog materijala dramatično se promenila sa razvojem industrijske revolucije, tako da su arhitekta počele da koriste material, koji su projektovani i organizovani, a materijali su prešli sa načina gradnje na način rada i razmišljanja.

Pojavom koncepta održivosti i arhitekture životne sredine, počelo je razmišljanje o korišćenju lokalnog građevinskog materijala iz obnovljivih i oskudnih izvora otrovne emisije, karakterišu izdržljivost, trajnost i mogućnost reciklaže, što su najvažnije karakteristike održivog građevinskog materijala.⁸

Građevinski material, je materijal na koje se arhitekta oslanja u oličenju svojih zgrada, a građevinski materijali su važan element arhitektonskog proizvoda u svaku doba i era.

Razvojem sposobnosti tradicionalnih građevinskih materijala i povećanjem znanja o njihovim arhitektonskim i građevinskim mogućnostima i karakteristikama, kao i drugim političkim, ekonomskim i socijalnim faktorima, dovelo je do podsticaja razvoja arhitekture tokom različitih epoha.⁹

⁸ Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal 12-33, (47) (2). Engineering for Sciences, Damascus.

⁹ Fernandez, J., *Architecture Material, Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*, Architectural Press, 2006, p.68.

Upotreba građevinskog materijala obično se određuje prema njegovom potencijalu:¹⁰

1. Strukturni potencijali, što se određuje prema ponašanju materijala i količini opterećenja, pa prenosi opterećenja koja mu se nameću, što nalaže pridržavanje određenog konstrukcijskog rasporeda, pri korišćenju građevinskog materijala za ograđivanje prostora.
2. Primenljivi potencijali, koji se određuju prema specifikacijama jedinice materijala, kao što su dimenzije, težina i količina kohezije i širenje materijala i njegova ranjivost na spoljne i unutrašnje vremenske faktore. To zapravo nameće poštovanje određenih metoda transporta materijala do mesta rada, načina njegove montaže i ugradnje, kao i broj i veština, radnika koji su odgovorni za njegovu upotrebu.
3. Potencijal oblaganja, što se određuje prema spoljnim karakteristikama materijala kao što su boja, tekstura i procenat prozirnosti, što utiče na lokaciju upotrebe materijala i njegove pogodnosti, za aktivnosti prostora.¹¹

Izbor građevinskog materijala i način na koji se koriste u dizajnu ne uključuje samo ekološka razmatranja, već i ekonomska i tehnička razmatranja, kao i ukuse potrošača. Postoji nekoliko razloga koji se moraju uzeti u obzir pri odabiru građevinskog materijala, najvažniji su sledeći:¹²

- Detalji arhitektonskih elemenata.
- Zahtevi za održavanje i materijali potrebni za održavanje.
- Iznos doprinosa izabranog građevinskog materijala smanjuje negativni klimatski uticaj na zgradu.
- Fleksibilnost u dizajnu omogućava prilagođavanje promenama, koje se mogu dogoditi tokom vremena.
- Rok trajanja građevinskog materijala i mogućnost ponovne upotrebe.

¹⁰ Safa Ali (2014), The influence of structural systems technology on the modern architectural product, Master's thesis, Cairo University, p . 58 .

¹¹ Fuentes, R.; Thomas, S, *Eco House: A Design Guide*, Oxford, UK, 2007, p.27.

¹² Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), Meaning and Expression in the Design of Interior Environments, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Baghdad, p.149.

3.1. Uticaj razvoja tehnologije građevinskih materijala na održivu arhitekturu

Villiam Morris je u jednom od svojih članaka 1892. godine naveo: *Predmet Materijal je očigledno temelj arhitekture.*¹³ Na drugoj strani, grupa projekatana među kojima su Valter Gropius (Valter Gropius), Le Korbizije (Le Corbusier), Mis van de Ro (Mies van Der Rohe) predstavljali su novi trend u arhitekturi dvadesetog veka – internacionalni stil sa jasnim rečnikom zastupljenim u horizontalnim plafonima, ravnim krovovima i upotrebi savremenog građevinskog materijala. Kao što su armirani beton, gvožđe i staklene ploče, ne uzimajući u obzir ekološke aspekte i lokalnu arhitekturu koja je karakteristična za svaki region. Pojavom različitih izvora energije i razvojem savremenih građevinskih metoda pojavio se jasan razvoj u arhitekturi što je dovelo do pojave arhitektonskih projekata koji se slobodnije bave modernim građevinskim materijalima. Pojava upotrebe stakla u zgradama dovelo do toga da se cela fasada zgrade prekriva staklom što je bilo praćeno upotrebom uređaja za klimatizaciju i grejanje, tako da su arhitektonski projekti postali slični u većini zemalja, uprkos različitim klimatskim uslovima iz jednog regiona u drugi, širom sveta. Takva događanja navela su Le Korbizjea da izjavi: *Cilj mi je da sagradim jednu zgradu koja je prikladna za sve zemlje i sve tipove klime.*¹⁴ Upotreba određenih vrsta građevinskih materijala ili završnih obrada u savremenim zgradama predstavlja jedan od razloga indirektnog iscrpljivanja izvora energije.

Održiva arhitektura je jedan od arhitektonskih trendova, koji su se pojavili kao rezultat ekoloških i ekonomskih izazova, a definiše se kao dizajn zgrada uzimajući u obzir postavljanje ekoloških ciljeva, i nastoji da smanji negativni uticaj zgrada na životnu sredinu maksimiziranjem efikasnosti i umerenost u korišćenju građevinskog materijala, energije i

¹³ Randall, Thomas, "Environmental Design (An Introduction for Architects and Engineers)", Taylor & Francis e-Library, 2006, p.67.

¹⁴ Vaziri, Jahja, *Ecological architectural friendly design according to green architecture*, First edition, Madbouli Library, Kairo, 2013, p.183.

razvijanje prostora.¹⁵ Sistem održivosti sastoji se od tri glavna stuba, oni obuhvataju sledeće: Životna sredina, ekonomija i društvo.¹⁶

Pojavile su se mnoge studije¹⁷ koje se fokusiraju na energiju utrošenu u proizvodnji građevinskih materijala i na meru u kojoj se one mogu proceniti, a većina njih je započela sedamdesetih godina dvadesetog veka početkom ozbiljnog pomaka ka racionalizaciji potrošnje energije i kako bi se smanjio negativan uticaj ljudi na prirodnu sredinu.

Sve veći fokus na pitanje oštećenja prirodnog sistema Zemlje (ekosistema) u biosferi izazvao je razne reakcije arhitekata, koje su rezultirale mnogim vizijama responzivnog i ekološki osetljivog dizajna. Jer, ne tako davno slika dobre arhitekture se sastojala od zgrade koja se uklapa u kontekst okoline i istovremeno štiti stanare od uticaja klime koja ih okružuje.

Međutim, s vremenom je ustanovljeno da je životna sredina ta koja treba zaštitu, pa je ideja dobre arhitekture uklopljena u koncept ekološki osetljive zgrade, tako da zgrada štiti životnu sredinu od delimičnog zagađenja i štete nastale ljudskim aktivnostima, zadržavajući udobnost korisnika i štiteći stanovnike od uticaja klime. Na taj način korisnik se usredsredio na ono što čini prirodi, a ne na ono što priroda čini njemu, što znači da se slika prebacila sa kontrole spoljne opasnosti na kontrolu veštačke opasnosti¹⁸.

Izjava Viliijama Morisa je imala veliki značaj, jer građevinski materijali utiču na strukturu, troškove i način gradnje kao i na životnu sredinu - na unutrašnje i spoljašnje okruženje. Stil projektovanja mnogih modernih zgrada sada zahteva da ozbiljno proučavamo i ocenimo građevinski materijal i njegove efekte i uticaje na zdravlje, životnu sredinu i vitalno područje. Ovo rezultira odgovornošću arhitekta da preispita strategije koje se koriste u projektovanju zgrada i postavi da je jedan od najvažnijih ciljeva u procesu projektovanja energija i da je najbolji načini da je istovremeno iskoristimo i uštedimo.

¹⁵ Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Majdalavi Publishing House, Jordan, p.268.

¹⁶ Ching, F. (1987), *Architecture: Form, Space & Order*, Stanle Harper and Ron puplishers, New York, p.194.

¹⁷ Danijels, Klaus. *Tehnologija ekološkog građenja*, Beograd: Jasen, 2009, str.68.

¹⁸ Ridab Ahmed Mahmoud, *Intelligent orbital buildings, a study of the impact of technical integration into the environment on reducing the costs of structural and operational buildings*, Master's thesis, University of Technology, Tripoli, 2015, p.19.

	Građevinski material	Period
1	Glina, kamen, drvo / slama	8000 P.N.E
2	Cigle sušene na suncu	6000 P.N.E
3	Proizvodi od gline	4000-8000 P.N.E
4	Izgorele cigle	4000 P.N.E
5	Krečnjak	3000 P.N.E.
6	Staklo	1300 P.N.E.
7	Željezni proizvodi	1350 P.N.E.
8	Kreč	300-476 AD
9	Aluminijum	1808 AD
10	Portland cement	1824 AD
11	Plastika	1862

Tabela 1. Istorijski redosled nastanka građevinskog materijala

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Majdalavi Publishing House, Jordan.)

Može se navesti da je tehnologija, još od vremena kada je Vitruvije postavio svoju poznatu trijadu o ciljevima arhitekture (korisnost, trajnost, lepota), stvorila važan deo u strukturi te trijade. Tehnologija svoju pažnju usredsređuje na izlaz i kako ga postići sa karakteristikama (veće, efikasnije, brže, bolje), pa će mehanizam tehnološkog upliva na arhitektonskim sistemima biti:¹⁹

- Direktno: tehnološka snaga deluje direktno na ove sisteme i projektant je odgovoran za ove operacije.
- Indirektno - postoje dve metode:
- I - Ove snage se ogledaju u drugim oblastima, kao što je upotreba novog građevinskog materijala, inovativni način gradnje ili razvoj jednog od sistema koji ulaze u proces projektovanja, a uloga arhitekta ovde leži u odabiru materijala ili metode.
- II - Može biti u drugom tehnološkom proizvodu čiji se uticaj ogleda u arhitektonskim sistemima ili pomaže dizajneru da izvrši svoje

¹⁹ Zubaidi Maha & Sabah Salman, *The influence of environmental sustainability in the formation of residential communities in Iraq*, PhD dissertation, Irak, 2021, p.81.

transformacione operacije na suštini arhitekture, od misli, materijala i forme, poput elektronskog kalkulatora, i njenih efekata na faze projektovanja i implementacije

Otuda postoje tri oblika za uvođenje tehnologije u arhitekturu, koji predstavljaju osnovne koncepte koji definišu ulaze održive arhitekture uopšte, to su: informaciona tehnologija, tehnologija materijala i sistemska tehnologija.²⁰ Istraživanje će se bazirati detaljno na tehnologiji materijala, jer ona predstavlja fokus istraživanja.

Mogu se navesti dve vrste razvoja u oblasti savremene tehnologije za građevinske materijale²¹:

➤ Usvajanje novih pripremnih faza između faza eksploatacije prirodnih materijala i faza njihove upotrebe u građevinarstvu kako bi se poboljšala svojstva sirovine i povećala njena podobnost građevinskim ili izvršnim zahtevima ili mogućnostima spoljne površine, koja je dovela do poboljšanja svojstava prirodnih materijala odobrenih u prethodnim tehnološkim fazama.

➤ Pružanje novih alternativa građevinskom materijalu i iskorišćavanje onoga što je razvijeno u drugim oblastima u razvoju građevinske industrije. Jer su inovacije u oblasti hemijske industrije i rudarstva doprinele obezbeđivanju novih alternativa materijalu koji su mogli da dokažu svoju efikasnost u menjanje konstrukcionih ili izvršnih opcija ili mogućnosti spoljne površine ili svih njih zajedno.

Upotreba bilo kog građevinskog materijala uopšte zavisi od:

- Konstruktivnih potencijala koji određuju ponašanje materijala pri prenosu opterećenja koja mu se nameću i količine tih opterećenja, što nameće određeni konstruktivni raspored prilikom upotrebe građevinskog materijala.
- Operativne sposobnosti koje se određuju prema specifikacijama jedinice materijala, kao što su dimenzije, težina, količina kohezije materijala itd. Što

²⁰ Ridab Ahmed Mahmoud, *Intelligent orbital buildings, a study of the impact of technical integration into the environment on the reduction of structural and operational building costs*, Master's thesis, University of Technology, Tripoli, 2015, p.38.

²¹ Azarshar Feizi Azarshahr, "New Technologies in Modern Architecture and its interaction with traditional architecture", 2013. p.264.

nameće pravilan izbor određenih metoda transporta materijala do mesta ugradnje, metode sastavljanja i ugradnje, kao i broj i veštinu zaposlenih koji su odgovorni za njihovu upotrebu.

- Mogućnosti oblaganja ili potencijal spoljne površine koji se određuje spoljnim karakteristikama materijala kao što su boja, tekstura i prozirnost, što utiče na lokaciju upotrebe materijala i njegovu pogodnost za funkcionisanje prostora.²²
- Dodavanje novog faktora. To je obim uticaja građevinskog materijala na ekosistem i to je jedno od važnih razmatranja navedenih u studiji, zbog njegovog uticaja na životnu sredinu.

Građevinski sektor je jedan od najuticajnijih sektora u životnoj sredini u pogledu potrošnje materijala i energije, proizvodnje otpada i ispuštanja gasova koji zagađuju životnu sredinu. Procenat potrošnje materijala može dostići 40% ukupne globalne potrošnje sirovina, pa je to jedan od najistaknutijih uzroka uništavanja životne sredine i rasipanja prirodnih resursa.

Kao rezultat ekološke svesti kojoj je svet svedočio u poslednjem periodu od sedamdesetih godina prošlog veka, na međunarodnom nivou pojavio se pokret oličen u formiranju odbora na čelu sa gospođom Brundth Land²³ za proučavanje uticaja industrijske i ekonomske politike zemalja sveta na prirodne resurse, sa ciljem da se tim zemljama omogući kontinuiran i uravnotežen razvoj koji osigurava napredak i prosperitet širom sveta.

Nakon sednica Komiteta 1987 god. pojavila se hitna potreba za proučavanjem uticaja građevinskog materijala na životnu sredinu proučavanjem karakteristika i kvaliteta tih materijala, postupci eksploatacije i proizvodnje kroz koje prolaze radi postavljanje strategije koja podstiče u odabiru materijala što pospešuje smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu.

²² Raghad Nematallah Hamdallah, *Technology and form - the impact of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014, p.281.

²³ Harlem Brundth Land, *Prime Minister of Norway and responsible for the World Commission on Environment and Development*, 1989.

Proces procene i donošenja odluka danas od strane potrošača i poslovnih partnera ne zasniva se na poznatim razmatranjima koja odgovaraju svrsi, kao što su troškovi, trajnosti, stabilnosti i sigurnosti, već na uticaju tih materijala na životnu sredinu i kako da bi se procenio ovaj efekat. Pojavilo se nekoliko imena, uključujući i ono što je poznato sa Esko-ovim ekološki prihvatljivim proizvodima, koji se nazivaju najmanje štetnim materijalima za životnu sredinu.

Zbog toga, neophodno je poznavati mehanizam kojim građevinski procesi utiču na životnu sredinu u svakoj fazi života zgrade, i važnost analize životnog ciklusa zgrade. Primećujemo da postoji povećanje dostupnosti informacija o određivanju ekološke vrednosti ili proceni uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu što podstiče arhitektama, dizajnerima i stručnjacima u odabiru najboljeg, jer je negativan uticaj na životnu sredinu rezultat procesa obrade proizvoda, počev od procesa eksploatacije sirovina, a zatim do proizvodnih procesa, završavajući ugradnjom proizvoda u objektu.

Budući da su procesi vađenja, proizvodnje i obrade građevinskih materijala među najvećim sektorima koji troše energiju, arhitekta mora imati dovoljno informacija o svojstvima i kvalitetima ovih materijala da bi mogao da donese optimalnu odluku ili najbližu cilju. To može da dovode do uštede energije i istovremeno postizanja najboljih rezultata u pogledu postizanja željene funkcije građevinskog materijala u okviru zgrade.²⁴

Ovde se moramo zapitati: *Koja su razmatranja uzeta u obzir prilikom izbora građevinskog materijala?* Obično su za konstruktivni deo zgrade potrebni građevinski materijali sa posebnim specifikacijama i velikom trajnošću, jer je to nosivi deo zgrade, a najčešći materijali su beton (armirani beton) i gvožđe, ali u slučaju ne konstruktivnih delova zgrade, postoji veća sloboda u odabiru građevinskog materijala.

Istraživanje se fokusiralo na najčešće korišćene građevinske materijale u životnoj sredini u oba dela kako bi se osigurala njihova održivost. Stoga se uobičajenim razmatranjima dodaju efekti na prirodno okruženje i na ljudsko zdravlje, koji su u međusobno zavisnom odnosu.²⁵

²⁴ Gunther Thomas Schmitz, *Livingi n different places, - Ecological and Design and Building*, Slovenia, 1999, p.135

²⁵ Muschett, F. Douglas, *Principi održivog razvoja*, Prevod: Bahaa Shaheen, Međunarodna kuća za kulturnu investiciju, Prvo izdanje, Kairo, 2000, str.137.

Stoga usmeravamo svoje istraživanje na sledeće pitanje: *Koji su građevinski materijali koji se koriste i kakvi su njihovi efekti na prirodno okruženje?*

3.2 Uticaj građevinskih materijala na životnu sredinu

Građevinski materijali obično prolaze kroz procese obrade i proizvodnje pre nego što uđu u objekat i u proces gradnje u celini, a to zahteva potrošnju energije kao i proizvodni otpad. Što je veća količina potrošene energije, to je veći faktor uticaja na životnu sredinu (negativan uticaj na životnu sredinu) se povećava, može doseći najniži nivo u slučaju izgradnje tradicionalne kolibe od lokalnih materijala i dostići najviši nivo u slučaju montažne gradnje.²⁶ A za merenje količine ili faktora uticaja građevinskog materijala na životnu sredinu mora se uzeti u obzir nekoliko faktora, preporučuje se ne donošenje fiksnih odluka ili pravila u svim slučajevima. Primera radi, kvalitet građevinskog materijala i način na koji su integrisani ili korišćeni u dizajnu imaju uticaja na utvrđivanje uticaja na životnu sredinu tih materijala.

❖ Najvažniji faktori na osnovu kojih se procenjuje uticaj građevinskih materijala na životnu sredinu su:

- Količina i vrsta energije potrebne za proizvodnju materijala.
- Količina ugljen-dioksida (CO₂) koja se emituje iz proizvodnih procesa građevinskih materijala.
- Efekat na lokalnu životnu sredinu kao rezultat trošenja materijala poput drveta iz prirodnih šuma ili procesa eksploatacije nafte iz bušotine ... itd.
- Toksični efekti koje mogu prouzrokovati neki građevinski materijali kao što su boje i drugi.
- Količina energije koja se troši na transport građevinskog materijala tokom proizvodnih procesa, a zatim na transport do gradilišta.
- Stepem zagađenja nastalog od građevinskih materijala nakon završetka njihovog životnog ciklusa u zgradi

²⁶ Nesbitt, Kate, *Theorizing a new agenda for Architecture, An Anthology of Architectural Theory 1965-1995*, "Tectonic Expression", New York, 1996, p.59.

❖ Najvažniji faktori koji se uzimaju u obzir i utiču na odluke o dizajnu pri odabiru građevinskog materijala su:²⁷

- Lokacija i detalji arhitektonskih elemenata.
- Zahtevi i materijali neophodni za održavanje.
- Doprinos odabranog građevinskog materijala smanjenju uticaj klimatskih efekata na zgradu.
- Fleksibilnost u dizajnu kako bi se omogućilo prilagođavanje promenama koje se mogu dogoditi tokom vremena.
- Rok upotrebe građevinskog materijala i mogućnost ponovne upotrebe u slučaju da zgrada bude uništena.

Stoga su alternative za proizvode i materijale složena pitanja, jer ne uključuju samo tehnološka razmatranja, već i ekonomska razmatranja, kao i ukus potrošača.²⁸

Najvažnija mera uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu je ono što je uključeno u koncept otelotvorene energije, što će biti objašnjeno detaljnije kasnije - jer daje jasnu percepciju količine energije koja se koristi za proizvodnju elementa ili proizvoda.²⁹

Održivi građevinski materijali - čini se da ovaj izraz izražava građevinske materijale i proizvode za koje se preferira da se koriste za održivu (životnu sredinu) lokaciju.

Performanse ovih materijala su:

➤ U proizvodnji i proizvodnim procesima troši najmanje moguće prirodne resurse kako bi se smanjio negativan uticaj na životnu sredinu. To se postiže ili

²⁷ Curtis, William J. R., *Modern Architecture Since 1900*, "Technology, Abstraction and Ideas of Nature", London, 1997, p.93.

²⁸ Muschett, F. Douglas, *Principles of Sustainable Development, Translation*: Bahaa Shaheen, International House for Cultural Investment, First Edition, Cairo, 2000, p.139.

²⁹ Roaf Sue Mannel and Stephanic Thomas, *Eco House: A Design Guide*, Oxford, UK, 2007, p.76.

recikliranjem građevinskih materijala ili ponovnom upotrebom tih materijala nakon urušavanja zgrade, kao što je ponovna upotreba čeličnih elemenata standardnih dimenzije.

➤ Građevinski materijali koji najmanje utiču na životnu sredinu, odnosno ne izazivaju emisiju toksičnih supstanci u životnu sredinu i ne izazivaju zagađenje životne sredine nakon završetka njihovog životnog ciklusa u zgradi, odnosno nakon urušavanja zgrade. Odnosno, ne nosi ili gotovo da ne nosi nikakve rizike po zdravlje ljudi i život u životnoj sredini.³⁰

➤ Građevinski materijali čija je primarna energija energija od koje zavise u svojim proizvodnim procesima kao čista obnovljiva energija radi smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu ako se upoređuju sa građevinskim materijalima koji zavise od neobnovljivih energija poput fosilna goriva. Energija potrebna aluminijumu je 8 puta veća od energije potrebne gvožđu, ali za razliku od toga, primarna energija aluminijuma zavisi od čistih obnovljivih izvora energije, a to je hidroelektrična energija, dok primarna energija za gvožđe zavisi od uglja, koji je neobnovljivi izvor energije koji emituje CO₂.³¹

➤ Građevinski materijali sa niskom otelotvorenom energijom, poput kamena i drveta, oni imaju mnogo manje otelotvorene energije u poređenju sa građevinskim materijalima sa visokom otelotvorenom energijom, poput plastike i metala.

➤ Lokalni građevinski materijali: Upotreba lokalnih građevinskih materijala za smanjenje potrošnje energije u transportnim operacijama. Težina materijala je važan faktor u količini te energije kao i pređenom putu, i to kako sledi: Količina energije potrošena se povećava sa povećanjem pređenog puta od mesta eksploatacije sirovina do rafinerija ili fabrika. Količina potrošene energije raste sa povećanjem težine.

³⁰ Hiedegger, Martin, *The Question Concerning Technology and Other Essays*. New York, 1975, p.158.

³¹ Kranzberg, Melvin, *Technology in Western Civilization*. New York: Oxford University press, 1967, p.19.

3.3. Indikatori u procesu projektovanja koji utiču na izbor građevinskog materijala

Proces odabira građevinskog materijala od velike je važnosti u procesu projektovanja zbog njegovog direktnog uticaja na funkciju i starost zgrade, kao i uticaja na okolno okruženje. Najvažnija razmatranja koja treba uzeti u obzir pri odabiru građevinskog materijala su:³²

- Utelovljena energija građevinskih materijala.
- Reciklaža.
- Trajnost.
- Lokalno prikladni materijali.
- Klimatski uslovi.

Kada su koncepti održivosti pokretačka snaga, koncept utelotvorene energije materijala koji se koriste u građevinarstvu biće podložan održivim odlukama, a ne odlukama zasnovanim na ukusima i konceptima estetike i cene. Prema tome, istraživanje će se baviti detaljno sa tri aspekta: utelotvorena energija materijala, mogućnost recikliranja i trajnost, iz sledećih razloga:

- ✓ Zato što su usko povezani jedni s drugima tokom proizvodnje građevinskog materijala.
- ✓ Nedostatak studija i istraživanja koja se bave ovim aspektima.

3.3.1. Utelotvorena energija (Embodied Energy)

Procena životnog ciklusa zgrade direktno je povezana sa uobičenom energijom građevinskih materijala, jer su dve povezane sa konceptom uticaja na životnu sredinu u smislu energije koja se unosi ili troši u građevinskim procesima (od prvih faza vađenje materijala a zatim proizvodnje i obrade) na energiju koja se koristi u građevinskim radovima tokom veka trajanja zgrade.

³² US green building Council, *Sustainable Building Technical Manual*, Public Technology Inc.,1996, p.185

Najvažniji kriterijumi koje treba uzeti u obzir prilikom procene uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu je ono što je uključeno u koncept utelotvorene energije, jer daje percepciju količine energije koja se koristi u proizvodnji ili izradi proizvoda. Utelovljena energija može se definirati kao: *Ukupna primarna energija dodeljena procesima ekstrakcije sirovina prisutnih u zemlji u svrhu proizvodnje, transporta, obrade i odvajanja materijala za određeni proizvod, jedinjenje, element ili zgradu.*

Termin utelotvorena energija ili utelotvoreni ugljenik se odnosi na zbir uticaja svih emisija gasova staklene bašte koje se pripisuju materijalu tokom njegovog životnog ciklusa. Ovaj ciklus obuhvata ekstrakciju, proizvodnju, izgradnju, održavanje i odlaganje. Na primer, armirani beton je materijal sa izuzetno visokom ugrađenom energijom. Prilikom proizvodnje cementa, velike količine CO₂ se oslobađaju u fazi kalcinacije, gde se krečnjak pretvara u kalcijum oksid (živi kreč), kao i pri sagorevanju fosilnih goriva u pećima. Ako ova pitanja dodamo eksploataciji peska i kamena, upotrebi gvožđa za armaturu, njegovom transportu do gradilišta koje treba dodati mešavini, možemo razumeti uticaj svake odluke projekta na životnu sredinu. Drugi građevinski materijali, kao što su keramika, cigla i plastika, na sličan način zahtevaju velike količine energije za proizvodnju jer se minerali koji se koriste u njima moraju da se ekstrahuju i tretiraju u energetski intenzivnim procesima.

Studije pokazuju da postoji nekoliko metoda za izračunavanje utelotvorene energije prema širokom spektru deklariranih proizvoda i razlici tih proizvoda u pogledu materijala koji se koriste u njihovoj proizvodnji kao i razlikama u načinima proizvodnje proizvoda od jednog regiona do drugog i vrstu energije koja se koristi u proizvodnom procesu. To se odnosi na obnovljive izvora energije ili neobnovljive izvore energije i razliku u tačnosti dostupnih informacija.

- Utelovljeni proračuni energije uključuju:³³

³³ Meiss, piene Von. *Elements of architecture: From form to place*. E and FN Spon, Chapman and Hall, London, 1992, p.163.

1. Isporučenu energiju. Odnosi se na stvarnu količinu energije koja se koristi u okviru određene lokacije ili zgrade, na primer: količina električne energije zabeležena na spisku za plaćanje računa za električnu energiju.
2. Primarnu energiju. Odnosi se na količinu energije koja se koristi za proizvodnju ove količine primljene energije, na primer: količina goriva: ulje, gas potrebni generatorima za proizvodnju električne energije koja se koristi na lokaciji.

Postoje oni koji više vole upoređivati materijale na osnovu utelovljene emisije u slučaju da se dostupne informacije o utelotvorenoj energiji ne fokusiraju na metod izračunavanja koji uključuje primljenu (isporučenu) i početnu (primarnu) energiju.

Ideja utelotvorene emisije slična je ideji utelotvorene energije i odnosi se na količinu emisije koja proizlazi iz procesa proizvodnje fizičkog tela, proizvoda ili elementa. Primera tome, emisija CO₂ je nastala sagorevanjem iskorišćenih goriva i emisijom toksina u tretmanu nekih vrsta materijala koji zahtevaju hemijsku obradu.

U ovom slučaju mora se uzeti u obzir količina primarnog goriva i vrsta goriva koja se koristi u procesu proizvodnje kako svaka vrsta goriva daje različitu mešavinu emisija.

Deo utelotvorene energije proizvoda koji je uključivao proizvodnu energiju zasnovanu na neobnovljivim izvorima energije kao što su fosilna goriva za sve faze procesa proizvodnje, transporta i proizvodnje poznat je pod nazivom *Siva energija* (Gray Energy). Dok količina ove energije koja se koristi u građevinskim materijalima je ono što određuje količinu zagađenja izazvanog proizvodnim procesom kroz količinu gasa ugljen-dioksid koji se emituje. Postoje i druge zagađivači koji nastaju u proizvodnim procesima i teško je odrediti količinu sive energije koja se koristi za proizvod, jer dostupne tehnike ponekad ne daju dovoljno informacija, kao i varijaciju ove energije iz jedne regije u drugu zbog nekoliko faktora:³⁴

- Odnosi se na proizvodne procese.
- Razlike u količini efikasnosti sa kojom se koristi primarna energija.

³⁴Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggag, Environmental and Technological Management System, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016, p.138.

- Odnosi se na prirodom klime, jer su vrste ugljenika koje se koriste različite, pa se i njihovi efekti razlikuju od regiona do regiona.
- Proces proizvodnje možda nije toliko efikasan koliko se zahteva, pa stoga postoje razlike u količini utrošene energije.

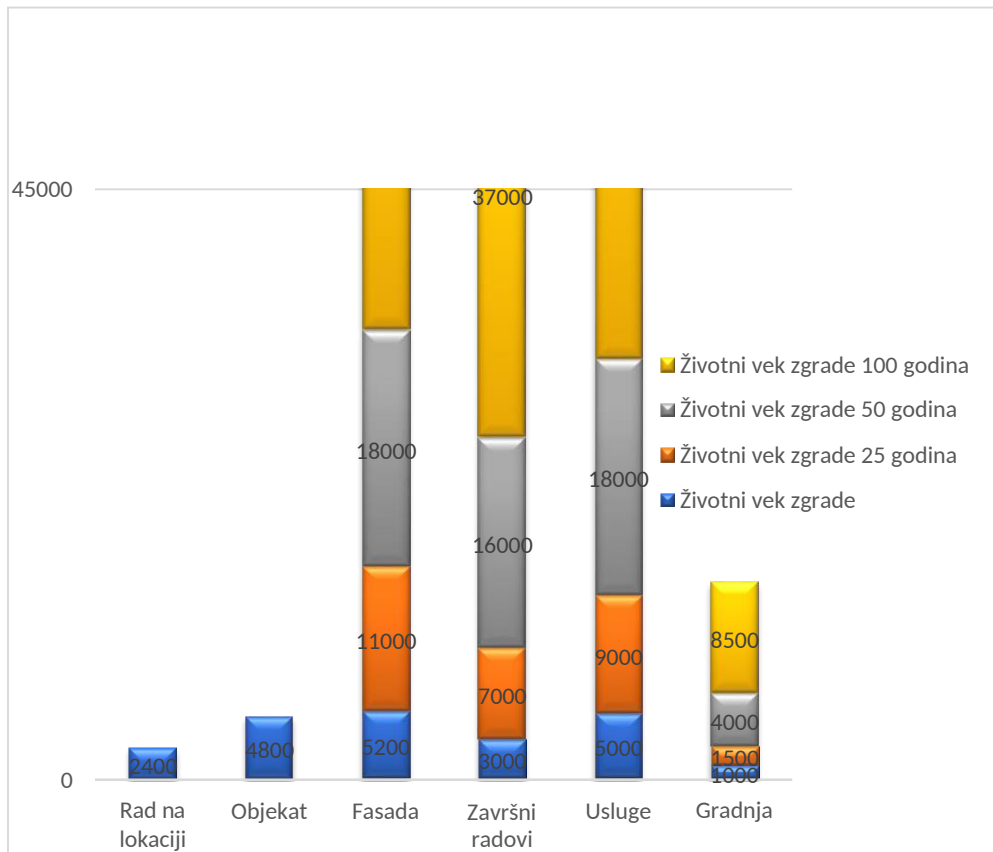
Očekivano trajanje života zgrade jasno utiče na proračune ugrađene energije, a postoje studije koje dele utelotvorenu energiju na dva dela:³⁵

- ✓ Početna utelotvorena energija (Initial embodied energy) - je energija koja se troši ili koristi u procesima kroz koje materijali prolaze iz svog prvog stanja kao sirovine, zatim u proizvodnji i procesima obrade, i transport proizvoda do lokacije, a naravno ova energija nije obnovljiva.
- ✓ Ponavljajuća utelotvorena energija (Recurring embodied energy)

Pojedinci je nazivaju post-operativnom energijom, jer je to energija koja se troši na održavanje, popravku i zamenu elemenata tokom perioda rada zgrade - tokom veka trajanja zgrade - a takođe ona je neobnovljiva energija. Faktor trajnosti igra veliku ulogu u količini te energije, jer se očekuje da će građevinski materijali visoke izdržljivosti imati duži vek trajanja zgrade, a tada je niži procenat potrošnje energije za održavanje. Takođe, povećanje životnog veka zgrade praćeno je povećanjem količine povratne energije tako da odnos početne otelotvorene energije postaje vrlo mali u odnosu na povratnu energiju,³⁶ slika 3.

³⁵Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus p.58.

³⁶ Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggar, Environmental and Technological Management System, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016, p.175.



Slika 3. Preliminarno poređenje povratne energije drvene konstrukcije do starosti od 100 godina.

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

Količina utelotvorene energije obično se izračunava po jedinici težine ili po jedinici zapremine materijala, pa stoga postoji potreba da se zna stvarna težina ili zapremina materijala koji se koriste u zgradi, a obično se izračunata u kilovat-satima po toni ili po kubnom metru.³⁷

Otelotvorene energije			
	Građevinski materijali	MJ/kg	MJ/m ³
1	Kamen (lokalni)	0.79	2030
2	Betonski blok	0.94	2350
3	Beton	1.30	3180

³⁷Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus p.146.

4	Prefabrikovani beton	2.00	2780
5	Cigle	2.50	5170
6	Reciklirani čelik	8.90	37210
7	čelik	32.00	251200
8	Šperploča	10.40	5720
9	izolator	117.00	3770
10	Reciklirani Aluminijum	8.10	21870
11	Aluminijum	227.00	515700

Tabela 2. Količina utelotvorene energije za građevinske materijale

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), *Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture*, *University Journal*, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

Uprkos poteškoćama u određivanju količine energije ugrađene u proizvod, ona ostaje jedan od važnih faktora koji utiču na proces odabira arhitekata i konstruktora. Potrebno je prikupiti dovoljno informacija o raznim građevinskim materijalima i unapred planirati kako u procesu projektovanja, tako i u fazama izgradnje.³⁸

➤ **Proizvodnja i utelotvorena energija**

Što više prolaze materijali kroz proizvodne procese, to se povećava količina utelotvorene energije i otpad iz proizvodnog procesa koji zagađuju životnu sredinu. Na primer, materijali poput metala zahtevaju veliku količinu energije uključene u proces proizvodnje i zahtevaju složenu i savremenu opremu. Stoga, poželjno je da pri odabiru građevinskih materijala i elemenata, oni budu vrlo blizu svojih prirodnog stanja, što znači da im trebaju najmanje mogući proizvodni procesi.³⁹ Na primer, prozor sa okvirom od mekog drveta, njegove performanse su bolje od aluminijumskog okvira. Drugi primer, poželjna je organska boja koja se uglavnom koristi sa vodom, napravljena od prirodnih boja u poređenju sa visokokvalitetnim industrijskim bojama.

➤ **Transport i utelotvorena energija**

³⁸ Jencks, Charles, *The Language of Post-Modern architecture*, London: Academy Editions, 1981, p.26.

³⁹ Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021, str.51.

Transport se može smatrati važnim i uticajnim faktorom otelotvorene energije. U procesima transporta se troši velika količina energije. Pored toga, težina materijala utiče na količinu energije koja nam je potrebna u transportnim procesima. Neki prirodni materijali zahtevaju transport na veliku udaljenost. Na primer, polirani granit se može transportovati u inostranstvo, međutim to zahteva obezbeđivanje mesta za skladištenje pre nego što se preveze u zemlju do koje će se transportovati, pa odabir materijala iz lokalnih izvora može znatno smanjiti potrebnu količinu utelotvorene energije, a zatim i količinu emisije usled smanjenje količine energije koja se troši u transportnim procesima. Zbog toga, ponekad primećujemo razliku ili nesklad u količini energije utelotvorene za vrste drveta u zavisnosti od izvora sirovog drveta.⁴⁰

3.3.2. Reciklaža

Reciklaža elementa u zgradi namenjena je obnovi ili rehabilitaciji. Mišljenja su različita o koristi rehabilitacije ili obnove. Obnova i odluka o recikliranju mogu biti uspešan izbor u odsustvu potrebe za uvođenjem velikih količina energije - energije koja ulazi u novi proizvodni proces - uz istovremeno osiguravanje kvaliteta proizvoda.⁴¹

Građevinski materijali su klasifikovani u biološke materijale ili tehničke materijale. Poželjno je držati se podalje od hibridnih materijala i pokušati dizajnirati zgrade koje se mogu demontirati, projektovane prema biološkom ili tehničkom sistemu, a to znači povratak građevinskih materijala u njihov osnovni metabolički svet, bilo putem biološkog ili industrijskog metabolizma, a to je slično onome što se dešava u prirodi.

Jedan od problema povezanih sa principima održivog dizajna leži u želji potrošača da ide u korak sa modernim proizvedenim završnim materijalima, koji su najbolji u pogledu kvaliteta u poređenju sa recikliranim proizvodom, a uzimajući u obzir i vreme potrebno da bi reproizvedeni materijali postali dostupni na tržištu.⁴²

⁴⁰ Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021, , p.126.

⁴¹ Isto, str.128.

⁴² Holtshausen, H.J, *Embodied Energy and its impact on Architectural Decisions* , Faculty of Art, Design and Architecture, University of Johannesburg, 2007, p.193.

Mnoge moderne zgrade danas, koje zavise od koncepata održivosti u svojim projektima, sadrže veliki udeo recikliranih materijala. U terminu recikliranja obično postoji zabuna ili dvosmislenost, postoje najmanje tri vrste materijala koji se mogu reciklirati:⁴³

- Potrošački materijal je proizvod komercijalnih i industrijskih aktivnosti ili otpad od aktivnosti u domaćinstvu, koji se ne može ponovo koristiti u iste svrhe.
- Oporavljeni industrijski otpad, obično se ne može ponovo koristiti u istim procesima, kao što je šljaka koja je rezultat procesa topljenja metala.
- Materijali vraćeni interno u okviru proizvodnih procesa, kao što su ostaci komada koji nastaju rezanjem proizvoda.

3.3.3. Trajnost

Trajnost građevinskih materijala jedan je od najvažnijih faktora u njegovom uticaju na životni ciklus zgrade. Upotreba kratko trajnih građevinskih materijala u spoljašnje površini zgrade i u završnoj obradi utiču na procenu životnog ciklusa zgrade jer joj je potrebno održavanje i zamena na gotovo kontinuirani način.

Izdržljivost upotrebljenih građevinskih materijala jedan je od najuticajnijih faktora u životnom ciklusu zgrade. Obično je materijalima sa niskom trajnošću potrebna zamena i održavanje, pa stoga imaju uticaj na smanjenje životnog ciklusa zgrade. Jedan od najuticajnijih i presudnih faktora u procesu odabira građevinskog materijala od strane arhitekta i vlasnika je preliminarna cena koji može dovesti do mogućnosti izbora građevinskih materijala koji nemaju dovoljnu trajnost kao rezultat nejasne ili zbunjene percepcije o odnosu između preliminarne cene i tekući troškov. Jedan deo problema leži na investitorima koji žele da ostvare veliku početnu dobit i zanemaruju razmišljanje o budućoj dobiti ostvarenoj tokom životnog ciklusa zgrade.

Razlike u količini trajnosti pojavljuju se jasno kada postoje jasne razlike u životnom veku komponenata zgrade, građevinskih materijala i sistema koji se koriste u zgradi, kao

⁴³ US green building Council, Sustainable Building Technical Manual, Public Technology Inc., 1996, p.193.

na slici 1. Napominjemo da je većina utrošene energije rezultat održavanja i sanacije spoljne površine zgrade, završnih obloga i usluga.

Dobar dizajn je dizajn koji u velikoj meri smanjuje troškove u odnosu na povećanje životnog veka zgrade, a do jedne od ovih strategija dizajna može se doći fokusiranjem na dizajniranje detalja koji će zaštititi materijale i najslabije delove u zgradi.

Primećeno je da građevinskim materijalima sa niskom utelotvorenom energijom treba relativno kontinuirano održavanje i nedostaje im trajnost, kao i strukturne specifikacije i ne smatraju se efikasnim u upotrebi za visoke objekte (visoke zgrade). Takođe, potrebno je voditi računa o izboru završnih materijala ako se uzima u obzir povećanje životnog veka zgrade.

Odabir građevinskih materijala visoke izdržljivosti i dugog životnog veka osigurava duge radne godine koje smanjuju relativnu potrošnju prirodnih resursa i energije tokom godina rada za ove materijale u poređenju sa građevinskim materijalima koji su skloni brzom propadanju i treba ih zameniti.⁴⁴

3.4. Uticaj održivih materijala na život zgrade

Procena životnog ciklusa zgrade direktno je povezana sa utelovljenom energijom građevinskih materijala, jer su povezane sa konceptom uticaja na životnu sredinu u smislu energije koja se unosi ili troši u građevinskim procesima od prvih faza vađenja materijala a zatim njegove proizvodnje i primene, do utrošene energije koja se koristi u zgradi tokom čitavog veka trajanja zgrade.

Utvrđivanje starosti zgrade koja će se graditi je najbolji način da se utvrdi veličina negativnog uticaja zgrade na životnu sredinu. Jer se uticaj materijala i cena građevinskog materijala na životnu sredinu procenjuje u odnosu na procenu starosti, što je efikasno sredstvo za upoređivanje među različitim građevinskim materijalima koji se koriste u istu svrhu - funkciju, poput gvožđa, drveta ili aluminijuma koji se koriste u prozorima. Trajnost građevinskih materijala jedan je od najvažnijih faktora koja utiču na životni ciklus zgrade.

⁴⁴ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015 p.16

Upotreba kratko trajnih ili neizdržljivih građevinskih materijala u spoljnom zidovima i završnim obradama utiče na procenu životnog ciklusa zgrade jer zahteva održavanje i zamena na gotovo kontinuirani način⁴⁵

3.5. Odabrani građevinski materijali za proučavanje – radna klasifikacija

Klasifikacija građevinskih materijala postaje sve složenija⁴⁶. U zavisnosti od nacionalnih standarda navode se podaci o fizičkim, strukturnim i termičkim karakteristikama, zapaljivosti ili deformitetima. Ali nijedan od ovih standarda ne sadrži podatke o uticaju materijala na okolinu⁴⁷. U nekim zemljama postoje propisi koji se odnose na štetnost vezanu za proces izgradnje, ali ne i tokom njihove upotrebe. Potrebno je da imamo više podataka o tome, a razne zvanične i alternativne organizacije «Zelenih» mogu nam pomoći da do njih dodjemo. Ukoliko bismo imali verodostojne podatke, mogli bismo da sprečimo primenu opasnih veštačkih materijala. Kao korisnici određenog materijala mi nismo u mogućnosti da saznamo kakav je njegov energetska sadržaj, ne možemo ustanoviti da li građa potiče iz zdravih šuma niti odrediti da li je metal proizveden od recikliranog materijala. Potrebno je ostvariti uticaj na proizvođače da u specifikaciji materijala pored ostalih prilažu i ove podatke.

Pritisak potrošača na prehrambenu industriju pokazao se veoma uspešnim. Danas većina prehrambenih proizvoda mora ispunjavati vrlo stroge zahteve. Isto treba primeniti i kod građevinskih materijala. To ne bi trebalo da bude samo pitanje odluke proizvođača, jer će uticati i na naše živote. Zdrava životna sredina treba da udje u modu, kao što je svojevremeno zdrav stil života ili ishrane.

Biće profitera koji će se tome opirati, ali pod sveobuhvatnim pritiskom biće prinuđeni da se povinuju. Tržište brzo reaguje i zdravi proizvodi mogu se naći na svakom koraku, ali u

⁴⁵Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, P.204.

⁴⁶Vasilski, D. Stevović, S. 2008: *Savremene metode primene eko-kompatibilnih materijala u kontekstu optimalnih urbanističkih rešenja*, Nova urbanost, Integracija - dezintegracija grada, simpozijum 27-28.11.2008. Beograd (ISBN 978-86-907727-4-2): 227-234

⁴⁷Berge, B. (2001), *The Ecology of Building Materials*. Architectural Press, p.117.

građevinarstvu još uvek je prisutna upotreba štetnih materijala, naročito u završnoj obradi i tapetarstvu. Ipak, tradicionalni materijali ponovo oživljavaju i dobijaju svoje mesto u završnoj obradi površina.

3.5.1. Ekološki građevinski materijali

Istraživanje će se baviti najčešće korišćenim građevinskim materijalima u ovom trenutku, kao što su drvo, cigle, gvožđe, cement, aluminijum i plastika, kako bi se pružila neophodna baza podataka o ovim materijalima i njihovim svojstvima, koja imaju uticaja i značaj u procesu donošenja odluka sa strane stručnjaka i arhitekata i njenog jasnog uticaja na održivost zgrade i povećanje njene ekološke vrednosti. Projektant može da razlikuje ili shvati glavni uticaj utelotvorene energije zgrade fokusirajući se na specifikacije tih materijala, a tim materijalima će se baviti u pogledu uticaja na životnu sredinu prema indikatorima: utelotvorena energija, reciklaža i trajnost.

1. Drvo

To je jedan od najstarijih materijala koji se koristi u izgradnji tradicionalnih zgrada i jedan je od materijala koji ima odličan ekološki certifikat jer je obnovljiv resurs. Njegove najvažnije karakteristike su: ⁴⁸

- Smanjivanje količine emisije CO₂ u atmosferu
- Za rad sa drvom nisu potrebne visoke tehnologije ili velike veštine.
- Dobar je izbor jer je održiv materijal.

Utelovljena energija drveta je posledica:

- ✓ Proizvodni procesi: neprerađeno drvo ima niske vrednosti u pogledu ugrađene energije i uključeno je u internu upotrebu. Što se tiče čvrstih vrsta, oni se mogu koristiti spolja bez obrade, pod uslovom da se detalji pažljivo

⁴⁸ Mendler, Sandra & Odell, William. *The hock guidebook to sustainable design*, John Wiley and Sons Inc., USA, 2000, p.206.

proučavaju kako bi bili dalje od vode kako bi se osiguralo da nisu izloženi oštećenjima.

- ✓ Transportne operacije: Otelotvorena energija koja nastaje u transportnim operacijama može biti velika u zavisnosti od izvora i vrste korišćenog drveta. Postoje meko i tvrdo drvo, koje se obično uvozi iz evropskih zemalja, a dolazi iz šuma koje zavise količine kiše potrebna za njihovog rasta.

Mesto ove šume se ne mogu industrijski zameniti, a što se tiče mekog drveta, ono se dobija iz šuma koje se presađuju, a ove komercijalne šume su obično zasađene malim površinama drveća, što utiče na biodiverzitet.⁴⁹

Reciklaža: Tvrdo drvo može se reciklirati ponovnim postavljanjem. Strukturni proizvodi od drveta i drveni paneli mogu se reciklirati i ponovo staviti ako su fiksirani na izvoru na način koji omogućava lako uklanjanje.

Trajnost: Drvu su potrebni aditivi u slučajevima spoljne upotrebe da bi se sprečile štete, a ovi tretmani su često toksični, pa bi trebalo izbegavati njihovu upotrebu u ekološkim zgradama kojima je namenjena održivost.

2. Glinene cigle

Glinena cigla je jedan od najstarijih građevinskih materijala koji je korišten zbog dostupnosti materijala za njegov sastav, a to je glina, u većini delova sveta, a sunce predstavlja slobodan izvor za njegovo sušenje.

Vavilonci i Sumerani izgradili su svoje gradove i hramove od opeke osušene pod sunčevim zracima, a tragovi te istorije svedoče o snazi i izdržljivosti ovog materijala na uticaja prirodnih uslova i faktora.

Utelovljena energija opeke je posledica:

- proizvodnog procesa:

⁴⁹ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, p.16.

Primarni uticaj na procese proizvodnje opeke je količina goriva i energije koja se koristi za sagorevanje i sušenje opeke. Cigle se ostavljaju nakon formiranja da se osuše, a zatim prolaze kroz nekoliko faza ponovnog sušenja dok ne dođu do prostorija sa temperaturom u rasponu od 100 c° do 400 c°. Najviš Toplota se generiše upotrebom prirodnog gasa kao primarnog goriva u procesu proizvodnje.

Opeke koje imaju visoku čvrstoću na pritisak i vlačnu čvrstoću sa što manjim apsorpcionim kapacitetom su opeke koje su otporne na klimatske uslove, a zahtevaju duže vreme sagorenja kao i visoke temperature pri sagorenju. Prirodni gas je jedna od najčešće korišćenih vrsta goriva za sagorevanje cigle.⁵⁰

Glinene opeke zahtevaju energiju između 15- 40% više od betonske opeke, ali s druge strane, primarna energija koja se koristi u slučaju glinenih opeka nastaje sagorevanjem prirodnog gasa i smatra se čistom energijom u poređenju sa primarnom energijom koja se koristi u slučaju betonskih blokova čija proizvodnja zavisi od sagorevanja uglja. Količina emisije gasa CO₂ koja proizlazi iz proizvodnih procesa glinenih opeka i nastalog otpada manja je nego u slučaju betonskih opeka.

- Operacije transporta:

Glinene cigle su obično izrađene od gline, koja je jedan od prirodnih resursa dostupnih u većini delova sveta. Ležišta gline se razlikuju po kvaliteti od regiona do regiona, pa stoga nisu pogodna za sve namene, postoji razlika u udaljenosti koju kamioni putuju od proizvodnih pogona do mesta implementacije

Reciklaža: Glinene cigle karakterišu njihova sposobnost da se koriste više puta i za različite tipove građevinskih struktura u okviru proizvodnih operacija.

Tako da se nastali otpad kontinuirano ponovo koristi. Prema procenama Udruženja ciglarske industrije, 80% proizvodnje obično uključuje otpadne materijale koji nastaju sagorevanjem tokom proizvodnih procesa, a ovaj otpad se može preneti da bi se koristio u drugim proizvodima.⁵¹

Trajnost:

⁵⁰Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, 182.

⁵¹ Ibid, p. 125.

Glinene opeke odlikuju se velikom čvrstoćom i izdržljivošću, a kada se koriste u strukturnom delu konstrukcije, traju stotinama godina, čak do 350 godina ili više, uz potrebu za jednostavnim održavanjem i uprkos tome što imaju visoku ugrađenu energiju, mogu biti prihvaćeni zbog njihove visoke izdržljivosti.

3. Gvožđe ⁵²

Gvožđe je danas jedan od najčešće korišćenih građevinskih materijala na svetu iz nekoliko razloga:

- Široko se koristi u glavnim i sporednim konstrukcijama većine zgrada.
- Ima sposobnost da se reciklira 100%
 - ✓ Lakoća i brzina rada s njim kao rezultat metoda ugradnje u građevinske procese, koju karakteriše mogućnost podizanja sekcija standardnih dimenzija i njihove ponovne upotrebe.
 - ✓ Moguće je iskoristiti otpad od gvožđa i neke nusproizvode procesa proizvodnje gvožđa u građevinskim radovima, na primer, proizvodi peći ili takozvani pepeo iz peći (metalni puter) nastali procesima topljenja.⁵³ Takođe, koriste se kao kamenje za puteve ili se samelje i koristi se sa mešavinom cementa ili betona.

Utelovljena energija gvožđa je posledica:

Proizvodni procesi:

Procesi proizvodnje gvožđa zahtevaju visoku i koncentrisanu energiju. Uključuje mnoge korake u postupcima topljenja gvožđa, kojima su potrebne peći sa visokim temperaturama koja prelazi 1000° C.⁵⁴

- ✓ Transportne operacije: Kao rezultat težine gvožđa, potrebna mu je velika otelotvorena energija koja proizlazi iz transportnih operacija,

⁵² Frank Lloyd. *Architecture*. Architectural Record press, New Jersey, 1975, p.47.

⁵³ US Green Building Council, 1996, P.183.

⁵⁴ Ridab Ahmed Mahmoud, *Intelligent orbital buildings, a study of the impact of technical integration into the environment on the reduction of structural and operational building costs*, Master's thesis, University of Technology, Tripoli, 2015, p.42.

posebno ako se prevozi na velike daljine. Gvožđe je materijal sa visokom oteletvorenom energijom.

Najefikasniji način smanjenja uticaja čelika na životnu sredinu u građevinarstvu je:⁵⁵

- ✓ Naglasak na ponovnoj upotrebi elemenata od gvožđa koji se koriste u starim konstrukcijama.
- ✓ Smanjenje količine energije koja se troši u transportnim operacijama oslanjanjem na lokalne izvore ili izvore blizu mesta primene.

Reciklaža: Gvožđe je jedan od materijala koji ima veliki potencijal za reciklažu, a moguće je smanjiti količinu potrošene energije i količinu zagađenja od 50- 70% uobičajene granice u slučaju reciklaže.⁵⁶

Trajnost: Gvožđe se odlikuje velikom trajnošću, posebno gvožđe tretirano protiv rđe.

4. Cement

Cement je jedan od osnovnih materijala koji čine beton, kao i njegova upotreba u završnim radovima zidova, a među najdostupnijim je građevinskim materijalima i najveći uzrok onoga što je poznato kao fenomen staklene bašte..

Utjelovljena energija cementa je posljedica:

Procesi proizvodnje:

Proizvodnja cementa uključuje procese sakupljanja cementa i mlevenja sa sirovinama (krečnjak, glina i pesak) da bi se dobili osnovni sastavni materijali, a to su jedinjenja kalcijuma, silicijum dioksida, aluminijuma i gvožđa.

Nakon mlevenja materijali se zagrevaju na vrlo visoke temperature da bi se dobili komadići tvrdog mermera čim se ohladi, a zatim melju sa malom količinom gipsa da bi se dobio cementni prah, pa je energija koja se troši u proizvodnim procesima vrlo velika kao rezultat velike toplote koja je potrebna ovim procesima.

⁵⁵ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, p.173.

⁵⁶ US Green Building Council, 1996, P.180.

- ✓ Transportne operacije: Postupci proizvodnje cementa trenutno čine 0,33% količine gasa CO₂ koji se emituje u Sjedinjenim Državama, dok transport čini 27% količine emitovanog CO₂ gasa.⁵⁷

Reciklaža: Cementne ploče su primer materijala koji je teško reciklirati ili ponovo upotrebiti, a neki postupci recikliranja ograničeni su na drobljenje i upotrebu kao zalivni materijal za puteve i trotoare.

Trajnost: Paneli sastavljeni od jedinjenja izrađenih od armiranog betona (cementni paneli), koji su obično obojeni sjajnim bojama ili prekriveni plastikom ili laganim slojem metala pogodnih za pokrivanje fasada, odlikuju se izdržljivošću, a neke od njihovih komponenti sadrže materijale koji se mogu reciklirati ako su pažljivo odvojeni, to je dobar izbor zbog svoje visoke trajnosti.⁵⁸

5. Aluminijum

Aluminijum je jedan od najtrajnijih i najčvršćih građevinskih materijala, jer se smatra jednim od materijala sa dugim životnim vekom i karakteriše ga mogućnost da se lako reciklira, što osigurava smanjenje udela u emisiji CO₂.⁵⁹

Utelovljena energija aluminijuma je posledica

Proizvodni procesi: Aluminijumu je potrebna visoko otelotvorena energija kao rezultat količine primarne energije koja mu je potrebna u procesima ekstrakcije i proizvodnje. Primarna proizvodnja aluminijuma ima značajan negativan uticaj na životnu sredinu.

Transportne operacije: Kao rezultat male težine koju karakteriše aluminijum, energija koja se troši u transportu je relativno mala, postoji direktna proporcija potrošnje energije sa težinom materijala.

⁵⁷ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, p.176.

⁵⁸ US Green Building Council, 1996, pp.180-185.

⁵⁹ Kim Jong-Jin, "Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials", 1998, The University of Michigan, p.25.

Reciklaža: Aluminijum ima prednost što se reciklira i proizvodi u postupcima koji su laki i jeftini. Ako uzmemo u obzir malu težinu aluminijuma, njegova otelotvorena energija iznosi 80 MJ / Kg.⁶⁰

Moguće je smanjiti količinu potrošene energije i količinu zagađenja na 8,5% uobičajene granice ako se reciklira umesto da se koristi novi material.

Trajnost: Obloženi aluminijumski paneli jedan su od odgovarajućih građevinskih materijala za fasade, jer troše malo materijala proporcionalno pokrivenosti - površinu pokrivenu fasadom - a odlikuju se izdržljivošću i mogućnošću ponovne upotrebe i recikliranja.⁶¹

6. Plastika

Plastika je jedan od materijala koji ima visoku vrednost otelotvorene energije po jedinici težine, ali od nje je moguće ostvariti potpunu korist ako se koristi u malim količinama kao dodatak neophodnog spoja između građevinskih materijala ili povećanjem gustine neki materijali poput drveta, u ovom slučaju je moguće produžiti životni vek elementa.

Utelovljena energija plastike je posledica

Proizvodni procesi: Otelotvorena energija plastike koja proizlazi iz proizvodnih procesa je veoma visoka, jer je jedna od industrija odgovornih za najveću količinu emisije CO₂, što iznosi više od polovine toksičnih gasova koji se emituju u životnu sredinu.

Reciklaža: Većinu vrsta plastike karakteriše mogućnost recikliranja i omogućava ponovno formiranje, ali je teško odrediti procenat energije koja se može uštedeti u slučaju reciklaže zbog velike raznolikosti korištenog plastičnog materijala. Pored toga teško je razdvojiti jedni od drugih, a premazi koji se dodaju čine recikliranje složenim i teškim procesom.⁶²

⁶⁰ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, p.178.

⁶¹ US Green Building Council, 1996, pp.180-187.

⁶² US Green Building Council, 1996, P.187.

Trajnost: Trajnost plastike varira u zavisnosti od materijala koji su uključeni u proizvodni proces i razlikuje se kod različitih upotreba.⁶³

Uobličena energija						
	Materijal	Faktori koji utiču na količinu energije		Količina energije	Reciklaža	Trajnost
		Transport	Proizvodni procesi			
1	Drvo	Diferencirano u zavisnosti od izvora	Niska energija	Srednja	Može se reciklirati ponovnim distribucijom	varira u zavisnosti od vrste drveta i tretmana koji se koristi za njegovu zaštitu
2	Glinene cigle	Niska	Visoka energija	Srednja	Reciklaža se odvija u fazama proizvodnje, što otpad iz sušara ponovo ulazi u proizvodni proces	Visoka izdržljivost
3	Gvožđe	Zbog svoje težine potrebna mu je velika energija, posebno ako se prevozi na velike daljine	Fokusirana i visoka energija	Veoma visoka	100% moguće reciklirati	Visoka izdržljivost
4	Cement	Visoka energija	Visoka energija	Visoka	Teško je reciklirati, a neke operacije recikliranja ograničene su na drobljenje i upotrebu za puteva	Visoka izdržljivost

⁶³Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad, p.38.

5	Aluminjum	Niska zbog male težine	Visoka i veoma koncentrovana primarna energija tokom proizvodnje	Veoma visoka	Karakteriše ga mogućnost recikliranja i proizvodnje u operacijama lako i jeftino	Visoka izdržljivost
6	Plastika	Diferencirano prema varijansi materijala koji su uključeni u proizvodnju	Veoma visoka energija, jedna je od industrija koja je najodgovornija za emisije najveću količinu CO2	Veoma visoka	Proces recikliranja je složen i težak zbog velike raznolikosti materijala uključeno u njegovu proizvodnju	Diferencirano kao rezultat različitih materijala koji se koriste u njegovoj proizvodnji

Tabela 3. Poređenje između građevinskih materijala koji su obuhvaćeni istraživanjem i proučavani prema indikatorima utelovljena energija, mogućnost recikliranja i trajnost. (Izvor: Autor)

LEED standardi		Novo objekte javni objekat	Dizajn enterijera za poslovne zgrade	Stambene zgrade	Postojeće zgrade	Liftove i spoljašnost zgrade
1	Održivi planovi lokacija	14	7	14	16	15
2	Efikasnost vode	5	2	12	5	5
3	Energija i biosfera	17	12	29	22	15
4	Materijali i resursi	13	14	24	10	9
5	Kvalitet unutrašnje životne sredine	15	17	14	18	13
6	Lokacije i susedne zgrade			10		
7	Svest i obrazovanje			5		

8	Inovacija i dizajn	5	5	4	5	5
	Evaluacija ne prelazi ukupan broj bodova	69	57	108	76	62

Tabela 4. LEED standardi korišćeni u proceni u zavisnosti od vrste zgrade
(Izvor: Autor)

	Klasifikacija zgrada prema sistemu LEED	Broj bodova (Nove građevine)	Procenat garancija
1	Bronzana	26-32	Ispunjava 40% garancija
2	Srebrna	33-38	Ispunjava 51-60% garancija
3	Zlatna	39-51	Ispunjava 61-80% garancija
4	Platinasta	52-69	Ispunjava 80% garancija

Tabela 5. Klasifikacija zgrada prema sistemu LEED u zavisnosti od pravila i standarda
(Izvor: Mendler & Odell, 2005, P.20.)

3.5.2. Studija slučaja: primenjene analize i istraživanja

Istraživač se oslanjao na uporedni analitički deskriptivni pristup u građevinskim materijalima odabranim za proučavanje prema pokazateljima otelotvorene energije, reciklaže i trajnosti, tako da se može praktično proučavati i analizirati.

Odabran je izabrani uzorak studije, koji se sastoji od 5 globalno održivih zelenih projekata, zasnovanih na jasnim osnovama koje su izvedene iz sadržaja istraživanja radi postizanja njegovih ciljeva, to su:

- Odabrani projekti su među zelenim projektima i one predstavljaju jedan od vodećih svetskih nagrađivanih primera **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) i ocenjene su sa strane The American Institute of Architects (**AIA**) i proglašane

među deset najboljih zelenih projekata za određenu godinu. Projekti ističu jedan ili više pokazatelja obuhvaćenih istraživanjem (oličenje energije, reciklaža, trajnost).

➤ Odabrani su projekti koji su završeni krajem dvadesetog i početkom dvadeset prvog veka, jer idu u korak sa razvojem tehnologije i građevinskih materijala poslednjih decenija, uzimajući u obzir hronologiju prezentacije projekti u njihovom projektovanju.

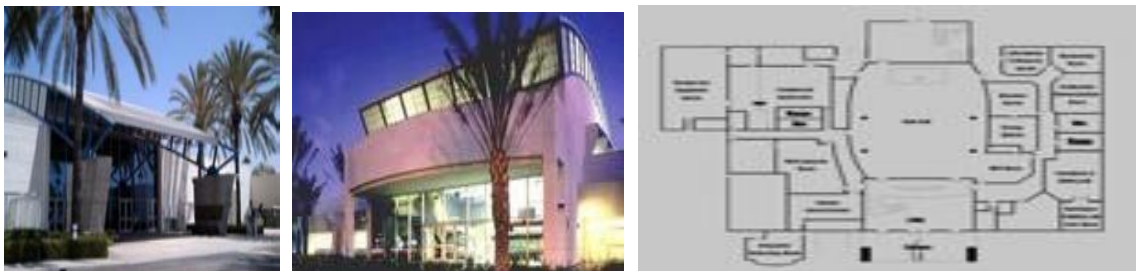
➤ Posедуje različite intelektualne, fizičke i formalne karakteristike.

1. Energy Resource Center

- Lokacijau: Kalifornija, SAD.
- Tip zgrade je komercijalni kancelarijski kompleks,
- Realizacija: Rehabilitacija kancelarijskog kompleksa osnovanog 1957.

Izgradnja je završena 1995.

Opšti opis projekta i njegovog sadržaja: Centar nudi ideje za kupce koji će im pomoći da dođu do najboljih rešenja i ideja u pogledu efikasnosti, troškova i kompatibilnosti sa okolinom i koja zadovoljavaju njihove energetske potrebe. Istovremeno, obezbeđuju trajnu održivost i visoke performanse za opslužene prostore.



Slika 4. Energy Resource Center: izgledi i osnova

(Izvor: Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, University Journal, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

Upotreba lokalnih građevinskih materijala koji ne zahtevaju komplikovane proizvodne procese poput drveta.

Vrednovanje projekta: Zgradu je LEED dodelio bronzanim nivoom. LEED je takođe ocenio projekat kao zgradu stvarnosti u 2009. godini u pogledu rada i održavanja na bronзанom nivou, a projekat je Savet AIA izabrao među deset najboljih zelenih projekti u 1998 godine.

Građevinski materijali i njihovi izvori: Jedan od najvažnijih ciljeva radne grupe je smanjenje količine korišćenja prirodnih resursa smanjenjem njihove potrošnje, ponovnom upotrebom materijala, recikliranjem materijala, integrisanjem potrošenih proizvoda sa recikliranim materijalima i izbegavanjem upotrebe građevinskih materijala koji ugrožavaju ekosistem. To znači da oko 80% materijala korišćeni materijali se recikliraju ili su napravljeni od materijala koji se može reciklirati, a ovo je jedna od najvažnijih metoda koja se koristi za smanjenje otelotvorene energije. Korišćeni reciklirani građevinski materijali su gvožđe, staklene ploče, plastične pregrade za kupatila i drvo koje se koristi na ulazu iz recikliniranog drveta.

Primenjene strategije održivosti:

- Ponovna upotreba starih građevinskih materijala.
- Oslanjanje na lokalno tržište za prikupljanje građevinskog materijala koji se može reciklirati i koristiti.
- Ponovna upotreba materijala u staroj zgradi, kao što su plastika (ponovo korišćena za recikliranje plastičnih pregrada) i drvo (obnovljeno iz stare zgrade i ponovo upotrebljeno). Slika (3)

2. Biblioteka sa terasom i pogledom na jezero (Lake View Terrace Library)

- Lokacija: Kalifornija, SAD
- Tip zgrade: Kulturno- obrazovni.
- Izvođenje: Nova izgradnja, završena u junu 2003

Opšti opis projekta i njegovog sadržaja: Biblioteka je kulturno i društveno mesto na kome se odvijaju razne aktivnosti u gradu Los Angelesu.

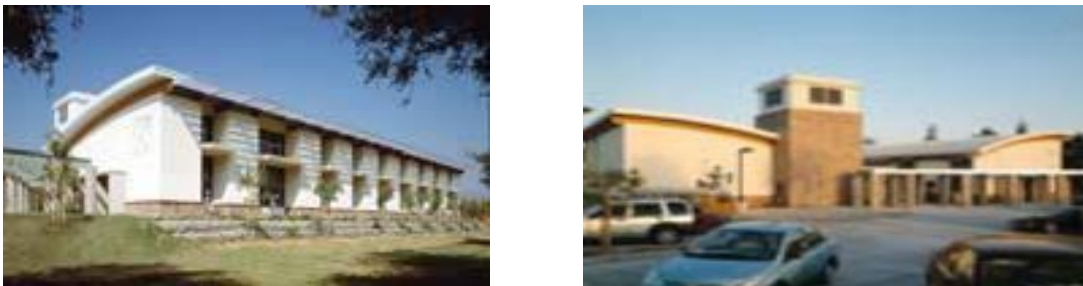
Komponente zgrade: Čitaonica, sala za sastanke, izložba zaštite životne sredine i otvoreno dvorište.

Ocena projekta: Zgradu je LEED veće dodelilo Platinasti nivo, dok AIA je projekat izabrala među deset najboljih zelenih projekata u 2004 godine.



Slika 5. *View Terrace Lake Library*, upotreba betonskih građevinskih jedinica sa lokalnim građevinskim materijali, koristeći lokalno dostupan bambus

(Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Bejrut.)



Slika. 6 . Upotreba betonskih građevinskih jedinica sa lokalnim građevinskim materijalima

(Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Bejrut.)

Građevinski materijali i njihovi izvori: Zgrada je projektovane sa vekom trajanje 100 godina, pa je betonski materijal odabran za izgradnju konstrukcije, a sastoji se od betonskih građevinskih jedinica (CMV) koje karakterišu:

- ✓ Jedinice se usisavaju iznutra, jer su deo strategije hlađenja koja se koristi u zgradi.
- ✓ Građevinske jedinice su polirane kako bi se obezbedila elegantna površina i smanjila potreba za bojenjem.
- ✓ Reciklirani građevinski materijali korišćeni su u proseku od 15% od ukupnog broja upotrebljenih građevinskih materijala, poput gvožđa, da bi se smanjila otelotvorena energija koja se troši u proizvodnji.
- ✓ 60% upotrebljenog građevinskog materijala potiče sa oko 500 milja od gradilišta, 30% građevinskog materijala potiče sa 100 milja, a više od polovine građevinskog materijala je iz lokalnog građevinskog materijala, kako bi se smanjila otelotvorena energija potrošeni u transportnim procesima.

Utvrđivanje starosti zgrade u ranim fazama procesa planiranja i projektovanja jedna je od važnih tačaka koje imaju jasan uticaj na kvalitet građevinskih materijala odabranih u izgradnji. Jedna od najvažnijih tačaka u ovom slučaju je izbor građevinskog materijala koji je blizu njihovog životnog veka (što je važan faktor u proceni troškova radova na održavanju).

Strategije održivosti:

- Unapred planirati starost zgrade, a zatim proceniti izbor građevinskih materijala u skladu sa njihovim životnim vekom (plan dugotrajnosti materijala).
- Smanjivanje emisije gasova staklene bašte iz proizvodnih procesa. Korišćene su betonske građevinske jedinice, i iskorišćeno je 20% leteći pepeo (otpad od proizvodnog procesa) umesto portland cementa kako bi se smanjili proizvodni procesi koji rezultiraju emisijom toksičnih gasova, najviše ugljen-dioksida.
- Izabrali su što je više moguće, građevinskih materijala dostupnih u lokalnom okruženju i odabrali podova od bambusa umesto masivnog drveta.

- ✓ Transport materijala imao je jasnu ulogu u procesu odabira građevinskog materijala zbog njegovog uticaja na izračunavanje konačne cene projekta, pa je bilo poželjnije koristiti građevinske materijale koji su korišćeni i proizvedeni iz lokalnog okruženja.

3. Studentski centar Charles Hostler u univerzitetskom kampusu

- Lokacija: Beirut – Liban
- Tip zgrade: Rekreativna zgrada u kampusu.
- Izvođenje: Novogradnja, završena u februaru 2008.

Opšti opis projekta i njegov sadržaj: Centar se nalazi u kampusu Američkog univerziteta u Bejrutu i predstavlja idealan model za dizajn koji odgovara okolini, a sadrži prostorije za sastanke, kafeteriju i radni prostor.

Ocena projekta: Odbor AIA izabrao je projekat među deset najboljih zelenih projekata u 2009. Godine.

Građevinski materijali i njihovi izvori:

Materijali odabrani od lokalno dostupnih građevinskih materijala, radi smanjenja ugrađene energije koja se troši u transportnim procesima, a ovi materijali se odlikuju visokom izdržljivošću (sa velikim životnim vekom) i velikom trajnošću. Sistem zgrada se oslanjao na građevinske materijale i tehnike koji se koriste lokalno, uključujući beton, kamen, aluminijum za prozore, i aluminijumske suncobrane u pravcu juga, montažne suncobrane na istoku i zidove na zapadnoj strani kako bi se obezbedili hlad za prozore i vrata.



Slika 7. Charles Hostler Student center, American University, Izgled i osnova prvog sprata

(Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Beirut.)

Izbor građevinskih materijala sa dugim vekom trajanja materijala kao što je kamen kako bi se osigurala visoka izdržljivost kao što su beton i kamen. Upotreba lokalnih građevinskih materijala, poput velikog kamena

Strategije održivosti:

- ✓ Prednost za građevinske materijale iz lokalnih izvora koji se proizvode u lokalnom okruženju. Da se smanji količina utrošene energije koja se troši u transportu.
- ✓ Projekat se oslanjao na svoju vezu između (tradicionalnih i modernih tehnika).

4. Kuća za sastanke (First Unitarian Society Meeting House)

- Lokacija: Wiskonsin- Madison
- Tip zgrade: Kuća za sastanke, samostojeća zgrada, urbana lokacija, 91% nova zgrada, 9% renoviranje istorijske zgrade.
- Izvođenje: Izgradnja završena u septembru 2008

Opšti opis projekta i njegov sadržaj: Nova zgrada je dodatak zgradi istorijske kuće za sastanke koju je projektovao Frank Lloyd Wright 1951. godine, što je jedan od najinovativnijih primera na svetu.

Dizajneri su razvili četiri glavna kriterijuma koja su vodila naredne odluke o dizajnu:

- Simulacija istorijske građevine i gradnje u duhu originalnosti
- Inspiracija iz duha istorije i simulacija stare zgrade.
- Održavanje jedinstva nove zgrade sa starom.
- Nova zgrada povećava kultnu snagu zgrade.
- Očuvanje integraciju zgrade sa prirodnim sistemima koje je Frank Lloyd Wright postigao u svojoj zgradi.



Slika 8 - Korišćenje lokalno dostupnog materijala

Izvor: Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad.

Ocena projekta: Zgrada je nagrađena zlatom sa strane LEED, dok AIA je proglasio projekat među deset najboljih zelenih projekata za 2011. Godine.

Građevinski materijal i njihovi izvori:

- Upotreba lokalno proizvedenih građevinskih materijala uz upotrebu čeličnih konstrukcija u građevinarstvu, pored betona, i upotreba celuloznih materijala za izolaciju od recikliranih materijala.
- Upotreba borovog drveta dostupnog lokalno na lokalitetu, koji je korišćen u nekim plafonima i vratima.
- Upotreba lokalno dostupnog kamena.
- Oko 90% otpada sa lokacije poseduje program za reciklažu i ponovnu upotrebu.

Strategije održivosti:

- Zaštita ekosistema i dizajn dugog životnog ciklusa zgrade usvajanjem materijala visoke izdržljivosti.
- Odobrenje operacija recikliranja otpada na gradilištu.
- Korišćenje lokalnih materijala dostupnih na sajtu, uključujući drvo i materijale lokalno proizvedene.

Transport materijala: usvajanje građevinskog materijala iz lokalnih izvora i lokalne proizvodnje, radi smanjenja ugrađene energije (Potrošnja u transportu).

5. Visokotehnološka obrazovna zgrada - Chula Vista.

- Lokacija: Kalifornija USA
- Tip zgrade: Jednogradnja, edukativna, površina je 4120 m² u centru grada.
- Izvođenje: Nova gradnja, završena u martu 2009

Opšti opis projekta i njegovog sadržaja: Škola opslužuje 550 učenika, škola se nalazi na jednoj od kulturno i ekonomski najraznovrsnijih lokacija u Sjedinjenim Američkim Državama.



Slika 9. Obrazovna zgrada, odobrenje izmerenih ponovljenih jedinica

(Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggar, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.)

Ocena projekta: Zgrada je nagrađena zlatnim nivoom od strane LEED-a, a projekat je izabralo Veće AIA među deset najboljih zelenih projekata u 2011. godine.

Građevinski materijal i njihovi izvori:

- Konstrukcija se oslanjala na dve vrste proizvedenih delova, moderne montažne celine i tradicionalne celine, a obe su zavisile od sastavljanja recikliranih celina izmerenih dimenzija. Ove merene jedinice su usvojene za sve delove zgrade, uključujući i usluge, kako bi se svele na minimum broj oštećenih delova nastalih od sečenja.
- Usvajanje lokalnog drveta u većini delova zgrade.

- Usvajanje standardnih ponavljajućih jedinica Modules, dalo je mogućnost uštede vremena na implementaciji, tako da je postupak montaže delova zgrade trajao samo nekoliko dana. Time su građevinski radovi na gradilištu svedeni na minimum, a zatim smanjena je zagađenje i buka na lokaciji, pored toga što ove jedinice pružaju mogućnost lakog rastavljanja i ponovne upotrebe u budućnosti ako je potrebno
- Uzet je u obzir izbor građevinskih materijala sa visokim ekološkim zdravstvenim performansama, a akcenat je bio na drvenim proizvodima i čeličnim konstrukcijama merenim u građevinarstvu.
- Projekat je dizajniran za životni ciklus od 100 godina ili više, a u izgradnji iskorišćeni su materijale sa niskim zahtevima za održavanje, kao što su: betonski podovi, gvozdeni plafoni i podovi od okvira od gvožđa, cement od vlakana kako bi se obezbedila dugotrajnost škole.
- Usvajanje sistema recikliranih jedinica “Modular” daje u budućnosti mogućnosti adaptacije i promena sa novim tehnologijama, posebno u oblasti energetike i uslužnih sistema.

Strategije održivosti:

- Korišćenje građevinske jedinice za višekratnu upotrebu: korišćenjem modularnih blokova za višekratnu upotrebu i isticanjem ponovljene upotrebe modularnih jedinica
- Planiranje materijala za duži životni vek kroz: upotrebu materijala i sistema sa niskim zahtevima za održavanje i upotrebu vlaknastog cementa.
- Upotreba recikliranih materijala za smanjenje oličene energije koja se troši u proizvodnim procesima upotrebom građevinskih struktura od recikliranih materijala.

Naziv projekta	Oličenje energije	Recklaža	Trajnost	Evaluacija projekata
	Faktori koji utiču na količinu energije			

		Transport	Proizvodni procesi			
1	Centar za energetske resurse- Kalifornija	Oslanjanje na lokalno tržište svih građevinskih materijala koji se mogu reciklirati i koristiti.	Upotreba lokalnih građevinskih materijala. Koje ne zahtevaju složene proizvodne procese poput drveta.	Da bi se smanjila upotreba prirodnih resursa, 80% upotrebljenih građevinskih materijala su reciklirani materijali ili materijali koji se mogu reciklirati (poput gvožđa i staklenih ploča), a iskorišćeno drvo je reciklirano drvo.	Upotreba materijala visoke čvrstoće poput gvožđa.	Bronzani nivo LEED Izabran je među deset najboljih zelenih projekata iz 1998. godine sa strane AIA
2	Biblioteka jezera- Kalifornija	Više od polovine građevinskog materijala potiče od lokalnog građevinskog materijala kao što je drvo papavera umesto od masivnog drveta, kako bi se smanjili troškovi prevoza, korišćeni su lokalni građevinski materijali proizvedeni u lokalnom okruženju.	Upotreba betonskih građevinskih jedinica i uvođenje letećeg pepela (otpad proizvodnih procesa) za 20% umesto portland cementa radi smanjenja proizvodnih procesa radi smanjenja emisije co2	Upotreba 15% recikliranih građevinskih materijala od korišćenih materijala poput gvožđa	Starost projektovane zgrade je 100 godina, pa je betonski materijal odabran za izgradnju konstrukcije i građevinskih materijala kojisu približni njihovog korisni vek trajanja (što je važan faktor za smanjenje troškova održavanja)	Platinasti nivo LEED Izabran je među deset najboljih zelenih projekata iz 2004 godine sa strane AIA
3	Studentski centar Bejrut Liban	Izbor građevinskog materijala	Upotreba lokalnih građevinskih materijala	_____	Odabir građevinskih materijala sa dugim životnim	Izabran je među deset najboljih zelenih

		iz lokalnih izvora poput kamena.	kao kamen		vekom i visokom trajnošću poput betona i kamena i visoke izdržljivosti kao što je aluminijum.	projekata iz 2009. godine sa strane AIA
4	Sala za sastanke-Madison Wisconsin	Korišćenja lokalnog proizvedenog građevinskog materijala. Upotreba borova i kamena dostupnih lokalno na lokaciji	Usvajanje lokalnih proizvoda kao što su drvo i kamen koji ne zahtevaju složene proizvodne procese.	Upotreba celuloznih materijala za izolaciju od 90% recikliranih materijala otpada sa lokacije i postavljanje programa za reciklažu i ponovnu upotrebu.	Dizajniranje dugog životnog ciklusa zgrade usvajanjem materijala visoke čvrstoće poput betona i čeličnih konstrukcija.	Zlatni nivo LEED IZabran je među deset najboljih zelenih projekata iz 2011. godine sa strane AIA
5	Obrazovna zgrada California America	Korišćene su lokalne materijale u većini delova zgrade poput drveta.	Korišćenje lokalnih materijala u velikom proporciji sa usvajanjem izmerenih dimenzija radi smanjenja oštećenih delova nastalih zbog sečenja komada. Upotreba materijala sa visokim ekološkim i zdravstvenim performansama, kao što su standardizovani proizvodi od drveta i čeličnih konstrukcija.	Upotreba komponenta za višekratnu upotrebu i recikliranih struktura. Usvajanje standardizovanih ponavljajućih jedinica MAODULES. Rad na uštedi vremena i smanjenju građevinskih radova na gradilištu, pored mogućnosti jednostavne demontaže i ponovne upotrebe pomoću standardnih čeličnih konstrukcija.	Projekat je dizajniran za životni ciklus od 100 godina ili više, zbog toga Korišćene su materijali sa manjim zahtevima za održavanje, kao što su betonski podovi, čelične konstrukcije i vlaknasti cement. Upotreba standardizovanih gvozdениh konstrukcija u građevinarstvu	Zlatni nivo LEED IZabran je među deset najboljih zelenih projekata iz 2011. godine sa strane AIA

Tabela 6. Poređenje prikazanih projekata i komparativna deskriptivna analiza

Kroz prezentaciju nagrađivanih međunarodnih projekata, nagradom LEED, koje je i AIA ocenila kao najbolje zelene projekte, kao i primenom uporedne analitičke deskriptivne metode, iz Tabele br. 6, izvodimo sledeće zaključke:

- 5.1. Svi projekti su razvili u okviru svoje strategije smanjenja utelovljena energije koja se troši u transportnim operacijama oslanjanjem na lokalne materijale u većini delova projekta, kao što je drvo i kamen, u skladu sa onim što je dostupno u svakoj regiji, i to je ono što smo primetili u projektima 2, 4, 5.
- 5.2. Najistaknutije strategije korišćene za smanjenje utelovljena energija koja se troši u proizvodnim procesima razlikovale su se između upotrebe materijala sa niskom oličenom energijom, poput drveta, kao što je projekat 1, 4, 5 i kamena u projektu 3 i 4. Pored toga, upotrebeljeni su reciklirane materijala i dat je naglasak na onome što je dostupno na lokalnom tržištu u regionu da bi se smanjila utelovljena energija koja se troši u transportnim operacijama kao u projektu (5)
- 5.3. Smanjivanje količine utrošenih prirodnih resursa, što je očigledno u odabiru materijala koji se mogu reciklirati i odmeravati, obično u velikim razmerama u okviru istog projekta kao u projektima 1, 2, 4, i 5. Takođe, naglašavana je upotreba ponavljajućih jedinica i odmerene materijala, među najistaknutijim materijalima koji se koriste je gvožđe.
- 5.4. Što se tiče trajnosti, prethodno planiranje za utvrđivanje starosti zgrade imalo je glavnu ulogu u odabiru građevinskih materijala visoke izdržljivosti i bliskog životnog veka, kao u projektu 2, 4 i 5. Istraživanje je dovelo do otkrivanja mehanizama za odabir građevinskih materijala koji će služiti njihovim funkcionalnim

performansama i smanjiti njihove negativne efekte na životnu sredinu i očuvati njihove resurse i ekosisteme prema pokazateljima: oličena energija, reciklaža i trajnost, koji imaju značajan uticaj na postizanje održivih zgrada unutar lokalnog okruženja.

3.5.3. Obnovljivi prirodni materijali

Neki primeri obnovljivih građevinskih materijala uključuju recikliarni teksas ili Arhitektura je u 20. veku napredovala upotrebom novih materijala (čelik, armirani beton i dr.), ali okolnosti, energetska efikasnost i ekološka osveštenost sve više utiču na korištenje prirodnih, obnovljivih materijala time i neverovatnu inventivnost novih konstrukcija, staro-novih načina gradnje, na taj način došlo je do formiranje zgrade sa novim funkcijama i oblika. Permakultura se temelji na kreiranju održivih ljudskih prebivališta primenjujući primere iz prirode izolaciju od ovčije vune, konopljin beton, rimski beton, ploče napravljene od papirnih ljuspica, pečene zemlje. Tu spada glina, vermikulit, laneno platno, morska trava, zrna ekspanirane gline, kokos, ploče od drvenih vlakana, i bambus, koji je jedna od najjačih i najbrže rastućih drvenastih biljaka i nije toksičan. Podovi od bambusa mogu biti korisni u ekološkim prostorima jer pomažu u smanjenju čestica zagađenja u vazduhu. U tome takođe pomaže vegetativni pokrivač kao štit preko omotača zgrade. Papir koji se pravi ili proizvodi od šumskog drveta se može stoprocentno reciklarati, tako da regeneriše i štedi gotovo svako šumsko drvo koje se iskoristi tokom procesa proizvodnje. Postoji nedovoljno iskorišćen potencijal za sistematsko skaldištenje ugljenika u izgrađenom okruženju.

3.5.3.1. Sirova glina – nepečena zemlja

Poslednjih decenija veoma je popularna gradnja ekoloških kuća od zemlje, pa i slame, uz korišćenje sirove gline kao finalne obloge.

Ekološki ugođaj u ovakvim objektima je kompletan onda kada se i za unutrašnje malterisanje koristi blato pomešano sa peskom i piljevinom.

1. Stanovanje – kuća u Hajnu (Wohnhaus Hein), Berlin

Privatna kuća postavljena na temelje od nosivih blokova glinene zemlje. Proširenje na postojeću štalu od kamena (krš). To je prva kuća napravljena od glinenih blokova nakon napuštanja poslijeratnih mera opreza iz 1950.-ih godina. Prizemlje je od pečene zemlje, prvi sprat je sastavljen od drvene konstrukcije s izolacijom, unutarnjom i vanjskom od konopljih vlakana slaganih u slojeve. Centar kuće je kuhinja, prostor koji je označen s velikim otvorom na fasadi, na prvom spratu je prozor na kosom krovu. Kuća ima grijanje i hlađenje preko solarnih kolektora i drvenih paleta. Potrošnja energije je svega 24 KWh/m². Ukupna površina je 180m², projekt je realizovan 2006. pod vodstvom arhitekta Eike Roswag.



Slika 10 - Stanovanje – kuća u Hajnu, Berlin

1. (Izvor: Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.)

2. Habitat Initiative Cabo Delgado, Mozambik

Siromašni severni region Mozambika je pretežno naseljen lokalnim stanovništvom koje žive u jednostavnim kolibama od blata. Ove kuće imaju vek trajanja od samo pet do osam godina, zbog nedostataka načina gradnje i nedostatka materijala potrebnih da bi kuće bile trajnije.

Projekt je podržan u selima u provinciji Cabo Delgado. Lokalna tradicija u izgradnji kuća i korištenje lokalnog materijala kao što su zemlja i bambus su upotrebljeni za gradnju. Njihov je kvalitet poboljšan zahvaljujući savremenim tehnologijama. Lokalni radnici naučili su ove nove tehnike dok su radili na radnom mestu. Izgrađeno 2008. godine Autor: Roswag Eike + arhitekti.



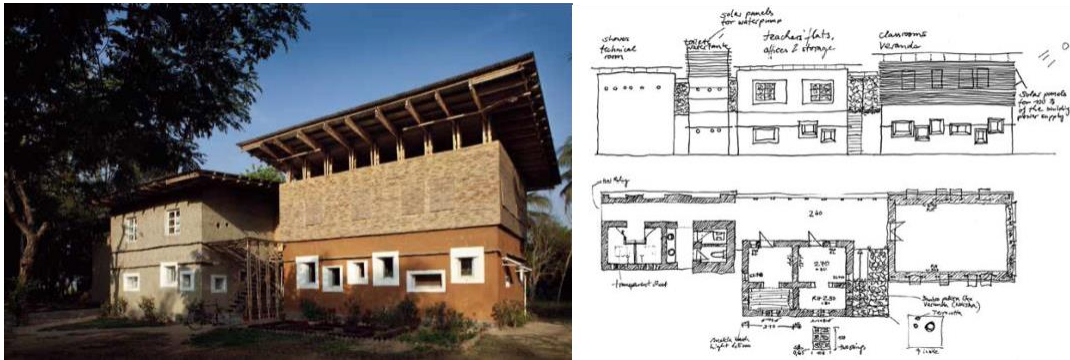
Slika 11 - Habitat Initiative Cabo Delgado, Mozambik

(Izvor: Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern Today, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, 26 June, Issue 11, 2018.

3. HOMEmade – porodične kuće, Bangladeš

Ove tri porodične kuće su rezultat Hands-on radionice za studente i mlade arhitekte sprovedene u ruralnom području Bangladeša. Osam studenata sa BRAC fakulteta u Dhaki (Bangladeš) i pet studenata sa fakulteta za umetnosti u Lincu / projectstudio BASE habitat (Austrija) došlo je u malo i zabačeno selu na severu Bangladša, Rudrapur, kako bi nastavili ono što je započelo s handmade METI - školom: raditi zajedno s lokalnim ljudima na modelu za održivu, modernu arhitekturu u dinamičnom procesu. Cilj Homemade projekta je poboljšanje uslova života lokalnog stanovništva i jačanje nacionalnog identiteta, a da pritom zadrže trenutnu visok nivo održivosti. To je postignuto izgradnjom tri modela kuća za porodice s niskim prihodima u naselju koji su projektovani mladi lokalni arhitekti, a izgradili lokalni majstori koji poznaju tehnike gradnje korištenjem blata i bambusa. Očekivanje je da mladi arhitekti prenose svoje znanje i veštine na ostale regije Bangladeša i da će se kroz njihove napore i veštine podstaći izgradnja drugih *modernih* domova od blata u regiji. Zbog ograničenog proračuna i dostupnih materijala, planeri su bili prisiljeni

koncentrirati se na osnovne potrebe klijenata (meštani) i stvoriti inteligentni projekat iz većine postojećih resursa.



Slika 12 – Porodične kuće u Bangladešu

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021)

Podignuti dvo-etažni objekti od blata imaju doprinos u tome što su dostupni u ruralnim područjima zemlje. Rezultat arhitekture odražava se u čistoći oblika i materijala, zgrade koje su usklađene sa okolinom i služe potrebama ljudi. HOMEmade projekt je održiv zbog dva glavna razloga: prvo, on je izgrađen od dostupnih, lokalnih, obnovljivih izvora materijala - blato i bambus. Drugo, on štedi na zemljištu za poljoprivredu gradeći zgrade na dva sprata, umjesto jednospratnih konstrukcija. Oko 75% stanovnika Bangladeša, od 147 miliona, živi u selima - uglavnom kućama od ilovače ili bambusa. Iako se ti tradicionalni građevinski materijali vrlo održivi, meštani imaju potrebu za izgradnju kuća od cigle, betona, željeza i valovitog lima (CI lima). Ovaj trend može imati ozbiljan uticaj na okolinu, izrada tih materijala zahteva puno energije i proizvodi štetne produkte. Sve tri porodične kuće u skladu su s oba načina života u porodicama s niskim primanjima - tradicionalnim i savremenim, ali na bazi projekta koji naglašava i poboljšava udobnost, sigurnost, trajnosti i privatnosti. Kao i u tradicionalnoj vernakularnoj arhitekturi Bangladeša, kuhinja i kupatilo još uvijek su smešteni u odvojenim objektima. Nove zgrade imaju dve etaže, što udvostručuje stambenu površinu za porodicu, a da pritom zadržavaju iste granice unutar zgrade. Zemljište sačuvano dodavanjem druge etaže se može koristiti kao mali kućni vrt. Druga etaža pruža novo iskustvo, pogled i privatnost, a još uvijek je spojena sa ostatkom domaćinstva.

Masa krova, izolacija od kokosovih vlakana, prozori i vrata namenjeni za poprečno provetravanje stvaraju uslove ugodne temperature tokom cele godine. Većina postojećih kuće od blata u Bangladešu su previše hladne zimi, jer hladan vazduh dolazi kroz otvore, a vruć izazi kroz krov. One su takođe previše vruće ljeti jer se zbog neizolovanih limenih krovova brzo zagreva unutrašnjost, a slaba ventilacija ne dozvoljava da se topao vazduh ventilira izvan objekta. Nova tehnologija zgrade značajno povećavaju trajnost i životni vek objekata od blata. Lokalni materijali korišteni su kako bi se smanjili troškovi izgradnje: pečena zemlja u temeljima s tankim slojem fero-cementa otporna je na vodu, što sprečava štetočine da nagrizaju zgradu kao i prodor vlage iz zemlje u zidove. Mali komadi bambusa strateški su postavljeni na vanjskim zidovima i deluju kao prekidači brze erozije od kiše. A slama pomešane sa zidom od blata povećava koheziju i nosivost. Korišćeni su konopci od kokosovog vlakna i klinovi od bambusa umesto čelika, gdje god je to bilo moguće. Istraživanje i planiranje je provedeno istim tempom kako je i zgrada nastajala, kroz kontinuirani dinamički i fleksibilni proces. Arhitektonski crteži i planovi u klasičnom stilu ne postoje. Detalji su se razvijali na mestu, glina i blok za crtanje su bili mediji komunikacije. Arhitekti: Anne Heringer sa grupom studenata.

3.5.3.2. PAPIR kao građevinski materijal

Šigeru Ban (Shigeru Ban) upotrebljava papir, svojstveno vezan slabi material, u formi cevi, panela u obliku saća i membrana kako bi konstruisao na desetine konstrukcija za proteklih trideset godina, od izložbenih instalacija i privremenih skloništa do monumentalnih paviljona⁶⁴.

On traga u ispitivanju postojećih konstruktivnih metoda upotrebljavajući lako nabavne materijale, pri čemu koristi inovativni, nikada ranije ostvareni građevinski i konstruktivni sistem. Ban izaziva lažan odnos između snage i nosivosti materijala i odgovarajuće snage i nosivosti konstrukcije. Za njega, ovi faktori zavise od tehnike gradjenja i od toga koliko neko zna o koherentnim kvalitetima odabranih materijala.⁶⁵ On se obraća papiru kao

⁶⁴ Bell, Eugenia. Shigeru Ban, Princenton, New Jersey, 2001, p.46.

⁶⁵ Bell, Eugenia. Shigeru Ban, Princenton, New Jersey, 2001, p.48.

razvijenom drvetu nagoveštavajući da drvo i papir dele izvesne sličnosti. Proizvodni postupak dobijanja papira počinje sa drvenom kašom kojom je zasićena voda. Papirnate cevi, forma papira koja je najviše povezana sa Banom, u stvari počinje sa rolnama recikliranog papira, koje su isečene u trake, zasićene lepkom, i spiralno se pružaju oko kratke metalne šipke koja formira jezgro šupljine cevi. Cev može biti napravljena bilo kog prečnika, debljine i dužine, u zavisnosti od njene upotrebe. A upotreba cevi može biti reciklirana, formirajući beskonačan ponovno formirani krug.⁶⁶

Ban je bio atraktivan sa papirnatim cevima jer su one jevtine za proizvodnju, lako zamenljive, zadržavaju svoju prirodnu boju, i proizvode se praktično bez otpadaka. On je počeo da ih upotrebljava kao konstruktivni material u umerenom obimu 1986. za jednu izložbu nameštaja i stakla posvećenu Altu (Alvar Aalto). Ban je svoju prvu stalnu strukturu od papirnatih cevi, *Biblioteka pesnika*, podigao 1991. Dve godine kasnije upotreba papirnatih cevi je bila autorizovana u Japanu u oblasti *Zakona o građevinskim standardima*.

Banova jedna od najvećih do danas konstrukcija od papirnatih cevi, *Japanski paviljon* za izložbu 2000-te godine u Hanoveru, Nemačkoj, zahtevala je ista takva testiranja⁶⁷. Kasno u procesu projektovanja tim koji je radio na *Paviljonu*, je bio prinudjen da načini promene koje su rezultirale u mešovitoj strukturi drvenih lukova i papirnatih cevi. Mada je ovo umanjilo čistoću arhitekture papirnih cevi, delo Bana i njegovog tima je bilo krajnje inovativno.



Slika. 13 - Japanski paviljon, EXPO 2000, Hanover, Nemačka

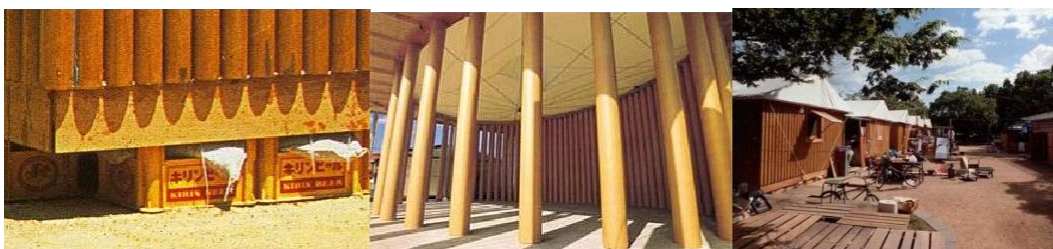
⁶⁶ JA 30, The Japan Architect. Co. Ltd, Japan, 1998, p.26

⁶⁷ *Mcquard, Matilda*. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003, p.139.

(Izvor: *Mcquard, Matilda*. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003.)

Ban je sačuvao skroman karakter papirnatih cevi, pojačavajući fundamentalne kvalitete kako bi kreirao čvrst konstruktivni građevinski materijal. Vrlo je jednostavan papir koga je Ban naveo u opisivanju snage i lepote materijala. Pošto je transformisao cevi u monumentalne stubove impozantnih krovnih konstrukcija, on je zauvek promenio naše poimanje o slaboj, izdržljivoj i prolaznoj prirodi papira. *Papir može biti snažan i trajan. No da bismo to postigli, moramo se osloboditi predrasuda o papiru*

Godine 1995., veliki broj ljudi još uvek je bio prisiljen živeti u šatorima, uništenim parkovima u blizini svojih uništenih kuća, šest mjeseci nakon potresa u Kobeu. Banovo rešenje bilo je jeftino i jednostavne konstrukcije koja bi se mogla graditi bilo gdje i mogao bi je izvesti bilo ko. Temelji su im bili od peska - ispunjeni sanduci za ambalažu piva, zidovi i plafon od papirnatih cevi, krov od šatorastog materijala. Konstrukcija krova i plafona se odvaja na leto i dopušta cirkulaciju vazduha, a zimi zadržava topli vazduh. Kartonske cevi se lako recikliraju posle upotrebe, jednostavne su za transport, jednostavne za spremanje i rad na licu mesta. Dostupne su u različitim debljinama i veličinama. Težina koju mogu nositi zavisi od poslednje dve stvari. Shigeru Ban je pionir u konstrukciji od papirnatih cevi (PTS), čiju je supstancu istražio i utvrdio da ne samo da se reciklirani karton može oblikovati u brzo spojene nosive stubove, savijene rešetke, nego isto tako može biti vodootporan i vatrootporan. U prostoru između cevi papira, samoljepljive vodootporne spužvaste trake primijenjuju se na obe strane. Svaka jedinica kuće zauzima 16m² i svaka je *prihvatljivog* izgleda. Kaeete za pivo su iznajmljene od proizvođača i takonđe su bile korišćene kod formiranja stepenica tokom izgradnje objekta. Papirnate kuće izgrađene su i za žrtve zemljotresa u Kaynasli i Bhuj-u.



Slika 14 – Papirnate strukture Šigeru Bana

(Izvor: Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003. P.15.)

3.5.3.3. Bambus

Ban je svestan potencijala bambusa već nekoliko godina, na više načina to je i prirodni razvoj njegovog rada sa papirnatim cevima. Oba materijala su sa šupljinom i imaju pozitivan efekat na okruženje. On je svestan arhitekata koji su mu predhodili u eksperimentisanju sa bambusom: Buckminster Fuller, Frei Otto i Renzo Piano. Kuća sa bambusovim nameštajem, Veliki zid, Shui Guan, Kina - Projekat je omogućio Banu da istraži potencijal za izgradnju u Kini i da razvije laminatni bambus kao novi građevinski material⁶⁸.



Slika 15 - Kuća sa bambusovim nameštajem, Veliki zid, Shui Guan, Kina
(Izvor: Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003.p.17)

3.5.4. Pametni materijali

Savremeni razvoj različitih industrijskih grana poslednje decenije je doneo nove brojne materijale koji se upotrebljavaju u različitim područjima ljudskog delovanja, između ostalog i u arhitekturi i građevinarstvu. Posebna grupa materijala koji će u budućnosti imati veliki uticaj u građenju su *pametni materijali*. *Pametni materijali* su savremeni koncepti za

⁶⁸ Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003, p.157.

karakterističnu vrstu materijala, koji je sposoban da odgovori na okruženju, promenom svojih svojstava, na različite način.



Slika 16 - Pametni beton

Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Premaz sa usmerenim pogledom - Ovaj polimerni premaz se naziva i premazom kontrolisanja svetlosti. Površina je reljefna (izbočena). Kroz površinu se vidi samo u određenom smeru, a ako se promeni ugao gledanja površina postaje manje prozirna.

Fotohromni slojevi - Fotohromni materijali menjaju boju kada su izloženi svetlosti.

Bezbojni fotohromni slojevi se mogu promeniti u prozirne, čak obojene površine. Oni su u poređenju sa staklom jeftiniji, ali je proces promene boje sporiji.



Slika 17- UN Studio - Galleria Shopping Mall, Seul, 2002.

(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)



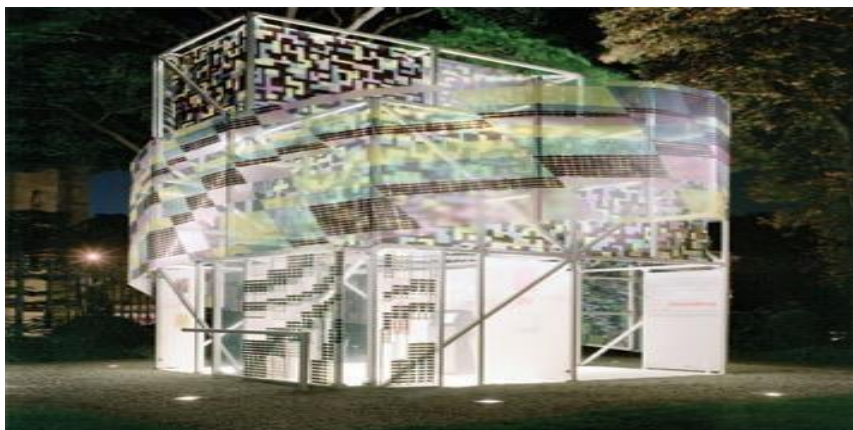
Slika 18 - Peter Marino Associates Chanel Ginza, Tokyo, 2004.

(Izvor: Vaziri, Jahja, *Environmental Architectural Friendly Design Towards Green Architecture*, First Edition, Madbouli Library, Cairo, 2013.)



Slika 19 - Žan Nuvel (Jean Nouvel) Agbar Tower, Barcelona, 2005.

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014.)



Slika 20 - Kieran Timberlake Associates: SmartWrap, Philadelphia, 2003.

(Izvor: Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggag, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.)

Primena tekstila kao građevinskog materijala u arhitekturi

Novi materijali podstiču na drugačije pristupe u oblikovanju prostora i objekata.

Istaknut je značaj razvoja tekstila i upotrebe tekstila kao materijala budućnosti.

Sa društvenim promenljivim kulturnim i potrošačkim zahtevima, arhitektura je morala da omogući odgovor stvaranjem dinamičnih, fleksibilnih, interaktivnih događaja i procesa koji se baziraju na prostoru. Konvencionalni teški građevinski materijali nisu bili spremni da odgovore ovim potrebama. Istraživanjima i saradnjom između teoretičara, arhitekata, inženjera, dizajnera tekstila i umetnika, danas postoje nove mogućnosti kombinovanja arhitekture sa tekstilom. Ovakav hibrid poznat je pod nazivom *arhitekstil*.



Slika 21(levo) - The Water Cube-Nacionalni plivački centar uPeking, ETFE tkanina
(Izvor: Craig Long, A., Design and manufacture of textile composites, Manchester, England Textile Institute, 2007.)

Slika 22 (desno) – The shed, New York
(Izvor: Craig Long, A., Design and manufacture of textile composites, Manchester, England Textile Institute, 2007.)



Slika 23 - Sprach pavilion, Austria -nadvana struktura pokazuje fluidnost komunikacija i informacione tehnologije, poliester prevučen PVC-om

(Izvor: Kamra Taher, Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.)



Slika 24 - Kuća Folie u Francuskoj, fasada je izrađena od nerđajućih čeličnih vlakana

(Izvor: Fathi, Hassan, Natural Energies and Traditional Architecture, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

4. ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE GRAĐEVINSKIH MATERIJALA

Postoje razni kriterijumi za odabir građevinskih materijala, kao što su njihova pogodnost za svrhu za koju se koriste, cena, mehanička otpornost, stabilnost i trajnost i uticaj na okruženju i zdravlje.

Kriterijum uticaja na prirodnu sredinu građevinskih materijala uključuje ekološko pogoršanje koje je rezultat eksploatacije sirovina, zagađenje iz proizvodnih procesa i efekte transportnog procesa. Pored toga, na ove standarde utiču i različite unose energije unutar ovih materijala, što zauzvrat utiče na stope proizvodnje ugljen-dioksida, CFC-a i HCFC-a. Kriterijum potencijalnog zagađenja na zdravlje ljudi takođe uključuje efekte u svim fazama životnog ciklusa materijala, počevši od faza ekstrakcije sirovina koje su uključene u njegovo formiranje, njegovih proizvodnih procesa, zatim tokom njegovih radnih procesa, i na kraju po njenom raspolaganju.

Mogući kriterijum zagađenja na ljudsko zdravlje su efekti u svim fazama životnog ciklusa materijala, počev od faza vađenja sirovina uključenih u njegovo formiranje, njegovih proizvodnih procesa, zatim tokom njegovih radnih procesa, pa na kraju nakon odlaganja.

Cilj ovog dela istraživanja je da analizira elemente dizajna životne sredine građevinskih materijala kako bi se došlo do održivih građevinskih materijala koji imaju pozitivan uticaj na životnu sredinu i zdravlje.

Istraživanje se bavi teoretskim analitičkim proučavanjem različitih ekoloških pitanja povezanih sa građevinskim materijalima, kao i ekološkim standardima i razmatranjima koja se moraju uzeti u obzir pri njihovom odabiru, zatim nizom osnovnih principa zelenog inženjeringa za izgradnju i građevinskih materijala, analizu koncepta ekološke efikasnosti i pametnih sistema u izboru materijala. Istraživanja takođe obuhvata i metode procene uticaja raznih materijala na životnu sredinu kojima se postiže održivi dizajn životne sredine.

U ovom delu rada se, kroz analitički pristup, traži rešenje rezultata jedne od primenjenih studija sprovedenih na univerzitetima i međunarodnim istraživačkim centrima za analizu životnog ciklusa građevinskog materijala za stambenu zgradu, kako bi se postigao skup interpretacije i analize u vezi sa ekološkom dizajnom građevinskih materijala.

Na kraju istraživanja predstavljamo predlog ekoloških strategija koje smanjuju negativni uticaj na životnu sredinu građevinskih materijala u svim fazama njihovog životnog ciklusa.

Građevinski materijali utiču na vrstu i način izgradnje koji se koristi, oblik zgrade, njen estetski izgled i troškove, kao i na unutrašnje i spoljno okruženje zgrade. Postoji set osnovnih kriterijuma koji određuju postupak izbora građevinskog materijala, kao i skup podataka koji se odnose na ovaj process. Jer se ovi kriterijumi razlikuju za odabir materijala u smislu njihove podobnosti za svrhu za koju se koristi, trošak, mehanička otpornost, stabilnost, trajnost i uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Dizajn zaštite životne sredine građevinskih materijala ima za cilj da se izbori sa osetljivošću neophodnom za upotrebu ovih materijala kako u unutrašnjem tako i u spoljnom okruženju zgrada i pozitivno se bavi ekološkim pitanjima koja se odnose na građevinske materijale.⁶⁹

4.1. Ekološka pitanja vezana za građevinske materijale

Postizanje održivog razvoja koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija bez ugrožavanja prava budućih generacija da zadovolje svoje potrebe povezano je sa mnogim pitanjima vezanim za materijale koje koristimo u ovom razvoju. S tim u vezi, pojavilo se niz hitnih pitanja, kao što su:

- Da li se uzdržavamo od upotrebe materijala koji su malobrojni i retki u prirodi, ili ih koristimo po potrebi?
- Odakle potiču materijali koje koristimo u raznim oblicima gradnje i razvoja?
- Da li eksploatacije sirovina utiče na stabilne ekosisteme na mestima eksploatacija?
- Da li procesi proizvodnje i rada materijala negativno utiču na životnu sredinu i zdravlje ljudi?
- Da li politike recikliranja i ponovne upotrebe materijala smanjuju njihov negativni uticaj?

⁶⁹ Anon (1991), CFCs and buildings, BRE, *Digest 358*, Garston.pp. 69-70.

- Kakav je uticaj procesa odlaganja materijala na životnu sredinu nakon završetka njihove upotrebe?

Jedno od najvažnijih pitanja zaštite životne sredine vezano za građevinske materijale su:⁷⁰

- Oštećenje ozonskog omotača i globalno zagrevanje u kojem učestvuje proces proizvodnje zgrada
- Uticaj na zdravlje ljudi
- Potrošnja energije u zgradama.

4.1.1. Građevinski materijali, oštećenje ozonskog omotača i globalno zagrevanje

Fenomen oštećenja ozonskog omotača jedno je od najvažnijih ekoloških pitanja povezanih sa neprimerenom upotrebom građevinskih materijala, što uzrokuje oslobađanje CFC-a, HCFC-a i halona.

Proces uništavanja ozonskog omotača meri se kriterijumom potencijala supstance na uništavanja ozonskog omotača ili potencijal oštećenja ozonskog omotača neke supstance “a substance’s Ozone Depletion Potential (ODP) “.

Vrednost ovog kriterijuma procenjuje se na 1 za CFC, koji je organski molekul koji sadrži atome hlora i fluora, a poznat je kao (Rashladno sredstvo 11).

Vrednost potencijala za oštećenje ozonskog omotača preostalim jedinjenjima ili rashladnih fluida pripisuje se vrednosti koju predstavlja jedinjenje (R11) i što je vrednost bliža nuli, to je jedinjenje bolje za životnu sredinu.

Pored štetnog dejstva ovih rashladnih fluida na ozonski omotač, oni takođe doprinose fenomenu globalnog zagrevanja kao rezultat različitih emisija gasova koji proizilaze iz njega i uzrokuju ovu pojavu. Vrednost učešća supstance u uticaju na ovu pojavu meri se kriterijumom potencijala za globalno zagrevanje, a tabela br.6.prikazuje podatke o vrednosti potencijala za oštećenje ozonskog omotača (ODP), kao i vrednost

⁷⁰ Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo, p.92.

potencijala globalnog zagrevanja (GWP) za neka jedinjenja koja su rezultat građevinskih materijala.

Potencijal globalno zagrevanje GWP CO2=1	Potencijalno oštećenje ozonskog omotača ODP R11=1	Hemijski simbol	Tip	Materijal
1500	1	CCl3F	CFC	R11
510	0.5	CHClF2	HCFC	R22
2100	0.8	CCl2FCClF2	CFC	R113
5500	1.0	CCl2FCClF2	CFC	R114
29	0.02	CHCl2CF3	HCFC	R123
860	0	CHF2CF3	CFC	R125
420	0	CF3CH2F	CFC	R134a
150	0.08	CH3CCl2F	HCFC	R141b
Nije izmereno	3.0	CF2ClBr	Halon	H1211
5800	10.0	CF3Br	Halon	H1301

Tabela 7. Karakteristike rashladnih fluida i halona

(Izvor: Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.)

Tabela prikazuje obim učešća nekih rashladnih fluida i halona u globalnom zagrevanju koji su proizvod građevinskog materijala u poređenju sa vrednostima ugljen-dioksida, koja je jednaka jedan. Količina ovih rashladnih fluida koji se emituju u atmosferi je relativno manje od količine ugljen-dioksida, tako da je njen uticaj na izazivanju fenomena globalnog zagrevanja je samo 10%.

Što se tiče halona, oni su ugljovodonična jedinjenja koja proizvode mehuriće sa velikim negativnim uticajem na iscrpljivanje ozonskog omotača i obično se koriste za gašenja vatri.⁷¹

Brojni postupci eksploatacija i proizvodnje građevinskih materijala imaju negativan uticaj na zdravlje i sigurnost ljudi.

⁷¹ Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo, p.157.

Na primer, azbest se smatra opasnošću po zdravlje, posebno kao rezultat udisanja njegovih vlakana. Kao i zdravstveni problemi koji se pojavljuju kada se rešite nakon završetka upotrebe. Postoje i neki materijali koji sadrže visok nivo zračenja, što negativno utiče na zdravlje ljudi. Postoje proizvodi koji zrače formaldehidom kao rezultat upotrebe određenih rastvarača prilikom njihovoj proizvodnji ili obradi određenim opasnim materijalima ili kompozitnim materijalima koji sadrže neke posebne smolaste materijale.

Postoje neke boje koje sadrže otrovne metalne materijale poput kadmijuma i olova. Takođe, spoljne boje obično sadrže olovo za zaštitu od različitih vremenskih faktora, koji negativno utiču na zdravlje ljudi.

Kvalitet vazduha u zatvorenom prostoru je jedno od važnih ekoloških pitanja povezanih sa zdravljem ljudi, koje nameće pažnju kvalitetu upotrebljenih građevinskih materijala, što nema negativan uticaj na zdravlje korisnika zgrada, bilo na radnim mestima ili u stanovanju. Pored toga, pojavljuju se zdravstvenih efekata koje mogu prouzrokovati elektromagnetna polja koja proističu iz električnih distributivnih sistema, električnih uređaja i opreme unutar zgrade.

4.1.2. Građevinski materijali i energija

Oblici energije koja se troši u zgradi variraju između ukupne potencijalna energija sadržana u građevinskim materijala i energije koja se koristi u njenom funkcionisanju, tako da je druga vrednost veća od prve. Ukupna potencijalna energija ili interaktivna energija definiše se kao energija koja se koristi za eksploataciju sirovina i pretvaranje u građevinske materijale, proizvode ili komponente unutar zgrade. Postoje i energija neohodna za transport ove sirovine, poluproizvode i finalne proizvode i one koji se troše u njihovoj izradi unutar objekta.

Ova energija ne uključuje ono što je potrebno za održavanje, ponovnu upotrebu ili konačno odlaganje. Postoje neke razlike u proceni vrednosti ove energije zbog poteškoća u njenom standardizovanju i razlike u ceni goriva u svakoj zemlji kao i njenom izvoru.⁷²

⁷² Thomas, R. (1996), *Environmental Design: An introduction for architects and Engineers*, E & FN Spon, an Imprint of Chapman & Hall, London, U.K, p.247.

Tabela br. 8. prikazuje procenjene vrednosti ukupne potencijalne energije nekih građevinskih i materijala.

Vrlo visokoenergetski materijali GJ/Ton	Visokoenergetski materijali GJ/Ton	Srednje energetske materijali GJ/Ton	Niskoenergetski materijali GJ/Ton
Aluminijum 200-250	Čelik 30-60	Kreč 3-5	Pesak i šljunak > 0.5
Plastika 50-100	Olovo-Cink+25	Cigla 2-7	Pepeo iz pećnici > 0.5
Bakar 100+	Staklo 20-25	Beli gips 1-4	Zemljišta > 0.5
Nerdajući čelik 100+	Cement 5-8	Beton 0.8-8	
	Gipsane ploče 8-10	Cigle od peska 0.8-1.2	
		Drvo 0.1-5	

Tabela 8. Procenjene vrednosti ukupne potencijalne energije nekih građevinskih materijala.

(Izvor: Doggart, J. (1992), Insulation in buildings, *Energy Management*, July/August, 16-17.)

Većina osnovnog građevinskog materijala koji se koristi u stambenoj zgradi, na primer, zavisila je od malog broja materijala, a potreba za vrlo visokim i visokoenergetskim materijalima ne predstavlja veliki udeo. Deo građevinskog materijala u ukupnoj potencijalnoj potrošenoj energiji u zgradi zavisi od vrste zgrade. Takođe, zavisi od ukupne potencijalne energija potrošena u materijalima koji obuhvataju mehaničke, električni, i razni komunalni sistemi kao što su kanalizacija, odlaganje otpada i odvođenje kišnice u zgradi. Taj deo varira u zavisnosti od vrste zgrade, a vrednost ove energije se kreće između 5-10% ukupne integrisane energije zgrada.

Postoji nekoliko načina za smanjenje integrisane energije građevinskih materijala u zgradi, to su:

- ✓ Izbor građevinskih materijala sa niskom integrisanom energijom.
- ✓ Dobar dizajn koji uzima u obzir dugotrajnost upotrebljenih materijala.
- ✓ Ekonomična upotreba materijala uz smanjenje proizvodnje otpada i tendencija njihove reciklaže

4.2. Ekološki kriterijumi za izbor građevinskih materijala u zgradi

Izbor glavnih građevinskih materijala zavisi od niza faktora, uključujući njihovu pogodnost za svrhu za koju se koriste, troškove, mehaničku otpornost, otpornost na vatru, stabilnost i trajnost i uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Slede neki od ekoloških kriterijuma koji regulišu izbor osnovnih materijala za izgradnju.

4.2.1. Materijali korišćeni u građevinskim elementima zgrade

Izborom građevinskih materijala koji se koriste u strukturnim elementima objekata dominira standard tvrdoća, a kriterijum koji određuje ovu krutost naziva se modul elastičnosti E, a tabela br. 8 prikazuje vrednost ovog kriterijuma kao i utrošenu energiju za proizvodnju jedinične mase različitih materijala koji se koriste u građevinarstvu.

Materijal	Elastični modul E MN/m ²	Gustina kg/m ³	Energija KJ/kg
Drvo	11000	500	1170
Obični beton	14000	2400	720
Cigla	30000	1800	2800
Beton	27000	2400	8300
Železo	210000	7800	43000
Aluminjum	70000	2700	238000

Tabela 9. Elastični standard, gustina i potrošnja energije za neke građevinske materijale.

(Izvor: Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17)

Što je veća vrednost E, veća je tvrdoća materijala, a vrednost potrošene energije takođe je pokazatelj troškova koji se troše za proizvodnju jedinične mase građevinskog materijala. Većina značajnih velikih zgrada koristi armirani beton i gvožđe u svojim

konstrukcijama, kao i cigle u različitim zidovima zbog velike čvrstoće potrebne za građevinske elemente.

4.2.2. Materijali za izradu plafona, zidova i krovova

Energija koja se troši za izgradnju plafona razlikuje se u zavisnosti od materijala koji se koristi u građevinarstvu. Na primer, gradnja sa drvetom u zemljama u kojima su dostupni održivi izvori drveta (kao što je Ujedinjeno Kraljevstvo) troši manje energije od gradnje armiranim betonom i gvožđem, a potrošnja energije u spoljnim zidovima varira u zavisnosti od vrste zida. Zidovi napravljeni od lakih građevinskih materijala troše manje energije od zidova koje su sazidane običnim ciglama. Dok se unutrašnji zidovi i pregrade razlikuju u potrošenoj energiji na osnovu njihove potrebne strukturne čvrstoće, toplotne i zvučne izolacije i toga da li su dugo trajni ili nisu.

Energija koja se troši u izgradnji završnih krovova takođe varira u zavisnosti od materijala koji se koriste u njenoj konstrukciji i njene dostupnosti u zemljama u kojima se nalaze, tj. zavisi od toga da li su materijali lokalni ili ne.

4.2.3. Materijali za toplotnu izolaciju

Izolacioni materijali su decenijama bili važno područje razvoja za očuvanje energije. Protok toplote u zidovima zavisi od nivoa izolacije u njima. Međutim, nivo izolacije nije jedina odrednica potrošnje energije u zgradi kroz izolacione materijale, postoje mnogi drugi faktori, uključujući one koji se odnose na oblik, orijentaciju i izloženost klimatskim uslovima, kao i faktori povezani sa karakteristikama zgrade, kao što su prostor podova i veličina zgrade, i drugi koji se odnose na korisnici zgrade, njihov broj i priroda upotrebe zgrade.⁷³

⁷³ Burek, S. and Fairbairn, A. (1993), Analysis of energy use data and building characteristic, Proceedings of First International Conference on Environmental Engineering, De Montfort University, Leicester, p.14.

Tabela br. 4. prikazuje najčešće korišćene izolacione materijale i njihova različita svojstva.

Izbor materijala za toplotnu izolaciju u zgradi povezan je sa nizom ekoloških pitanja i drugih pitanja koja se odnose na jednostavnost upotrebe:

a. Razmatranja okoline

Ova razmatranja variraju u zavisnosti od vrste izolacionog materijala koji se koristi, na primer, kriterijum za izbor plastičnih izolacionih materijala leži u utvrđivanju da se ne koriste mediji koji sadrže CFC ili HCFC tokom njihove proizvodnje. Na primer, otkrivamo da ekspanzirani polistiren sada nema takvih jedinjenja, dok ekstrudirani polistiren još uvek sadrži ova jedinjenja.

Što se tiče izolacionih materijala sa vlaknima poput staklanih i metalnih vlakana, njihov glavni ekološki problem leži u njihova sva veća opasnost po ljudsku zdravlja što uzrokuje raka pluća i bronhitisa. Ovaj problem se odnosi na tehnička pitanja u vezi sa prečnikom, dužinom i hemijskim sastavom vlakana. Na primer, otkrivamo, da se prečnik vlakana kamena vuna kreće između 4-5 mikrometara, a neka nedavna istraživanja su dokazala da upotreba ovih materijala ne predstavlja rizik za zdravlje.⁷⁴

Što se tiče integrisane (kombinovane) energije, iz tabele 10 takođe je jasno širok raspon vrednosti za kombinovanu potrošenu energiju kod svake tip izolacije. Izolacione materijali izvedeni iz mineralnih vlakana, na primer, zahtevaju mnogo manje ukupne energije od ostalih izolacionih materijala, što dovodi do nižih emisija ugljen-dioksida.

Materijal	Toplotna provodljivost (W/m K)	Gustina kg/m ³	Termička otpornost	Ugrađena energija (KWh / m ³)	Ugrađena energija/ Termička otpornost (KWh/m ⁴ K)
1.Prošireni polistirenski listovi	0.035	25	28.6	1125	39.3
2.Ekstrudirani polistiren	0.030	35			

⁷⁴ Anon (1994), "Insulation and Energy", *Architecture Today*, 45, 37-38.

3.Rolne fiberglassa	od	0.040	12			
4.Listovi fiberglassa	od	0.035	25			
5. Limovi mineralnih vlakana	od	0.035	30	28.6	230	8.0
6.Fenolska pena		0.020	30			
7.Poliuretanski limovi		0.025	30			
8.Pena formaldehid	urea	0.040	10			
9.Celulozna vlakna		0.035	25	28.6	133	4.7

Tabela 10. Materijali koji se koriste za izolaciju i njihova različita svojstva.
Izvor: Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17.

b. Razmatranja jednostavnosti upotrebe u zgradama

Pri odabiru termoizolacionih materijala, neke arhitekta zanima njihova lomljivost, kao što je to slučaj sa vlaknastim izolacionim materijalima, kao i da se pobrinu da odgovaraju specifikacijama neophodnim u svrhu upotrebe. Dok druge arhitekta smatraju da je kamena vuna pogodna za njihove različite dizajne, što im omogućava da zadrže njegov opis u svojim projektima. Takođe, mnogi arhitekta radije koriste ekstrudiranu polistirensku penu zbog dobre vodootpornosti i jednostavnosti upotrebe.⁷⁵

4.2.4. Staklo

Staklo kroz prozore pruža mogućnost dobijanja prelepog pogleda koji okružuje zgradu, kao i postizanje toplotnog dobitka sunčevim zračenjem, kao i obezbeđenja prirodno osvetljenje. Kombinovana energija svojstvena staklu ima tendenciju povećanja složenosti svog dizajna, jer se smatra da ima najmanju vrednost kada se koristi prozor sa drvenim okviru i čisto staklo. Zatim se ta energija povećava kako koristimo multi-panelno stakla i upotrebom inertnih gasova u međusobnim prostorima kao što su argon, kripton i drugi

⁷⁵ Doggart, J. (1992), *Insulation in buildings, Energy Management*, July/August, 16-17.

inertni gasovi, do upotrebe slojeva niskoemisivnih panela i upotrebe aluminijumskih okvira sa termičkim barijerama, gde se trošak znatno povećava.

Ekološki standardi se razlikuju u izboru komunalnih sistema u zgradi prema materijalima koji se koriste u svakom od njih, na primer, podzemni drenažni sistemi obično se sastoje od glinenih ili plastičnih cevi. Što se tiče cevi iznad zemlje, one su se nedavno promenile od livenog gvožđa do plastike. Takođe, počelo je da se koristi plastične i metalne cevi kao što je aluminijum u radovima za odvodnju kišnice. Svi ovi sistemi imaju jasne efekte na ukupnu potrošnju energije u zgradi. Kao i efekti sistema grejanja, ventilacije, klimatizacije i osvetljenja. Najbolji način za smanjenje negativnog uticaja ovih sistema na životnu sredinu je smanjenje potrebe za njima, ali još uvek nismo u stanju da se oslobodimo pojedinih napomenutih vidova.

U sistemima grejanja, na primer, koriste se gvozdene, bakarne ili aluminjske cevi, a kanali se koriste od pocinkovanog gvožđa, a svi su to materijali koji imaju jasan uticaj na potrošnju energije.

Očigledno potrošena energija. Takođe se mora uzeti u obzir da izolacioni materijali koji se koriste u cevima ne sadrže CFC ili HCFC. Pored toga, kablovi koji se koriste u rasvetnim radovima koriste bakar sa izolatorom od PVC-a, koji ima svoje uticaje na životnu sredinu, što takođe treba kontrolisati.⁷⁶

Pažnja u ovom polju usmerena je na materijale koji se koriste u sistemima osvetljenja i efekte izvora koji im pružaju električne sile. Poznato je da svaka fluorescentna sijalica sadrži 20 mg toksične žive koja je, prilikom uništavanja, prouzrokuje akumulaciju ogromnih količina koje se moraju bezbedno odložiti. A uništine jedinice osvetljenja takođe iza sebe ostavljaju velike količine kadmijuma, olova, bakra, volfram i drugi brojni zagađivači.⁷⁷ Sistemi osvetljenja troše veliku količinu energije tokom svoje upotrebe, pored toga što proizvode veliku količinu ugljen-dioksida i drugih gasovitih zagađivača.

Proizvodnja električne energije iz postrojenja za sagorevanje uglja proizvodi velika ispuštanja žive i drugih zagađujućih čestica u vazduhu, pa otuda i važnost upotrebe ekološki prihvatljivih izvora svetlosti.

⁷⁶ Bulter, D. and Howard, N. (1992), "From the cradle to grave", *Building Services*, 14(11), p.57.

⁷⁷ Maddox, S. (1993), "Limiting deadly pollution", *Lighting Equipment News*, June 12, p.129.

Glavni ekološki problemi završnih materijala koncentrisani su u njihovim negativnim efektima na životnu sredinu i zdravlje. Materijali za završnu obradu drveta, na primer, kao što su lakovi i boje, moraju biti na vodenoj, uljanoj i biljnoj bazi, dok se izbegavaju materijali koji sadrže anti-gljivice, arsen, rastvarače štetne po zdravlje i olovo.

Što se tiče materijala za završnu obradu podova po potrebi trebalo bi da bude iz obnovljivih izvora što je više moguće i sa malim sadržajem kombinovane energije. Što se tiče zidova i plafona, od početka je potrebno razmišljati o neophodnosti ove završne obrade i mogućnosti njenog odbacivanja. Jer su mnogi materijali bele boje i boje iz neobnovljivih izvora i zahtevaju posebne ulaze energije, pored toga što se ne može reciklirati, pa se mora uzeti u obzir u materijalima za beljenje i bojama za zidove i plafone izbegavanje supstanci štetnih po zdravlje koji ispuštanja štetnih materija po zdravlje.

4.3. Osnovni principi zelenog inženjerstva za građevinske materijale

Američka agencija za zaštitu životne sredine definisala je *zeleni* inženjering kao: dizajn, rukovanje i upotrebu procesa i proizvoda na praktičan, prikladan i ekonomičan način, istovremeno smanjujući: stvaranje zagađivača na izvoru i rizike po ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Dvanaest principa je razvijeno da bi se ovo postiglo kako bi ovi principi bili vodeće linije za projektovanje i upotrebu ekološki prihvatljivih procesa i za ljudsko zdravlje, koji su važni za primenu u dizajniranju i proizvodnim procesima građevinskih materijala, i ovi principi su:⁷⁸

- Dizajner mora osigurati da svi ulazi i izlazi materijala i energije ne budu u osnovi toliko opasni koliko je to moguće.
- Poželjno je sprečiti stvaranje otpada umesto da se tretira ili čisti nakon njegovog formiranja.
- Procesi treba da budu dizajnirani za odvajanje i prečišćavanje tokom procesa, kako bi se smanjila potrošnja energije i materijala.

⁷⁸ Anastas P., and Zimmerman J., (2003), "Design through the Twelve Principles of Green Engineering", *Environmental Science and Technology*, March 1, ACS Publishing, p.46.

- Proizvodi, procesi i sistemi moraju biti dizajnirani tako da postignu najveću efikasnost u proizvodnji, energiji i vremenu.
- Proizvodi, procesi i sistemi dizajnirani su tako da budu ekonomični u pogledu energije i materijala tako da se poveća izlaz a ne da se gura ulaz.
- Složenost operacija treba smatrati investicijom za postizanje reciklaže, ponovne upotrebe i sigurnog odlaganja.
- Cilj dizajna je postići trajnost, a ne besmrtnost materijala.
- Dizajn rešenja sa nerealnim mogućnostima i kapacitetima smatra se greškom u dizajnu.
- Razmislite o smanjenju raznolikosti materijala u višekomponentnim proizvodima kako biste olakšali montažu i zadržavanje vrednosti.
- Uzimajući u obzir integraciju i međusobnu povezanost materijala i energetskih ciklusa prilikom dizajniranja proizvoda, procesa i sistema.
- Uzimajući u obzir dizajn proizvoda, procesa i sistema tako da ostanu od komercijalne vrednosti i nakon završetka njihove upotrebe.
- Prednost korišćenja obnovljivih izvora, a ne iscrpljivanja materijala i energije.

4.4. Koncept eko-efikasnosti u pametnim sistemima građevinskih materijala

Ekološka efikasnost u postupanju sa materijalima postiže se simulacijom prirodnih sistema u kojima je svaki organizam hrana za drugog. A pametni sistemi u radu sa materijalima koriste efikasne nutritivne cikluse između materijala, kroz dve vrste metabolizma kroz koje materijali prolaze u integrisanim ciklusima, to su: biološki metabolizam i tehnički metabolizam.

4.4.1. Biološki metabolizam

Supstance u ovom tipu metabolizma odvijaju se u biološkom ciklusu ishrane, gde se varenje ovih supstanci odvija u njihovim životnim ciklusima ne ostavljajući štetne

elemente živim sistemima i tako da se ponovo vraćaju u životnu sredinu kako bi hranile druge ekološke procese, i u ovom slučaju ove supstance se nazivaju potrošni materijal.⁷⁹

Primer ovog pametnog sistema u radu sa građevinskim materijalom je eko hotel „Basata“ koji se nalazi na Sinaju u zalivu Akaba, 450 km od Kaira. Hotelske jedinice su izgrađene u obliku koliba od bambusa i pletenog drveta, pored nekih koliba i uslužnih elemenata hotela, koji su građeni od prirodnog kamena i mulja, a koji su očigledno u skladu sa okolnim okruženjem.

Ovi materijali za izgradnju su materijali koji su podložni raspadanju i razgradnji u prirodnom okruženju, tako da mogu ući u prirodne cikluse ekoloških procesa bez ostavljanja štetnih elemenata u životnoj sredini. Pored toga, sistem upravljanja hoteljem želeo je da se bavi na isti način sa otpadom proizvedenim raznim aktivnostima u hotelu, tako da se organski otpad koristi u hrani za ptice i životinje koji se uzgajaju u hotelu i od toga imaju koristi. Takođe, neorganski materijali koje se ostavljaju u hotelu klasifikuju se kao aluminijum, papir i plastika može ponovo da se koristi nakon ponovne proizvodnje.⁸⁰



Slika 25. Eko-hotelske jedinice Basata (jednostavnost) kao jedan od pametnih sistema u radu sa građevinskim materijalom.

(Izvor: El Ghamarawy, M.S. (2000), *Basata As An Example of Ecology*, Ecology Forum, Tourism Development Authority, Cairo. Pristupljeno 10.10.2021.)

4.4.2. Tehnički metabolizam

⁷⁹ McDonough, W., and Braungart M., with Anastas P., and Zimmerman J., (2003), “Cradle –to-Cradle Design and the Principles of Green Design”, *Environmental Science and Technology*, December 1, p.61.

⁸⁰ El Ghamarawy, M.S. (2000), *Basata As An Example of Ecology*, Ecology Forum, Tourism Development Authority, Cairo, p.7.

Materijali u ovoj vrsti metabolizma obično su zastupljeni u metalima i sintetičkim materijalima, a koncept tehničkog metabolizma deluje na to da materijal nastane unutar zatvorenog sistema procesa proizvodnje, povrata i ponovne upotrebe, tako da se njegova najveća vrednost sačuva tokom životnog ciklusa, a materijali u ovom slučaju nazivaju se uslužni materijali.⁸¹

Jedan od pametnih sistema koji primenjuje ovaj način gradnje je način gradnje gumenim točkovima napunjenim peskom i praznim limenkama za piće „Zemaljski brod“. Ovo predstavlja jedan od trendova zelene arhitekture koji radi na smanjenju negativnog uticaja građevinskih aktivnosti na životnu sredinu korišćenjem tehnologije reciklaže materijala i obezbeđivanjem energije za reciklažu. Pored toga, uočavamo jednostavnosti u primeni, omogućavajući stanovnicima da sopstvenim snagama učestvuju u građevinskim radovima.

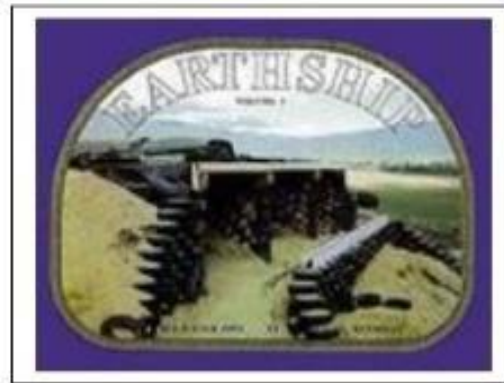
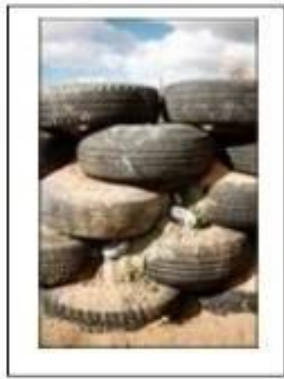
Ideja ovog načina gradnje seže do arhitekta Michael Reinoldsa, korišćenjem otpada zastupljenog u polovnim automobilskim gumama, aluminijumskim limenkama za piće i praznim bocama. Gde se glavni građevinski element nalazi u zgradi, a to su noseći zidovi koji okružuju prostorije, a sastoje se od gumenih točkova koje su pod dobrim pritiskom napunjene peskom, gde su naslagane da bi formirale glavne noseće zidove prostorija zgrade, koji su često široke 1 m kako bi mogle da podupiru zemljane stranice koje okružuju zgradu.

Nosivi zidovi svake prostorije okruženi su sa tri strane u obliku slova U, pa ovi gume predstavljaju ono što je poput presovane cigle unutar gume ojačane žicom. To ih čini snažnim strukturnim elementima koji podnose opterećenja, kao i recikliranim materijalima sa malom potrošnjom energije i mogu se dobiti koji se lako s opremaju na lokaciji. Završna obrada ovih zidova vrši se bilo iz sa cementnim malterom, ispunjavajući velike prostore između guma praznim aluminijumskim limenkama. Što se tiče nenosivih zidova u zgradi, oni su izvedeni od aluminijumskih limenki i praznih boca fiksirani cementnim malterom.

82

⁸¹ McDonough, W., and Braungart M., Anastas P., and Zimmerman J., (2003), “Cradle –to-Cradle Design and the Principles of Green Design”, *Environmental Science and Technology*, December 1, p.65.

⁸² Okba Ehab Mahmoud (2013), *Utilization of sandy soil and waste as a resource for self-renewal*, Arab Regional Conference, League of Arab States, Cairo, p.193.



Slika 26. Zgrada koja koristi otpad kao jedan od pametnih sistema u radu sa građevinskim materijalom.

(Izvor: El Ghamarawy, M.S. (2000), Basata As An Example of Ecology, *Ecology Forum*, Tourism Development Authority, Cairo.)

4.5. Metode vrednovanja - analiza životnog ciklusa građevinskih materijala

Postoje razne metode koje se koriste u proceni uticaja na životnu sredinu građevinskih i materijala, uključujući dve glavne metode, to su analiza životnog ciklusa i eko-označavanje.

Analiza životnog ciklusa materijala bazira na ispitivanju uticaja materijala ili proizvoda na životnu sredinu tokom svake faze njegovog postojanja, tj. od kolevke do groba. Ova procena se vrši počev od vađenja sirovina, zatim faze proizvodnje, zatim pakovanja, otpreme, pa ugradnje, što uključuje proučavanje uticaja na vazduh u zatvorenom prostoru, kao i efekta dugotrajnosti materijala tokom životnog ciklusa i njegovih performansi i konačno faza odlaganja ili uporabe.

Procenom proizvoda je moguće odabrati održive građevinske materijale koji imaju malo negativnog uticaja na životnu sredinu i zdravlje. Iako je koncept analize životnog ciklusa materije započeo šezdesetih godina prošlog veka, širio se tek devedesetih godina dvadesetog veka, kada su se počele razvijati različite metodologije koje su se njime bavile i uključivale su mnoge međunarodne standarde. Sada ova vrsta analize ima širok spektar primena, posebno u Evropi, Severnoj Americi i Australiji, a jasno je podržavaju vlade, industrije, potrošačke grupe i korisnici.

Analiza životnog ciklusa materijala sastoji se od dve glavne komponente:

1. Analiza zaliha

Bavi se opisom ciklusa materije i energije unutar sistema supstance ili proizvoda. Koji se sastoji od grupe operacija i aktivnosti tokom svih faza životnog veka materijala, uključujući procese vađenja materijala iz njihovih izvora, snabdevanja energijom, procesi proizvodnje, upotrebe, odlaganja i reciklaže. Rezultat ove analize je dobijanje spiska izvora i utrošenih resursa i gasovitih ispuštanja koja proističu iz sistema i njegovih različitih operacija i aktivnosti.

2. Analiza uticaja na životnu sredinu

Ova analiza se bavila procenom uticaja na životnu sredinu gasovitih izvora i ispuštanja koja su praćena u prvoj fazi analize spisak sadržaja proizvoda. Postoje različita pristupa analizi koji su se bavili ovom oblašću, u rasponu od jednostavnih metoda koje zavise od ograničenog broja promenljivih do složenih sistema koji pokrivaju širok spektar promenljivih. Glavni pokazatelji što se koristi u ovoj vrsti analize da bi se pokazali uticaji na životnu sredinu je količina potrošene energije i količina emisije ugljen-dioksida koji materijal proizvodi u fazama svog životnog ciklusa.⁸³

4.5.1. Ekološka klasifikacija materijala i proizvoda

To je pokušaj postizanja dogovorenih standarda za ekološku podobnost materijala i proizvoda i davanje rezultata koji to odražavaju. Međunarodna organizacija za standardizaciju (ISO) pripremila je klasifikaciju proizvoda na ekološkoj osnovi koja uključuje tri vrste

✓ Prvi tip

⁸³ Howard, N. and Sutcliffe, H. (1993), *Embodied energy, the significance of fitting-out offices*, BRE, Garston, p.180.

Ova klasifikacija daje se materijalima i proizvodima koji imaju najbolje ekološke karakteristike i koji ispunjavaju određene standarde koje je postavila organizacija ISO 14024, zasnovan na analizi životne sredine životnog ciklusa materijala. Sledeće ekološke oznake potpadaju pod ovu klasifikaciju. Slika 30.

Eco Mark (Japan), Blue Angel Mark (Germany), Nordic Swan Mark (Northern Europe), International Energy Star Program.



Slika 27. Standardne ekološke marke za materijale i proizvode prve vrste-

(Izvor: Atai Jusif, *Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations*, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, 2015.)

✓ Drugi tip

Ova klasifikacija daje se materijalima i proizvodima koji ispunjavaju određene ekološke kriterijume koje proizvođač postavi i kojih se pridržava u svojim proizvodima i materijalima koje proizvodi. (ISO14021)

✓ Treći tip

Materijali i proizvodi ovde imaju potpunu jasnoću informacija u vezi sa njihovim ekološkim performansama prema analizi njihovog životnog ciklusa. S ciljem da se korisnici jasno informišu o svojim uticajima na životnu sredinu putem digitalnih informacija o njima, i donesu odgovarajuću odluku u bavljenje njima, bez obzira da li ih koriste ili ne koriste ISO 14025.

Predstavićemo analizu standarda **životnog ciklusa** građevinskog materijala tokom tri glavne faze životnog ciklusa zgrade:⁸⁴

⁸⁴ Sutton, Phillip, 2000, *Sustainability, What Does it mean, Green Innovations the Way We Make Things*, New York, North Point Press, p.147.

- ❖ Faza pred izgradnju: vađenje sirovina-proizvodnja materijala-pakovanje materijala-prevoz do gradilišta.
- ❖ Faza izgradnje (implementacija - rad - održavanje).
- ❖ Faza posle izgradnje (recikliranje - ponovna upotreba)

Shodno tome, ekološke performanse zgrade mogu se proceniti definisanjem kriterijuma u svakoj fazi izgradnje zgrade, i kako postići standard u odnosu na građevinske materijale i njihovu efikasnost.

Standardi građevinskog materijala **tokom životnog veka zgrade** podeljeni su u tri faze:⁸⁵

Prvi: standard građevinskog materijala za fazu pred izgradnju i uključuje:

- Traženje održivih izvora sirovina (tj. Oslanjanje na lokalne i obnovljive izvore kao što su bambus i slama)
- Inovativne metode i metode za proizvodnju sirovine, kako bi je učinile pogodnom za održivu upotrebu (osmišljavanjem metoda za recikliranje materijala i njihovu ponovnu upotrebu).
- Stvaranje održivih metoda za pakovanje proizvoda i strukturnih sistema (kao što je upotreba armiranog betona i polistirenske ploče sa armiranom pocinkovanom mrežom)
- Poboljšanje sistema transporta i distribucije.

Drugi: standard građevinskog materijala za fazu izgradnje i uključuje:⁸⁶

- Odabir sistema održive gradnje.
- Dobar izbor ekološko građevinskih materijala.
- Izvođenje operacija periodičnog održavanja.

Treći: Standard za građevinski materijal za fazu nakon izgradnje uključuje:

- ✓ Ponovna upotreba materijala i sistema.

⁸⁵ Al-Gohari Ali. *Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture*, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014, p.46

⁸⁶ Al-Bajari, Ahmed Loai (2017), *Sustainability in Interior Architecture*, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo, p.25.

- ✓ Recikliranje otpada od rušenja.

Kriterijumi za izbor građevinskih materijala kroz faze životnog ciklusa prikazani su u tabeli broj 11:

Faza	Kriterijum	Prioritet u izboru	
Sirovine	Poreklo	Prirodno poreklo	Prirodno poreklo/ Sirovine sa recikliranim sadržajem
		Veštačko poreklo	
		Reciklirani sadržaj	
	Sirovine iz obnovljivih izvora	Obnovljivi izvori	Sirovine iz (brzo) obnovljivih izvora
		Sirovine iz neobnovljivih izvora	
	Sadržaj	Prisustvo štetnih materija	Bez prisustva štetnih materija
	Dostupnost i širenje		Dostupni i široko rasprostranjeni resursi
	Uticaji na životnu sredinu	Zagađenje vode, vazduha i zemljišta	Aktivnosti na sirovinama sa minimalnim negativnim uticajima na životnu sredinu/Aktivnosti bezbedne za zdravlje radnika
		Erozija	
		Promene u strukturi zemljišta	
		Prirodna degradacija ambijenta	
Slobodno zauzimanje zemlje			
Uticaji na životnu sredinu			
Potrošnja energije	Kvalitet potrošene energije	Minimum u potrošnji energije/Energija iz obnovljivih izvora	
	Poreklo potrošene energije		
Proizvod	Potrošnja energije	Količina potrošene energije	Minimum u potrošnji energije/Energija iz obnovljivih izvora
		Poreklo potrošene energije	
	Potrošnja vode	Zagađenje potrošene vode	Minimalna potrošnja vode
	Proizvodnja čvrstog otpada	Upotrebna vrednost	Minimum u stvaranju čvrstog i tečnog otpada/Otpad sa korisnom vrednošću/Otpad sa mogućnošću biološkog razlaganja
		Odlaganje	
	Otpadne tečnosti	Mogućnost upotrebe	
		Odlaganje	
Štetne emisije	CO2 emisije	Minimum štetnih emisija	
Pretnje po zdravlje radnika		Bezbedna proizvodnja	
	Udaljenost		

Transport	Potrošnja energije		Lokalno dostupni materijali/Efikasne metode transporta
Instalacija	Potrošnja energije	Količina potrošene energije	Minimalna potrošnja energije
		Poreklo potrošene energije	
	Potrošnja vode	Zagađenje potrošene vode	Minimalna potrošnja vode
	Proizvodnja čvrstog otpada	Mogućnost korišćenja generisanog otpada	Minimum u proizvodnji otpada/Otpad sa korisnom vrednošću
	Proizvodnja buke i prašine		Efikasna ugradnja visokokvalitetnih materijala
	Pretnje po zdravlje radnika		Materijali bez štetnih emisija i zračenja
Korišćenje i održavanje	Izdrživost	Dugotrajnost	Dugotrajni materijali laki za održavanje
	Održavanje	Potrošnja energije	
		Potrošnja vode	
	Uticaji na zdravlje korisnika		Materijali bez štetnih materija, sa niskim emisijama, potvrđeno odsustvo radona
Uticaji na spoljašnju sredinu		Nereflektujući materijali/Materijali sa optimalnim termičkim performansama	
Razgradnja	Potrošnja energije	Količina potrošene energije	Minimalna potrošnja energije
		Poreklo potrošene energije	
	Potrošnja vode	Zagađenje potrošene vode	Minimalna potrošnja vode
	Proizvodnja čvrstog otpada	Mogućnost korišćenja generisanog otpada	Minimum u proizvodnji otpada/Otpad sa korisnom vrednošću
	Proizvodnja buke i prašine		Mogućnost tihog i jednostavnog gašenja
	Pretnje po zdravlje radnika		Materijali bez štetnih emisija i zračenja
Ponovna upotreba	Mogućnost ponovne upotrebe		Materijali koji se mogu ponovo koristiti/Ponovno korišćeni materijali
Reciklaža	Mogućnost reciklaže		Materijali koji se mogu reciklirati/Reciklirani materijali
Odlaganje	Mogućnost biološke razgradnje odloženog materijala		Materijali sa mogućnošću biološkog razlaganja

Tabela 11 - Kriterijumi za izbor građevinskih materijala kroz faze životnog ciklusa

(Izvor: Shiraz, Ihsan (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec.edition, Bejrut.)

4.5.2. Analitička studija rezultata analize životnog ciklusa građevine i građevinskog materijala za stambenu zgradu u gradu Mičigen.

Rad u ovoj studiji analizira rezultate jedne od primenjenih studija sprovedenih na Univerzitetu u Mičigenu, u Sjedinjenim Američkim Državama, u saradnji sa Nacionalnim centrom za sprečavanje zagađenja, za jednu od modernih stambenih zgrada koja predstavlja model za standardno stanovanje u gradu Mičigen slika 25. Studija se fokusirala na proučavanju efekat građevinskih materijala ovu zgradu na dva glavna faktora: efekat na energiju i efekat na globalno zagrevanje.

Analiza se bavi dvospratnim kućom i podrumom stambene površine 228 m² i unutrašnja zapremina od 763 m³ koristi se za 4 osobe, koju čine:

- ✓ Podrum sa garažom za dva automobila (45 m²) i uslužnim prostorijama (155 m²) koji se koriste za smeštaj: kamina, grejač vode, kutija sa osiguračima i podvodna pumpa, tako da ukupna dodata površina iznosi oko 200 m².
- ✓ U prizemlju se nalazi dnevna soba sa zasvođenim plafonom, trpezarija i glavna spavaća soba sa velikim kompletnim kupatilom opremljen sanitarnim uređajima, kuhinjom, vešerajom i malim toaletom.
- ✓ Prvi sprat se sastoji od 3 male spavaće sobe, kupatila sa tušem, kadom, umivaonikom i toaletom

Glavna konstrukcija zgrade je napravljena od drveta, sa termoizolacijom od fiberglasa za zidove i plafone, a podrum od betona. Starost zgrade takođe je pretpostavljena na 50 godina, sa vizijom održavanja i obnove potrebne za zgradu u tom periodu.



Slika 28. Zgrada koje se proučava – stambena zgrada u Mičigenu

(Izvor: Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.)

Životni ciklus stanovanja podjeljen je u tri faze:

- Faza pre upotrebe i sastoji se od proizvodnih procesa materijala, transporta i procesa izgradnje kuća.
- Faza korišćenja, uključuje sve aktivnosti u vezi sa korišćenjem kuća u periodu od 50 godina. Te aktivnosti uključuju:
 - ✓ Grejanje, hlađenje, osvetljenje i korišćenje opreme, kao i proizvodna snaga potrebna za materijale potrebne za održavanje i renoviranje.
- Faza na kraju životnog veka uključuje konačno odlaganje zgradu, demontažu njegovih komponenata, transport otpada, recikliranje i konačno sahranjivanje.

Programi računarske simulacije (Energi 10) korišćeni su za izračunavanje potrošene energije u fazi upotrebe, kao i vrednosti mogućnost uticaja na globalno zagrevanje upotrebom promenljivih podataka o zgradi (provodljivost toplotnog omotača zgrade, potrošnja opreme - zahtevi za ventilaciju ...), pored klimatskih podataka lokacije, gde se izračunava životni vek zgrade od 50 godina “.

Sistemi zgrada su podeljeni u osam glavnih delova (tabela br. 11.) kako bi se olakšalo praćenje materijala, energije i gasova staklene bašte.

Sistem	Opis sistema
Zidovi (unutrašnji i spoljašnji)	Drvena konstrukcija, alati za pričvršćivanje, nosači, izolacija, tapete i spoljna dekoracija i premazi, ukrasi, lepkovi i boje
Podovi, pločice, drvene ploče i materijali za zaštitu od spoljnih vremenskih uslova	Drvene letve, paneli, tepisi, keramičke pločice, vinil, malter i pričvršćivači i lepkovi
Krov	Drvene rešetke, pričvršćivači, izolacija i materijali za zaštitu od vremenskih faktora, materijali za spoljne dekoacije i sakupljači kiše.
Temelji i podrum	Osnovni sloj ploče, betonska temeljna ploča, zidovi i drenažni sistem
Vrata i prozori	Vrata od drvenog uveza, izolovana glavna ulazna vrata, garažna vrata i prozori sa drvenim ramovima
Električni uređaji	Peć - klima-uređaj - bojler - štednjak i dimnjak - štedljivi frižider - mašina za pranje veša - sušač za veš - grejač - uređaj za odlaganje električnog otpada - tretman vlage - mašina za sudove - potopna pumpa - bakarni kablovi - prekidači za svetlo - električni probijači - sijalice - stabilizatori lampi - prekidači
Drenaža i cevi	Kada - toaletni motori - sudoperi - slavine - toaleti i pribor - pločice za kupatilo - cevi za toplu i hladnu vodu - odvodne i ventilacione cevi za prirodni gas i PVC cevi - vazdušni kanali - uređaji za kontrolu i brojila
Kuhinjski delove i plakari	Kuhinjski ormarići, ormarići i plakari

Tabela 12. Glavni sistemi zgrade koja se proučava – stambena zgrada u Mičigenu

(Izvor: Ali Mohsen (2016), Building Structure and Meaning of Architectural Form, Arab Renaissance House, Cairo.)

Količine materijala uključenih u svih osam sistema izračunate su tako da se mogu izračunati količine potrošene energije i uticaj na globalno zagrevanje. U toj svrsi, primenjen je skup računarskih programa koji sadrže potrebne baze podataka za različite procene potrošene energije i emisija gasova.

Vrednost potencijalnog uticaja na efekat staklene bašte različitih gasova koji nastaju iz građevinskih materijala u različitim fazama životnog ciklusa pretvorena u vrednosti koja analogno odgovara ugljen-dioksidu CO₂ (tabela br. 12)

Faktor efekta staklene bašte GWP CO2=1	Gas za globalno zagrevanje	Faktor efekta staklene bašte GWP CO2=1	Gas za globalno zagrevanje
7,100	CFC12 (CF2Cl2)	1	Carbon Dioxide (CO2)
11,000	CFC 13 (CF3Cl)	56	Methane (CH4)
3,500	CFC 14 (CF4)	280	Nitrous Oxide (N2O)
6,100	CFC114 (C2F4Cl)	5,600	Halon 1301 (CF3Br)
4,200	HCFC22 (CHF2Cl)	4500	CFC 11 (CFCl3)

Tabela 13. Mogućnosti uticaja na globalno zagrevanje nekih proizvedenih gasova u odnosu na CO2

(Izvor: Ali Mohsen (2016), Building Structure and Meaning of Architectural Form, Arab Renaissance House, Cairo.)

Rezultati studije su bili sledeći:

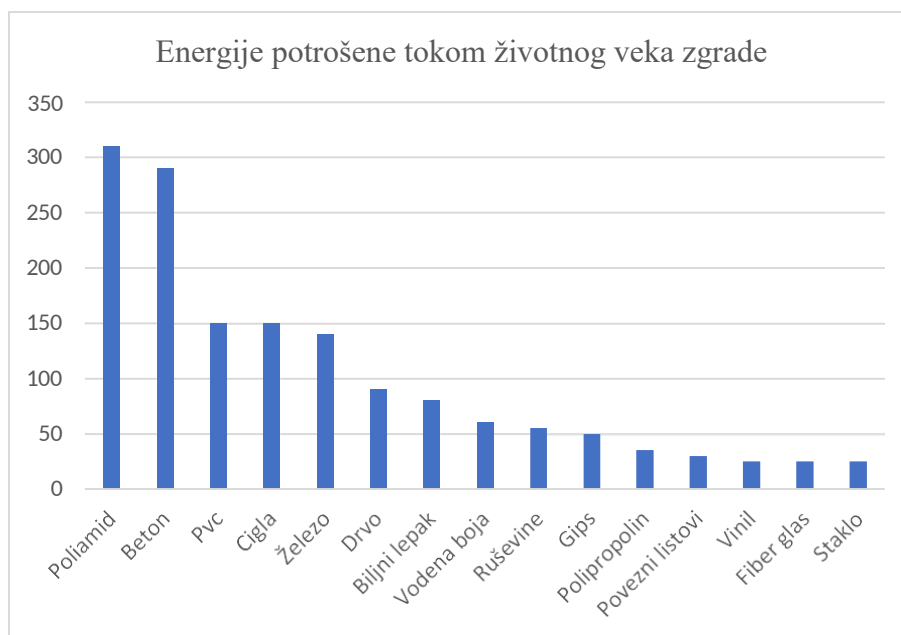
- ✓ Studija je procenila deset najviših količina građevinskog materijala potrošeno u zgradi pre puštanja zgrade u rad (uključujući građevinski material i oprema) kako sledi: Beton 171,99 tona, šljunak 59,67 tona, drvo 14,931 m³, gips 12,546 tona, standardni obloženi paneli 6.733 tone, jedinice za asfaltne pločice 2.809 tona, čelik 2.352 tone, izolacioni paneli 1,035 tona, PVC plastika 0,832 tone, keramika 0,758 tona.
- ✓ Količina energije koja se potroši tokom životnog ciklusa zgrade procenjena je na 15.455 gigadžula, što je energija ekvivalentna 2525 barela nafte. Ta energija je podeljena na sledeći način: Energija od 942 gigajoula (6,1% od ukupne potrošene energije) potroši se u fazi pre upotrebe, a energija u iznosu 14.482 gigajoula (93,7%) potroši se u fazi upotrebe od čega je 96% za grejanje i osvetljenje, 4% za održavanje i poboljšanja, a energija od 31 GJ (0,2%): troši se u fazi kraja života.

- ✓ Redosled petnaest najviših materijala u pogledu njihove potrošnje energije tokom životnog veka zgrade, od najvećeg do najmanjeg, bio je sledeći:

Lepak (poliamid) - beton - PVC - asfaltna opeka - gvožđe - drvo - biljna guma - boja na bazi vode - agregati - gips - polipropilen - standardne obložne ploče – vinil-fiberglas - staklo. Slika 25.

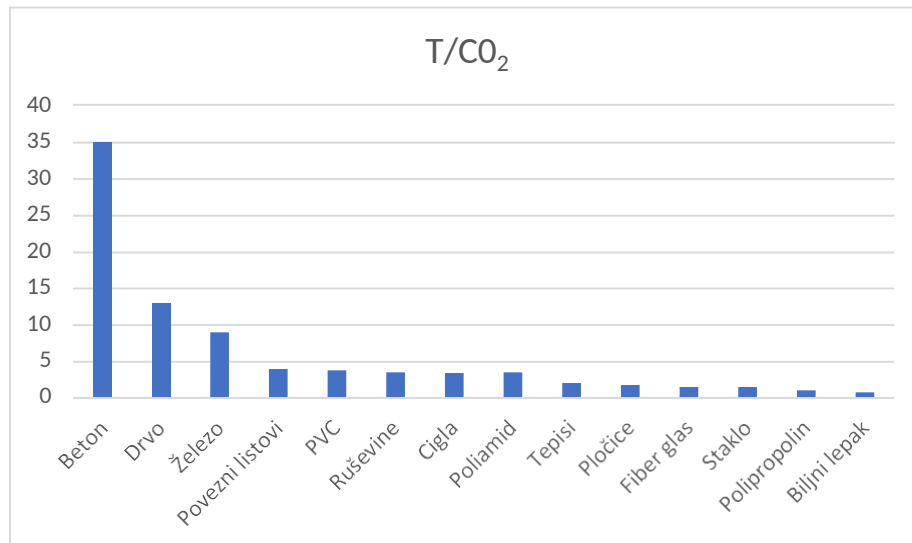
Količina stakleničkih gasova koje proizvodi građevinski materijal za stanovanje je procenjena nakon pretvaranja u ekvivalent gasa CO₂ na oko 1031 tona.

Redosled najviših građevinskih materijala u pogledu njihovog uticaja na efekat staklene bašte tokom veka trajanja zgrade, od najvećeg do najmanjeg, bio je sledeći: beton - drvo - gvožđe - standardne obložne ploče - PVC plastika - šljunak - asfaltna pločice - lepak (poliamid) - tepih - keramika - fiberglas - staklo - polipropilen – biljni lepak.



Slika 29. Rangiranje najviših građevinskih materijala u pogledu potrošnje energije tokom životnog veka zgrade.

(Izvor: Atai Jusif, Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, Aman, 2015.)



Slika 30. Rangiranje najviših građevinskih materijala u pogledu njihovog uticaja na globalno zagrevanje tokom životnog veka zgrade

(Izvor: Atai Jusif, Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, 2015).

Analizom rezultata ove studije dokazano je sledeće:

- ✓ Doprinos zgrada u potrošnji energije i uticaj na globalno zagrevanje razlikuju se u zavisnosti od vrste zgrade, njene veličine i veličine korišćeni materijali.
- ✓ Potrošnja energije materijala, kao i njihov uticaj na globalno zagrevanje, povećava se sa povećanjem količina korišćenih materijala.
- ✓ Stambene zgrade u većini građevinskih materijala zavise od niskoenergetskih materijala, ali povećavanjem korišćene količine povećava njegov negativni uticaj na životnu sredinu.
- ✓ Armirani beton predstavlja veliki deo građevinskog materijala koji se troši u zgradama i smatra se jednim od najvećih materijala koji troši energiju, i ima najveći uticaj na fenomen globalnog zagrevanja.
- ✓ Energija potrošena u zgradi tokom operativne faze zgrade predstavlja najveći deo energije uopšte, što potvrđuje važnost dizajna koji se uspostavi radi korišćenju obnovljivih izvora energije na gradilištu (prirodno osvetljenje - sunčevo zračenje - vetar).

Kroz prethodnu analitičku studiju moguće je predložiti set strategija koje bi smanjile efekte negativnog uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu i ove predložene strategije podeljene su prema životnom ciklusu materijala na sledeće:

- Strategije za faze ekstrakcije sirovina
- Strategije za proizvodne procese
- Strategije za pakovanje i otpremu
- Strategije ugradnje i puštanja u rad
- Strategije za održavanje kvaliteta i održavanja vazduha u zatvorenom
- Strategije opstanka i učinka
- Strategije oporavka.

➤ Strategije faze ekstrakcije sirovina

To su faze kroz koji se negativni uticaj materijala na životnu sredinu minimizira u fazama ekstrakcije (eksploatacija, vađenja), što predstavlja prvu fazu životnog ciklusa materijala. Ova strategija se odnosi na izbor materijala i izvora energije koji se koriste, prirodu ekstrahovanih materijala i prirodu procesa koji se na njima izvode.

➤ Strategije proizvodnih procesa

Kroz koje se negativan uticaj materijala na životnu sredinu umanjuje odgovarajućim odabirom industrijskih procesa, materijala koji se u njima koriste, izvora, vrsta i količina korišćenih energija, količine vode i njene uloge u proizvodnom procesu.

➤ Strategije pakovanja i otpreme

Putem kojih se negativni uticaj materijala na životnu sredinu umanjuje smanjenjem operacija pakovanja, transportnih razdaljina i odgovarajućim odabirom kvaliteta materijala za pakovanje i načina otpreme.

➤ Strategije ugradnje i rada

Kroz koje se negativan uticaj materijala na životnu sredinu umanjuje preduzimanjem mera predostrožnosti kako bi se izbegli rizici, smanjile emisije i otpad i što je više moguće reciklaža i optimalnom izboru sredstava i metoda.

➤ **Strategije za održavanje kvaliteta i održavanja vazduha u zatvorenom**

Putem kojih se negativan uticaj materijala na životnu sredinu umanjuje preduzimanjem mera predostrožnosti radi izbegavanja štetnih emisija ili rasta štetnih elemenata i održavanjem materijala koji koriste ekološki prihvatljive materijale.

➤ **Strategije opstanka i performansi**

Kroz koje se negativni uticaj materijala na životnu sredinu minimizira kroz pogodnost za namenu, dugovečnost materijala i stabilnost njegovih svojstava tokom faza njegovog životnog ciklusa.

➤ **Strategije oporavka**

Pomoću kojih se negativni uticaj materijala na životnu sredinu minimizira izbegavanjem iscrpljivanja i uništavanja materijala tokom njegove upotrebe, i odgovarajućim izborom istog, tako da je moguće ponovo upotrebiti, razgraditi ili reciklirati.

Faze životnog ciklusa materijala unutar zgrade	Strategije ublažavanja negativnog uticaja
Eksploatacija sirovina	<ul style="list-style-type: none"> - Korišćenje materijala koji nisu štetni za životnu sredinu i zdravlje u fazi eksploatacije - Povećanje upravljane komponente u materijalima koji se koriste u ovoj fazi - Korišćenje obnovljivih izvora energije - Upotreba održivog drveta - Izbegavajte upotrebu visokoenergetskih materijala - Smanjenje negativnog uticaja procesa vadenja na životnu sredinu

Proizvodni procesi	<ul style="list-style-type: none"> - Industrijski procesi su blizu mesta vađenja - Upotreba materijala u zatvorenom proizvodnom ciklusu (ne ostaju otpadi) - Smanjenje potrošnje energije u proizvodnji - Korišćenje obnovljivih izvora energije u proizvodnji - Smanjenje vode koja se koristi u proizvodnji - Upotreba zatvorenih sistema toaleta
Pakovanje i isporuka	<ul style="list-style-type: none"> - Smanjenje pakovanje (upotreba ambalaže) - Koristite ambalažu za višekratnu upotrebu - Povećavanje upravljanog sadržaja u procesu pakovanja - Ambalaža se može reciklirati - Smanjivanje udaljenosti isporuke - Upotreba energetski efikasnih metoda kod transporta.
Ugradnje i rad materijala	<ul style="list-style-type: none"> - Instalacioni radnici nisu izloženi nikakvim rizicima - Tokom ugradnje nema emisije isparljivih organskih supstanci - Ostavljanje najmanje količine otpada nakon ugradnje - Mogućnost recikliranja otpada iz procesa ugradnje - Mogućnost ugradnje tradicionalnim sredstvima i metodama
Održavanje kvaliteta vazduha u prostorijama i održavanje	<ul style="list-style-type: none"> -Materijal ne sme ispuštati isparljive organske supstance -Materijal ne sme da emituje nikakva toksična jedinjenja - Supstanca ne sme da pomaže rast mikroba - Materijal treba održavati korišćenjem sredstava za čišćenje i netoksičnih metoda
Opstanak i performanse	<ul style="list-style-type: none"> - Materijal mora odgovarati svrsi - Materijal bi trebalo da ostane dugo u životu zgrade - Osobine i boja materijala se ne menjaju
Oporavak	<ul style="list-style-type: none"> - Tehnike ugradnje i rastavljanja omogućavaju uklanjanje bez uništavanja materijala - Materijal mora biti podoban za višekratnu upotrebu - Materijali moraju biti biorazgradivi - Materijal se mora reciklirati

Tabela 14. Strategije za smanjenje uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu

Izvor: Autor

Na kraju možemo zaključiti da najvažnija ekološka pitanja koja su povezana sa građevinskim materijalima su: iscrpljivanje ozonskog omotača i globalno zagrevanje u kojem učestvuju proizvodni procesi zgrada, uticaj na ljudsko zdravlje i energiju koja se troši u zgradama. Stepenn uključenosti subjekata u ova pitanja može se proceniti putem skupa merljivih kriterijuma.

- Ekološki kriterijumi se razlikuju u izboru glavnih građevinskih materijala, prema vrsti ovih materijala, procesima koji se izvodi tokom njihovog životnog ciklusa i stepena svog učešća u negativnom uticaju na životnu sredinu.
- Dvanaest osnovnih principa zelenog inženjerstva su važne smernice u dizajniranju i korišćenju prijateljskih procesa za životnu sredinu i zdravlje ljudi u proizvodnji građevinskih materijala
- Ekološka efikasnost u radu sa materijalima postiže se simulacijom prirodnih sistema. Inteligentni sistemi se koriste u radu sa materijalima kroz nutritivne cikluse između njih, tako da su efikasnim rotiranjem u dve vrste predstavljanja hranljivih sastojaka: Biološki metabolizam, ili tehnički metabolizam.
- Analiza životnog ciklusa materijala i ekološka klasifikacija dve su glavne metode ekološke procene građevinskih materijala koji se može koristiti pri odgovarajućem odabiru željenog materijala iz ekološke perspektive.
- Doprinos zgrada u potrošnji energije i uticaj na globalno zagrevanje razlikuju se u zavisnosti od vrste zgrade, njene veličine i veličine i količina upotrebljenog materijala.
- Energija potrošena u zgradi tokom operativne faze zgrade predstavlja najveći deo energije uopšte, što potvrđuje značaj dizajn životne sredine koji koristi obnovljive izvore energije na gradilištu.
- Primena principa zelenog inženjerstva u dizajnu i proizvodnim procesima građevinskih i materijala.
- Primena principa zelenog inženjerstva u dizajnu i proizvodnim procesima građevinskih i materijala.
- Postizanje ekološke efikasnosti u radu sa materijalima simulacijom prirodnih sistema i korišćenjem pametnih sistema u radu sa materijalima poput biološki i tehnički metabolizam.

- Korišćenje predloženog niza strategija za smanjenje negativnih uticaja građevinskih materijala na životnu sredinu i uzimanje u obzir da oni postoje radi revizije metoda izbora i rukovanja materijalima kako bi se postigao održivi dizajn životne sredine.

4.6. Procena efikasnosti građevinskih materijala u ekološkim sistemima

Obično građevinski materijali prolaze kroz procese obrade i proizvodnje, pre nego što uđu u objekat i proces izgradnje u celini, a to zahteva potrošnju energije kao i proizvodni otpad. Kako se količina potrošene energije povećava, negativni faktor uticaja na životnu sredinu se povećava i on može dostići najniži nivo u slučaju izgradnje tradicionalne kolibe od lokalnih materijala, a najviši nivo dostiže u slučaju montažne konstrukcije. Za merenje količine ili faktor uticaja na životnu sredinu za građevinske materijale, postoji nekoliko faktora koji se moraju uzeti u obzir. Preporučljivo je ne donositi fiksne odluke ili pravila za sve slučajeve, jer kvalitet građevinskih materijala i način njihove ugradnje ili upotrebe u dizajnu, utiču na utvrđivanje uticaja ovih materijala na životnu sredinu.⁸⁷

Faktori na osnovu kojih se procenjuje uticaj građevinskog materijala na životnu sredinu⁸⁸

- ✓ Količina i vrsta energije potrebne za proizvodnju supstance.
- ✓ Količina gasa ugljen-dioksida koji se emituju iz proizvodnih procesa građevinskog materijala.
- ✓ Uticaji na životnu sredinu kao rezultat trošenja materijala poput drveta i vađenja nafte iz naftnih bušotine
- ✓ Toksični efekti koje mogu prouzrokovati neki građevinski materijali, kao što su boje i drugi.

⁸⁷ Raghad Hamadallah. *Technology and shape - the influence of modern technology on the shape of the apartment*, Iraq, 2017, p.41.

⁸⁸ Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, University of Damascus, *Journal of Science*, Okt. no.17, p.15.

- ✓ Količina energije koja se troši na transport građevinskog materijala tokom proizvodnog procesa, a zatim transportuje do lokacije.
- ✓ Stepen zagađenja nastalog građevinskim materijalima nakon završetka njihovog životnog ciklusa u zgradi.

4.6.1. Britanski sistem za procenu validnosti (BREEAM)

Ovaj sistem se pojavio 1988. godine, a dizajnirala ga je Britanska uprava za građevinska istraživanja i ima za cilj da proceni ekološku efikasnost svih postojećih i modernih zgrada. Postupak ocenjivanja vrši se kroz niz kriterijuma performansi, koji se koriste za procenu kvaliteta performansi zgrade (Tabela 14). Na osnovu broja bodova koje zgrada dobija, zgradi se dodeljuje jedan od pet nivoa BREEAM sertifikata⁸⁹

1. 30-40% Prihvatljivo
2. 45-54%) -Dobro
3. 55-69 Vrlo dobro
4. 70% -80 je odlično
5. 84-100% izvanredno

Elementi ocenjivanja	Administracija	Ljudsko zdravlje	Energije	Transport	Voda	Materijali	Otpad	Ekološki	Zagađenje
Relativna težina	12%	15%	19%	8%	6%	12.5%	7.50%	10%	13%

Tabela 15. Prikazuje relativne težine sistema BREEAM

Izvor: Shiraz, Ihsan. (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec. Edition, Bejrut.

⁸⁹ Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015, p.237.

Standard materijala zauzima 12, 5% ukupne težine kriterijuma održivosti u sistemu procene ekološke efikasnosti BREEAM. Ispod je analiza predmeta za ovaj standard i relativne težine svake stavke u svakoj fazi života zgrade.

	Građevinski materijali	Broj bodova	Relativna težina	Životni ciklus zgrade
1	Izaberite materijale sa dobrim specifikacijama sa malim emisijama u fazi eksploatacije materijala, transporta i proizvodnje materijala	7	60%	Faza pre izgradnje predstavljala je 68%
2	Izaberite materijale visoke izdržljivost	1	8%	
3	Obezbedite materijale iz pouzdanih izvora	2	16%	Faza izgradnje predstavljala je 16%
4	Ponovna upotreba fasada	1	8%	Faza nakon rušenja 16%
5	Ponovna upotreba betonske konstrukcije	1	8%	
	Ukupno	12	100%	

Tabela 16. Objašnjava analizu komponenata procene materijala u BREEAM⁹⁰

Izvor: Shiraz, Ihsan (2015), *Modern Architectural Movements*, Arab Publishing Institution, Sec.edition, Bejrut.

Na osnovu ove analize, otkrivamo da se sistem ocenjivanja BREEAM bavi standardom građevinskih u fazi projektovanja (pre gradnje) i izborom građevinskih materijala.

4.6.2. Američki sistem procene uticaja na životnu sredinu (LEED)

Ovaj sistem se pojavio 1998. godine, a razvio ga je Savet za zelenu gradnju SAD (USGBC). Cilj mu je razviti standarde efikasnosti zgrada koji postižu ciljeve održivosti i

⁹⁰ Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning in Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo, p.215.

neke međunarodne standarde. Postoje četiri nivoa LEED sertifikata prema standardima sistema:⁹¹

- Od 40 do 49 poena, zgradu odobrava LEED,
- Od 50-59 zgrada dobija srebrnu ocenu,
- Od 60 do 79 zgrada dobija zlatnu ocenu,
- Više od 80 poena, zgrada dobija platinasti rejting

Elementi ocenjivanja	Održivost lokacije	Efikasnost vode	Energija i spoljnog omotača	Kvalitet unutrašnj životne sredine	Dizajn i menadžment	Materijali i resursi	Ostalo
Relativna težina	24%	9%	32%	13%	5%	13%	4%

Tabela 17. Elementi ocena u LEED sistemu procene životne sredine

Izvor: Al-Ajili, *A Comparative Study of the Environmental Sustainability of Existing University Buildings in North African Countries Using the LEED System*, Master Thesis, Faculty of Architecture, Libya, 2015.

Standard materijala i resursa zauzima 13% ukupne težine kriterijuma održivosti u LEED sistemu procene uticaja na životnu sredinu. Slede stavke uključene u materijalni standard i relativna težina svake stavke u svakoj fazi životnog ciklusa zgrade, sa izuzetkom klauzule o sakupljanju materijala koji se može reciklirati, čije je ispunjavanje obavezno u sistemu ocenjivanja LEED.

	Građevinski materijali	Broj bodova	Relativna težina	Životni ciklus zgrade
1	Sakupljanje reciklažnih materijala	Obavezna klauzula		
2	Korišćenje brzo obnovljivih izvora i materijala	1	7%	

⁹¹ Al-Ajili, *A Comparative Study of the Environmental Sustainability of Existing University Buildings in North African Countries Using the LEED Assessment System*, Master Thesis, Faculty of Architecture, Al-Jabal Al-Gharbi University, Libya, 2015, p.48.

3	Uglavnom se oslanjajući na lokalne materijale	2	14%	Faza pred izgradnju 28% zastupljeni
4	Koristite drvo koji ima sertifikat	1	7%	
5	Upravljanje otpadom iz građevine	2	14%	Faza izgradnje predstavljala je 14%
6	Ponovna upotreba postojeće strukture	3	23%	Faza nakon rušenja 58%
7	Recikliranje građevinskih komponenata.	1	7%	
8	Ponovna upotreba materijala kako bi se smanjila potražnja za izvorima materijali	2	14%	
9	Koristite reciklirane materijale da biste smanjili uticaj na životnu sredinu od ponovnog eksploatacije	2	14%	
	Ukupno	14	100%	

Tabela 18. Ilustruje analizu elemenata materije u LEED sistemu

Izvor: Omar Sami Al-Zahavi, *Form and Environment: A Study in the Ecology of Architecture*, Alnašr Alarabi, Bagdad, 2012.

Iz prethodne analize utvrdili smo da se LEED sistem procene uticaja na životnu sredinu bavi efikasnošću materijala u post-operativnoj fazi (rušenje).⁹²

4.6.3. Sistem bisera za ocenjivanja (ESTIDAMA) (Ujedinjenih Arapskih Emirata)

Ovaj sistem, se pojavio 2010. Godine i predstavlja inicijativa koju je razvilo Savet za urbanizam Abu Dabija 2008. godine za uspostavljanje vizije Abu Dabija do 2030 godine u stvaranju novih urbanih zajednica zasnovanih na održivosti, i oličava posebne uslove Ujedinjenih Arapskih Emirata i fokusira se na dodavanje kulturnog aspekta koji spada u aspekt socijalne održivosti.⁹³

Bodovi se sakupljaju za konačnu ocenu koji varira od 1 do 5 bisera.

⁹²Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.)

⁹³ Norman Foster, *Digital Ecology and Analog*, Michael Crosbie, Architecture Week, 2000, p.36.

Ispoštovanjem obaveznim kriterijumima zgrada dobija 1 biser, obavezni standardi +60 bodova znači da objekat dobija dva bisera, obavezni standardi +85 bodova znači tri bisera, obavezni standardi +115 bodova znači da objekat dobija četiri bisera, obavezni standardi + 140 poena znači dobija pet bisera.⁹⁴

Elementi ocenjivanja	Proces integrisanog razvoja	Prirodni sistemi	Zgrade za stanovanje	Izvor vode	Izvor energije	Građevinski material	Inovacija i poboljšanje performansi
Relativna težina	7.3%	6.7%	21%	24.2%	24.8%	16%	Dodatni

Tabela 19. Elementi procene Estidame i relativne težine

Izvor: Mubarak Nada Amir, *Sustainable Architecture Technology: An Analytical Study of Efficient Operating Systems*, University House Publication, Amman, 2014.

Standard za građevinske materijale u Estidami zauzima 16% ukupne težine kriterijuma održivosti. Sledi objašnjenje predmeta i relativnih težina obuhvaćenih ovim standardom u svakoj fazi života zgrade:

Broj klauzula	Građevinski materijali	Broj bodova	Relativna težina	Životni ciklus zgrade
1	Ne koristite azbest i toksične materijale	Obavezna klauzula		
2	Upravljanje otpadom tokom gradnje radi smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu usled sakupljanje, transport i odlaganje otpada	Obavezna klauzula		
3	Upravljanje otpadom nakon gradnje radi smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu usled sakupljanje, transport i odlaganje otpada	Obavezna klauzula		

⁹⁴ Ali Asaad i Mahfoud George (2013), *Contemporary Materials for Interior Linings*, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus, p.25.

4	Izaberite materijale koji ne utiču negativno na ljudsko zdravlje i ravnotežu zaštita životne sredine	3	11%	Faza pre gradnje 25%
5	Upotreba modula u projektovanju i implementaciji podova za smanjenje rasipanja podova tokom održavanja	1	3.5%	
6	Upotreba lokalnih materijala	2	7%	
7	Korišćenje obnovljivih izvora materijala	1	3.5%	
8	Smanjivanje količine korišćenog materijala u procesu gradnje	1	3.5%	Faza gradnje 21%
9	Obratite pažnju na izolaciju, odvodnju i spoljašnje okruženje radi postizanja izdržljivosti u dizajnu kako bi se produžio vek zgrade	1	3.5%	
10	Poboljšanje upravljanja građevinskim otpadom	2	7%	
11	Reciklaža organskog otpada	2	7%	
12	Fleksibilnost u dizajnu kako biste iskoristili prednosti zgrade za najduži mogući vek kroz fleksibilan dizajn	1	3.5%	Faza nakon rušenja 50%
13	Olakšati procesa rušenje zgrade i ponovnu upotrebu betonske konstrukcije i građevinske komponente	1	3.5%	
14	Ponovna upotreba betonske konstrukcije	2	7%	
15	Ponovna upotreba materijala	2	3.5%	
16	Reciklirati materijale	6	22.5%	
17	Upotreba recikliranog drveta	2	7%	
18	Poboljšanje upravljanja otpadom nakon rušenje	2	7%	
	Ukupno	28	100%	

Tabela 20. Elementnu analizu građevinskih materijala u sistemu ESTIDAMA:

Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus , Oct. no.17.

Nakon prethodne analize elemenata standarda građevinskog materijala, otkrivamo da se Estidama usredsredio na efikasnost materijala i njihovu upotrebu u fazi nakon rušenja po završetka rada zgrade.⁹⁵

4.6.4. Egipatski zeleni sistem piramida GPRS

Egipatski sistem zelenih piramida se pojavio u aprilu 2011. Cilj mu je pružiti referencu za dobre prakse koje omogućavaju dizajnerima i graditeljima da donesu racionalne odluke koje smanjuju uticaj na životnu sredinu. Egipatski sistem piramida je integrisani građevinski pristup.⁹⁶

Elementi ocenjivanja	Održivost lokacije	Efikasnost energije	Efikasnost korišćenja vodu	Materijali i resursi	Kvalitet unutrašnje životne sredine	Administracija	Inovativne prakse
Dodatni	10%	10%	30%	10%	25%	15%	Relativna težina

Tabela 21. Prikazuje elemente procene u GPRS sistemu

(Izvor: Khudair, Assiut, Raad Hassoun, (2019), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, PhD Dissertation, University of Baghdad

Kriterijum za materijale i resurse u sistemu egipatske zelene piramide zauzima 10% ukupne težine kriterijuma održivosti u ovom sistemu ocenjivanja. U sledećoj tabeli objašnjenje predmeta uključenih u ovaj ekosistem i njihove relativne težine tokom svake faze životnog ciklusa zgrade

Broj klauzula	Građevinski materijali	Broj bodova	Relativna težina	Životni ciklus zgrade
---------------	------------------------	-------------	------------------	-----------------------

⁹⁵ Vaziri, Jahia, 2012, *Environmentally Friendly Architectural Design Towards Green Architecture*, First Edition, Madbouli Press, Cairo, p.282.

⁹⁶ Taha Ibrahim, *A Proposed Methodology for the Assessment of Green Buildings in Egypt*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, Architectural Engineering, Assiut University, Egypt, 2017, p.147.

1	Napravite listu građevinskog materijala koji se koristi u zgradi, uključujući materijale, troškove, količine i gde ih pronaći	Obavezna klauzula		
2	Nezagađujući ili toksični materijali koji ne utiču negativno na zdravlje ljudska i ekološka ravnoteža	Obavezna klauzula		
3	Upotreba materijala proizvedenih i obrađenih na licu mesta	1	5%	Faza pre gradnje 60%
4	Upotreba gotovih elemenata u građevinarstvu kao što su zidovi i obloge da bi se smanjio gubitak materijala tokom izgradnje	3	15%	
5	Upotreba lokalnih materijala	3	15%	
6	Upotreba materijala iz obnovljivih izvora	3	15%	
7	Upotreba lakih materijala	1	5%	
8	Analiza troškova životnog ciklusa	1	5%	
9	Korišćenje trajnih materijala za produžavanje veka trajanja zgrade koji ne zahtevaju da se obnovi ili ukloni kada se razvije	1	5%	Faza gradnje 5%
10	Ponovna upotreba materijala	4	20%	Faza nakon rušenja 35%
11	Reciklirati materijale	3	15%	
	Ukupno	20	100%	

Tabela 22. Analiza elemenata standarda materijala u egipatskom sistemu zelene piramide

(Izvor: Mohsen, Abdul Karim (2011), *Closed and open architectural area design and their impact on the social dimension in administrative buildings*, Islamic University of Gaza, Palestine).

Iz tabele primećujemo da se sistem Zelene piramide bavio fazom dizajniranja pri odabiru građevinskih materijala. Upoređivanjem prethodnih sistema tokom životnog ciklusa zgrade, kako bismo došli do elemenata u kojima je učestvovao standard efikasnosti materijala i resursa, pronalazimo objašnjenje standarda građevinskog materijala u kojima su učestvovali analizirani sistemi, tabela 22.

Životni ciklus zgrade	Standard građevinskog materijala za fazu predgradnju	Standard građevinskog materijala za fazu izgradnje	Standard građevinskog materijala za fazu post gradnja
BREEAM	1- Odabir materijala sa malim emisijama	Nabavite materijale iz pouzdanih izvora	1- Ponovna upotreba fasada
	2- Odabir dugo trajne materijale		2- Ponovna upotreba betona
LEED	1- Korišćenje obnovljivi resursa i materijala	Upravljanje otpadom iz gradnje	1- Ponovno korišćenja postojeću strukturu
	2- Oslanjanje na lokalne materijale		2- Reciklirajte komponente zgrada.
	3- Upotreba drveta koje poseduje sertifikat		3-Ponovna upotreba materijala za smanjenje ponovno potražnje za sirovinu.
ESTIDAMA	1- Izaberite materijale koji ne utiču štetno na zdravlje ljudi i ekološka ravnoteža	1- Smanjivanje obima materijala iscrpljeni u procesu izgradnje	4- upotreba recikliranih materijala, kako biste smanjili uticaj na životnu sredinu usled ponovo eksploatacije
	2- Korišćenje modula dizajn i primena podnih obloga radi smanjenje otpadaka	2- Pažnja na izolacionim operacijama, kanalizacije i okoline	1- Fleksibilnost u dizajnu kako bi zgrada imala najduži vek trajanja
	3- Korišćenje lokalnih materijala	3- Unapredite upravljanje otpada iz gradnje	2-Oлакšavanje procesa rušenja zgrade i ponovne upotrebe betonske konstrukcije i građevinskih komponenti
	4-Upotreba materijala iz obnovljenih izvora	4- Ponovo reciklirati organske otpade	3 ponovna upotreba betonske konstrukcije
			4-Ponovna upotreba materijala
			5- Reciklirajte materijale
			6- Upotreba recikliranog drveta
7- Unapređenja upravljanja otpadom posle rušenja			
GPRS	1- Upotreba obrađenih materijala koja se ugrađuje na licu mesta	Upotreba dugo trajnih izdržljivih materijala za	
	2- Upotreba gotovih predmeta u izgradnji		

	3-Upotreba lokalnih materijala	produženje veka trajanja zgrade	1- Ponovo reciklirati materijale
	4- Korišćenje materijala iz obnovljivih izvora		
	5- Upotreba lakih materijala		
	6-Analiza troškova životnog ciklusa		
Zajedničke tačke	Održivi izvori sirovine što uključuje:	Racionalni izbor ekološki građevinskih materijala	1-Ponovo upotrebite materijala i sisteme
	-Korišćenje lokalnih materijala		
	-Upotreba materijala iz obnovljivih izvora		2- Ponovo reciklirate otpada od rušenja

Tabela 23. Standardi građevinskog materijala u kojima su učestvovali analizirani sistemi
(Izvor: Tabela je izradio autor)

Upoređivanjem prethodnih ekosistema, konstatujemo da oni dele zajedničke stavke tokom životnog ciklusa zgrade, koji su sažeti na sledeći način⁹⁷:

- Faza pred izgradnju

Traženje održivih izvora sirovina (korišćenje lokalnih materijala - korišćenje materijala iz obnovljivih izvora)

- Faza izgradnja

Dobar izbor ekoloških građevinskih materijala (trajnost, uticaj na životnu sredinu)

- Faza rušenja i uklanjanja otpada.

- ✓ Ponovna upotreba materijala i Sistema.
- ✓ Reciklaža otpada nakon rušenja.

Ekološki sistem	Faza pred izgradnju	Faza izgradnje	Faza posle rušenja	Ukupna težina	Ukupan broj bodova
BREEAM	68%	16%	16%	100%	12
LEED	28%	14%	58%	100%	14
ESTIDAMA	25%	21%	54%	100%	28
GPRS	60%	5%	35%	100%	20

⁹⁷ Ibrahim, Hazem, Razmišljanja o prostorima, *Časopis svet građevinarstva*, 26. April 2014, Kairo, str.34.

Srednja vrednost relativne težine i prosek broj bodova	45%	14%	41%	100%	18.5 Tačka
--	-----	-----	-----	------	------------

Tabela 24. Procena tri faze životnog ciklusa zgrade u svakom ekosistemu iz prethodnih sistema i njihove relativne težine

(Izvor: Tabelu je izradio autor)

Na osnovu broja bodova i prosečne relativne težine, može se proceniti svaka faza života zgrade, predloženo je da se bodovi raspoređuju prema relativnoj težini svake faze, tako da je faza pre izgradnje dobila relativna težina od 45%, tj.približno 8,3 poena. Faza izgradnje je dobila prosečnu relativnu težinu od 14%, što je ekvivalentno 2,6 poena, a faza nakon rušenja dobila je prosečnu relativnu težinu od 41%, ekvivalentnu približno 7,5 poena. Tabela 24. prikazuje raspodelu bodova.

Životni ciklus Zgrada	Zajedničke stavke		Relativna težina za svaku stavka	Broj bodova	Ukupan br. bodova	Ukupna težina za svaku fazu
Faza pred izgradnju	Korišćenja lokalne materijale		22.5%	4.15	8.3	45%
	Korišćenje materijala iz obnovljivih izvora		22.5%	4.15		2.6
Faza izgradnje	Dobar izbor za građevinske ekološke materijale	Trajnost i izdržljivost	7%	1.3	2.6	14%
		Uticaj na životnu sredinu	7%	1.3		
Faza posle rušenja	Ponovna upotreba materijala i sistema		20%	3.7	7.6	41%
	Reciklaža otpada nakon rušenja		21%	3.9		
Ukupno				18.5	18.5	100%

Tabela 25. Relativne težine zajedničkim stavkama građevinskog materijala

(Izvor: Tabelu je izradio autor)

4.7. Praktična strana istraživanja

Što se tiče praktičnog aspekta, ocenićemo efikasnost građevinskog materijala izborom dva primera globalnih administrativnih zgrada sa ekološkim sertifikatom i procenom efikasnosti materijala, koji se koriste u izgradnji ovih zgrada na osnovu zajedničkih stavke koji su postignuti.

4.7.1. Studija slučaja 1.⁹⁸ Zgrada vladinih javnih službi u Kanadi



Slika. 31. Zgrada vladinih javnih službi u Kanadi

(Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus , Oct. no.17.)

- ✓ Opis projekta: Površina objekta je 17.500 kvadratnih metara.
- ✓ Izgrađena je 2006. godina
- ✓ Cena koštanje zgrade je 27 miliona dolara
- ✓ Zgrada se sastojе od četvorospratnica koja se nalazi u centru grada Charlestown, Kanada, što treba da primi 500 državnih službenika, sadrže veliki broj prostora za stanare, kao i 11 saveznih administracija.
- ❖ Održivi dizajn zgrade

Zgrada se smatra drugom po veličini ekološki prihvatljivom zgradom na svetu i ima LEED zlatni sertifikat za postizanje nacionalno prihvaćenih standarda za izgradnju,

⁹⁸Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus, Oct. no.17.

projektovanje i upravljanje održivim zgradama visokih performansi. Zgrada obezbeđuje oko 60% potrošnje energije u kancelarijama u zgradi

❖ Energija

- Zgrada sadrži veliki solarni panel koji obezbeđuje 180 kilovata potrošene energije, a sadrže više od 500 solarnih ćelija povezanih na električnu mrežu.

- Fotonaponski paneli generisani iz solarne energije korišćeni su za proizvodnju 30.000 vati električne energije.

- Potrošnja vode takođe je smanjena sakupljanjem kišnice putem visoko efikasne opreme za ponovnu upotrebu vode

- Zračni sistem cevovoda je takođe korišćen za hlađenje i podno grejanje

❖ Korišćeni građevinski materijali

- U procesu gradnje zgrada korišćeni su reciklirani materijali i lokalni otpad, uključujući leteći pepeo, recikliranu armaturu i reciklirane čelične konstrukcije, što je rezultiralo nižim troškovima izgradnje.

- Na fasadama su takođe korišćene staklene ploče, koje pružaju prirodno osvetljenje i odražavaju toplotu, što olakšava smanjenje potrošnje energija uz istovremeno produktivnije radno okruženje.

- Što se tiče građevinske strukture, korišćena je betonska konstrukcija.

❖ Detalji distribucije bodova u LEAD sistemu tokom životnog ciklusa zgrade su sledeći:⁹⁹

Faza pred izgradnju: Upotreba lokalnih materijala predstavlja 3 bodova, raspoređenih na sledeći način:

1- Lokalni materijali 20% lokalne proizvodnje = 1 bod.

2- Materijali koje lokalno koristi 20-50% = 1 bod.

3- Materijali iz obnovljivih izvora = 1 bod.

4- Korišćeno drvo = 1 bod.

Faza izgradnja: Dobar izbor građevinskih materijala:

⁹⁹ Al-Mukram Asma i Al-Khafaji Ali (2010), Sublimeness in architecture - the concept of sublime beauty in architectural form through structural treatments, University of Damascus, *Journal of Science*, Feb, Br.2, p.47.

Faza nakon rušenja: Ponovna upotreba materijala i sistema predstavljena je u 4 tačke, koje su podeljene na sledeći način:

- 1- Ponovnom upotrebom konstrukcije dobija se 75% postojećeg paketa = 1 bod
- 2- 100% ponovna upotreba postojećeg paketa = 1 bod
- 3- Ponovna upotreba 5% resursa = 1 poen
- 4- Ponovno koristite 10% resursa = 1 bod

Reciklaža otpada nakon rušenja iznosi 5 poena, raspoređenih na sledeći način:

1. Upravljanje građevinskim otpadom 50% = 1 bod
2. Upravljanje ostatka građevinskim otpadom 75% = 1 bod
3. Sadržaj reciklaže 10% = 1 bod
4. Sadržaj reciklaže 5% = 1 bod
5. 50% otvorenih područja = 1 bod (ovu stavku ne dele svi sistemi).

Životni ciklus Zgrada	Zajedničke stavke	Relativna Težina za svaku stavku	Raspodela bodova prema LEAD	Raspodela bodova procena	Napomene
Faza pred izgradnje	Upotreba lokalne materijala	22.5%	2	4.15	Građevinskog materijala u Kanade ima u izobilju što odgovara hladnom okruženju, kao što su kamenje i drvo, zato što su dobar izolator toplote
	Upotreba materijala obnovljive sirovine	22.5%	0	0	
Faza izgradnje	Dobar izbor ekološke građevinske materijale	14%	0	1.3	Armirani beton i konstrukcije čelik je izdržljiv materijal, ali ima veliku emisiju gasova ugljen dioksid
Faza nakon rušenja zgrade	Ponovna upotreba materijale i sisteme	20%	4	3.7	Korišćen je čelik i reciklirani otpad, a možemo da imamo korist od građevinske struktura i armatura nakon rušenja zgrade
	Reciklaža otpada posle rušenje	21%	3	3.9	
Ukupno		100%	9=75%	13.05=70.54%	

Tabela 26. prikazuje raspodelu bodova za zgradu i standarde građevinskog materijala za zgradu prema kriterijumima do kojih je došlo istraživanjem prema LEAD sistemu.

(Izvor: Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus , Oct. no.17.)

U LEED sistemu:¹⁰⁰

- ✓ Ako zgrada dostigne nivo od 40-49 %, dobija sertifikat pod nazivom Certified
- ✓ Ako zgrada dostigne 50-59%, dobiće srebrni sertifikat.
- ✓ Ako zgrada dostigne opseg 60-79%, dobiće zlatni sertifikat
- ✓ Ako zgrada dostigne 80% i više, dobija Platinasti sertifikat, što je najviši nivo u LEAD sistemu. Na osnovu kriterijuma koji su postignuti, zgrada je dobila stopu od 70,54% i 75% u LEAD sistemu, što je ekvivalent Platinastom sertifikatu koji je zgrada dobila.



Slika 32 – Zgrada Simensa u Mazdaru, Abu Dabi

(Izvor: Al-Gohari Ali, *Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture*, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.)

4.7.2. Studija slučaja dva - Zgrada Siemens-a u gradu Masdar¹⁰¹ - Abu Dabi (Ujedinjeni Arapski Emirati).

Opis zgrade: Zgradu je projektovala kancelarija Shepherd Robson-a

- ✓ Ima ukupnu površinu od 18.000 kvadratnih metara

¹⁰⁰ McDonough, William, and Michael Braungart (2002), *Cradle to Cradle*: McGraw Hill, N.Y, p.134.

¹⁰¹ Al-Gohari Ali, *Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture*, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.)

✓ Osnovan 2012. godine, a pokrenut je 2014. Godine

Održivi dizajn zgrade- Zgrada je do danas osvojila 16 prestižnih nagrada, uključujući nagradu MIPIM Global Future Projects za 2012. u kategoriji kancelarijskog prostora i nagradu za najbolji arhitektonski dizajn za kancelarijski prostor 2012. u arapskom regionu.

To je prva poslovna zgrada u Abu Dabiju kojoj je dodeljen LEED sertifikat za dizajn energije i životne sredine, što je ekvivalentno, tri bisera u sistemu Estidama. Zgrada je postavila temelje budućim zgradama na Bliskom Istoku i šire zahvaljujući standardima Održivost (Estidama) koja je korišćena u zgradi, i tehnologiju korišćene u njenom razvoju. Ta tehnologija doprinosi smanjenju potrošnje energije ekvivalentne 45% u poređenju sa međunarodno primenljivim standardom Američkog društva inženjera za grejanje, hlađenje i klimatizaciju i smanjenju stope potrošnje voda za 50% u poređenju sa LEED standardima. Zgrada sadrži natkriveno dvorište, koje pruža prirodno osvetljenje za sva radna mesta.

Korišćeni građevinski materijali

-Dizajn zgrade na principu sigurnosne kutije ima visok stepen toplotne izolacije.

-Fasade zgrade su dizajnirane da spreče curenje vazduha, kako bi se smanjila provodljivost toplote. Pored toga, spoljna nadstrešnica je napravljena od laganog aluminijuma, kako bi se ograničio dobitak toplote od sunčeve svetlosti, istovremeno pružajući najveću količinu prirodnog svetla na otvorenom i smanjujući emisiju gasa od CO₂.¹⁰²

-Zgrada je izgrađena od nisko-ugljeničnog cementa, 90% recikliranog aluminijuma i drugih sertifikovanih materijala sa lokalnog tržišta.

-Razvijeno 34% recikliranih aluminijumskih šipki, što je dovelo do smanjenja strukturne emisije ugljenika na 2,7 kilograma CO₂ za svaki kilogram. Isti je postupak primenjen na betonu, čeliku, građevinskom kamenju i aluminijumu, što je dovelo do smanjenja oko 80% emisije ugljenika u ukupnom građevinskom materijalu.

Životni ciklus zgrade	Zajedničke stavke	Relativna težina za svaku stavku	Raspodela Bodova Prema Lidd-u	Raspodela bodova procena	Napomene
	Upotreba materijala lokalno	22.5%	1	2	Sirovi boksit koji ulazi u sastav aluminijuma uvozi se iz rudnika u zemljama

¹⁰² Anne, M. (1990), *Interior Design of the 20th. Century*, Stanle Harper and Ron publishers, New York, p.52.

Faza pred izgradnje	Upotreba materijala iz obnovljenih izvora	22.5%	2	4.15	proizvođačima kao što je Gvineja. UAE su treća zemlja u svijetu po proizvodnji lokalnog cementa
Faza izgradnje	Dobar izbor za ekološke građevinske materijale	14%	1	2.6	Građevinski materijal koji se koristi u izgradnje smatra se ekološki dobrim
Faza nakon rušenja zgrade	Ponovna upotreba materijale i sisteme	20%	4	3.7	Ponovna upotreba aluminijuma je ekonomski veoma uspešna, jer štedi energiju potrebnu za ponovnu proizvodnju aluminijuma. Pored toga, Lakoća aluminijuma omogućava ponovnu upotrebu strukturnih struktura, jer je lako demontirati i premestiti ove strukture sa njihovog mesta i ponovo ih postaviti na druga mesta.
	Ponovna reciklaža posle rušenje	21%	4	3.9	
Ukupno		100%	12=91.67%	16.35=88.38%	

Tabela 27. Pokazuje procenite procene standarda zgrada i građevinskog materijala za zgradu Siemens, prema dostignutim standardima

Izvor: Al-Gohari Ali, Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.)

Kroz procenu zgrade prema zajedničkim standardima koji su postignuti primećujemo da je zgrada dobila ocenu 88,18% i 91,67% prema LEAD sistemu, ekvivalent Platinastog sertifikata koji je zgrada dobila.

U LEAD sistemu, koji je ekvivalentan platinastom sertifikatu dobijenom uzgradi, postigao je isti stepen ocene u LEED ekosistemu, što potvrđuje potrebu za postizanjem ovih standarda prilikom izbora građevinskih materijala, koji doprinose postizanju održivosti upravnih zgrada.

5. POSTIZANJE URBANE ODRŽIVOSTI U OKRUŽENJU

Savremena stambena naselja pate od loše održivosti stambenog prostora svog izgrađenog okruženja kao rezultat usvajanja neefikasne prostorne organizacije stambenih područja na nivou susedske jedinice, što je generisalo negativne karakteristike koje su uticale na postizanje planova održivog razvoja stambenog okruženja, jer čini većinu urbanog tkiva gradova.

Materijalni podaci u rečniku sadašnjeg doba prevladali su nad duhovnim podacima, a ti materijalni podaci uticali su na stambeno okruženje pa se koncept mesta u savremenim rezidencijalnim naseljima promenio dominacijom fizičkog aspekta (mase), nad moralnim aspektom (prostor) i savremene tehnologije zauzimao je važan prostor jer je to jedno od osnovnih obeležja ere. Stoga postizanje održivosti na urbanom nivou za stambeno okruženje zahteva efikasnu prostornu organizaciju, koja obezbeđuje povezivanje urbanog prostora lokaliteta sa okolinom novih usluga, koje se mogu dodati pored osnovnih usluga koje su neophodne za rad na održavanju i rehabilitaciji. Istraživanje se bavi problemom savremenih stambenih naselja koji pate od loše održivosti stanovanja za svoje urbano okruženje, kao rezultat neefikasnosti organizacije prostora na nivoima naselja.

Istraživanje ima za cilj da dosegne regulatorne mehanizme prostora na nivou jedinice naselja koja postiže održivost u stambenom okruženju ulaganjem faktora održivosti tradicionalnog stambenog okruženja, koji se mogu koristiti u planiranju i dizajniranju modernih stambenih naselja i usvajanje strategija humanog dizajna, kao praktičnog alata za podizanje efikasnosti organizacije prostora za održivu susedsku jedinicu.

Istraživanje proizilazi iz hipoteze da efikasna organizacija prostora na nivou stambene jedinice stvara održivo urbano okruženje, na nivou najvećih stambenih naselja.

Predstavljanje stambenog okruženja u našim arapskim tradicionalnim gradovima karakteriše njegova održivost i predviđanje savremenih teorija, kako u postizanju ekološke, socijalne i ekonomske integracije tako i u ispunjavanju ljudskih zahteva, uzimajući u obzir kompatibilnost između materijalne i duhovne strane.

Većina savremenih gradova, posebno stambenih područja, imaju nedostatke u postizanju ovog trenda, jer je neizbežni razvoj doveo do pojave problema u stambenom okruženju, što dovodi do otuđenja čoveka od njegovog okruženja. Stoga je neophodno voditi računa o poboljšanju stambenog okruženja i uvažavanju ljudskih razmatranja, ciljevima urbanog razvoja u okviru plana održivosti.

Postizanje održivosti na urbanom nivou za stambeno okruženje zahteva efikasnu prostornu organizaciju, koja obezbeđuje povezivanje urbanog prostora lokaliteta sa okolinom. Bilo je mnogo pokušaja da se ispita efekat različitosti i kontrasta u prostornoj organizaciji savremenog stambenog okruženja poredeći ga sa onim što je izgubljeno sa strane prostorne organizacije stambenih područja u tradicionalnim gradovima, i uticajem ovoga na gubitak održivosti u savremenom stambenom okruženju, ali ulogom efikasne prostorne organizacije susedske jedinice u postizanju održivog stambenog okruženja nije istaknuto.

Prema tome, istraživanje je obuhvatilo dve ose: Prva osa se bavi konceptom održivosti, njegovim dimenzijama, principima i nivoima, posebno urbanim nivoom, kako bi se utvrdio teorijski okvir kojim se postiže održivost, u stambenom okruženju. Dok se druga osovina bavi prostornom organizacijom tradicionalnog stambenog okruženja i upoređivanjem sa prostornom organizacijom savremenog stambenog okruženja, kako bi se postigli mehanizmi planiranja i dizajniranja modernih stambenih naselja, investirajući faktore održivosti u tradicionalno rezidencijalno okruženje koji postižu koncept održivosti u savremenom stambenom okruženju sa njegovim ekološkim, socijalnim i ekonomskim dimenzijama.

Održivost se definiše kao koncept koji potiče iz humanističke teorije koja poziva na pažnju na budućnost čoveka, a zatim na očuvanje životne sredine koja čovečanstvu daje kontinuitet u cilju postizanja ekološke, socijalne i ekonomske održivosti, i na taj način unapređenja života na način omogućava drugima da zadovolje njihove potrebe u sadašnjosti i budućnosti.¹⁰³ Održivost se

¹⁰³ Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern days, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, June 26, Issue 11, 2018, p.39.

takođe definiše kao bavljenje prirodnim (ekološkim), tehnološkim i ekonomskim sistemima sa specifičnošću mesta, u stvaranju urbanog tkiva ili zgrade prilagođene okolnom okruženju.¹⁰⁴

Glavna ideja održivosti zasniva se na održavanju ravnoteže i rebalansu; to je pristup usmeren na uravnoteženje ekonomskih i ekoloških uticaja sada i u budućnosti. Održivost zahteva postizanje ravnoteže između faktora životne sredine, socijalnih i ekonomskih razmatranja, a to se postiže u mnogim primenama, među kojima je i arhitektura.

Održivi razvoj uključuje više dimenzija koje se međusobno preklapaju, a fokusiranje na njihovo adresiranje može ostvariti opipljiv napredak, u postizanju ciljeva održivosti. Tri kritične interakcione dimenzije mogu se nazvati:¹⁰⁵

- Ekološka dimenzija koja se bavi postizanjem ekološke ravnoteže i očuvanjem životne sredine, bilo prirodne ili izgrađene.
- Socijalna dimenzija, koja se bavi postizanjem socijalnog osnaživanja i stabilnosti za različita ljudska društva.
- Ekonomska dimenzija, koja se tiče postizanja ekonomskog razvoja, povećanja produktivnosti i postizanja efikasnih ekonomskih performansi.

Da bi se ove dimenzije definisale u okviru integrativnog koncepta održivosti, pojavila se takozvana Trostruka donja linija (T.B.L Triple Bottom-line). Ovaj termin je prvi put upotrebio John Ellington, ekonomista specijalizovan za životnu sredinu. Kroz ovaj termin uspeo je da iskristalizuje stav koji potvrđuje: " Ne možemo odvojeno postići ekološku, socijalnu ili ekonomsku održivost, već se moraju uzeti u obzir sve tri dimenzije istovremeno, radi poboljšanja kvaliteta životne sredine i ekonomskog rasta uz postizanje socijalne pravde.

Principi održivosti predstavljaju suštinski temelj na kome se zasniva održiva arhitektura, a pod njegovim glavnim imenom potpadaju svi detalji, područja i definicije koji se bave održivom arhitekturom. Teorijski okvir principa održivosti ima za cilj da pomogne dizajnerima da traže više

¹⁰⁴ Khalifa, Omar Hazem, *Energy in sustainable local architecture, doctoral dissertation*, Faculty of Technology, University of Tripoli, 2014, p.174.

¹⁰⁵ Isto, str.94-96.

rešenja, i da im obezbedi skup gotovih rešenja jer svaki problem zahteva svoje dizajnersko rešenje, koje proističe iz različitosti uslova životne sredine i kulture koje utiču na svaku zgradu u zavisnosti od lokacije, klimu i društvo, uzimajući u obzir osnovne principe održivosti, a to su:

- Prvo: Princip racionalizacije resursa, što znači smanjenje potrošnje resursa, ponovnu upotrebu i recikliranje prirodnih resursa u ulaze stambenih resursa, koji ulaze u proces izgradnje.
- Drugo: princip dizajna prema životnom ciklusu zgrade, koji pruža metodologiju za analizu procesa izgradnje i njenog uticaja na životnu sredinu.
- Treće: Princip ljudskog dizajna, koji se fokusira na postizanje ugodnog i zdravog okruženja za ljude, kroz razmenu uticaja između ljudi i prirodnog okruženja.
-

Postoje mnogi nivoi održivosti u arhitekturi, kao i ostala razvojna polja, a studije ukazuju na mogućnost podele sistema održivosti u polju arhitektonskog rada na dva nivoa: ¹⁰⁶

Prvo: urbani nivo: koji se bavi sopstvenim razmerama kroz aspekte fizičkog i prirodnog okruženja, kao i infrastrukturne usluge.

Drugo: Nivo pojedinačne zgrade: Liddle smatra da je proces izgradnje životne sredine i postizanje održivih formula direktno povezan sa urbanističkim dizajnerom i planom grada, te da će integracija rada između dva nivoa proizvesti dizajnirano i integrisano okruženje kroz njegove postepene nivoe, od gradskog nivoa do urbane jedinice (susedske jedinice), sve do zgrade i njenih različitih prostora.

Trenutni istraživački interes određuje održivost na urbanom nivou. Buduća očekivanja stopa rasta stanovništva stavlja urbani izazov u prvi plan problema sa kojima se suočavaju zemlje u razvoju, povećavajući tako njihovu sposobnost da proizvode i upravljaju svojim civilizacijskim osnovama sidrenih struktura, usluga i stanovanja u teškim uslovima sa smanjenim resursima u poređenju sa potrebama.

¹⁰⁶ Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern days, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, June 26, Issue 11, 2018, p.46.

5.1. Eko grad kao model ekološkog urbanizma – Eco City Sandton

Savremeni svet se suočava sa jednom od najvećih pretnji sa kojom se civilizacija do sada suočila, a to su klimatske promene. Klimatske promene su sve vidljivije i jasno pokazuju u kojoj meri mogu da utiču na dalji život na planeti. Shodno tome, sve se glasnije čuju organizacije koje ukazuju na neophodnost i mere zaštite životne sredine. Zaštita životne sredine je u poslednjih par decenija postala neodvojiva od arhitekture i nove izgradnje. U svetu se mogu naći brojni primeri ekoloških zgrada, ekološke izgradnje ali i celih gradova. *Eko gradovi* ipak su retkost i ima ih mnogo manje od potrebnog broja. Zato je važno svaki od njih zasebno analizirati i promovisati. Analiza ekoloških gradova je značajna kako bi se iskristalisali novi principi izgradnje. Pored toga ovakve analize pokazuju u kojoj meri je važna upotreba nove tehnologije. Sa tog stanovišta analiziran je Sandton kao jedan od primera ekoloških gradova.

U ovom delu radu biće analiziran Sandton Eco City koji se nalazi u Južnoj Africi, sa ciljem da se ukaže na nove principe izgradnje i savremene promene koje ih prate. Takođe je ideja da se ukaže na prednosti koje savremeni pristup donosi pre svega upotrebom novih tehnologija. Sandton je izabran kao grad za analizu, jer predstavlja jedan od epicentra zelenih objekata u Južnoj Africi. Takođe se ističe kao mesto koje promovise reciklažu i upotrebu obnovljivih izvora energije. Posebno je zanimljiv jer se određeni objekti još uvek nalaze u fazi izgradnji. Tako da buduća istraživanja mogu da pokažu u kojoj meri se grad dalje razvijao kao ekološki grad u odnosu na dati momenat.

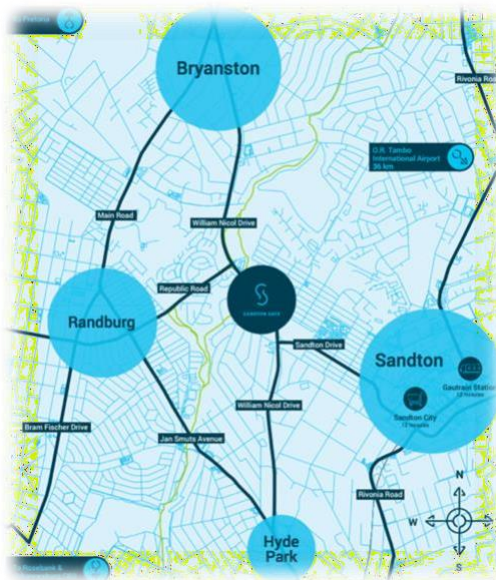
U prvom delu rada biće uopšteno prezentovan projekat i njegovi osnovni principi. U drugom delu rada biće više reči o samom Sandton gradu i izgradnji. Tako su u drugom delu rada prikazani objekti koji se nalaze u navednom projektu. Zadatak ovog dela rada je da prikaže principe ekološke izgradnje i da ukaže na sve novine koje su primenjene.

Johannesburg je jedan od najgušće naseljenih gradova u Južnoj Africi. Međutim, ne čini ga samo to zanimljivi za ostatak sveta. Naime, reč je o gradu koji je dobio titulu o ekološki najprihvaljivijem gradu u državi. Ovaj grad posebnu pažnju posvećuje upravljanju otpadom, uštedi energije i upotrebi vode. ¹⁰⁷Zahvaljujući sveobuhvatnom angažmanu grad se transformise u ekološki održiv. Međutim, to nije bilo dovoljno, pa se regija Sandton izdvojila kao regija u koju

¹⁰⁷ Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021, p.216.

dalje treba ulagati. Reč je o regiji koja se nalazi u ovom gradu i koja je bila jedna od najboljatijih. Cilj koji su postavili kada je u pitanju Sandton je da se napravi novi ekološki grad. U toj nameri, za sada uspevaju. Jedna od značajnih karakteristika kada je u pitanju Sandton ekološki održiv grad je široka upotreba tehnologije, čija će se primena u daljem radu analizirati. Tehnologija u ovom slučaju jasno ukazuje na svoje prednosti i načine na koje može da podigne svest građana o značaju ekološki održivog prostora.

Tokom 2018. godine započeta je izgradnja Sandton pametnog ekološkog grada. Prva faza koja je bila planirana za izgradnju nosi naziv Sandton Gate. Prema prvim planovima ovaj prostor treba da ima stambene jedinice, poslovni prostor, kao i sve prateće komercijalne usluge poput restorana, kafića, prodavnica. Projekat će se realizovati na putu Villiam Nicol sa četiri komercijalna čvora: Sandton CBD, Bryanston, Randburg i Hyde Park. Tokom početka izgradnje previđanja su bila usmerena ka tome da će se izgradnja završiti 2019. godine. Prednost izabrane lokacije je blizina mreže gradskog prevoza Johannesburga i neposredna blizina jednog od najdužih prirodnih pojasa ovog grada.



Slika 33. Četiri komercijalna čvora

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021)

U daljem delu rada, biće više reči o objektima koji su sagrađeni u Sandtonu. Treba imati na umu da svi objekti koji su građeni moraju da ispunjavaju ekološke kriterijume. Shodno tome, ovakvi koncepti mogu da se primenju prilikom izgradnje novih objekata širom sveta.

- **Sandton Gate**

Sandton kapija (Sandton Gate) se sastoji do 15000 km² poslovnog prostora, 13000 km² specijalnog poslovnog prostora i 2500 km² fitnes prostora koji je smešten na trgu. Sam proces izgradnje ovog prostora započet je u junu 2018. godine i vođen je kroz šest faza. Prvi korisnici ovog prostora uselili su se već u novembru 2019. godine.¹⁰⁸ Potražnja koja se uvidela tokom prvog otvaranja prostora ukazala je da je ovakav prostor veoma zanimljiv za nove korisnike. Shodno tome, postojao je plan da se sledeća faza završi tokom 2020. godine kako bi se povećao broj korisnika. U okviru ovog prostora pored navedenih prostora, u okviru ove deonice postoje restorani, kafići, saloni i druge prodavnice. Takođe je planiran stambeni deo koji treba da se sastoji od 137 jedinica pethaousa sa dve ili tri spavaće sobe.



Slika 34. Sandton Gate

¹⁰⁸ Khalifa, Omar Hazem, Energy in Sustainable Local Architecture, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014, p.176.

(Izvor: Khalifa, Omar Hazem, Energy in Sustainable Local Architecture, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Jedan od osnovnih ciljeva ovog kompleksa je stvaranje dobro povezanih poslovnih, maloprodajnih i stambenih čvorova velike gustine koji će biti u skladu sa urbanim kontekstom, a u isto vreme i integrisani sa već postojećom saobraćajnom infrastrukturom.¹⁰⁹ U skladu sa tim odabrani su kriterijumi za preispitivanje plana lokacije. To su: gustina, urbana forma, integracija sa postojećim urbanim tkivom, ugodan život, produktivnost i održivost.

Jedna od novina u ovom projektu je da će svaki korisnik ovog prostora imati svoju aplikaciju putem koje se obaveštava o stanju i potrebama prostora. Takva ideja ima za cilj da obezbedi dalji razvoj i održivost prostora. U ovom slučaju se zapaža jedna snažna novina, a to je da tehnologija preuzima značajno mesto u arhitekturi. To ukazuje i činjenica da su na ovom projektu angažovani programeri. Njihov zadatak je da stvore interaktivnu mrežu u realnom vremenu koja analizira trenutno stanje. Dakle, nije reč o aplikaciji koja će nešto meriti i prikazati rezultate već će dati ponuđenja efikasna rešenja. U kojoj meri je ovakav pristup dobar može se sagledati ako zamislimo da takava aplikacija postoji u Beogradu i povezana je sa svim mernim stanicama o kvalitetu vazduha. Poslednjih meseci, Beograd se suočava sa neslavim položajem u svetu kada je reč o kvalitetu vazduha. Brojne aplikacije o tome obaveštavaju građane ali se osim činjeničnog stanja, koje frustrira, ne predlažu rešenja. Aplikacije uglavnom stanovnicima govore da tokom takvih perioda ostanu kući i ne luftiraju prostorije. To se ne može smatrati rešenjem već jednom vrstom posledice. Međutim, kada bi takva aplikacija primera radi apelovala da se danas ne koristi automobil, pogotovo za tranzit na primer Bulevarom kralja Aleksandra ili primera radi da se danas smanji upotreba ložišta određene kategorije, dobila bi se neka rešenja. Zapravo, takvi uputi bi uticali na svest građana da se suoče sa realnim problemom koji ima mogućnost rešavanja. Shodno tome, aplikaciju koja će se koristiti u Sandtonu treba pratiti kroz niz godina. Biće neophodno vršiti istraživanja o njenom uticaju i prednostima koje donosi. Takvo jedno rešenje možda može u velikoj meri da pomogne i ostalim gradovima koji nisu u svojoj osnovi dizajnirani kao eko gradovi, ali koji mogu da se približe takvoj ideji.

¹⁰⁹ Khalifa, Omar Hazem, Energy in Sustainable Local Architecture, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014, p.181.

Vizija Abland i Tibera je bila da kreiraju grad koji će se u potpunosti služiti zelenim sertifikatom¹¹⁰. To pre svega podrazumeva da će biti integrisani svi alati održivosti. Jednostavnije, svaka poslovna zgrada ili bilo koji drugi objekat moraju minimalo da imaju ocenu 4 zvezdica Green Star Council of South Africa. Prema proceni investitora, ekološka izgradnja je primarni zadatak u savremenoj izgradnji. Shodno tome, da se danas veliki broj gradova suočava sa raznim problemima izazvanih ekološkim ugrožavanjem, potreba da se kreira novi pristup izgradnji je goruća.

Osnovni principi izgradnje ovog prostora leže upravo u alatima koje je propisao Green Star. Reč je o tome da objekti ne mogu da budu izolovani, već moraju da budu povezani sa okolnim kontekstom, prostorom, formom i svojim procesom izgradnje a ono što je najvažniji momenat je da ima skladan uticaj na svoje okruženje tokom svog postojanja.

Još jedan od posebno zanimljivih pristupa ovog projekata je princip sprečavanja kriminala kroz dizajn životne sredine. Osnovna ideja je da se obezbedi bezbednost svih građana ovog prostora. Ideja je da se prirodnom kontrolom smanji stopa i mogućnost kriminala. Kako bi se to obezbedilo planirana je prirodna kontrola pristupa određenim oblastima ali i pasivan javni nadzor.

Sledeća značajna tema o kojoj se razmišlja odnosi se na ekonomski prosperitet. Jedna od osnovnih ideja je da se poveća broj radnih mesta u toj oblasti. Kako bi se to ostvario sa jedne strane se koristi ideja o ekologiji a sa druge strane o ekonomiji. Jedna od zamisli je da se otvoreni zeleni prostori koriste kao produktivne komponente urbanog okruženja. Ta ideja je pretočena u javni park koji je otvoren za širu zajednicu.

Jako je značajna i činjenica da se ovaj kompleks gradi na tzv *braunfield* lokaciji. Dakle, napušteno i potencijalno opasno po ekologiju područje, dobiće nove ekološke karakteristike. Ova činjenica zaslužuje posebnu pažnju. Pre svega jer ukazuje da je pristup ovom projektu značajno ekološki osvešćen. A tome u prilog ide i činjenica da prostor ima sopstvene mehanizme za rešavanje problema otpada. Naime, na javnim mestima, postoje razni alati koji će imati ulogu da recikliraju komunalni otpad. Takođe svaka stambena jedinica ima svoje mehanizme za reciklažu. Posebna pažnja je posvećena sakupljanju i odlaganju opasnog otpada. Značajna je i ideja o

¹¹⁰ Anastas P., Zimmerman J., (2003), Design through the Twelve Principles of Green Engineering, *Environmental Science and Technology*, March 1, ACS Publishing, p.136.

kompostiranju zelenog otpada. Takva ideja je predložena u vrstu komunalne usluge. Kako je reč o veoma zanimljivoj ideji, biće veoma korisno u budućnosti pratiti prednosti takvih novina.

Sama izgradnja je takođe bazirana na ekološkoj i energetskej održivosti. U skladu sa tim, posvećeno je dosta pažnje pasivnoj tehnologiji projektovanja za kontrolu klime. Pod time se u prvom redu podrazumevaju građevinski materijali, tehnologije i strategije dizajna koje su fokusirane u pogledu resursa i mogućnosti obnove.

- **Zgrada broj 4.**

Broj 4 je zgrada koja se nalazi u srcu Sandtona i ima ukupnu površinu poslovnog prostora od 4165 m², i površinu za parking mesta od 9097 m². Nastala je kao zamena za već postojeću jednospratnicu iz 1991. godine, koja je počela da biva prekrivena masivnim zdanjima oko sebe i nije više bila u stanju da zadovolji potrebe korisnika.¹¹¹

Novi objekat je osmišljen tako da bude u dosluhu sa svojim okruženjem ali i da pruži apsolutni komfor svojim korisnicima. U pogledu dizajna, objekat ima dva lica. Jedno je okrenuto glavnom putu i posmatra se kao glavno lice. U tom delu je zgrada izlomljena tako da stvara trouglove koje imaju pored estetske funkcije i ulogu prikupljanja toplote. Takođe, na ovaj način se kontroliše svetlosna energija koja se dobija sa zapadne strane.

Sa druge strane, fasada okrenuta kao severu je u potpunosti zastakljena i otvara mogućnost sjajnog pogleda iz kancelarija. Ujedno se na ovaj način vrši ušteda u potrošnji električne energije, shodno broju sunčanih sati koji direktno utiču na osvetljenost prostora.

¹¹¹ Anastas P., Zimmerman J., (2003), Design through the Twelve Principles of Green Engineering, *Environmental Science and Technology*, March 1, ACS Publishing, p.215-217.



Slika 35. Zgrada broj 4

(Izvor: Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021.)

Reč je osmospratnici koja ima jednostavan dizaj zahvaljujući kojem se pruža osećaj zaštićenosti i privatnosti. Takođe svojim izgledom se veoma jednostavno uklapa u svoje okruženje. Sam objekat je ocenjen kao objekata sa četiri zelene zvezdice.

Nadzemni parking se nalazi na severnoj i zapadnoj fasadi. Svaki parking je prekriven rešetkastim pločama koje su pune zelenila. Tako da se dobija utisak kao da je ceo objekat prekriven velikim zelenim zidom. Zastakljeni ulaz koji se nalazi na nivou ulice ima ulogu pasivnog hlađenja zahvaljujući hladu šume listopadnog drveća koje se nalazi u neprednoj blizini. Severne kancelarije gledaju uređeno dvorište koje im je dostupno za korišćenje. U okviru njega osećaju se potpuno izolovano od dešavanja na ulici.



Slka 36. Dvorište zgrade broj 4

(Izvor: Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014.)

Posvećena je velika pažnja biciklizmu. Shodno tome obezbeđen je prostor za parkiranje bicikala kako za radnike u ovoj zgradi tako i za posetioce. Druga važna osobina je usmeravanje potrošnje vode i energije. Objekat ima svoj automatizovan sistem za prikupljanje, praćenje i evidentiranje potrošnje. Ukoliko bi se potrošnja nekog resursa prekoračila, automatizovani sistem ukazuje na novonastale troškove i daje predloge za rešavanje problema. Kao što je već nagovešteno u celom objektu se koristi energetska efikasno osvetljenje, a koriste se i dva uređaja koja imaju ulogu raslađenja i provetravanje prostora. Ovi uređaji su takođe energetska efikasni.

Posebna pažnja bila je usmerena i na enterijer, posebno u pogledu materijala koji će se koristiti. Shodno tome, boje, lepkovi, zaptivne mase i slični materijali koji imaju isparenja, pre nego što su upotrebljeni morali su da budu ocenjeni od strane Green Star. Zahvaljujući ovoj kontroli emisija ugljenika je smanjena u značajnoj meri. Ujedno, prilikom izgradnje je 60% ukupno potrošenog čelika koji se koristio bio recikliran, smanjena je i upotreba cementa za 30% upotrebom recikliranih materijala. A posebno se vodilo računa u smanjenoj upotrebi PVC. Umesto navedenog materijala koristili su se alternativni, pa je upotreba PVC materijala smanjena za čak 30%.

U samom objektu su instalirani uređaji kojima se smanjuje potrošnja vode. Tako je smanjen protok vode u umivaoniku na 5 l/min a kod pisoara 0,9 l/min. Toaleti imaju dvostruke mehanizme za ispiranje, a tuševi imaju protok od 9l/min.¹¹²

Kada je pak reč o otpadu, postoji prostor za reciklažu otpada. Svi mehanizmi su dostupni i jednostavni za upotrebu svim korisnicima objekta. Takođe unutar kancelarija postoje posebni prostori ili kante za odlaganje različitog materijala. Otpad iznose posebne službe svakog dana izvan kancelarije koji se zatim reciklira

- **92 Rivonia**

Objekat na broju 92 Rivonia se nalazi u srcu Sandtona. Reč je o višenamenskom objektu koji ima maloprodaju, kancelarije, restoran, konferencijski prostor.

Ukupna površina ovog prostora iznosi 29146 m², dok prostor za parkiranje iznosi 3633 m².¹¹³ Nalazi se na uglu puta Rivonia i Pibus, prekoputa ulaza u tržni centar Sandton City. Sama lokacija je prvobitno bila namenjena kulturnim strukturama, dok se nekada na tom prostoru nalazio salon automobila između zgrada.



Slika 37. 92 Rivonia

Izvor: Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.

Osnovne održive karakteristike ovog objekta su:

¹¹² Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo, p.145.

¹¹³ Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo, p.69.

- Sistem za ventilaciju i klimatizaciju pomoću sistema hladnog vazduha,
- Minimalna potrošnja vode,
- Brzina svežeg vazduha je 100 l/s po osobi,
- Zone osvetljenja ne prelazi više od 100 m²,
- Zagrevanje vode je integrisano u objekat,
- Gustina snage osvetljenja je iznad proseka,
- Boje, lepkovi, zaptivni materijali imaju nisku emisiju ugljenika,
- Upotreba sistema koji meri potrošnju vode i energije u realnom vremenu.¹¹⁴

Velika pažnja prilikom izgradnje je bila posvećena osvetljenju i uštedi energije. Jedno od primenjenih rešenja je upotreba LED lampi i svetlosnih senzora koji su instalirani u celom objektu. Zahvaljujući ovom mehanizmu osvetljenje se uključuje samostalno po potrebi. Odnosno kada senzor detektuje prisustvo nekoga u prostoru. Ukoliko je prostorija napuštena, automatski se isključuje svetlo. Prilikom izgradnje ovog objekta primenjeno je jedinstveno rešenje koje se nametalo kao izazov u pogledu strukture. Kako sam objekat ima karakteristične oblike, različite visine podova, specifičnu fasadu koja se sastoji od integrisanih elemenata (čelik, staklo, aluminijum, beton) bilo je neophodno pronaći efikasno rešenje. Posebna pažnja je bila usmerena na tzv „spuštene obrve“ čija je širina 1,8 i koje se spuštaju pod uglom od 33 stepena i protežu od drugog do devetog sprata. Slična situacija je i sa „malom obrvom“ koja se nalazi sa druge strane objekta, poteže se od drugog do četvrtog, sprata pod uglom od 40 stepeni a zatim se vraća u horizontalni nivo. Primenjeno rešenje se sastojalo od oplatnih delova i panela koji su veoma lagani i glavne grede. Takav pristup je diktirao redosledu montaže, pri čemu je odlučujuću ulogu imala veličina panela. Zahvaljujući ovakvom pristupu integrisane su „obrve“ na neprimetan način sa ostalim elementima.

- **Alice Line I**

Alice Line I je objekat koji je dizajniran za dve korporacije. Objekat se koristi posebnim materijalima, poseduje pasivne sisteme grejanja i hlađenja, dvostruku fasadu, ima mogućnost

¹¹⁴ Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo, p.72-75.

recikliranja vode i parking prostore koji su puni zelenila.¹¹⁵ Sam objekat se nalazi pored Alice line II i III, i predstavlja završni deo jedne slagalice. Takođe je u neposrednoj blizini „zelenih pluća“ Sandtona. Sam položaj ga čini veoma atraktivnim. Međutim, kako bi se uklopio u svoje okruženje bilo je potrebno veliku pažnju usmeriti na volumen objekta.



Slika 38. Alice Line I

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan.)

Sam objekat definišu tri inovativna elementa koji jasno definišu njenu strukturu – zapadna struktura, istočna struktura i spoj. Raspored ovih komponenti je osporio inženjersku rezoluciju projekta. Svaka struktura je dobila svoj naziv tako se zapadna struktura naziva po severnoameričnom tipu konja Aplaosa, dok se istočna struktura naziva prema tipu konja Kaimanava a spoj između njih je po toj analogiji sedlasta greda i jaram. Konj koji skače je zapravo

¹¹⁵ Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan, p.268.

mostna konstrukcija koja se prostire 25 metara tri nivoa iznad kancelarija i pruža mogućnost za sjajan pogled.

Ovaj objekat opravdava svoju atraktivnost izgledom. Međutim, ne leži samo u tome njegova vrednost. Naime, reč je objektu koji ima jedinstven dizajn i kada je u pitanju upotreba prostora.

- **Alice Line II**

Alice Line II je objekat koji obuhvata površinu od 16000 m² i koji se sastoji od šest kancelarijskih nivoa i sedam nivoa parking mesta. Objekat se koristi kao poslovni prostor, ali se tu nalaze i izložbeni prostor, maloprodaje, menza i bisokop.

Osnovne održive karakteristike objekta su:

- Zgrada se mehanički provetrava zahvaljujući četvorcevnom sistemu sa rahlađenom vodom
- Značajno je smanjena potrošnja energije i emisije uljkenika
- Objekat se koristi sistemom za prikupljanje podzemnih voda
- Glavno napajanje električnom energijom se sastoji do dva dela
- Sistem zaštite od požara je dizajniran tako da se tokom upotrebe voda ne gubi, već ponovo prikuplja i skladišti u rezervoar.¹¹⁶

Prizemni deo Alice Line II je projektovan tako da se proteže iznad gornje konstrukcije stvarajući privid plutajuće platforme. Unutar ovog prostora smeštena je menza i mesto za rekreaciju zbog dobre povezanosti sa ulicom. Kako bi se pružila mogućnost prirodnog osvetljenja kancelarija stvorena su dva krila. Zahvaljujući takvom rešenju svaka kancelarija ima mogućnost prirodnog osvetljenja. Centralni atrijum je takođe izložen velikoj količini dnevne svetlosti koja se usmereava u radne prostore. Unutar atrijuma se koristi organska forma koja ima za cilj da poveže kompanije unutar ovog zdanja.

Materijali koji su se koristili za izgradnju ovog objekta su visoko specijalizovani. Tako da svaki materijal ima veću energetska ili ekološku održivost.

¹¹⁶Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan, p.270.



Slika 39. Alice Line II

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation, Moidalavi Publishing House, Jordan)

- **Alice Line III**

Alice Line III je završena 2015. godine i predstavlja objekat sa 18 nivoa za mešovitu upotrebu. Ovaj objekat u velikoj meri može da se pohvali principima ekološke održivosti. Koristi se energetske efikasnim sistemima za osvetljenje i klimatizaciju prostora, koristi se maksimalno prirodnim osvetljenjem što ga već čini značajno energetski i ekološki efikasnim.

Osnovne održive karakteristike ovog objekta su:

- Smanjenje emisije ugljenika u odnosu na objekte po modelu SANS 204: 208 za 55%
- Gustina osvetljenja je na visokom nivou
- Više od 80% površine ima vizuelnu vezu sa spoljnim okruženjem
- Voda i energija se prate sistemom koji upravlja njihovom potrošnjom u realnom vremenu



Slika 40. Alice Line III

(Izvor: Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation, Maidalavi Publishing House, Jordan.)

Izgradnja Alice Line I, II i III su bili poseban izazov kada je u pitanju dizajn. Sva tri objekta su trebala da između sebe stvaraju određenu jasnu celinu, ali da u isto vreme budu sasvim posebne. Kada je reč o Alice Line III to je postignuto zahvaljujući najnovim tehnologijama stakla. Tako je dobijeno posebno iskustvo objekta preko dana a posebno iskustvo noću.

- **Benmore Gardens**

Benmore Garden predstavlja tržni cnetar koji se nalazi u Sandtonu. Lokacija samog tržnog centra je veoma zanimljiva jer je odlično povezana sa svim drugim delovima. Posebno je stavljen akcenat na mogućnost svih koji žele da dođu u tržni centar da to mogu da učine pešaka.

Takođe je zanimljivo da je ovaj objekat posvetio posebnu pažnju odlaganju i reciklaži otpada. Tako se unutar samog kompleksa mogu naći kante za različite kategorije otpada koje se zatim prazne, a sam otpad odnosi na reciklažu.



Slika 41. Banmoder centar

(Izvor: Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad.)

Osnovne održive karakteristika objekta su:

- Merenje potrošnje vode i enegrije u realnom vremenu i prikazivanje rezultat uživo.
- Senzorni pristup osvetljenju.
- Upotreba uređaja koji su ocenjeni kao energetske efikasni.
- Svi štampači i oprema su ocenjeni kao uređaji koji imaju nisku emisiju zračenja.
- Boje, lepkovi i zaptivne mase koji se koriste imaju nisku emisiju ugljenika.
- Materijali i nameštaj koji se koristi unutar odbjekta su lokalne proizvodnje.¹¹⁷

Fasada pruža posebno estetsko zadovoljstvo. Naime, korišćen je materijal za oblaganje, međusobno postavljenih, koji stvaraju osećaj raznolike tekture. Zahvaljujući ovakvom dizajnu sam tržišni centar u velikoj meri privlači pažnju. Materijal koji se koristio za oblaganje je legura cinka, bakra i titana. Reč je o leguri koja je dugotrajna i za koju nije potrebno veliko ulaganje kako bi se održavala kroz vreme.

¹¹⁷ Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad, p.95.

- **Gornji Grayston Blok F**

Blok F je prva zgrada u Sandtonu koja je dobila ocenu 6 zvezdica. Reč je o kancelarijskom prostoru koji se nalazi u samom srcu Sandtona i koja je postala svetski lider kada je reč o održivoj arhitekturi. Sam objekat se prostire na 2175 m².



Slika 42. Blok F

(Izvor: Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.)

Na krovu objekta se nalazi pedeset i tri kvadratnih metara fotonaponskih panela koji treba da obezbede 15% energije za funkcionisanje objekta. Sistem nema bateriju za skladištenje energije, već radi tako što najpre iscrpi svu energiju iz panela pre nego što se objekat prebaci na upotrebu energije sa mreže.¹¹⁸

Sva kišnica se skuplja sa krova, zatim filtrira i prerađuje. Nakon toga se skladišti u rezervoraru na krovu. Prerađena voda se koristi za toalete, tuševe i slavine. Komunalna voda se

¹¹⁸ Andrew P. Sage and William B. Rouse, *Engineering Systems and management*, Sec.ed. Wiley publishers, United States, 2011, p. 348.

koristi tek onda kada se potroši sva količina prikupljene vode. Topla voda je integrisana kroz sistem solarnih panela, tako da stalno cirkulira i uvek je dostupna korisnicima.

Sva merenja potrošnje vode i energije su dostupna korisnicima u realnom vremenu. Ovaj momenat je primenjen i u slučaju Banmore tržnog centra. Reč je o zanimljivom pristupu koji utiče na ponašanje ljudi. Unutar pak ovog kompleksa postoji mogućnost zadavanja novih ciljeva kada je reč o potrošnji. Tako korisnici zgrade mogu da definišu koju potrošnju žele da ostvare ovaj mesec. Takvim pristupom su svi mnogo pažljiviji prilikom potrošnje energije.

Ovaj pristup takođe treba pratiti u budućnosti kako bi se pokazale sve njegove prednosti i mane. Kako se danas suočavamo sa sve većim nedostatkom resursa, važno je da se u velikoj meri podigne svest o značaju održive potrošnje. Primera radi u Srbiji je nedavno emitovana reklama u kojoj se promovira ideja da prilikom pranja zuba zatvorimo česmu. Zanimljivo bi bilo istražiti ponašanje ljudi kada bi u okviru svog domaćinstva imali jasno vidljiv merač potrošnje energije i vode. Kada bi takve mere bile dostupne i njima jasno vidljive, verovatno bi se ponašanje u velikoj meri promenilo. Shodno tome, pristup koji je Blok F primenio u ovom pogledu je veoma inovativan i može da donese brojne rezultate, koje treba pratiti i analizirati.

Zanimljivo je da je sam Blok F izašao iz samog koncepta arhitekture. Odnosno projekat se nije završio pukom izgradnjom nekog objekta. Naime, kako se Blok F zalaže za aktivan i „zeleni“ život, svake nedelje se organizuje biciklistička tura. Na ovaj način je arhitektura izašla iz svojih uskih okvira i direktno se uključila u socijalni život i organizovanje zajednice na održiv način.

Umesto zaključka: Kao što je prikazano Sandton je regija u okviru grada koja postaje ekološki u potpunosti održiva. Na osnovu analize objekata koji čine ovu regiju, može se zaključiti nekoliko važnih principa. Prvi koji se može izdvojiti je upotreba materijala koji smanjuju emisiju ugljenika. Tu se u prvom redu misli na boje, lepkove i spojnice. Sa druge strane, upotreba materijala za izgradnju objekata je takođe važna. Na prikazanim primerima se uočava težnja da se koriste materijali koji su dugoročno održivi i za čije održavanje nisu potrebna velika ulaganja. Takođe se ističe upotreba materijala i nameštaja koji su lokalnog karaktera. Takav pristup ne samo da smanjuje cenu izgradnje već čini posebnu integraciju jednog područja iskazujući njegov identitet. Takođe je važno da se materijali koji se koriste za nameštaj budu ekološki prihvatljivi. Primera radi, Benmore tržni centar je koristio nameštaj koji je lokalno napravljen. Međutim, pre kupovine

nameštaja prodavci su bili u obavezi da dostave dokumentaciju koja ukazuje da je drvo upotrebjeno za izradu nameštaja legalno sečeno.

Sledeći važni principi se odnose na uštedu energije i kontrolu vode. Ovaj princip do sada je široko rasprostranjen u svetu, a mehanizam dvostrukih fasada i ponovna upotreba vode već dovoljno poznata. Međutim, ono što je inovativno rešenje je praćenje potrošnje energije i vode u realnom vremenu i prikazivanje tih merenja javnosti. Ovaj pristup ima nekoliko značajnih uloga. Pre svega pruža jasno sagledavanje potreba korisnika sa jedne strane, a sa druge strane njima samima jasno ukazuje u kojoj meri utiču na životnu sredinu. Jasno vidljivi rezultati mogu veoma efikasno da utiču na ponašanje ljudi zbog čega ovakve mehanizme treba koristiti sve više.

Princip koji se uočava kao veoma značajan se odnosi na reciklažu otpada. Svaki prostor unutar objekata ima posebne kante za odlaganje različitih vrsta otpada koji se kasnije reciklira. Dakle, ovaj grad ukazuje na veliku brigu o otpadu. Iako se otpadu veoma često govori, ne može se tvrditi da je ovo pitanje prevaziđeno. Naprotiv, može se reći da je jedno od gorućih pitanja savremenog sveta sa kojim se jednako suočavaju razvijene i nerazvijene države. Da je Južna Afrika, bar u slučaju Johnnburga daleko ispred kada je u pitanju svest o reciklaži otpada, ukazuje i činjenica da je Sandton sagrađen na području koje bilo brownfield. Dakle, oni su se kroz svoju istoriju već suočili sa nemarnim ponašanjem prema prirodi i otpadu. Tako su jedno od bogatih regija pretvorili u zapušten prostor koji ima veliki opasan potencijal po životnu sredinu. Međutim, lekciju su savladali onda kada su se tom prostoru ponovo vratili primenjujući na njemu jednu sasvim drugačiju filozofiju.

Danas Sandton nije napuštena i opasna regija po životnu sredinu, već ekonomski prosperitetna oblast ekološki održiva. Velika pažnja kao što je već naglašeno je posvećena zelenilu, uklapanju objekata u prirodno okruženje. Cilj takvog dizajna je da utiče na ponašanje ljudi. U prvom redu se misli na pešačenje i biciklizam. Dobrim dizajnom javnog prostora, ljudima je omogućeno da se brzo i efikasno kreću od mesta do mesta bez automobila. Takođe, je značajna činjenica da se sama oblast nalazi u neporednoj blizini gradske mreže koja sve posetioce Sandtona dobro povezuje sa gradom.

Ipak, ne može se tvrditi da je Sandton mesto bez automobila. Naprotiv, pregledom objekata jasno se vidi da je velika površina posvećena parking mestima. Dakle, jasno je da će Sandton biti preplavljen automobilima. To se može posmatrati kao mana ovog projekta, koja je mogla da se

otkloni tako što bi parking mesta u velikoj meri izostala ili bi broj parking mesta bio smanjen. Međutim, treba sagledati to iz još jednog ugla. U Sandtonu su zasada nastanjene jako moćne kompanije sa velikim kapitalom i brojem radnika. Treba postaviti pitanje u kojoj meri bi za njih bilo zanimljivo da dođu u Sandton ukoliko ne bi mogli da se koriste automobilima? Kako za sada još uvek nije u velikoj meri popularno pešačenje ili električni bicikl, može se pretpostaviti da bi odgovor na ovo pitanje bio – ne. To ne treba da obeshrabri naredne projekte koji bi trebali da teže ovakvom konceptu.

Takođe je važno naglasiti da postojanje organizacije koja dodeljuje ekološke zvezdice ima značajan uticaj u pogledu nove izgradnje. Slični scenario je već viđen u Tokiju, koji je takođe oformio telo za procenu ekološkog stanja objekta. Dakle, ovakva tela su neophodna širom sveta, kako bi se arhitektura kretala u ekološki održivim pravcima.

Sandton je dakle pružio inovacije koje imaju veliki potencijal ukoliko bi se primenile širom sveta. Upravo je stoga važno da se ova tema dalje istražuje kroz vreme. U samom radu smo ukazali na brojna pitanja koja treba u budućnosti istraživati sa aspekta korisnika i prednosti koje određeni alati ili mehanizmi donose. Na osnovu toga može se zaključiti da novi projekti ne treba da padnu u zaborav neposredno nakon svog ostvarenja. Već da je potrebno da se prati kroz vreme kako bi se sagledale sve osobine novih koraka koji se preduzimaju u pogledu ekološke zaštite, posebno danas kada su klimatske promene sve izraženije. Jedan od predloga za buduća istraživanja je paralelna analiza dobijenih rezultata sa drugim prostorima. Odnosno neka vrsta studije slučaja, o tome kako bi neki mehanizam koji se primera radi pokazao uspešan na primeru Sandton mogao primeniti u Beogradu. Takve analize mogu u velikoj meri da ukažu na goruća mesta a da ujedno ponude efikasna rešenja. Dakle, Sandtonom se treba baviti i u buduće samo kroz prizmu dostignuća već primenjenih mehanizama.

5.2. Urbana održivost i održivo projektovanje

Funkcionalne potrebe gradova i urbanih zajednica često se vremenom menjaju promenom stanovništva i razvojem društva, pa je u svakom dugoročnom razvojnom planu važno uzeti u obzir problem promene upotrebe prostora, i pratećih razmatranja. Optimalno rešenje za ovu materiju pojavljuje se kroz bavljenje višenamenskim prostorima, koji imaju karakteristike prostora i visoku

fleksibilnost, koja ih kvalifikuje za prihvatanje takvih promenljivih radi postizanja kontinuirane kompatibilnosti sa promenljivim potrebama i sistemima urbanizacije, sa zahtevima budućih generacija u odnosu na njihove potrebe, na to cilja mehanizam urbanog razvoja.¹¹⁹ Na funkcionalne manifestacije prostora unutar urbanog sistema direktno utiče nivo prostorne organizacije sistema u smislu prostornih odnosa kako lokalno, tako i sveobuhvatno. Jedno od važnih pitanja u primeni urbane održivosti je održavanje visoke efikasnosti prostora u sistemu, tako da prostor stekne visok stepen fleksibilnosti koji ga osposobljava da prihvati različite obrasce formula upotrebe kroz koje se poklapa sa okolinom, da bi stvorio održivo urbano okruženje i to je ono što Barton naveo kada je definisao principe održivog urbanog dizajna, a to su:

- ✓ Povećavanje samodovoljnosti.
- ✓ Dizajn susedske jedinice.
- ✓ Udovoljavanje ljudskim potrebama i postizanje socijalnih i ekoloških ciljeva.
- ✓ Dizajn i organizacija urbanog prostora usredsređeni na efikasnu energiju i planiranje transportne mreže i prevoza.
- ✓ Organizacija prostora za pešačku mrežu i otvorene prostore.
- ✓ Planiranje (Ulica budućnosti) kao javni prostor gde predstavlja socijalno susedstvo.
- ✓ Strategije za upotrebu energije i materijala.

Barton takođe identifikuje temelje urbane prostorske organizacije koje koriste tri glavna elementa, koja utiču na strukturu bilo kog urbanog tkiva, i to:

- Ustupačnost;
- Blizina;
- Funkcionalni miks.

Da bi se postigla prostorna organizacija na nivou urbane održivosti, urbana matrica se mora proučavati kako bi bila u skladu sa lokalnim, kulturnim i socijalnim potrebama koje je definisao Villiams na sledeći način:¹²⁰

- Postizanje višestrukih urbanih prostora za ljudske i socijalne interakcije i davanje vitalnosti jedinici susedstva.
- Postizanje povezanosti i osećaja mesta kroz dizajn prostora.

¹¹⁹ Khalifa, Omar Hazem, *Energy in sustainable local architecture*, doctoral dissertation, Faculty of Technology, University of Tripoli, 2014, p.51.

¹²⁰ Williams, Kati, Barton, Elizabeth and Jencks Mike, 2000" *Achieving Sustainable Urban Form*", E&FN Span, p.8.

- Integracija sa aktivnostima i upotrebom zemljišta, što će razviti socijalni, ekonomski i ekološki povratak.
- Integracija pešačkih puteva.
- Fokusirati se na javni prevoz, uzimajući u obzir privatni prevoz.
- Interpolacija i integracija između tradicionalnih vrednosti, principa i savremenih potreba.
- Postizanje ciljeva održivosti i stvaranje od njih optimalne buduće politike života

Pozitivne ili negativne karakteristike stambenog okruženja očigledno utiču na postizanje planova održivog razvoja, jer one čine većinu urbanog tkiva gradova. Sa ove tačke gledišta, mora se voditi računa o poboljšanju stambenog okruženja, posebno onih koje slede organizaciju prostora u stilu mreže, koja pati od nedostatka javnih i sekundarnih prostora, i zelenih površina u stambenim zajednicama, što smanjuje kretanje pešaka, i čini prisustvo stanovnika u javnim i zajedničkim prostorima retko.

To dovodi do slabih socijalnih odnosa između stanovnika i smanjuje zelene površine koje pomažu u hlađenju klime i smanjenju zagađenja vazduha. Promena korišćenja zemljišta sa stambenog na poslovno ili administrativno takođe dovodi do toga, da infrastruktura i drugi elementi objekata i usluga, nemaju koristi u korist stanovništva.

Ova mera takođe gura gradove ka širenje nastavljajući sa uspostavljanjem novih stambenih kompleksa na periferiji uz velike troškove za pružanje usluga i komunalnih usluga, i proširenje transportnog sistema, što dovodi do povećanja primarnog trošenja resursa, upotrebe goriva i zagađenje životne sredine. To je ono što je određeno istraživačkim problemom u tome što savremene stambene četvrti pate od loše održivosti svog urbanog okruženja, kao rezultat neefikasnosti prostorne organizacije stambenih područja na nivou susedske jedinice.¹²¹

5.3. Strategije humanog dizajna (Human Design Strategies) relevantne za postizanje održivosti u stambenom okruženju

¹²¹Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo, p.115.

Humani dizajn je treći princip održive arhitekture o kome smo ranije govorili, i najvažniji je za održivi dizajn. Dok se princip racionalizacije resursa i dizajna u skladu sa životnim ciklusom zgrade bavi efikasnošću ekoloških performansi zgrade i očuvanju resursa, tokom životnog ciklusa zgrade i materijala. Načelo ljudskog dizajna potiče iz jednog od ciljeva održivosti da se poštuje život i postojanje živih organizama, koji žive u istom okruženju. Produblјivanje razumevanja principa ljudskog dizajna potvrđuje da je on duboko isprepleten sa potrebom da se sačuvaju elementi lanca ekosistema, koji čoveku daje mogućnost da preživi.

Strategije humanog dizajna imaju za cilj da poboljšaju komunikaciju između arhitekture i okoline, s jedne strane, i njenih stanara, s druge strane. Humano projektovanje uključuje tri strategije, od kojih se svaka bavi jednom od oblasti koja se direktno odnosi na stanara održive zgrade, koja pruža sekundarno unutrašnje okruženje za čoveka u fizičkom i psihološkom smislu, a to su:¹²²

- Prvo - Održavanje prirodnih uslova

Ova strategija ima za cilj smanjenje uticaja životne sredine u njenom lokalnom ekosistemu.

- Drugo – Udobnost korisnika prostora

Jedan od najvažnijih principa održive zgrade je pružanje ugodnog okruženja za ljude, jer dizajn mora stvoriti okruženje pogodno za život i rad, što dovodi do povećanja efikasnosti performansi i smanjenja tenzije.

- Treće - Urbanistički dizajn i planiranje lokacije

Cilj urbanističkog dizajna i strategije planiranja lokacije je da se maksimalno iskoriste prirodni resursi na lokaciji, kao što su obnovljivi izvori energije (sunčeva energija - vetar), i komponente lokacije (geografska topografija lokaliteta - ekološki sastav - tlo - voda - biljke) u dizajnu zgrade i projekciji mase uz očuvanje ekosistema lokaliteta tokom životnog ciklusa zgrade. To znači da sredstva koja su povezana sa strategijom urbanog dizajna i planiranjem lokacije, postižu održivost u većem obimu od održivog dizajna zgrade ili stana odvojeno. Pošto susedska jedinica, stambene zajednice i geografske regije mogu imati korist od redovno planirane

¹²² Baker, Nick & Steemers, Koen, (2000), *Energy and Environment in Architecture: A Guide to Technical Design*, E&N Spon, London, UK, p.341.

organizacije prostora u smanjenju potrebe za energijom i vodom, kako bi se obezbedilo stambeno i urbano okruženje bez zagađenja i kompatibilno sa prirodom kroz:

1- Transport i javni prevoz

Planiranje gradova ili susedskih jedinica koje su kompatibilne sa životnom sredinom ne bi trebalo da usredsredi planiranje na privatni prevoz, već na princip javnog prevoza i pešačkih staza. Pored toga, mora se voditi računa da se ne pribegava proširenom urbanističkom planiranju, kako bi se podstaklo preuređenje postojeće lokacije i ponovna upotreba izgrađenih zgrada i njihova sanacija, kako bi se prilagodilo novoj upotrebi na način koji omogućava integrisanje sistema javnog prevoza, sa postojećim sistemima prevoza u stambenom kompleksu.

Održiva arhitektura na nivou urbanog dizajna mora biti dizajnirana na principu podsticanja upotrebe javnog prevoza umesto hiljade privatnog prevoza. Jer sve veća zavisnost od privatnog prevoza dovodi do širenja urbanih zajednica na štetu zelenih površina i prostora za izgradnju puteva i parkirališta, što dovodi do povećanja zagađenja vazduha i iscrpljivanja neobnovljivih nefosilnih resursa.¹²³

2- Svestrani razvoj

Savremene smernice za održivi razvoj stambenih zajednica zahtevaju razvoj višestruke namene koji podstiče preklapanje između stambenih, komercijalnih, administrativnih i rekreativnih prostora. To ljudima daje priliku da žive u blizini svojih mesta rada i kupovine, što daje povećani osećaj jedinstva u susedstvu i pripadnosti zajednici više od uobičajenih predgrađa, jer kreira događaje dvadeset i četiri sata.

Razvoj stambenih područja mora uzeti u obzir društvenu homogenost kao što su mogućnosti za posao, kvalitet i nivo škola, neophodne usluge kao što su kupovina i komercijalne aktivnosti, rekreativne aktivnosti, i način na koji se može doći do posla. To u suštini predstavlja održivu, samo, dovoljnu zajednicu koja smanjuje potrebu za korišćenjem prevoza, i na taj način smanjuje potrošnju zagađenja gorivom i životnom sredinom.¹²⁴

3- Usvajanje kretanja pešaka

¹²³ Baker, Nick & Steemers, Koen, (2000), *Energy and Environment in Architecture: A Guide to Technical Design*, E&N Spon, London, UK, pp.342-345.

¹²⁴ Kim, Jong-Jin & Rigdon, Brenda (1998), *Sustainable Architecture Module: Introduction to Sustainable Design*, National Pollution Prevention Center for Higher Education, Michigan, USA, p.27.

Održivi dizajn stambenih zajednica ima za cilj poštovanje ljudskih standarda i očuvanje životne sredine prilikom dizajniranja. Stoga se dizajnerska ideja pre svega mora zasnivati na kretanju pešaka, zatim ekološkim prevoznim sredstvima, a zatim javnim prevozom kao što su autobusi, električni i brzi vozovi i metro. Što se tiče privatnog automobila, on je poslednji u održivom stambenom okruženju, koji želi da postigne sledeće principe:

1. Velika gustina naseljenosti i višestruka upotreba prostora.
2. Iskorišćavanje otvorenih prostora (ulice - parkovi - raskrsnice).
3. Integracija planiranja upotrebe zemljišta i transporta.

Stoga savremene direktive za održivo stanovanje zahtevaju usvajanje koncepta održive susedske jedinice, koja je stambena zajednica i koja u svom formiranju zavisi od dimenzija ekološke, socijalne i ekonomske održivosti. Da bi se uspostavilo održivo stambeno okruženje, koje uzima u obzir mogućnosti za posao, kvalitet i nivo škola, neophodne usluge, kupovinu, komercijalne aktivnosti, rekreativne aktivnosti i kako doći do radnih mesta, koja ukupno čine održive stambene zajednice sa samodovoljnosti.¹²⁵

5.4. Koncept jedinice susedstva

Ili stambeni kraj, koji predstavlja teoriju ili ideju planiranja čiji je cilj stvaranje stambenog ili zdravog okruženja, sa svojim javnim objektima i potrebnim uslugama. To nije moderan trend planiranja, već ideja koja se pojavila industrijskom revolucijom krajem osamnaestog veka i početkom devetnaestog. Komšiluk ili stambena komšijska jedinica, od svog nastanka i tokom faze razvoja, teoretski se zasnivala na stvaranju zdravog urbanog okruženja sa specifičnim prostorom i snažnom društvenom vezom, bez ikakvih razlika ili diskriminacije između stanovnika.

Pristup uslugama su prilikom podnošenja predloga za određivanje udaljenosti pešačenja pomogle u postizanju koherentnosti među stanovnicima, što je dovelo do uspeha tadašnje ideje o susedstvu.

¹²⁵Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.143.

Što se tiče urbane strukture susedstva, to je jasno definisan prostor čiju ličnost ujedinijuju spoljne granice i doslednost unutrašnje urbane structure, koja predstavlja stambeno područje i komšijske usluge.¹²⁶

Komšijska jedinica pojavila se kao ideja industrijskom revolucijom krajem osamnaestog veka i početkom devetnaestog. U toj fazi ručni rad se pretvorio u mehanički rad, a male radionice u velike fabrike, koje su privlačile radnike koji su se naseljavali u blizini područja rada, što je dovelo do velikog rasta stanovništva i uspostavljanje socijalne revolucije, koja zahteva pristojan život i zdravu životnu sredinu pogodnu za takvo zapošljavanje. Planirani su mnogi industrijski gradovi čije se planiranje zasnivalo na ideji o susedskoj jedinici, koja se često sastoji od stambenog naselja, područje usluge i susedski centar. Kao rezultat blizine radnog mesta stambenom području i povezanosti stambenog prostora sa uslužnim prostorom, stambeno naselje u to vreme je uspešno odigralo svoju ulogu.¹²⁷

Američki pionir za planiranja, Perri, je 1923. predložio ideju o susedskoj jedinici ili stambenoj četvrti, omeđenoj spolja glavnim ulicama a sa unutrašnje strane mreža pod-ulica, koje pružaju mir i sigurnost, sa populacijom od oko 5.000 ljudi u komšiluku.¹²⁸

Posle Prvog svetskog rata, pioniri planiranja kao što su Clarence Steen i Henri Right zagovarali su ideju velikog bloka (gde blok uključuje čitav kvart), a blok je pravougaonik zemljišta okružen ulicama sa svih strana, a ovo ideja je primenjena 1927. godine u jednom od projekata u Americi.

Sociolozi su takođe napravili integrisane studije o susedskoj jedinici, koja je sa njihove tačke gledišta osnovna društvena i planska jedinica, koja čini veliku zajednicu. Oni su predložili da veličina ovog jedinstva ne bi trebala biti velika u onoj meri u kojoj se kontakti i lični odnosi narušavaju, niti mala u onoj meri u kojoj jedinstvo ne uspeva postići različitost.

Ova jedinica treba da uključuje sve slojeve društva bez ikakve razlike. Sociolozi su smatrali da je između (5-10 hiljada ljudi), prava veličina za stambenu jedinicu.

¹²⁶ Al-Jabri, Muzaffar, *Urban Planning*, Part One, Irak publishing house, First Edition, 2017, p.357.

¹²⁷ Al-Ahbabi, Shaima, *Social sustainability in local architecture*, PhD dissertation, Technical Faculty - University of Tunis, 2018, p.85.

¹²⁸ Isto, str. 86-87.

Međunarodna konferencija stručnjaka za planiranje, arhitekturu i stanovanje u Frankfurtu, 1977. godine, razvila je izraz sinonim za susedsku jedinicu, koja je (pešački prostor) u radijusu od (400-500 m), u okviru koje se mogu dobiti svakodnevne usluge. Kriterijumi za ovaj nivo postavljeni su u skladu sa preporukama konferencije, i to:¹²⁹

- Veličina porodica se kreće između (200-600 porodica) ili oko (3000-8000 ljudi).
- Pružanje potrebnih usluga u prostoru (škola - bogomolja - komercijalna pijaca).
- Da ovaj domen ima ličnost u većem stambenom naselju.
- Da se između ovog područja i urbanog tkiva stambenog naselja preduzima prostorna organizacija.

U fazi traganja za teorijom novog urbanizma američke nacije, nazad sebi, koja se pojavila u poslednjoj četvrtini dvadesetog veka i do sada je u interakciji sa bolestima, izazovima i socijalnim, ekonomskim, ekološkim, kulturnim i političkim problemima stvorenim u prethodnoj fazi. Mumford je bio jedan od inspiratora novog urbanizma, koji je pristup razvoju dvadesetog veka u Americi nakon Drugog svetskog rata sažeto, kao razvoj protiv urbanizma.

Pokret Novi urbanizam nastao je kao odgovor na izravnavanje i istežanje, predvođen grupom arhitekata, planera i programera, koji veruju u snagu i sposobnost tradicionalnog stambenog naselja da obnovi funkcionalne i održive zajednice, koje rade na uspostavljanju pešačkih zajednica na ljudsku razmeru i ulaz novih urbanista, da postignu svoje ciljeve.¹³⁰ Što se tiče strategija gradskog kretanja.

Što se tiče strategija pokreta Novi urbanizam, one predstavljaju snažan trend koji poziva na povratak korišćenju temelja teorije, teorije susedstva u urbanom dizajnu i planiranju.

Njena popularnost počela je snažno da se javlja tokom osamdesetih i ranih devedesetih godina dvadesetog veka. Njen cilj je da preoblikuje sve elemente i komponente održivog urbanog

¹²⁹ Al-Ahbab, Shaima, *Social sustainability in local architecture*, PhD dissertation, Technical Faculty - University of Tunis, 2018, p.88.

¹³⁰ Isto, str.94.

razvoja i urbanog planiranja, bilo preuređenja grada iznutra ili prostora u predgrađima, a zavisi od sledećih strategija: ¹³¹

- ✓ Vraćanje konceptu i teoriji susedske jedinice prilikom projektovanja i planiranja stambenih područja u gradovima, kao alternative učestalom mrežnom planiranju.
- ✓ Fokusiranje na kretanje pešaka u dizajnu i planiranju jedinice naselja.
- ✓ U susedstvu treba da je projektovana raznolika i uravnotežena grupa stanova i preduzeća prvenstveno usmerena na svoje korisnike - stanovnike.
- ✓ Raznolikost stambenih obrazaca u susedstvu uključuje grupu stanova umesto samo modela vile, što je teško dobiti zbog skupih troškova i posedovanja jednog ili više automobila koji će porodici služiti za posao, školu, tržište i zabavu.
- ✓ Povratak mešovitom korišćenju zemljišta na poslovima i aktivnostima u stambenim naseljima u gradu, umesto razdvajanja namene zemljišta.
- ✓

Iz prethodnog, može se reći da se strategije novih urbanista podudaraju sa principima održivog dizajna, posebno principom humanog dizajna. To je pokret koji je inspirisan konceptima urbanog dizajna kroz istoriju, ali nema za cilj ponavljanju stara društva, umesto toga miksuju staro i moderno, i ovo je njegova najistaknutija karakteristika. Samim tim, pruža paralelni rad čuvajući integraciju humanizovane pešačke susedske jedinice, istovremeno nudeći moderan stambeni i komercijalni proizvod.

Pregledom svih teorija koje su se bavile susedskom jedinicom, otkrivamo da se sve one baziraju oko njene postepene prostorne organizacije sa obrascem i veličinom efikasnosti unutar stambenog područja, kako bi se smanjio uloženi napor i postiglo samodovoljno stambeno okruženje, koje odgovara zdravstvenom i socijalnom zahtevu potrebnih našim savremenim naseljima.

¹³¹ Al-Ahbabi, Shaima, Social sustainability in local architecture, PhD dissertation, Technical Faculty - University of Tunis, 2018, pp.96-98.

Od svog osnivanja, susedska jedinica je zadržala svoje urbane karakteristike i komponente i dugo je postizala ciljeve za koje je dizajnirana. Međutim, brzim razvojem u ekonomskim, socijalnim i tehnološkim uslovima, ciljevi blizine doma od radnog mesta, pružanje usluga u kvartu i određivanje pešačke udaljenosti više nisu presudni elementi, u planiranju stambenih područja.

Oblasti koje su projektovane po ideji susedske jedinice imale su značajne promene u korišćenju zemljišta. Pojavile su se i komercijalne usluge s produženim prugama, a element vremena i udaljenosti više nisu bili među vladajućim elementima, u određivanju lokacija usluga zbog pojave automobila.¹³²

Ovde je neophodno postaviti sledeće pitanje: Da li stambeni kvart kao jedinica za planiranje sa svojim tradicionalnim razmišljanjem odgovara uslovima i zahtevima trenutnog društva? Odgovor na ovo pitanje zahteva identifikovanje tradicionalne jedinice naselja i njegove prostorne organizacije, i upoređivanje sa prostornom organizacijom savremene jedinice naselja (savremena susedska jedinica), kako bi se izabrao efekat prostorne organizacije u postizanju principa održive jedinice naselja.

5.4.1. Organizacija prostora na tradicionalnom gradskom nivou

Arapski grad podeljen je u grupu različitih prostora koji odražavaju sredstva društvenog izražavanja, i čine identitet zajednice. Ti prostori su društveni proizvod i odraz mnogih društvenih i ekoloških fenomena i svakodnevnih potreba stanovnika ovih gradova (Odnosno, to je funkcionalni prostor).

Potrebe porodice zahtevaju prisustvo kuće i njeno držanje potrebnih elemenata kako bi se korisnicima pružio psihološki komfor. Potreba za saobraćajem zahteva prisustvo sokaka i puteva, kao i prisustvo pijaca.¹³³ Zbog toga nalazimo da su tradicionalni gradovi podelili arapska plemena

¹³² Zainab Abbas, *The impact of the formation of residential units on raising the efficiency of work performance of human efficiency*, Sixth Engineering Conference, Faculty of Engineering - University of Baghdad, Baghdad, Iraq, 2016, pp.35-37.

¹³³ Al-Ahbabi, Shaima, *Social sustainability in local architecture*, doctoral dissertation, Faculty of Engineering - University of Tunis, 2018, p.162.

u obliku planova za svako pleme u jednom planu, što im je ostavilo slobodu da podele zemlje među sobom u skladu sa njihovim okolnostima, i njihovim mogućnostima u građevinarstvu.

Prostorna organizacija u organskom stilu predstavlja model većine tradicionalnih gradova sa sekvencijalnim rastom, i prirodno razvijenim u skladu sa potrebama društva na kumulativni način, koji učestvuje u harmoniji sa većinom sistema, u postizanju ideje solidarnosti. Razlog toga je, što ima ekološke karakteristike i raznolikosti u svojim komponentama i održava holističku prostornu organizaciju grada održavanjem otvorenih prostora unutar urbanih područja, i zelenog pojasa oko grada.

Negeometrijska organska prostorna organizacija organizovana je oko ulica i sokaka u homogenu organsku organizaciju daleko od geometrijske pravilnosti sa pravim linijama, i preseccima oštih uglova (kao što je slučaj u savremenim stambenim naseljima) sa prostornom organizacijom u obliku mreže. Kombinacija nije bila slučajnost, već proizvod klimatskih, verskih i socijalnih uslova¹³⁴

Prostornu organizaciju organskog grada karakterišu ulice i trotoari, te relativno široke i otvorene susedske jedinice i dvorišta.

Zatvoreni vrtovi služe kao rezervoari za hladan, svež vazduh. Klimatski uslovi uticali su na formiranje organski prostorne organizacije grada, kako bi se pešaci zaštitili od sunčeve toplote i obezbedili potrebnu senku upotrebom uskih ulica, koje se završavaju zatvorenim krajevima i horizontalnim izbočinama. Urbani prostori unutar gradskog tkiva takođe su pomogli protok ili strujanje vazduha do susednih uličica, što je prostornoj organizaciji dalo klimatsku prednost (Slika 43).

¹³⁴Al-Savat, Ali Muhammad, *The role of thermal insulation in buildings Arab Gulf*, 17-21- / 2004, Riyadh, Saudi Arabia, 2004, p.9.



Slika 43. Susedne stambene jedinice i senčenje samohodnih staza kako bi se obezbedilo ugodno okruženje za pešake

(Izvor: 68. Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Stoga se arapski grad, sa svojom tradicionalnom kompaktnom teksturom, smatra najboljim primerom primene koncepta održivosti, na nivou grada u celini. Njegova prostorna organizacija i rešenja putanje kretanja u smislu (širina - dužina - oblik - orijentacija), smatraju se pravcem koji predstavlja osnovnu fazu prilagođavanja okolini. Prostorna organizacija organizovanog stila pomogla je da ublaži oštre efekte klime i ublaži njene posledice, posebno visoke temperature, sunčevo zračenje i prašnjave i vruće vetrove, i tako ublažila ukupno toplotno opterećenje koje utiče na fasade zgrada, posebno stambenih jedinica.¹³⁵

Tradicionalna arhitektura bavila se susedskom jedinicom koja je deo urbanog tkiva grada u celini. Prostorna organizacija grada je organski i kompaktan oblik građevnih blokova i stambenih radnji, koje su međusobno povezane ulicama i postepenim stazama kretanja po dužini i širini u zavisnosti od njihovog značaja, regiona koji do njih vodi i stepena njihove privatnosti, bilo da se radi o javnim prostorima ili stambenim jedinicama.

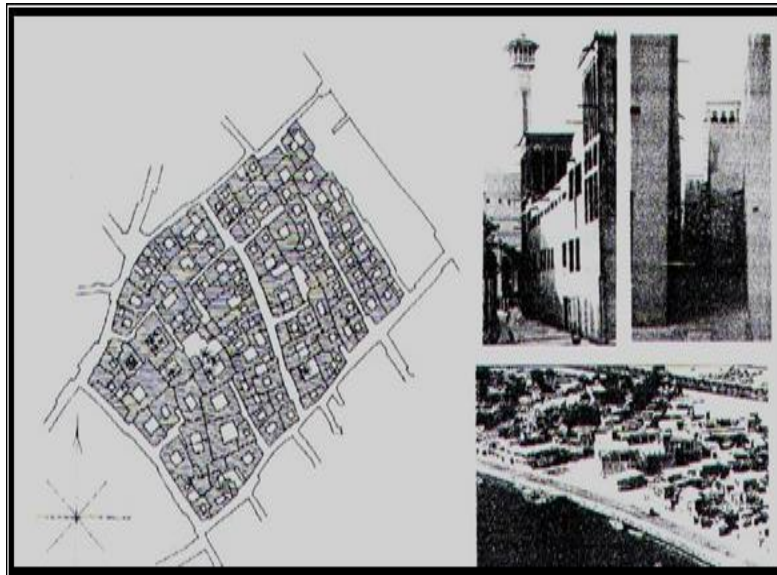
Prilagođavanje okolnom okruženju započinje na nivou grada, u zavisnosti od postepenog nivoa privatnosti nalazište, njegovi prostori i priroda zgrade.

¹³⁵ Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 1988, p.73.

5.4.2. Prostorna organizacija na nivou tradicionalne susedske jedinice

Stambene četvrti sastoje se od grupe stambenih jedinica sa centralnim dvorištem grupisanim zajedno sa organskom međusobno povezanom prostorskom organizacijom, ulicama i saobraćajnim stazama koje su bile uske i krivudave, okružene polučvrstim i osenčenim zidovima, koji deluje kao termostat za stambeno područje i za grad u celini.

Tradicionalni stan nije bio izolovan niti izdvojen sam po sebi, već su kuće bogatih i siromašnih bile postavljene u susedstvu, bez klasne ili socijalne razlike, bilo u projekciji stambene jedinice ili njenom spoljnom tretmanu. Razlika između kuća bogatih i siromašnih se mogla primetiti kroz različite veličine kuća, njihovih površina i broja dvorišta. To je uticalo na prostorne organizacije što je dodalo neke pozitivne uticaje na zaštitu životne sredine u opštem dizajnu urbanog tkiva formiranjem različitih prostora u vazдушnom pritisku i vakuumu, što je pomoglo u prirodnom kretanju vazduha između delova urbanog tkiva, unutra prebivališta, i između različitih prostora stanovanja. Jednakost među članovima društva jedna je od dimenzija društvene održivosti koja teži postizanju pravde, osnaživanja i socijalne komunikacije među članovima društva, vidi sliku 24¹³⁶.

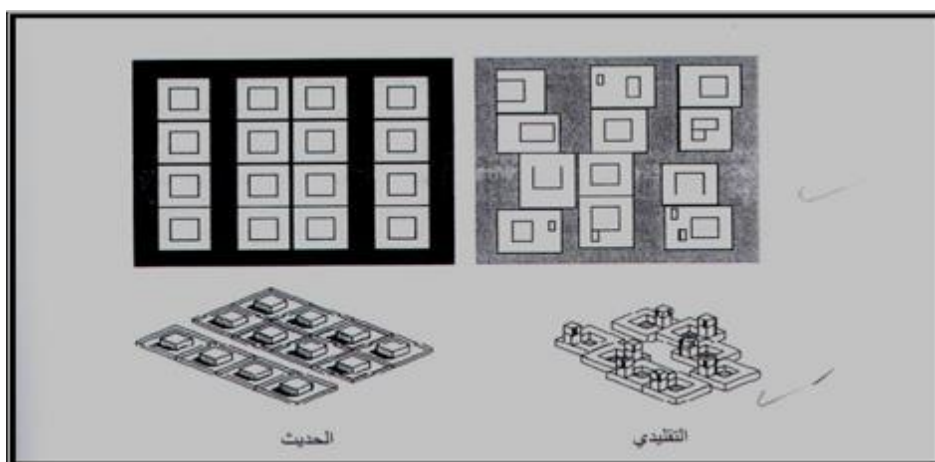


¹³⁶ Al-Ahbabi, Shaima, *Social sustainability in local architecture*, doctoral dissertation, Faculty of Engineering - University of Tunis, 2018, p. 117.

Slika 44. Rast tradicionalne susedske jedinice i hijerarhija njene prostorne organizacije u gradu Dammam u Kraljevini Saudijskoj Arabiji

(Izvor Al-Ahbabi, Shaima, *Social sustainability in local architecture*, doctoral dissertation, Faculty of Engineering - University of Tunis, 2018, p. 117.)

Koncept susedske jedinice jedan je od najvažnijih koncepata na kome se zasnivalo planiranje arapskog grada, u skladu sa značajem komšija u islamu, i potrebom da se s njim bude ljubazan. Komšijska jedinica predstavlja najvažnije savremene trendove održivog stanovanja koji nastoji postići dimenzije ekološke, socijalne i ekonomske održivosti za izgradnju održivih, samodostatnih zajednica, principa na koji se oslanjala prostorna organizacija arapskog grada slika 45.



Slika 45. Kompaktna prostorna organizacija i zasenjene uličice u tradicionalnom arapskom gradu pomažu u ublažavanju uticaja grada, na životnu sredinu.

(Izvor: Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.)

Postoje razni osnovni principi na kojima se zasnivala tradicionalna arhitektura, uključujući koncept održivosti, koji uz određenu modifikaciju i razvoj može biti indikativni pokazatelj za dizajn savremene održive arhitekture. Savremeno planiranje i zasebna organizacija prostora kao rezultat kretanja automobile, doveli su do novih pojava koje karakteriše monotonija, ponavljanje uzorka i gubitak osećaja za okolnu zajednicu, što je stvorilo stambeno okruženje velikih razmera koje ne podstiče ljudske i društvene aktivnosti.

Urbanističko planiranje i dizajn prostora u susedstvu radi na zaštiti i konsolidaciji društvenih odnosa i kulturnih vrednosti, kao i ekoloških i ekonomskih dimenzija. Stoga, možemo zaključiti da usklađena organska prostorna organizacija jedinice susedstva pruža javne i privatne prostore koji su poznati, jasni i poštovani. Pored toga, dovodi do ispunjenja uslova zaštite životne sredine prema ljudskim društvenim i ekonomskim potrebama.¹³⁷

Analizom prethodnih vizija, istraživanje postaje jasan efektivan uzajamni odnos tradicionalne kuće sa okolnom okolinom prema konceptu održivosti i integraciji njenih ekoloških, ekonomskih i socijalnih sistema. Kao i odgovor prostorne organizacije tradicionalne arhitekture na lokalno okruženje jer tradicionalna arhitektura još uvek u sebi nosi ostatke postojanosti, u današnje vreme kao i pre stotine godina.

S druge strane, savremena arhitektura suočava se sa mnogim izazovima, kako bi dokazala da je sposobna da udovolji zahtevima održivog razvoja, pa savremena arhitektura mora da preispita zahteve tradicionalne arhitekture i odabere ono što je prikladno za lokalno okruženje i spajanje ovih principa sa savremenom tehnologijom i njihovom upotrebom, u našoj savremenoj arhitekturi. Ne možemo biti sigurni da savremena komšijska jedinica nije izvršila svoje fizičke funkcije, što je predstavljalo odgovor na strukturne promene čoveka i društva u celini. Međutim, uočavamo neke nedostatke u prostornoj organizaciji, koji se ogledaju u prostornoj komunikaciji, vitalnim i društvenim performansama u savremenoj urbanoj formi.

5.4.3. Prostorna organizacija savremene susedske jedinice (mrežni model)

Podela zemljišta i stambenih mesta na repetitivni geometrijski način prema mreži ortogonalnog planiranja (Grid Iron obrazac), prikazuje da je glavni element koji određuje projekciju i distribuciju stambenih jedinica je ulica, što ukazuje da je odgovor na zahteve kretanja vozila dominantan, u odnosu na organizaciju prostora.

¹³⁷ Zainab Abbas, *The Impact of Forming Housing Units on Raising the Efficiency of Work Performance of Human Efficiency*, Sixth Engineering Conference, Faculty of Engineering - University of Baghdad, Baghdad, Iraq, 2016, p.46.

Obzirom da je urbani prostor glavni element u senzornoj percepciji prostorne organizacije unutar organskog urbanog tkiva, otkrivamo da urbani prostor u planiranom mrežnom obrascu ne percipira čovek, jer proporcije planiranja tkiva namenjeni su vozilu, a ne čoveku.

Ovde se izgubio prvi stub ljudske interakcije sa prostorom, što je glavna osovina ljudskog dizajna, koja naglašava interakciju arhitekture sa njenim stanovnicima, i između arhitekture i okoline. Prostorna organizacija nije izgrađena na osnovu ljudskog standardnog jedinstva, već na većoj i široj skali, što je imalo velikog uticaja na gubitak socijalne interakcije među ljudima iz susedne jedinice, i porast preokupacije usled svakodnevnog umora.

Odnosno, pojavljuje se mana u jednoj od najvažnijih mera održivosti u susedskoj jedinici, a to je efikasnost prostora za urbane stambene funkcije i događaje, i jedan je od stubova ljudskog dizajna koji naglašava višestruku upotrebu prostora i blizina događaja i usvajanje javnog prevoza, umesto privatnog radi povezivanja aktivnosti jedinice u susedstvu.

Stroga i otvorena inženjerska monotonija u stambenim kućama i pojava širokih ulica predstavlja jasan prevod novog tehničkog uticaja. Ovo ima veliki uticaj na nove društvene sisteme koji su rezultat uticaja zapadne planske misli u upotrebu jednog geometrijskog oblika u podeli stambenog mesta prema mrežnom rasporedu u stambenim naseljima, koji su se odvajali i dizajnirali i razlikovali prema kupovnim, kulturnim, senzornim i kognitivnim sposobnostima, što je dovelo do stvaranja oblika socijalne i individualne izolacije. Takva događanja nisu bila prisutna u tradicionalnom lokalitetu, koje je pokazalo klasne razlike u vreme kada su principi zajedništva u susedstvu zahtevali društvenu homogenost, kao i vizuelnu zbrku u prostornoj organizaciji, i gubitku prostora za prostorni identitet i interakciju sa urbanim prostorom.¹³⁸

Ovde nalazimo gubitak još jednog merila u uspehu prostorne organizacije za jedinice savremenog susedstva, a to je pravda, društvena homogenost, osećaj prostora i interakcija sa njim.

Promena namene zemljišta iz stambene u komercijalnu učinila je modernu prostornu organizaciju slikovitim primerom gubitka privatnosti u hijerarhiji stambene četvrti i preklapanja javnih funkcija namene zemljišta sa privatnim stambenim, izlažući stambeno okruženje raznim problemima. Problemi predstavljaju zagađenja vazduha, bukom i vizuelnim sredstvima,

¹³⁸ Zainab Abbas, *The Impact of Forming Housing Units on Raising the Efficiency of Work Performance of Human Efficiency*, Sixth Engineering Conference, Faculty of Engineering - University of Baghdad, Baghdad, Iraq, 2016, p.49.

zadiranjem u trotoare i pešačke prolaze i kršenjem njihovih prava, gubitkom bezbednosti u saobraćaju i zagušenjima, porastom kriminala, povećanjem socijalne izolacije i gubitkom kohezije među pripadnicima komšijske jedinice.

Pored toga, pojavljuju se ekonomski gubici u korišćenju energije, zemljišta i pritiska na infrastrukturu, jer ovaj tretman predstavlja kamen temeljac dimenzija ekološke, socijalne i ekonomske održivosti.¹³⁹ Takođe, urbana prostorna organizacija grada koja služi pružanju ekoloških, socijalnih i ekonomskih tretmana jedna je od najvažnijih briga, urbanista u savremenim gradovima. Na primer, kontrola upotrebe zemljišta implicitno utiče na klimu, što je i dalje jedna od poteškoća, sa kojima se suočavaju planeri u onome što je poznato kao mikroklima.

Stoga prostorna organizacija savremene umrežene jedinice susedstva izražava realnost društvenih promena koje su se dogodile kao posledica tiranije vrednosti pojedinca umesto grupe i jedinstvenosti u oblicima stambenih jedinica i metoda gradnje, ili odnos izgradnje prema otvorenom prostoru. To je uticalo na gubitak održivih vrednosti dizajna, posebno ljudskog dizajna, što je povećalo udaljenost između ljudi u komšiluku, i smanjilo društvenu interakciju među njima. Pored toga, ovo je imalo uticaja na poznavanje razmene događaja i na taj način smanjila je efikasnost prostorne organizacije kvartovske jedinice, i oslabila međuzavisnost njenih prostora, posebno između javnog i privatnog, što je prouzrokovalo lošu distribuciju zelenih površina, i netačan obeležaj javnih i rekreativnih zgrade zbog neproučavanja funkcionalnih zahteva i mere uspešnosti urbane forme, u pogledu efikasnosti, primerenosti i pravde.

5.5. Pokazatelji efikasne prostorske organizacije za održivu susedsku jedinicu

Suština savremenih transformacija u urbanom okruženju uopšte, a posebno u stambenom okruženju, leži u gubitku ukupne prostorne organizacije koja proizilazi iz definicije njenih tematskih delova. Dok ljudska društva organizuju svoje prostorsko okruženje da formiraju prostornu civilizaciju strukturiranjem prostorni odnosi između mase i prostora u direktnom ili indirektnom obliku, koji mogu biti simbolički inženjering (savremeno stambeno okruženje) ili organsko (tradicionalno rezidencijalno okruženje) za stvaranje i generisanje društvenih odnosa. Stoga istraživanje otkriva da se usvajanjem efikasne prostorne organizacije na nivou susedske

¹³⁹Isto, str. 58.

jedinice kao osnovne jedinice za planiranje stambenog okruženja na gradskom nivou, postiže održivost u tri dimenzije: ekološkoj, socijalnoj i ekonomskoj usvajanjem dva mehanizma:¹⁴⁰ Kako bi se aktivirala održiva susedska jedinica, prvi mehanizam uključuje usvajanje sledećih pokazatelja za postizanje održive susedske jedinice prilikom planiranja modernih stambenih područja, a to su:

- Usvajanje koncepta jedinice susedstva kao osnovne jedinice planiranja prilikom projektovanja i planiranja stambenih područja u gradovima umesto ponovljenog mrežnog planiranja, što pruža maloj zajednici koja omogućava postojanje društvenih odnosa i poboljšanje društvenu interakciju u susedstvu, a zatim i u gradu.
- Utvrđivanje veličine jedinice susedstva kako bi se usvojila kao osnovna jedinica za planiranje: ta veličina ne bi trebalo da bude velika u meri u kojoj se prekidaju komunikacije i društveni odnosi, niti mala u meri u kojoj jedinica ne uspeva da postigne različitost. Poželjno je da se broj stanovnika u održivoj susedskoj jedinici kreće između 500 - 1000 ljudi, kao što neke nedavne studije i teorije preporučuju.
- Zavisnost održive susedske jedinice od kretanja pešaka kao glavnog prevoznog sredstva u okviru stambenog sklopa kako bi se smanjila upotreba prevoza i na taj način smanjila potrošnja goriva i zagađenje životne sredine.
- Usvajanje raznolikosti u veličini stambenih jedinica u susedskoj jedinici, kao i usvajanje različitih obrazaca stanovanja, što omogućava svim članovima društva, da dobiju stambenu jedinicu, kao i stvaranje homogenog društva koje ne pravi razliku između bogatih i siromašni.
- Usvajanje mešovitog načina korišćenja zemljišta i urbanih aktivnosti u planiranju održive jedinice susedstva, da bi se pružile integrisane usluge u okviru jedinice naselja kroz koje stanovnici prestaju da koriste automobile, i oslanjaju se na kretanje pešaka, odnosno usvajanje principa lakoće pristupa, konvergencije događaja, integracije funkcija i aktivnosti.

¹⁴⁰ Kenavi, Abdel Rahim i Essam Abdel Salam, *Neighborhood reality*, 9th. Al Azhar International Engineering Conference, Cairo, 12-14. April 2007, p.15.

Drugi mehanizam jeste aktiviranja humanih projektantskih strategija. Strategije humanog dizajna mogu se usvojiti kao praktični mehanizam za podizanje efikasnosti prostorne organizacije, održive susedske jedinice kroz sledeće:

A. Očuvanje prirodnih uslova kroz:

- Usvajanje prostorne organizacije sa integrisanim obrascem što poseduje ekološka svojstva i raznolikost u svojim komponentama i čuva holistički pogled na grad kao deo prirode očuvanjem otvorenih prostora unutar stambenih i urbanih područja, i zelenog pojasa oko grada.
- Usvajanje integrisane prostorne organizacije susedske jedinice umesto geometrijske, koja organizuje stambene prostore oko ulica i sokaka sa homogenom prostornom organizacijom, dalje od geometrijske pravilnosti pravih linija i oštih uglova preseka.
- Racionalizacija u javnim i uslužnim zgradama kroz usvajanje mešovite upotrebe i miksovanjem funkcija (događaja), i smanjenje urbanog širenja stambenih naselja.
- Prostorna organizacija sa integrisanim obrascem je najbolji primer primene održivosti u susedskoj jedinici kroz planiranje i tretiranje putanja kretanja u smislu (širina - oblik - dužina - smer - i promena smera), što predstavlja osnovna faza adaptacije sa prirodnom okruženjem. Kompaktna prostorna organizacija ublažava oštre efekte klime, posebno visoke temperature, sunčevo zračenje, prašnjave i vruće vetrove, smanjujući na taj način ukupno toplotno opterećenje, što utiče na fasade zgrada, posebno stambenih jedinica.

B. Ljudska udobnost:

- Usvajanje prostorne organizacije sa koherentnim okvirom za održivu susedsku jedinicu radi na konsolidaciji ljudskih, društvenih i kulturnih odnosa obezbeđivanjem različitih i raznovrsnih prostora, javnih i privatnih prostora, jasnih i bezbednih, usvajanjem zatvorenih ulica, kao što je slučaj u tradicionalnim gradovima.

Integrisana prostorna organizacija takođe ispunjava uslove zaštite životne sredine za ljudske potrebe, vrednosti i društvene odnose, i daje mogućnost mešovitog korišćenja zemljišta u okviru susedske jedinice, čime se postiže najbolji komfor za čoveka kroz:

- ✓ Jednostavnost pristupa (stanovanje - posao - usluge)

- ✓ Konvergencija aktivnosti smanjuje vreme koje stanovnik provodi u transportu i na putevima do i od (stanovanje - posao - usluge).
- ✓ Mešanje poslova omogućava pružanje svih usluga potrebnih stanovniku.

C. Urbanistički dizajn i planiranje lokacije:

Istraživanje otkriva da je usvajanje prostorne organizacije kompaktnog obrasca predstavlja novi model održivosti u urbanističkom planiranju i dizajnu stambene četvrti, koji ne potvrđuje kulturu zajednice samo povezivanjem sa starim tkivom područja, ali izražava održivi urbani razvoj. Prema Jong-Jin¹⁴¹, postizanje optimalnog rešenja za održivo urbano planiranje leži u oživljavanju starih principa i koncepata, koji su se pokazali uspešnim, kao što su (kompaktni grad, mešovita upotreba zemljišta i aktiviranje orijentacije kretanja pešaka). Načelo solidarnosti može se postići u urbanističkom planiranju, i održivi dizajn jedinice u naselju kroz:

- Konvergencija u različitim namenama zemljišta.
- Integracija korišćenja zemljišta i minimiziranje otvorenih površina.
- Grupisanje oko mini urbanih prostora.
- Postizanje manjeg prodora i najmanje presečnih tačaka za automobile, istovremeno obezbeđujući sporedne puteve do različitih skupova.
- Integracija stambenih jedinica sa njihovim socijalnim, ekonomskim, kulturnim i obrazovnim uslugama, a integracijom ovih usluga formira se održiva susedska jedinica.
- Usvajanje urbanističkog planiranja i dizajna susedske jedinice o kretanju javnog prevoza i kretanju pešaka uglavnom radi smanjenja zagađenja životne sredine usvajanjem ekološki prihvatljivih prevoznih sredstava i smanjenja zavisnosti od privatnog prevoza. Kao i usvajanje efikasne svemirske organizacije za kretanje pešaka i povezivanje sa javnim prostorima, kako bi se osigurala pozitivna socijalna interakcija koja pojačava osećaj pripadnosti susedske jedinice.

¹⁴¹ Zainab Abbas, *The Impact of Forming Housing Units on Raising the Efficiency of Work Performance of Human Efficiency*, Sixth Engineering Conference, Faculty of Engineering - University of Baghdad, Baghdad, Iraq, 2016, p.214..

Održivost je povezana sa prostornom organizacijom kroz ciljeve smanjenja udaljenosti pristupa i kretanja između sistema (zgrade ili urbanog sklopa). Kao i uspešno bavljenje prostornim odnosima prostora u smislu kretanja i gradacije funkcije, jer na njih utiču funkcionalne manifestacije koje prostori nose u bilo kom sistemu na nivou njihove prostorske organizacije. U ovom okviru, postoje značajne aplikacije, koje kombinuju održivost i organizaciju prostora, uključujući:

- Uspešno bavljenje prostornim odnosom prostora, u smislu kretanja i gradacije funkcija.
- Ekonomija, otkrivanjem najvažnijih ose u sistemu, kao što su linije infrastrukturnih usluga koje se direktno preklapaju sa prostorima javne upotrebe, posebno na urbanom nivou.
- Funkcionalni aspekti koje prostori nose u prostorskoj organizaciji Sistema, u smislu prostornih odnosa lokalno i sveobuhvatno.
- Stambeno okruženje ne može se smatrati održivim ukoliko se održiva jedinica susedstva ne usvoji kao glavna osnova za moderne teorije planiranja stanovanja, za ono što pruža maloj zajednici, koja omogućava postojanje razmene socijalnih odnosa i promociju socijalne interakcije kao zdrave urbane sredine, bez zagađenja uz istovremeno pružanje ekonomske dimenzije smanjenjem potrošnje energije. Sve ove dimenzije postiže se dobro osmišljenom prostorskom organizacijom koja usvaja principe ljudskog dizajna, a koji zavisi od čoveka kao svog glavnog cilja.

Integrirane teze o teoriji susedskih jedinica koje su objavljene sa strane Hovarda, Berrija, Mufrada, Burtona, Villiama i pokreta o savremenom urbanizmu, pružile su bogatu osnovu za kriterijume održivog planiranja susedskih jedinica kojima se postiže održivost u ekološkim, socijalnim i ekonomskim dimenzijama.

Postoje mnogi osnovni principi na kojima se zasnivala tradicionalna susedska jedinica, uključujući koncept održivosti i predviđanje prostorskih teorija, u postizanju ekološke i psihološke integracije. Ovi principi zahtevaju stvaranje održivog stambenog okruženja koje karakteriše intelektualna, materijalna komunikacija i ispunjavanje opštih zahteva individualaca kao što su komfor, posao i socijalna efikasnost za svoje stanovnike, istovremeno osiguravajući kontinuitet efikasnosti u budućnosti, uzimajući u obzir kompatibilnost između duhovnog i materijalnog aspekta, ovi principi su kompatibilni sa principima humanog dizajna.

Susedska jedinica predstavlja najvažniji trend održivog stanovanja koji nastoji da postigne dimenzije ekološke, socijalne i ekonomske održivosti, radi izgradnje samozadovoljne zajednice.

Tradicionalna arhitektura još uvek u sebi nosi potencijal trajnosti kao što je to bilo pre stotine godina, a sa druge strane savremena arhitektura suočava se sa mnogim izazovima da dokaže da je sposobna, da udovolji zahtevima održivog razvoja. Stoga, savremena arhitektura mora otkriti principe tradicionalne arhitekture i odabere ono što je prikladno za lokalno okruženje i miksovali ove principe sa modernom tehnikom, koju primenjuju u savremenoj arhitekturi.

Suština modernih transformacija u urbanom okruženju uopšte, a posebno u stambenom okruženju leži u gubitku sveobuhvatne i efikasne prostorske organizacije, koja proizilazi iz definicije postavljene lokalne kazne. Tako da je usvajanje humanih strategija dizajna praktično sredstvo za podizanje efikasnosti prostorne organizacije jedinice održivog susedstva primenom istog kao mehanizma za transformisanje indikatora i izvedenih kriterijuma, kao što je pristupna daljina - mešovita upotreba - usvajanje pešačkog kretanja i javnog prevoza, kao faktori održivosti organizacija komšijske jedinice, radi postizanja održivog stambenog okruženja.

6. STUDIJA SLUČAJA – MODALITETI VREDNOVANJA ODRŽIVOSTI GRAĐEVINSKOG MATERIJALA U GRAĐENOJ SREDINI – MODELSKI PRIMER SUSEDSKA JEDINICA

Postoji osećaj potrebe za urgentnom edukacijom da se deluje više u skladu s prirodom, nego da se insistira na gomilanju moći i ometanja procesa u životnoj sredini. Posle požara, uragana, poplava, zemljotresa odmah se izjavljuje da je to elementarna nepogoda, ljudi su u neprilici kako dalje. Javlja se potreba za privremenim načinom stanovanja. Ako je neki objekat razrušen, razoren i ako smo u prilici da ga ponovo gradimo, postavlja se pitanje zašto bismo gradili na isti način na istoj lokaciji. Prirodne katastrofe su stvorene od strane ljudi, ali za to mi okrivljujemo prirodu. Čovek je sve učinio da uništi prirodu, koja odgovara katastrofama. Ali sa druge strane, priroda nudi čoveku mogućnost za izgradnjom objekata koji će više biti u skladu sa njom, neće ugrožavati životnu sredinu i na neki način biće zaštita od prirodnih katastrofa. To je izbor građevinskog materijala.



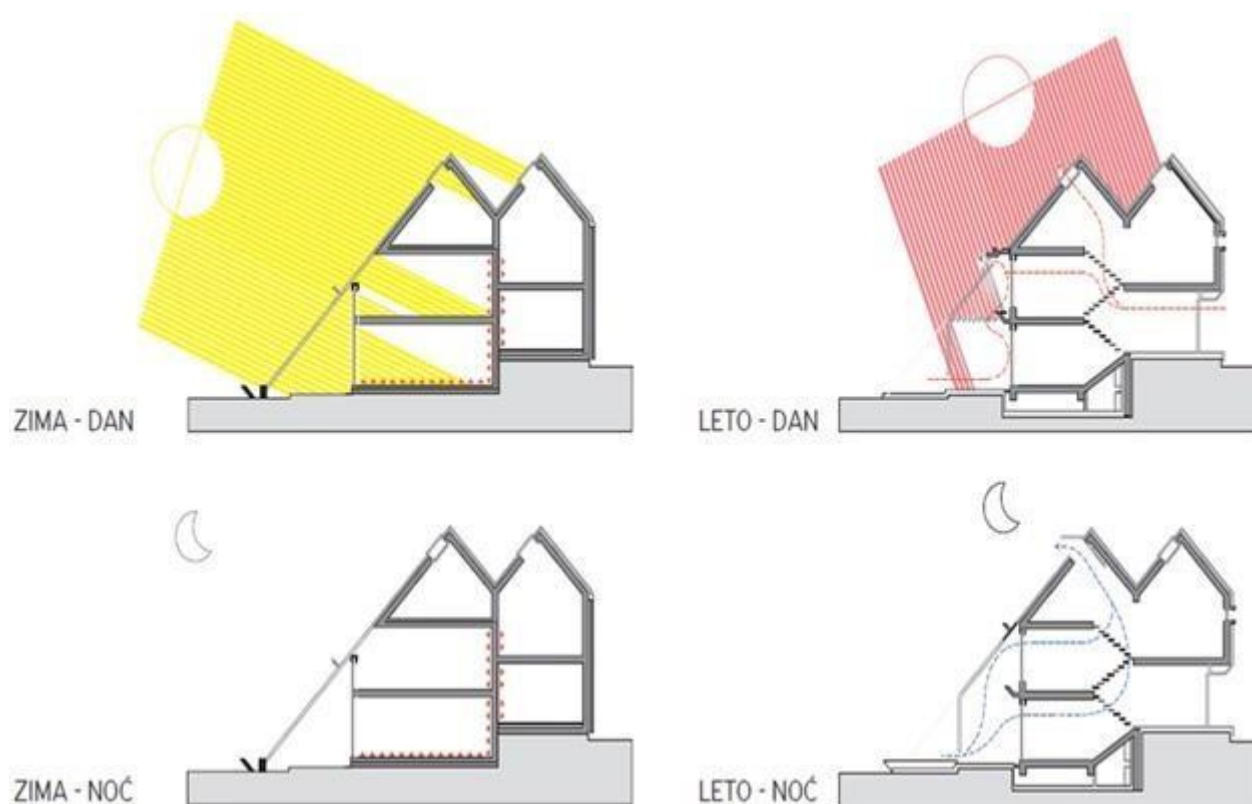
Slika 46: Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija

Izvor: Raghad Hamdallah, Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing, Dar AlArab, Baghdad, 2014



Slika 47: Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija

(Izvor: Raghad Hamdallah, Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing, Dar AlArab, Baghdad, 2014)



Slika 48 - Pasiva solarna kuća ANDROMEDA – Slovenija: implementacija pasivnih solarnih sistema održivosti

(Izvor: Raghad Hamdallah, Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing, Dar AlArab, Baghdad, 2014.)





Slika 49 - Selo N'tyeani, Mali; Centar Bobodioulaso, Burkina Faso
(Izvor: Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.)

▪ **Autorski pristup: Nader Kalili (Nader Khalili)** ¹⁴²Metoda SuperAdobe

Iranski arhitekt, koji je živeo i radio u Iranu i SAD-u, gde je razvio tehniku poznatu kao *SuperAdobe* ili *Earthbag gradnja*. Stvorena prvobitno kao odgovor na Nasin (NASA) poziv za projektovanjem ljudskih naselja na Mesecu i Marsu, ovaj jednostavan, ali vrlo efikasan način gradnje može se koristiti za izgradnju skloništa brzo i bez potrebe visoko specijalizovane veštine. Postupak je bio korišćen za izgradnju hitnih skloništa prvog Zalivskog rata u kojem je korištena tehnika u partnerstvu s UN-om za UNHCR, za smještaj izbeglica u Iranu. Godine 1991. osnovao je Khalili California Institute of Earth & Arhitektura (Cal-Earth) za obavljanje tehničkih istraživanja vezanih za metodu SuperAdobe. Neprofitna organizacija projektuje i sprovodi ispitivanja prototipova u ekstremnim klimatskim uslovima Mojave pustinje. Metoda SuperAdobe je rezultat njegovih istraživanja i pokušaja da se konstrukcija od nepečene opeke prilagodi kontekstima gde nisu ranije poznavali takve tehnike izgradnje. Vreće za pesak se napune zemljom i polažu u raznim smerovima za izgradnju konstrukcije čija se čvrstoća temelji na principu konstrukcije kupole, dok bodljikava žica postavljena između vreća daje potrebnu čvrstoću. Ako je dostupno, cement ili asfalt se dodaju zemlji.

¹⁴² Zainab Abbas, *The Impact of Forming Housing Units on Raising the Efficiency of Work Performance of Human Efficiency*, Sixth Engineering Conference, Faculty of Engineering - University of Baghdad, Baghdad, Iraq, 2016, p. 83.



Slika 50 - Realizovani objekti Nader Kalilia – izbeglički kamp u Beninu

(Izvor: Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern Today, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, 26 June, Issue 11, 2018.)

Prednost ovog sistema je u tome što ne zahteva visoko-kvalifikovanu radnu snagu, isto tako što je izgrađen u potpunosti od dostupnog, lokalnog i ekološki prihvatljivog materijala. Konstrukcije se mogu prilagoditi po obliku i prostornom rasporedu, a fleksibilan sistem može biti korišćen privremeno ili trajno kad se na fasadama primeni neki vodonepropusni materijal. Ova opcija pretvara privremene konstrukcije u stalna skloništa što je posebno korisno u situacijama katastrofa i u izbegličkim logorima u kojima države ne smeju graditi trajne građevine, a mogućnost rata je prisutna. Umesto da se zapošljavaju dodatni radnici ta skloništa mogu biti izgrađena od strane samih izbeglica uključujući žene, decu i starce. Ova skloništa takođe podstiču lokalne ekonomije, ne oslanjajući se na velike građevinske firme koje deluju globalno. Kalilina humanitarna arhitektura tako daje sredstvo onima kojima je najviše potrebna, biti u mogućnosti da stvaraju svoje vlastite kuće, vraćajući osećaj dostojanstva izbeglicama, pa čak i ako su skloništa konstruisana samo na privremeno korišćenje, solidnost građevine može odavati sigurnost na način koji standardna hitna rešenja kao što su šatori ne može dati.

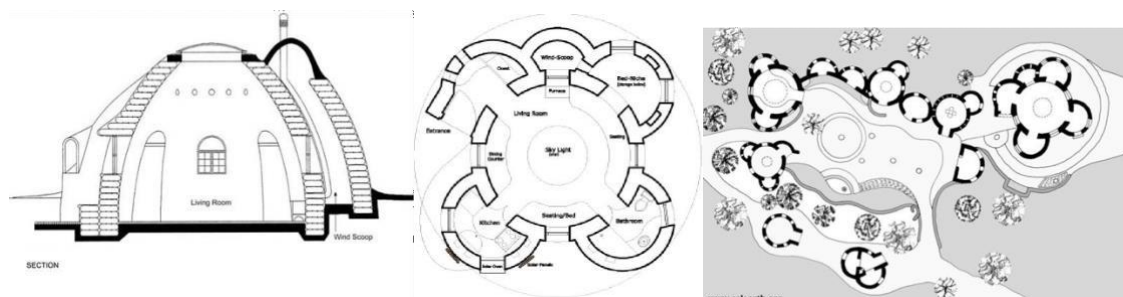
Primer 1: Izbeglički kamp, Benin

Tehnologija gradnje obuhvata: Korišćenje vojnih materijala (pesak i bodljikava žica) i stvaranje sigurnog skloništa u većini krajeva sveta, kao i u bilo čijem dvorištu. Korišćenje minimalnih količina kupljenih proizvoda i najveće površine slobodnog zemljišta. Učestvovanje porodice ili zajednice u aktivnostima pri izgradnji skloništa, odnosno održive zajednice. Stvaranje skloništa za maksimalnu zaštitu od prirodnih i ljudskih katastrofa. Superadobe role postoje u različitim dužinama i širinama prema projektnim potrebama. 2.43-3.04m su dimenzije prečnike unutrašnjosti kupole, a postoje i mnoge varijante malih skloništa, oko 11.14m² ili manje. Osnovni oblici su lukovi, svodovi i kupola.

Primer 2: Eco-Dome - Moon Cocoon

Eko-Dome je mali dom projektovan za oko 40 kvadratnih metara unutrašnjeg prostora. Sastoji se od velike centralne kupole, okružene nišama i četirima manjih iskopa za vetar u obliku lista deteline. Gotova vrlo mala kuća je samostalna i može postati mali pension, apartman ili biti prvi korak u stvaranju klsterskih zajednica u eko-selu.

Glavne karakteristike Eko-Dome-a: Izgrađen od lokalne zemlje, punjene u SuperAdobe vreće (zemlja stabilizovana cementom i vapnom). Reciklirane vrste papira od prirodnih stabljika. Maksimalno korišćenje prostora kroz alternativne opcije. Glavna kupola i četiri niše, koje u zavisnosti od lokalnih zakona mogu funkcionirati kao: (a) glavni dnevni boravak, predsoblje, kuhinja, kupatilo, spavaća soba – ‘bed womb’, (b) dnevni boravak, predsoblje i tri ‘bed-womb’, (c) dnevni boravak, predsoblje, dve spavaće sobe, i kupatilo. Sadržajno zatvorena jedinica (potencijalno za pension ili apartman- studio) ili dvokrevetna jedinica (veće porodične stambene jedinice). Može se multiplicirati i povezati u obliku veće kuće i dvorišta kuće. Solarna energija i radijalno greanje se može ugraditi. Enterijer, nameštaj može biti izgrađen od istog materijala.



Slika 51 - Eco-Dome - Moon Cocoon

Izvor: Al-Jabri, Muzaffar, *Urban Planning, Part One*, University of Baghdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research, First Edition, 2017.

▪ Edukativni model - skloništa kao savremena efemerna arhitektura

Japan - temelji od sanduka za pivo napunjene vrećama peska. Zidovi su izrađeni od 106mm prečnika i 4mm debljine papirnatih cevi sa šatorastim materijalom za krov. 1.8m razmak između kuća je služio kao zajednički prostor. Za izolaciju, voodoporna spužvasta traka s podlogom lepljenom u sendviču između zidnih cevi. Troškovi materijala za 52 m² jedinice su ispod 2000 dolara. Jedinica se lako rastavlja, a materijali lako prodaju ili recikliraju.

Turska - na temelju skloništa iz Koebea, Japan, neka poboljšanja su primenjena s obzirom na životnu sredinu u Turskoj. Jedna jedinica, bila je 3 x 6m ili nešto veća, što je odraz standardne veličine šperploča u Turskoj, a takođe to je zemlja s prosečno većim porodicama. Drugo, bilo je više izolacije. Iseckani papir je umetnut unutar cevi duž zidova i stakla u plafonu, a isto tako listovi kartona i plastike korišćeni su za izolaciju, u zavisnosti od potreba.

Indija - indijsku kuću jedinstvenom čini temelj i krov. Ostaci uništenih zgrada bili su korišćeni za temelje, umesto sanduka piva, koji se nisu mogli naći u tom području i bili su obloženi blatom koji se tradicionalno koristio za podove. Za krov, razdvojeni bambus bio je primenjen za izradu rebrastih svodova, a celi bambus za grede. Lokalno pleteni tepisi od trske smešteni su iznad bambusa, a preko toga prozirne plastične cerade za zaštitu od kiše, a onda drugi sloj trske. Ventilacija je osigurana kroz zabat, gdje je kroz male rupe obezbeđeno kruženje vazduha. Ovo je takođe dozvoljavalo kuvanje i pripremu hrane, s dodatnom koristi od odbijanja komaraca.

Ruanda - više od 2 miliona ljudi ostalo je bez krova nad glavom u građanskom ratu koji je izbio u Ruandi 1994. UNHCR isporučuje plastične čaršave i aluminijske stubove za montažu privremenih skloništa. Ruandske izbjeglice prodaju pola zaliha aluminijske, a zatim krče šume kako bi grane koristili za konstrukciju. Doprinevši tako već kritično ikrčenim šumama, bilo je očito da se alternativni materijali moraju pronaći. Low-cost izbor bile su papirnate cevi. Predlog je usvojen i razvoj prototipa skloništa je počelo. Tri prototipa skloništa su projektovana i testirana na izdržljivost, troškove i otpor na termite.



Slika 52 - Skloništa: JAPAN TURSKA INDIJA RUANDA

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, *Sustainability in Interior Architecture*, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

- **Autorski pristup: Rural Studio i Samuel Mockbee**

Pored projektovanja i građenja pojedinačnih kuća, Rural Studio je izgradio niz objekata uključujući kapelice i crkve, društvene centre, igrališta i otvorene paviljone. Svi radovi dele Mokbiovu savremenu estetiku, uz uvažavanje južnjačkih vernakularnih oblika i dubokih veza sa lokacijom. Svaki projekt sadrži dosetljivo projektovanje, koristeći lako dostupne, najčešće prirodne ili reciklirane materijale. Većina projekata Rural Studija slediti sličan obrazac. Jedni studenti uspostavljaju prve kontakte s klijentima i započinju crtati, drugi određuju materijale za izgradnju i druge pojedinosti, uključujući dodatne elemente projekta, uvek reagujući na potrebe klijenata. Do tri grupe obično po 15 studenata radi na projektu, tokom godine, što je obično vrijeme koje je potrebno za dovršenje projekta.

Primer 1: Lucy house, Alabama

Projekat realizovan od strane studenata kroz jedan od programa Rural Studija. To je jedinstveni projekt u istoriji studija jer je objekat sagrađen uz pomoć korporativnih sponzora, specijaliziranih za proizvodnju tepiha. Ta firma je najveći svetski proizvođač tepih pločica, izvođač i stručnjak za održivost. Za ovu kuću, studenti su imali poseban izazov: da koriste ne-reciklirajuće tepih komade u izgradnji kuće. Tepih se često dodaje kućama, ali ne i za njenu nosivu strukturu. Međutim, u zidovima je 72.000 pločica tepiha koje drže na mestu prstenaste drvene grede. Nabijeni su na način da nema vazduha između slojeva, a time ni opasnosti od brzog požara. Na jednom kraju doma je toranj koji nosi strukturu spavaće sobe roditelja, dok betonska dnevna soba ima funkciju i skloništa od tornada.

Primer 2: 'Hay Bale' house, Alabama

Porodične potrebe su bile osnovne: zatvoreni vodovod, septička jama i udobno mesto za spavanje (svakoj sobi je potreban jedan krevet i sto). Mockbee i studenti stvorili su za njih sve što su tražili, ali na inventivni način, individualno prilagođena kuća koja je dijametralno suprotna tipičnim institucionalno generiranim socijalnim oblicima stanovanja. Kompaktna, 79 m² kuća je i radikalna i praktična. Uprkos svojoj neobičnoj izgradnji od bala sena, stogova koji se slažu kao opeke, pokrivenih štukom, objekat je prilično konvencionalnog izgleda. Seno, koje omogućava prirodnu izolaciju, bilo je jeftino i omogućilo je da troškovi gradnje budu zapanjujuće niski, 16.500 dolara. Osnovni naglasak kuće je natkriveni trem duž cele kuće koji služi kao glavni prostor okupljanja porodice.



Slika 53 - LUCY HOUSE (prva levo)

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, Sustainability in Interior Architecture, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

Slika 54 - HAY BALE HOUSE (desno)

(Izvor: Al-Mukram Asma i Al-Khafaji Ali (2010), Sublimeness in architecture - the concept of sublime beauty in architectural form through structural treatments, University of Damascus, Journal of Science, Feb, Br.2.)

▪ **Manifesto House, Curacavi, Čile**

Unutrašnjost kuće je vrlo prostrana sa otvorenim planom osnove. Ono što izgleda kao prozori koristi se kao zid, oni mogu osigurati prirodnu ventilaciju kuće. Tu je i sklopivi zaslon za stvaranje terase spolja uz stvaranje hlada za unutrašnjost kad se otvori. Geotermalni sistem takođe pomaže u organizovanju grejanja i hlađenja. Arhitekti James & Mau su i osnivač firme Infiniski, studija za projektovanje i izvođenje. Manifest House je kuća od drvenih paleta, ali ne potpono, jer se koriste i gotovi kontejneri, stvarajući moderni izraz kuće. Misija studija Infiniski je izgraditi kuće, jeftino i brzo, koristeći reciklirane materijale kao što su kontejneri uz kombinaciju prirodnih materijala i najnovijih energetske sistema.



Slika. 55 – **Manifesto House, Curacavi, Čile**

(Izvor: Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, Sustainability in Interior Architecture, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.)

▪ **Social housing, Mulhouse, France**

Ovaj projekat za 14 porodičnih kuća je deo projekta u Mulhouse-u. Njihov cilj je bio proizvesti kvalitetne kuće koje su, izgrađene po istoj ceni, znatno veće od onih standardnih. Za početak, stvaranje jedne konstrukcije preko koje dolazi jeftin jednostavan i efikasan omotač omogućava definiranje. Potkrovlje na principu maksimalne iskoristive površine i volumena donosi iznenađujući prostorni kvalitet. U prizemlju stub / greda u betonskoj konstrukciji podržava platformu na visini od 3m, na kojima su fiksirani hortikulturni staklenici. Okvir je od pocinkovanog čelika, zidovi su od transparentnog polikarbonata. Deo staklenika je izolovan i zagreva se. Drugi deo staklenika predstavlja zimski vrt, provetren uglavnom putem vazduha koji dolazi preko krova i fasada. Horizontalni suncobran raspoređeni se unutar staklenika. To je princip staklenika, ali poboljšan i automatiziran koji stvara posebno ugodnu mikroklimu. Kasnije je

razdijeljen volumen u 14 delova, postavljenih poprečno u oba smera duplexima, što daje različite kvalitete i raznolikost prostora. Arhitekti: Lacaton i Vassal.



Slika 56 – Socijalno stanovanje u Milhausu, Francuska
(Izvor: Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, *University Journal*, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.)

7. ZAKLJUČNO RAZMATRANJE

Održiva arhitektura je opšti pojam koji opisuje ekološki osvješteno projektovanje, primenjene tehnike u području arhitekture. Održiva arhitektura nastala je u okvirima sve veće rasprave o održivosti i pod pritiskom ekonomskih i političkih pitanja našeg sveta, tj. vremena u kome živimo. U širem kontekstu, održiva arhitektura ima za cilj da smanji negativni uticaj objekata na životno okruženje, jačanjem produktivnosti i umerenost u korišćenju materijala, energije i distribucije prostora. Ideja održivosti, odnosno ekološkog projekta jeste da se osigura naše delovanje kao i odluke koje donosimo danas, na način da iste ne ugrožavaju mogućnost budućim generacijama da mogu komforno i zdravo da žive. U novim okolnostima koje donosi 21. vek, sve više se javlja potreba vraćanja tradiciji, prirodnim materijalima, ali kroz prizmu novih tehnologija i informacionog globalnog sistema. Razvoj arhitekture, a posebno stanovanja, popraćenog promenama potreba i funkcije prostora i upotrebljenih predmeta, nesumljivo preispituje naše stavove u domenu arhitekture. Tema arhitekture budućnosti će vrlo verovatno biti tema njene razgradnje, kako u teorijskom tako i u radikalno različitim realizovanim pravcima.

Pametni materijali koji se javljaju u različitim industrijskim pogonima predstavljaju temelj za razne *pametne* proizvode sa izuzetnim osobinama. Bez obzira na to što se njihov primarni razvoj ne temelji na potrebama u zgradama, danas se mogu upotrebljavati i u arhitekturi. Time se projektantima i tehnolozima otvaraju neslućene mogućnosti pri projektovanju savremenih građevina. Naručito se nove tehnologije vide na području fasada koje u budućnosti neće imati strogo zaštitnu funkciju. *Pametni* proizvodi su osnova za fasade koje su osetljive na različite informacije iz okoline i time više nisu statične, već izuzetno vizuelno dinamične.

Materijala kao što su glina, kamen, krečnjak i drvo ima dovoljno, i sami ovi materijali mogu se ponovo koristiti; upotrebljeni u građevinarstvu oni neznatno zagađuju okolinu, ljudi imaju iskustva sa njima, a kada više nisu potrebni, mogu se prirodno reciklirati. Ipak, nemojte misliti da su materijali iz obnovljivih izvora samo konvencionalni materijali. Na primer, upravo su se na tržištu pojavili neki proizvodi od celuloze koji u mnogim slučajevima mogu zameniti veštačke. S jedne strane izvori energije ponestaju, sa druge strane potrebno nam je sve više energije za proizvodnju i transport građevinskih materijala. Sa tog stanovišta poželjno je koristiti materijale koji se mogu naći u lokalnom (neposrednom) okruženju, za čiju se obradu koristi malo energije.

Ovakav primer predstavljaju brvnare ili sušeni glineni blokovi. Njihova upotreba podrazumeva minimalan utrošak energije. Nasuprot tome, pomenućemo neke materijale, čelik, staklo ili proizvode od pečene gline – za čiju je proizvodnju i transport potrebna velika količina energije. Njihova primena može biti opravdana kada obezbeđuje postojanost i kada se radi o dugovečnim građevinama.

Nova klasifikacija građevinskih materijala predstavljaće dugotrajan proces tokom koga treba da koristimo stečena znanja dodajući nove metode ispitivanja. Teško je reći šta je u određenoj oblasti zdravo i neškodljivo za okolinu. Treba da shvatimo da kroz klasifikaciju materijala, počev od vrste materijala pa do standardizovanih propisa, moramo dati prednost onima koji su dobri za naše zdravlje i manje štetni po okolinu.

Kada je reč o građevinskom materijalu šta se smatra *zdravim*:

- čist je, ne sadrži komponente koje zagađuju okolinu, ne proizvodi štetne uticaje ni tokom proizvodnje ni tokom korišćenja; otporan je na štetne mikroorganizme.
- ne emituje zračenje i ublažava spoljašnje elektro-magnetno zračenje, ne proizvodi štetna stanja; njegova proizvodnja ne stvara buku ili može suzbijati buku.

Kada je reč o građevinskom materijalu šta se smatra *ekološkim*:

- materijal je iz obnovljivog izvora, štetni efekti pri njegovoj izradi su minimalni
- ako potiče iz neobnovljivog izvora, koristi se za dugovečne građevine i moguće je kasnije ponovo upotrebiti postojeće građevinske elemente
- tokom proizvodnje efikasno se koristi energija; građevine napravljene od ovog materijala troše malo energije, čuvaju toplotu
- trajan je, dopušta dugotrajnu upotrebu, lako se održava i popravlja u slučaju oštećenja
- ne zagađuje sredinu, ne emituje opasne materije ili otrovne čestice
- pri proizvodnji i montaži ovog materijala količina otpada je neznatna, a ukoliko ga ima, može se ponovo upotrebiti. Otpad treba što više iskoristiti jer se time smanjuje zagađenje. Građevinski elementi takođe treba da su ponovo upotrebljivi. Treba ih upotrebiti gde god je to moguće.

- tokom proizvodnje uslovi za rad su povoljni, zarade prihvatljive i – naročito ako se radi o zemljama u razvoju – izvoz ovih materijala ne ugrožava ekonomsku nezavisnost zemlje.
- građevine izgrađene na ovaj način treba da su prilagođene mogućnostima korišćenja alternativnih izvora energije za grejanje, hlađenje i snabdevanje toplom vodom

Prethodno su definisani najvažniji standardi i kontrole za upotrebu održivih građevinskih materijala zajedničkih svih sistema životne sredine, koji se može usvojiti kao preliminarni korak ka postizanju stabilne metodologije za procenu efikasnosti građevinskog materijala u lokalnim upravnim zgradama. Takvo rešenje može da predstavlja novu inicijativu, koja može da pokrene arhitekta u Libije i da im služi kao savremena osnova u dizajnerskom razmišljanju prilikom projektovanja budućih upravnih zgrada.

Otkrivanje mehanizama i kriterijuma za odabir građevinskih materijala na način da se očuvaju njihovi prirodni resursi i smanje negativni uticaji na životnu sredinu, koji imaju glavnu ulogu u postizanju održivosti ove vrste zgrada, tokom životnog ciklusa zgrade. Kod faza pred izgradnju, neophodna je upotreba lokalnih građevinskih materijala, i korišćenje materijala iz obnovljivih izvora. Dok je kod faza izgradnje, potrebno da imate dobar izbor građevinskih materijala koji su izdržljivi, trajni i imaju uticaj na životnu sredinu. Što se tiče faza nakon rušenja, neophodno je raditi na ponovnoj upotrebi materijala, sistema i reciklirate otpad nakon rušenja.

Primarni kriterijumi za odabir postignutih građevinskih materijala mogu se ugraditi u lokalni sistem procene zelene arhitekture, i mogu biti preliminarna osnova za razvijanje procena drugih kriterijuma održivosti kako bi se došlo do ekosistema, koji je kompatibilan sa globalnim sistemima životne sredine. Neki rezultati koji se odnose na specifikaciju građevinskih materijala, mogu se sažeti u sledeće tačke:

- Upotreba izdržljivih i trajnih građevinskih materijala doprinosi smanjenju potrošnje energije u procesu održavanja tokom životnog veka zgrade, a korišćenje građevinskih materijala koji se mogu reciklirati, i koji se mogu ponovo upotrebiti smanjuje negativan uticaj ovih materijala na životnu sredinu.
- Upotreba prirodnih materijala sa manjom potrošnjom energije u proizvodnim i transportnim procesima ima efikasnu ulogu u ublažavanju zagađivača koji se

oslobađaju iz tih procesa na životnu sredinu i zdravlje. Na drugoj strani, upotreba lokalno dostupnog građevinskog materijala na lokaciji, smanjuje potrošnju energije za transport ovih materijala.

- Upotreba građevinskih materijala koji se mogu reciklirati i koji se mogu ponovo upotrebiti, poput aluminijuma i gvožđa u standardnim dimenzijama, što osigurava njihovu jednostavnost montaže, a zatim i lako demontiranje ako je potrebno i ponovna upotreba ili reciklaža, kako bi se smanjio negativan uticaj ovih materijala na životnu sredinu.
- Upotreba prirodnih materijala sa manjom potrošnjom energije u proizvodnim procesima kao što je drvo ima efektivan uticaj na smanjenje efekat na životnu sredinu. Pored toga, ako se upotreba neprirodnih materijala ne može izbjeći, mora biti uslovljena ostalim prednostima kao što je visoka trajnost radi obezbeđivanju duži životni vek tokom životnog veka zgrade.

Neophdno je korišćenje prirodnih građevinskih materijala proizvedenih lokalno kako bi se izbegla upotreba velike energije u njihovom transportu, što zahteva najmanje moguće proizvodne procese. Potrebno je koristite građevinskih materijala bliskih ili sličnih po svojoj trajnosti za smanjenje potrošnje energije u operacijama održavanja tokom dugotrajnosti zgrade.

1. Razvijte jasnu strategiju za projekat pre početka dizajniranja, kao što je određivanje starosti zgrade i posledičnih razmatranja kao što su materijali i konstrukcije koji se koriste, građevinski sistemi i dr.

2. Opsežna studija lokaliteta u smislu lokalno dostupnih materijala na lokaciji, metoda gradnje na tom području i sredstava i sistema koji se koriste u građevinarstvu pomažu radnom timu da proceni i identifikuje efikasne strategije na tom mestu.

3. Mnoge zemlje u razvoju trebaju informacije o prirodi i proizvodnji građevinskog materijala i rizicima povezanim sa pojedinim proizvodnih procesa, kroz pripremu posebnih programa obuke za radnike u industriji građevinskog materijala.

4. Povećavanje ekološke svesti o lokalnom građevinskom materijalu na inženjerskim odeljenjima na svim lokalnim univerzitetima, počev od obrazovnog procesa, i nastavljajući ga tokom prakse kroz kontinuirano obrazovanje, obuku i profesionalnu rehabilitaciju.

5. Izdavanje alata za procenu radi izračunavanja obima kritičnih uticaja građevinskog materijala na životnu sredinu tokom životnog ciklusa zgrade proizašlih iz izgradnje i rada zgrade, a zatim rušenja i uklanjanja

6. Osnivanje specijalizovanih istraživačkih centara za proučavanje građevinskih materijala u smislu njihovih uticaja na životnu sredinu i održavanje predavanja, seminara i kurseva za inženjerstvo i profesionalna tela.

Preporuke

- ❖ Razvijanje jasne strategije za projekat pre započinjanja procesa dizajniranja, kao što je određivanje starosti zgrade i posledičnih razmatranja, kao što su materijali, korišćeni objekti i metode gradnje.
- ❖ Efikasna proučavanja lokacije u smislu definisanja građevinskih materijala dostupnih lokalno na lokaciji, pomaže radnom timu da proceni i definiše efikasnu strategiju izgradnje na tom mestu. Fokusiranje na upotrebu lokalno dostupnih i prirodno dostupnih građevinskih materijala, smanjilo bi teret trošenja velikih količina energije koja proizlazi iz proizvodnje i njihovog transporta iz daleka.
- ❖ Pravilnim odabirom građevinskih materijala, posebno lokalnih građevinskih materijala, pravilnim razumevanjem njihovih specifikacija i karakteristika životne sredine, postižu se uštede energije kao i mir, udobnost i lepota, a time pomažu u postizanju održive zgrade.
- ❖ Nametanje strogih uslova sa strane vladanih institucija kompanijama koje posluju u oblasti proizvodnje građevinskog materijala na lokalnom tržištu, da proizvode građevinske materijale koji poštuju životnu sredinu i postižu održivost zgrade, a vlasnika zgrade obavezuju da ispoštuje ta pravila, kao jednim od uslova prilikom legalizacije zgrade.

- ❖ Priprema posebnog programa obuke za radnike u građevinskom sektoru i pružanje informacija o prirodi, proizvodnji građevinskog materijala i rizicima povezanim sa nekim od njihovih proizvodnih procesa.
- ❖ Razvoj alata za procenu za izračunavanje uticaja građevinskog materijala na životnu sredinu tokom životnog ciklusa zgrade, počev od faze izgradnje do faze eksploatacije, pa čak i nakon rušenja.
- ❖ Osnivanje specijalizovanih istraživačkih centara za proučavanje građevinskih materijala i njihovog negativnog uticaja na životnu sredinu za inženjerska i profesionalna tela, posebno u institutima i univerzitetima.

LITERATURA

2. Azarshar Feizi Azarshahr, *New Technologies in Modern Architecture and its interaction with traditional architecture*, 2013.
3. Anon (1991), *CFCs and buildings*, BRE, Digest 358, Garston.
4. Anon (1994), *Insulation and Energy*, Architecture Today.
5. Anastas P., Zimmerman J., (2003), *Design through the Twelve Principles of Green Engineering*, Environmental Science and Technology, March 1, ACS Publishing.
6. Al-Zubaidi, Maha Sbah, *Environmental Sustainability in the Formation of Housing Communities in Iraq*, PhD Dissertation, Department of Architecture, Faculty of Engineering, University of Baghdad, 2021.
7. Al-Ahbabi, Shaima, *Social Sustainability in Local Architecture*, PhD Dissertation, Technical Faculty - University of Tunis, 2018.
8. Al-Savat, Ali Muhammad, *The role of thermal insulation in buildings within the idea of green sustainable architecture*, Symposium on thermal insulation and the importance of its application in the countries of the Cooperation Council for the Arab States of the Gulf, 17-21- / 2004, Riyadh, Saudi Arabia, 2004.
9. Addington, M; Schroder, D, *Smart Materials and New Technologies* (for Architecture and design professions), Harvard University, 2005.
10. Assiut Khudair, Raad Hassoun (2012), *Meaning and Expression in the Design of Interior Environments*, Doctoral Dissertation, University of Baghdad, Bagdad.
11. Ahmed, Muhammad Shehab, (2018), *Architecture, Rules and Methods of Building Evaluation*, Maidalavi Publishing House, Jordan, p.268.
12. Al-Jabri, Muzaffar, *Urban Planning*, Part One, University of Baghdad, Ministry of Higher Education and Scientific Research, First Edition, 2017
13. Al-Gohari Ali, *Analytical study of the relationship between building materials and energy in architecture*, Master thesis, Cairo University, Egypt, 2014.
14. Al-Bajari, Ahmed Loai, 2017, *Sustainability in Interior Architecture*, Master Thesis, Faculty of Engineering, Department of Architecture, Cairo.
15. Ali Mohsen (2016), *Building Structure and Meaning of Architectural Form*, Arab Renaissance House, Cairo.

16. Al-Ajili, A *Comparative Study of the Environmental Sustainability of Existing University Buildings in North African Countries Using the LEED Assessment System*, Master Thesis, Faculty of Architecture, University Al-Jabal Al-Gharbi, Libya, 2015.
17. Ali Asaad i Mahfoud George (2013), Contemporary Materials for Interior Linings, *Journal of Engineering for Science*, University of Damascus - Journal of Science, Oct. no.17.
18. Al-Mukram Asma i Al-Khafaji Ali (2010), Sublimeness in architecture - the concept of sublime beauty in architectural form through structural treatments, University of Damascus, *Journal of Science*, Feb, Br.2.
19. Abi Saab, M; Nikolopoulo, C; Alhosany, N; Afashari, A; Chi Lon Wan, C. High, Performance buildings in Hot Regions - A case study for the Siemens building in Masdar City. *Journal of Architecture and Planning*. Vol. 26, N. 2, 2014.
20. Anne, M. (1990), *Interior Design of the 20th. Century*, Stanle Harper and Ron puplishers, New York.
21. Andrew P. Sage and William B.Rouse, *Engineering Systems and management*, Sec.ed., Wiley publishers, United States, 2011.
22. Atai Jusif, *Quality Management Systems in Manufacturing and Service Organizations*, Dar Al-Jazuri Publishing and Distribution, Amman, Aman, 2015.
23. Al-Tamimi Hussein, *Production and Operations Management, Quantitative Introduction*, 1st. Edition, Dar Al-Fikr for Printing, Publishing and Distribution, Amman, Jordan, 1996.
24. Bulter, D. and Howard, N. (1992), From the cradle to grave, *Building Services*, 14(11)
25. Burek, S. and Fairbairn, A. (1993), Analysis of energy use data and building characteristic, Proceedings of First International Conference on Environmental Engineering, De Montfort University, Leicester.
26. Barton, Hugh-1996.Sustainable Urban Design Quarterly, issue 57-Juauary 1996, Urban Design Group,Williams, Kati, Barton, Elizabeth and Jencks Mike, 2000" Achieving Sustainable Urban Form", E&FN Span.
27. Baker, Nick & Steemers, Koen, (2000), *Energy and Environment in Architecture: A Technical Design Guide*, E&N Spon, London, UK.
28. Bell, Eugenia. *Shigeru Ban*, Princenton, New Jersey, 2001.
29. Berge, B. (2001) *The Ecology of Building Materials*. Architectural Press.

30. Craig Long, A., *Design and manufacture of textile composites*, Manchester, England Textile Institute, 2007.
31. Curtis, William J. R., *Modern Architecture since 1900*, Technology, Abstraction and Ideas of Nature, London, 1997.
32. Ching, F. (1987), *Architecture: Form, Space & Order*, Stanle Harper and Ron puplishers, New York.
33. Calkins, M., *Materials of Sustainable Sites*, John Willey & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2009.
34. Chris lebeer, *Cleaner production excellence model*, EFQM, Switzerland, 2007.
35. Dalal Jamal, Cleaner Production, the Cornerstone of the Ecological Economy System, *Our Environment Magazine*, Issue: 127, July, Environment Public Authority, Kuwait, 2011.
36. Dalia Abdel Hamid, Salah El-Haggar, *Environmental and Technological Management System*, Second ed., Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo, 2016.
37. Danijels, Klaus. *Tehnologija ekološkog građenja*, Beograd: Jasen, 2009.
38. Day, Christopher. *Spirit&Place. Healing our environment. Healing Environment*, Oxford: Elsevier Architectural Press, 2002.
39. Doggart, J. (1992), Insulation in buildings, *Energy Management*, July/August.
40. Elkin, T., McLaren, D., and William, M. *Reviving the City*, Friends of the Earth, London, 1991.
41. Esko Miettinen, *Sustainable Architecture with Stainless Steel*, The conference creative architecture with Stainless Steel jointly organized by (Euro Inox, Brussels, Belgium, and Cedinox Madrid ,Spain) , Barcelona on 12 th. March 2002.
42. El Ghamarawy, M.S. (2000), *Basata As An Example of Ecology*, Ecology Forum, Tourism Development Authority, Cairo.
43. Ellington, J. (1999), Triple Bottom Line Revolution: Reporting for the Third Millennium, *Australian CPA*, and Vol.69.
44. Edward, Brian, 2001, Green Questionnaire, *Green Architecture in Architectral Design*, Editor, Vol 17, N0 4, July.
45. Fernandez, J., *Architecture Material, Emergent Materials for Innovative Buildings and Ecological Construction*, Architectural Press, 2006.
46. Fuentes, R.; Thomas, S, and *Eco House: A Design Guide*, Oxford, UK, 2007.

47. Fathi, Hassan, *Natural Energies and Traditional Architecture*, Arab Institute of Studies and Publishing, Second Edition, United Nations University, Tokyo, 2018.
48. Gaudiosi G.: *Energy and Enviroment*, Renewable Energy, 1999.
49. Gunther Thomas Schmitz, *Living Spaces- Ecological Building and Design*, Slovenia, 1999.
50. Gumaste, Krishnakedar. S., *Embodied Energy Computations In Buildings*, Advances in Energy Research (AER), 2006.
51. Goodland. R. and H. Daly, *Environmental sustainability universal and negotiable Ecological application*, California, 1996.
52. Howard, N. and Sutcliffe, H. (1993), *Embodied energy, the significance of fitting-out offices*, BRE, Garston.
53. Holtshausen, H.J, *Embodied Energy and its impact on Architectural Decisions*, Faculty of Art and, Design and Architecture, University of Johannesburg, 2007.
54. Harlem Brundth Land, Premijer Norveške i odgovorna za Svetsku komisiju za životnu sredinu i razvoj 1989.
55. Heizer Joy and Render Barry, *Operations management*, 6th. Edition, Prentice Hall, 2001.
56. Iris Mohr, Conceptual formulation of concern for total quality, *European Journal of Marketing*, Volume: 26, Issue14, MCB University Press, 1998.
57. Ibrahim, Hazem, Reflections on Spaces, *World Construction Magazine*, April 26, 2014, Cairo.
58. *JA 30*, The Japan Architect Shigeru Ban. Co. Ltd, Japan, 1998.
59. Jones, Anna Ray; *Sustainable architecture in Japan- the green buildings of Nikken Sekkei*, Wiley academy, UK, 2000.
60. Jong-Jin Kim and Brenda Righton, *Introduction to Sustainable Design*, Michigan: The Univesity of Michigan, College of Architecture and Urban Planning, 1998.
61. Jovanović Popović, Milica. *Zdravo stanovanje*, Beograd: Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1991.
62. Jencks, Charles, *The Language of Post-Modern architecture*, London: Academy Editions, 1981.
63. Jacquelyn A, *Green marketing*, NTC business books, Lincolnwood, 1998.
64. James Evan and James Delin, Transilated by Surur Ali, *Total Quality Management and Strategy*, Dar Al Marrekh Publishing and Distribution, Saudi Arabia, 2009.

65. Kamra Taher, *Introduction to the Contribution of the Economic Institution to Achieving Sustainable Development*, Master's Thesis, Faculty of Economics, University Bagdad, 2015.
66. Kranzberg, Melvin, *Technology in Western Civilization*. New York: Oxford University press, 1967.
67. Kim Jong-Jin, "Sustainable Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials", 1998, The University of Michigan.
68. Khalifa, Omar Hazem, *Energy in Sustainable Local Architecture*, PhD Dissertation, Faculty of Engineering, University of Tripoli, 2014.
69. Kenavi, Abdel Rahim i Essam Abdel Salam, *Neighborhood reality*, 9th. Al Azhar International Engineering Conference, Cairo, 12-14. April, 2007.
70. Koprivec, Lj., Zbašnik-Senegačnik, M., Kušar, J. (2006) Uporaba tehniških tekstila u visokogradnji. *Građevinar*, Ljubljana, br. 58, str. 889. slovenija
71. Kosorić Vesna. *Ekološka kuća*, Beograd: Građevinska Knjiga, 2008.
72. Ladriere, Jean, *The Challenge Presented to Culture by science and Technology*. The UNESCO press 1977.
73. Lucas, Dorian. *Ecological Buildings: New Strategies for Sustainable Architecture*, Braun Publishing, September 21, 2021.
74. Lynch, Kevi: "A Theory of Good City Form"; The MIT press, Cambridge, Massachusetts, 1981.
75. Muschett, F. Douglas, *Principles of Sustainable Development*, Translation: Bahaa Shaheen, International House for Cultural Investment, First Edition, Cairo, 2000.
76. Meiss, piene Von. *Elements of architecture: From form to place*. E and FN Spon, Chapman and Hall, London, 1992.
77. Majid, Reza, *Characteristics of a suitable home from an Islamic point of view compared to contemporary architecture*, Dar Alnašr Alarabi, Bagdad, 2021
78. Mendler, Sandara & Odell, William. *The hock guide book to sustainable design*, John Wiley and Sons Inc., USA, 2000.
79. McDonough, W., and Braungart M., with Anastas P., and Zimmerman J., (2003), *Cradle – to-Cradle Design and the Principles of Green Design*, Environmental Science and Technology, December 1.

80. McDonough, William, and Michael Braungart (2002), *Cradle to Cradle*: McGraw Hill, N.Y.
81. Maddox, S. (1993), *Limiting deadly pollution*, Lighting Equipment News, June, 12.
82. Mcquard, Matilda. Shigeru Ban, Phaidon Press, London, 2003.
83. Najil, Kamal i Shamael Vajih, Sustainability of Traditional Cities Between Yesterday and Modern Today, *Journal of Engineering and Technology*, Cairo, 26 June, Issue 11, 2018.
84. Nesbitt, Kate, *Theorizing a new agenda for Architecture, An Anthology of Architectural Theory 1965-1995*, Tectonic Expression, New York, 1996.
85. Neutelings, G., Nolin, F. (2008) Caffeoyl coenzyme A O- methyltransferase down-regulation is associated with modifications in lignin and cell-wall architecture in flax secondary xylem. *Parois Végétales et Matériaux Fibreux*, Reims, No.224.
86. Norman Foster, *Analog and Digital Ecology*, by Michael J. Crosbie, Architecture Week, 2000.
87. Okba Ehab Mahmoud (2013), *Utilization of sandy soil and waste as a resource for self-renewal* - Arab Regional Conference - League of Arab States, Cairo.
88. Pank Will, Girardet Herbert & Cox Greg: *Tall Buildings and Sustainability*, Corporation of London, 2002.
89. Randall, Thomas, *Environmental Design (An Introduction for Architects and Engineers)*, Taylor & Francis e-Library, 2006.
90. Ridab Ahmed Mahmoud, *Intelligent orbital buildings, a study of the impact of technical integration into the environment on the reduction of structural and operational building costs*, Master's thesis, University of Technology, Tripoli, 2015.
91. Raghad Hamdallah, *Technology and form - the influence of modern technology on the form of housing*, Dar AlArab, Baghdad, 2014.
92. Roaf Sue Mannel and Stephanic Thomas, *Eco House: A Design Guide*, Oxford, UK 2007.
93. Rasoul, Kader (2013), Architecture and technology: an analytical study of the technological action of architecture, *University Journal*, 12-33, (47) (2). Engineering Science, Damascus.
94. Salvadori, Mario, *Structure in architecture*, New Jersey: Prentice-Hall International series, 1963.
95. Spence, R. (1991), *Energy for Building*, United Nations Centre for Human Settlement Nairobi.

96. Stevović Svetlana, Vasilski Dragana. *Održiva arhitektura*. Zadužbina Andrejević, Beograd, 2010.
97. Stevović S, Vasilski D 2010: *Nove strategije projektovanja gradova putem filozofije održivog razvoja*, Izgradnja, ISSN 0350 – 5421, 7-8 (2010), str. 440-447, UDK 624+71+72(05) <http://scindeks.nb.rs/Journals.aspx>
98. Stevović, S. Vasilski, D. 2008: *Energetska efikasnost i obnovljivi izvori energije u urbanim sredinama*, Nova urbanost, Integracija - dezintegracija grada, simpozijum 27-28.11.2008. Beograd (ISBN 978-86-907727-4-2): 267-274
99. Stevović, Svetlana; Vasilski, Dragana: *Sunčeva obnovljiva energija u urbanim sredinama u funkciji smanjenja globalnih zagrevanja*, Medjunarodni naučni skup “Globalizacija i životna sredina”, Beograd, *Ecologica*, br.54. god. XVI, 2009. YU ISSN 0354 – 3285, str. 155 – 157, www.ecologica.org.yu
100. Stupar, Diana et al.: *Redesigning comfort, Conference Proceedings- 4th International Academic Conference: Places and Technologies 2017* (Sarajevo: Faculty of Architecture, University of Sarajevo, 2017), 697. sloven
101. Sykes, M, 1995, *Environmental Sustainable Architecture*, Project Hubs .USA.
102. Sutton, Phillip, 2000, *Sustainability, What Does it mean*, Green Innovations the Way We Make Things, New York, North Point Press.
103. Taha Ibrahim, *A Proposed Methodology for the Assessment of Green Buildings in Egypt*, Doctoral Dissertation, Faculty of Engineering, Architectural Engineering, Assiut University, Egypt, 2017.
104. Torroja, Eduardo, *Philosophy of structure*, Berkeley and Los Angeles: University of California press, 1962.
105. Thomas, R. (1996), *Environmental Design: An introduction for architects and Engineers*, E & FN Spon, an Imprint of Chapman & Hall, London, U.K.
106. US green building Council, *Sustainable Building Technical Manual*, Public Technology Inc., 1996.
107. Wright, Frank Lloyd. *In the Cause of architecture*. New York: Architectural Record press, 1975.
108. Williams, Daniel, (2007), *Sustainable Design Ecologie Architecture & Planing*, Forewords by David W. Orr and Donald Watson, FAIA.

109. Vaziri, Jahja, *Environmental Architectural Friendly Design Towards Green Architecture*, First Edition, Madbouli Library, Cairo, 2013.
110. Vasilski, D. Stevović, S. 2008: *Savremene metode primene eko-kompatibilnih materijala u kontekstu optimalnih urbanističkih rešenja*, Nova urbanost, Integracija - dezintegracija grada, simpozijum 27-28.11.2008. Beograd (ISBN 978-86-907727-4-2): 227-234
111. Vasilski, D. Stevović, S. 2011: *Projektovanje konstrukcija održivim materijalima sa membranskom strukturom na modelskom primeru ETFE*, Simpozijum: Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena, Društvo urbanista Beograda, str.265-276, ISBN978-86-907727-7-3
112. Vasilski Dragana, Stevović Svetlana, H. Milosevic: *Sustainable Architecture inspired by Environment as Contemporary Design model for the 21st Century*, The 7th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SDEWES Conference, SDWS2012.0195, July 1 – 7 2012, Ohrid, Republic of Macedonia, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, PROCEEDINGS ISSN 1847-7178
113. Vasilski, Dragana; Stevović, Svetlana: Eco-architecture in context of globalization and sustainable development, International Conference “Globalisation and environment”, ISBN 86-904721-1-8, Beograd, *Ecologica*, br.55. god. XVI, 2009. YU ISSN 0354 – 3285, pp.496 – 499, www.ecologica.org.yu UDC:316.323.723:711.4-122
114. United Nations General Assembly: *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York: 2015.

BIOGRAFIJA AUTORA

Kaled Mohamed Ben Omran je rođen u gradu Zliten, u Libiji, 12.01.1980.godine.

Obrazovanje:

- Diplomirao je 2005.godine na Visokoj Akademskoj Školi - odsek Građevinarstvo u gradu Zlitenu, u Libiji.
- Uspešno je završio kurs engleskog jezika u Velikoj Britaniji 2013.godine i stekao ILS diplomu engleskog jezika.
- Diplomirao je na FGM - Građevinarstvo - Univerziteta Union Nikola Tesla 2015.godine.
- Završio je Master studije na FGM - Građevinarstvo - Univerzitet Union Nikola Tesla 2016.godine.
- Upisao se na studijski program DS (doktorske studije) Menadžment održivog razvoja na Univerzitetu Union Nikola Tesla, 2017.godine.
- Objavio je 5 naučnih radova u domaćim (M51) i međunarodnim časopisima (M24).

Društveno stanje:

- Oženjen je i otac četvoro dece.

E-mail adresa - kmbo2005@gmail.com



Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани: **Kaled Ben Omran**

број уговора са датумом потписивања: **бр. 3792/1 од 12. 12. 2017. год.**

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

**„ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛ КАО ПЕРФОРМАНСА ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ
У ФУНКЦИЈИ ВРЕДНОВАЊА ЈЕДИНИЦЕ СУСЕДСТВА“**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

У Београду, 12.09.2022 год.

Потпис докторанда

Kaled Ben Omran



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: : **Kaled Ben Omran**

Број уговора са датумом потписивања: **бр. 3792/1 од 12. 12. 2017. год.**

Студијски програм: **ДС Менаџмент одрживог развоја**

Наслов рада:

**„ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛ КАО ПЕРФОРМАНСА ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ
У ФУНКЦИЈИ ВРЕДНОВАЊА ЈЕДИНИЦЕ СУСЕДСТВА“**

Ментор: **проф. др Драгана Василски**

Потписани

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла Универзитетској библиотеци **Универзитета „Унион-Никола Тесла“ у Београду.**

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета „Унион - Никола Тесла“ у Београду.

У Београду, 12.09.2022. год.

Потпис докторанда

Kaled Ben Omran



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку Универзитет „Унион-Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**„ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛ КАО ПЕРФОРМАНСА ОДРЖИВЕ АРХИТЕКТУРЕ
У ФУНКЦИЈИ ВРЕДНОВАЊА ЈЕДИНИЦЕ СУСЕДСТВА“**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета „Унион-Никола Тесла“ могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанта

У Београду, 13.09.2022-год.

Kaled Ben Omran



1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.