

start. **scholar architect**

Ediție română-engleză/
Romanian-English edition

COORDONATOR/COORDINATOR:
Anda-Ioana SFINTEȘ

TRADUCERE ÎN ENGLEZĂ DE/
ENGLISH TRANSLATION BY
Florina TUFESCU

Editura Universitară „Ion Mincu”
București, 2023

Universitatea de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”

Materialele publicate în paginile acestui volum (ediție bilingvă) reprezintă rezultatele cercetării desfășurate în cadrul proiectului **SCHOLAR ARCHITECT – Perfecționarea și creșterea calității științifice în învățământul de arhitectură (2020)**.

The materials published in this volume (bilingual edition) represent the results of the research developed within the framework of the project **SCHOLAR ARCHITECT – Improving the quality of research and teaching in architectural education (2020)**.

www.uauim.ro/cercetare/scholarh
www.facebook.com/scholarhuauim

© COORDONATOR/COORDINATOR: Anda-Ioana SFINTEȘ

© AUTORI/AUTHORS: Andrei MITREA, Dana MILEA, Anda-Ioana SFINTEȘ, Ruxandra PĂDURARU, Ioana E. ZACHARIAS VULTUR, Adrian MOLEAVIN

DTP, COPERTĂ ȘI GRAFICĂ/DTP, COVER IMAGE AND DESIGN: Ruxandra BALCANU, Anda-Ioana SFINTEȘ

<https://doi.org/10.54508/9786066382991>

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Start - Scholar architect / coord.: Anda-Ioana Sfinteș ; trad. în engleză de Florina Tufescu. - Ed. română-engleză = Romanian-English edition. - București : Editura Universitară „Ion Mincu”, 2023
ISBN 978-606-638-299-1

I. Sfinteș, Anda-Ioana (coord.)
II. Tufescu, Florina (trad.)

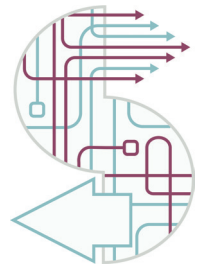
72

Atribuire-Necomercial-FărăDerivate 4.0 Internațional (CC BY-NC-ND 4.0)
Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)



Acest material poate fi copiat și distribuit în orice mediu și în orice format, prin atribuire corespunzătoare, fără derivate și doar în scopuri necomerciale.
This material can be copied and redistributed in any medium or format, with adequate attribution, with no derivatives and only for non-commercial purposes.

© 2023 Editura Universitară „Ion Mincu”, Str. Academiei 18-20, sect. 1, București, cod 010014
editura.uauim.ro / Tel.: 40.21.30.77.193



Materialul în limba română a fost dezvoltat în cadrul proiectului

SCHOLAR ARCHITECT
Perfecționarea și creșterea calității științifice în învățământul de arhitectură
Proiect finanțat prin CNFIS-FDI-2020-0655

Traducerea materialului din limba română în limba engleză
a fost realizată în cadrul proiectului

SCHOLAR ARCHITECT 2023
Promovarea raportării la tendințe, tehnologii și problematici
de actualitate în învățământul de arhitectură și urbanism
Proiect finanțat prin CNFIS-FDI-2023-F-0436

Fondul de Dezvoltare Instituțională, Domeniul 5:
Îmbunătățirea calității activității didactice, inclusiv a respectării deontologiei și eticii academice.

The Romanian edition was developed within the framework of the project

SCHOLAR ARCHITECT
Improving the quality of research and teaching in architectural education
Project financed by CNFIS-FDI-2020-0655

The English edition was translated from Romanian within the framework of the project

SCHOLAR ARCHITECT 2023
Promoting linkage to topical trends, technologies and issues
in architectural and urban planning education
Project financed by CNFIS-FDI-2023-F-0436

The Institutional Development Fund, Domain 5:
Improving the quality of teaching, including the observance of professional and academic ethics.

<https://doi.org/10.54508/9786066382991.06>



abordarea sustenabilă

Adrian MOLEAVIN

INTRODUCERE

SUSTENABILITATE (< engl. sustainable) s. f. Calitate a unei activități antropice de a se desfășura fără a epuiza resursele disponibile și fără a distruge mediul, deci fără a compromite posibilitățile de satisfacere a nevoilor generațiilor următoare. (<https://dexonline.ro/definitie/sustenabilitate>)

Preocupările arhitecților pentru ecologie, durabilitate și sustenabilitate își au originea în anii 1970, respectiv în anii crizei petrolului, ce au impus o reconsiderare a consumului de energie în utilizarea construcțiilor, cu implicații directe în arhitectură.

Din nefericire, problema reducerii consumului de energie în clădiri a fost privită mai mult ca una tehnică și mai puțin una arhitecturală, un stigmat fals, pe care arhitectura ecosustenabilă îl poartă până în ziua de azi.

Motivele acestei stări de fapt sunt psihologice și sunt susținute de o înțelegere limitată a universului nostru existențial, respectiv cosmologia materialist-mecanicistă, care domină încă în societatea umană. Această viziune proclamă dihotomia eu-lume ca principiu fundamental și materialismul ca realitate esențială a universului. Deși această viziune științifică a fost fundamentată înaintea descoperirii nivelurilor cuantice ale realității, înainte de teoria haosului sau știința complexității, înainte de redefinirea poziției umanității ca parte integrantă a ecosistemului, cunoștințe care au schimbat fundamental paradigmele cosmologice științifice, în sfera vieții de zi cu zi suntem încă tributari mentalităților și tiparelor de viață bazate pe o viziune limitată asupra noastră și a mediului nostru de viață.

Acest mod de a gândi și de a acționa a făcut ca, timp de decenii, aplicarea principiilor sustenabilității în domeniul construcțiilor să fie evitată aproape cu orice preț, atât de către investitori, cât și de către proiectanți, deoarece: 1. Construcțiile ar presupune o investiție mai mare, ceea ce contravine principiilor economiei capitaliste și 2. Arhitectura ar fi constrânsă să respecte un anumit set de principii care ar redefini estetica și funcționalitatea clădirilor într-un mod care s-ar opune *starhitecturii*. Pentru mult timp, fără a cerceta cu adevărat problema, arhitecții au considerat că arhitectura ecologică este ...urâtă și prea limitativă.

Deși știința a depășit viziunea materialist-mecanicistă, societatea umană își bazează încă tiparele de viață (producție, muncă, locuire, construire etc.) pe acest mod limitat de a înțelege realitatea în care trăim.

Orice privire obiectivă asupra evenimentelor globale, în orice direcție ar fi îndreptată, ne arată că societatea umană traversează o perioadă de transformări profunde. Dar, așa cum cunoaștem din domeniul psihologiei, orice transformare este declanșată de un eveniment numit criză. Iar crizele, după cum ne arată istoria recentă, se înmulțesc și se adâncesc.

Prima criză economică mondială, cunoscută sub numele de *The Great Depression*, a început în 1929 cu căderea bursei de pe Wall Street, New York. La aproape 50 de ani mai târziu, în 1973, a avut loc criza petrolului. Apoi, numai aproximativ 25 de ani mai târziu, în anul 2000, a avut loc recesiunea economică ce a afectat în special țările dezvoltate și, în 2008, la doar 8 ani distanță, s-a declanșat criza financiară ce a reverberat până în 2014. În 2020, la o depărtare în timp de numai 6 ani, avem de-a face cu o nouă criză financiară, de această dată cuplată cu una medicală, de sănătate.

În mod evident avem de-a face cu o contracție a perioadelor de stabilitate și înmulțire a momentelor de criză economică. Mai mult decât atât, avem de-a face cu o criză demografică, politică, culturală și, poate cele mai importante dintre toate, criza ecologică, cu accentul pe poluare, și cea climatică.

Faptul că aceste crize se repetă și se acutizează ne arată că modul nostru de viață necesită o transformare, o schimbare care încă nu a avut loc.

Dar, însăși faptul că aceste crize au loc și, mai ales, din faptul că nu reușim să redresăm balanța în favoarea noastră, înțelegem că nu putem privi societatea umană ca fiind separată de mediul său de viață. În contextul în care domeniul construcțiilor, privit de la producerea materialelor de construcție și până în momentul demolării, reprezintă cel mai mare consumator de energie, la care trebuie să adăugăm și poluarea produsă în acest proces, domeniul arhitecturii devine crucial.

Problema unui mod de viață nesustenabil merge, însă, până la rădăcinile cele mai vechi ale rasei umane. Conform cunoscutului istoric Yuval Noah Harari, în cartea *Sapiens – O scurtă istorie a omenirii*, societatea umană a fost nesustenabilă încă de la apariția primilor Homo Sapiens. Migrația populațiilor de Homo Sapiens a fost întotdeauna urmată de dispariția animalelor mari.

Însă, dacă până la sfârșitul secolului al XX-lea, tiparele de viață nesustenabile nu au amenințat însăși existența umană pe această planetă, amenințările Antropocenului ne sunt acum bine-cunoscute tuturor, fie și doar dacă amintim faptul că Jakarta, capitala Indoneziei, se află deja în proces de relocare datorită încălzirii climatice, respectiv a creșterii nivelului oceanului.

Necesitatea de construcții noi crește mai rapid decât capacitatea noastră de construcție (datorită creșterii populației). Mediul construit artificial este cel mai mare poluant al planetei.

Ecuția este evidentă și, pentru ca rezultatul să fie unul pozitiv, necunoscuta trebuie să răspundă întrebării: cum construiesc, utilizez și reciclez construcțiile fără poluare?

În concluzie, arhitectura ecologică, sustenabilă și durabilă, nu reprezintă doar răspunsul la problemele actuale privind poluarea sau schimbările climatice, ci și expresia spațial-constructivă și estetică a unei noi cosmologii

științifice care privește omul și societatea umană ca parte integrantă a unui ecosistem planetar.

Mai mult decât o necesitate a supraviețuirii, sustenabilitatea mediului construit edifică unele dintre cele mai înalte aspirații umane: armonia (Edwards, 2005).

RAPORTAREA LA OBIECTIVE DIDACTICE

Din ce în ce mai mult, dimensiunea sustenabilă a mediului construit este integrată în obiectivele temelor cadru de proiectare. Dacă în temele anilor 1-3 sustenabilitatea și durabilitatea apar doar ca teme de reflecție, fără a deveni în mod real factori generatori, în anii 4-5 apar o serie de obiective clar definite.

În temele de an 4, semestrul 1 (7) apare ca obiectiv „Înțelegerea, însușirea, aplicarea și dezvoltarea principiilor tehnologice adaptate programului și în legătură cu impactul asupra mediului”. Pentru a putea răspunde acestor deziderate este nevoie de înțelegerea impactului construcțiilor asupra mediului, respectiv a relației dintre consumul de energie și poluare, influența tehnologiei asupra reducerii consumului de energie și colectarea și utilizarea energiilor regenerabile. Dezvoltarea tehnologică accentuată a secolului al XX-lea, și chiar mai rapid a secolului al XXI-lea, a creat impresia că tehnologia este astăzi capabilă de a rezolva orice problemă. Însă, trebuie avut în vedere că, dacă tehnologia ne oferă, de exemplu, capacitatea de a colecta și utiliza energiile regenerabile, randamentul acestor tehnologii este încă foarte scăzut și poluarea produsă în urma procesului de producție a sistemelor tehnologice depășește negativ beneficiul adus de utilizarea acestora. Tehnologia trebuie văzută ca un factor ajutător, compensator, dar nu ca un panaceu.

Un alt obiectiv, ce apare în temele de an 4, semestrul 2 (8) urmărește „Dezvoltarea proiectului pornind de la înțelegerea unor elemente de sustenabilitate ce pot fi integrate în proiect”. Acest deziderat ar fi trebuit, cu siguranță, să apară înaintea studiului adjuvanților tehnologici întrucât implică înțelegerea conexiunilor dintre mediu construit - om - mediu natural - poluare. Mai mult decât orice, este necesară înțelegerea arhitecturii/construcției ca parte a unui context extins, pe de o parte spațial, ca parte a unui ecosistem natural-artificial și, pe de altă parte, temporal, pe toată durata de viață, de la concepere și până la reciclare. Interesante de studiat și căutat sunt beneficiile, plus-valoarea pe care arhitectura/construcția, prin însăși prezența sau/și utilizarea ei le poate aduce ecosistemului natural-artificial, îmbunătățind prin aceasta calitatea vieții umane a utilizatorilor direcți sau indirecti.

În anul 5, semestrele 1 și 2 (9 și 10) se urmărește „Înțelegerea și aplicarea unor principii arhitecturale și conexe ce țin de o reducere sau control al consumului de energie al clădirilor și încorporarea unor elemente de sustenabilitate în toate scările de intervenție”. Orice proiect de arhitectură dezvoltă o relație de interdependență cu mediul său înconjurător. Această relație se traduce într-o serie de principii care determină „comportamentul” clădirii. Enunțate încă din faza de concept a proiectului, acestea influențează arhitectura clădirii, indiferent de scara la care o lecturăm. Fie că este vorba de compoziția volumetrică, de materialitate sau de un simplu detaliu tehnic, principiile sustenabile încorporate trebuie să își păstreze valabilitatea și funcționalitatea.

3. CERCETARE – CRITERII, CONCEPTE

Dacă suntem în căutarea unei lumi noi, pentru a o găsi trebuie să navigăm dincolo de limitele hărții, dincolo de propriile noastre credințe și viziuni asupra lumii. (trad. ns., Carruthers, membru al juriului competiției Land Art Generator, citat în Koh și Wong, 2012, p. 27).

ABORDAREA PASIVĂ – Arhitectura care răspunde într-un mod pasiv condițiilor locale de climă, fără aportul sistemelor mecanice (active) de instalații.

Arhitectura bioclimatică (Lebedev și Jurov, 1985; Olgyay, 2015) tratează atât adaptarea arhitecturii clădirilor la condițiile de climat (microclimat) și relief (protecția împotriva frigului, protecția împotriva căldurii, protecția împotriva intemperilor, adaptarea la topografia terenului, orientarea clădirii, alegerea (natura) materialelor de construcție, conformarea și poziționarea deschiderilor etc. cât și contextul cultural și istoric, fiind influențată de ocupația locuitorilor, tradițiile (tiparele) de locuire, necesitățile utilizatorilor, tradițiile artistice locale sau influențele istorice.

Pentru a controla microclimatul interior al clădirilor, arhitectura bioclimatică utilizează procesele naturale fizice fără nici un alt consum de energie. Arhitectura/construcția interacționează activ și continuu cu mediul înconjurător, devine parte integrantă a acestuia, asigurând astfel nu numai rolul de protecție a utilizatorilor, dar și de interfață/membrană permeabilă, cu caracter osmotic, între mediul natural și om.

ABORDAREA ACTIVĂ – Orice alt tip de arhitectură/construcție care utilizează sisteme mecanice de instalații pentru adaptarea și menținerea climatului interior.

Casa Pasivă (passivehouse.com) este un standard al construcțiilor conceput pentru a asigura simultan condițiile eficienței energetice, confortului și eficienței economice. Deși utilizează sisteme de instalații, se numește Casa Pasivă deoarece accentul este pus pe proiectarea bioclimatică pasivă. Condițiile certificării unei construcții la standardul Casa Pasivă sunt aceleași indiferent de amplsarea geografică (climă, relief etc.) a viitoarei clădiri.

Arhitectura ecologică (Roaf et al., 2007) Suplimentar față de sistemul Casa Pasivă, arhitectura ecologică acordă o atenție mult mai mare amprentei ecologice a viitoarelor clădiri.

Amprenta ecologică este o metodă de a măsura sustenabilitatea. Ea măsoară, în hectare de teren agricol productiv, câtă suprafață este necesară pentru a susține un anumit stil de viață. Amprenta ecologică se calculează pentru întreaga societate umană, pentru diferite populații, țări, regiuni, orașe, clădiri sau chiar pentru o singură persoană (Bastianoni et al., 2006, Lim, 2018, www.footprintcalculator.org).

Arhitectura ecologică pune accentul pe ideea că mediul construit este parte a ecosistemului planetar. Altfel spus, construcțiile trebuie să intre într-o relație sistemică cu mediul natural într-un mod firesc, ecologic, durabil.

Conceptul Cradle to Cradle - C2C sau Arhitectura regenerativă (Braungart și McDonough, 2009) reprezintă un mod nou de a privi relația societății umane cu mediul său de viață ce vizează transformarea proceselor liniare într-unele circulare. În procesele liniare, mediul natural este sacrificat în vederea

colectării de materiale brute, se consumă cantități uriașe de energie pentru producerea de obiecte, inclusiv construcții, care sunt aruncate sau arse la finalul utilizării lor, în tot acest proces producându-se cantități uriașe de gunoi și toxine (poluare). În procesele circulare, resursele și materialele sunt asimilate unor nutrienți care circulă între sisteme diferite ale ecosistemului natural într-un mod sănătos, ecologic, fără a produce deșeuri și poluare. În acest sistem, orice produs trebuie să poată fi reciclat continuu sau, altfel spus, ceea ce este deșeu pentru societatea umană trebuie să devină nutrient pentru natură, acesta fiind singurul mod în care se poate asigura o creștere continuă, sustenabilă, a consumului.

Arhitectura vie (Living Architecture) este definită ca arhitectura care utilizează resursele, forțele și posibilitățile mediului natural și ale organismelor sale pentru a construi eficient și sustenabil. Deși conceptul este de multe ori asociat cu procesul de a utiliza structuri vegetale pentru a realiza structuri utile omului, există abordări corolare care interpretează sistemele naturale într-o cheie nouă, științifică, creativă, pentru a ajunge la același rezultat.

Arhitectura bionică (Cogdell, 2018, livingarchitecture-h2020.eu) este definită ca o mișcare contemporană în domeniul arhitecturii care studiază adaptarea sistemelor sau a organismelor biologice, din punct de vedere fiziologic, comportamental sau structural, ca sursă de inspirație pentru proiectarea și construcția clădirilor. Dacă adăugăm acestei linii de gândire dezideratul ecologic, această direcție se apropie foarte mult de o idee a unui mediu construit sustenabil. Notăm doar trei reprezentanți: Buckminster Fuller (www.bfi.org), Maria Rosa Cervera (Cervera și Pioz, 2015) și Neri Oxman (oxman.com).

IMPACT

Arhitectul și profesorul american John Lobell afirmă că arhitectura trebuie să fie în și din timpul său și pentru aceasta ea trebuie să îndeplinească patru deziderate:

- este construită în spațiul și timpul erei sale,
- este construită din materialele și metodele de construcție ale erei sale,
- este construită din structurile conștiinței oamenilor erei sale,
- este construită în contextul socio-cultural al erei sale. (Lobell, f.a.)

Orice proiect de arhitectură trebuie să răspundă acestor deziderate. O abordare sustenabilă poate să genereze o arhitectură cu implicații multiple:

_îmbunătățirea calității mediului, prin economia de energie, reducerea poluării, utilizarea resurselor de energie regenerabile, utilizarea materialelor naturale, utilizarea tehnicilor de construcție nepoluante; calitatea ambientului interior, prin asigurarea parametrilor optimi ai micro-climatului interior [Am folosit materialele și metodele de construcție ale prezentului? Care sunt materialele și tehnologiile viitorului?];

_redefinirea raporturilor om – mediu construit – mediu natural, printr-o înțelegere sistemică, în care cei trei factori nu constituie

entități separate, ci părți ale unui ecosistem natural-artificial integrat [Prin propunerea mea răspund structurilor conștiinței oamenilor prezentului?];

_redefinirea tiparelor de locuire/utilizarea construcțiilor, redefinirea schemelor funcționale, apariția unor noi funcțiuni [Arhitectura propusa se încadrează în contextul socio-cultural al prezentului? Oare cum va arata acest context în viitor?].

EXEMPLE

Exemplele propuse nu sunt specifice, ci categorii care să ofere indicii despre posibilitățile prezentului, să incite la o cercetare personală care să depășească dimensiunea tehnică a construcțiilor sustenabile și să provoace generarea de inovație conceptuală dincolo de un design reușit.

Grupul Hyperbody, Delft University of Technology (www.hyperbody.nl)

Grupul Hyperbody, înființat în cadrul universității TU Delft, din Olanda, este dedicat utilizării tehnicii și metodelor de design avansate pentru generarea unei arhitecturi interactive non-standard.

Advanced Architecture Group (AAG), Barcelona (iaac.net/research-departments/advanced-architecture-group)

Grupul pentru arhitectura avansată (AAG) este un grup de cercetare interdisciplinară ce utilizează tehnologii emergente informaționale, interactive și de producție, pentru a proiecta și transforma orașe, clădiri și spații publice.

Proiectul Venus, Florida (Araya, 2020)

Proiectul Venus reprezintă o altă viziune asupra viitorului, o viziune ce arată implicațiile transfigurative profunde pe care le are adoptarea unei conștiințe ecologice, o gândire și acțiune etică și morală, asupra tiparelor de viață umane.

RECOMANDĂRI BIBLIOGRAFICE

Feireiss, K., Feireiss, L., (Eds.). (2008). *Architecture of Change – Sustainability and Humanity in the Built Environment*. Gestalten.

Volumul prezintă proiecte de arhitectură sustenabilă remarcabile și diverse inițiative care pun accent deopotrivă pe creativitate, cunoștințe din sfera științifică, inovație, subliniind rolul implicării sociale active și responsabilității drept condiții în abordarea cu succes a provocărilor lumii contemporane.

Gadanho, P. (Ed.). (2018). *Eco-Visionaries. Art, Architecture and New Media After the Anthropocene*. Hatje Cantz Verlag.

Eco-Visionaries abordează problema sustenabilității din perspectivă artistică, punând într-o altă lumină problemele de mediu, modul în care acestea sunt investigate și rezolvate sau cel puțin imaginate.

Koh, R., Wong, S. (Eds.). (2012). *The Time is Now. Public Art of the Sustainable City. Land Art Generator Initiative*. UAE. Page One Publishing

Ducând înțelegerea sustenabilității la un alt nivel, în paginile acestui volum sunt prezentate construcții ce pot fi privite în același timp drept

infrastructură și instalații publice de artă. Fiind generatoare de energie, acestea împing limitele cunoștințelor tehnologice și dau alt sens rolului social al unor astfel de artefacte.

REFERINȚE

- Araya, D. (2020, 1 Sept.). *Is The Venus Project the Next Stage in Human Evolution?* Forbes. <https://www.forbes.com/sites/danielaraya/2020/09/01/is-the-venus-project-the-next-stage-in-human-evolution>
- Bastianoni, S., Galli, A., Niccolucci, V., & Pulselli, R. M. (2006). The ecological footprint of building construction. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 93, <https://www.doi.org/10.2495/SC060331>
- Braungart, M., & McDonough, W. (2009 [2002]). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. London: Vintage Books.
- Cervera, R. M. & Pioz, J. (2015). *Bionic Architecture: Learning From Nature*. Hamburg: Gingko Press.
- Cogdell, C. (2018). *Towards a Living Architecture? Complexism and Biology in Generative Design*. Minneapolis: University of Minnesota Press. <https://www.upress.umn.edu/book-division/books/toward-a-living-architecture>
- Edwards, A. R. (2005). *The Sustainability Revolution: Portrait of a Paradigm Shift*. Gabriola: New Society Publishers.
- Feireiss, K., & Feireiss, L., (Eds.). (2008). *Architecture of Change – Sustainability and Humanity in the Built Environment*. Gestalten.
- Gadano, P. (Ed.). (2018). *Eco-Visionaries. Art, Architecture and New Media After the Anthropocene*. Hatje Cantz Verlag.
- Harrari, Y. N. (2014). *Sapiens: A Brief History of Humankind*. Harvill Secker.
- Koh, R., & Wong, S. (Eds.). (2012). *The Time is Now. Public Art of the Sustainable City. Land Art Generator Initiative*. UAE. Page One Publishing.
- Lebedev, I. S., & Jurov, C. (1985). *Arhitectura bionică și bioclimatică*. București: Ed. Tehnică.
- Lim, A. (2018) *What is Ecological Footprint? Definition and How to Calculate It*. ThoughtCo, [thoughtco.com/what-is-ecological-footprint-4580244](https://www.thoughtco.com/what-is-ecological-footprint-4580244)
- Lobell, J. (n.d.). *Quantum Theoretical Issues in Architecture: It's A Lot Stranger than We Think*. John Lobell. <https://johnlobell.com/quantum-theoretical-issues-in-architecture-its-a-lot-stranger-than-we-think/>
- Olgay, V. (2015 [1963]). *Design With Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New Jersey: Princeton University Press.
- Roaf, S., Fuentes, M., & Thomas, S. (2007 [2001]). *Ecohouse: A Design Guide*. Oxford: Elsevier Architectural Press.
- Vallas, T., & Courard, L. (2017). Using nature in architecture: Building a living house with mycelium and trees. *Frontiers of Architectural Research*, 6(3), 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.05.003>