

Hibrid design: A hálózatkutatás és a design szövetsége – Bauhaustól a kortárs ökológiai innovációig

Összefoglalás: A tanulmány a hibrid design kortárs paradigmáját vizsgálja, amely olyan tervezői megközelítés, amely egyszerre épít a művészet, a tudomány, a technológia és az ökológia tudására, és ezek fenntartható össze-szervezését tűzi ki célul [1]. A hibrid design lényege nem pusztán tárgyak létrehozása, hanem komplex ökoszisztémák, társadalmi és természeti kapcsolatok újrendezése, valamint új dinamikák kialakítása. A designer ebben a keretben nem kizárólag esztétikai döntéseket hoz, hanem közvetítőként, hálózati hídként működik: képes összekapcsolni mérnököt és biológust, társadalomkutatót és számítógépes szakembert, művészt és ipari partnert. A hálózatkutatás ebben a folyamatban nem csupán elméleti háttér, hanem univerzális tervezői eszköztár: közös fogalmi nyelvet kínál a különböző területek és heterogén rendszerek (anyagok, folyamatok, közösségek, technológiák) egységes modellezéséhez és összehangolt alakításához [2, 3]. A történeti ív (Bauhaus–MIT) azt mutatja, hogy az interdiszciplinaritás hálózati logikája intézményesült, míg a kortárs esettanulmányok (Neri Oxman material ecology, Tomás Saraceno pókháló-alapú installációi, Michael Strano biolumineszcens növényei) példázzák a hálózati gondolkodás metaforikus, analitikus és operatív alkalmazását a tervezési folyamatban [4, 5, 6]. Rámutatunk, hogy a skálafüggetlen, kisvilág- és multiplex hálózati modellek a hibrid designban kulcsszereplők azonosítását, gyors tudásáramlást és rétegzett együttműködések tesznek lehetővé [7, 8, 9]. Következtetésünk szerint a hibrid design tudományának potenciális kibővítése a hálózatkutatás és design szövetsége, amely növeli a tervezés átláthatóságát, rugalmasságát, innovációs potenciálját és fenntarthatóságát, miközben új struktúrált pozíciót kínál a művészetek számára.

Kulcsszavak: Hibrid design; hálózatkutatás; design; művészet; tudomány; technológia; interdiszciplinaritás; rendszerek; struktúrák.

* Budapesti Metropolitan Egyetem,
Művészeti Kar
Email: floravattay@gmail.com
ORCID: 0009-0007-8329-6247

[1] Manzini, E. (2015): *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

[2] Barabási, A. L. (2002): *Behálózva: A hálózatok új tudománya*. Budapest: Magyar Könyvklub.

[3] Newman, M. E. J. (2010): *Networks: An introduction*. Oxford: Oxford University Press.

[4] Oxman, N. (2010): Material-based design computation. *MIT Design Issues*, 26., (1.), pp. 78–92. <https://doi.org/10.1162/desi.2010.26.1.78>

[5] Saraceno, T. (2012): *Cloud Cities*. Berlin: Hamburger Bahnhof.

[6] Kwak, S. Y.–Giraldo, J. P.–Lew, T. T. S.–Wong, M. H.–Liu, P.–Yang, Y.–Strano, M. S. (2017): A nanobionic light-emitting plant. *Nano Letters*, 17., (12.), pp. 7951–7961. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.7b04369>

[7] Barabási, A. L.–Albert, R. (1999): Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286., (5439.), pp. 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

[8] Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393., (6684.), pp. 440–442. <https://doi.org/10.1038/30918>

[9] Kivela, M.–Arenas, A.–Barthelemy, M.–Gleeson, J. P.–Moreno, Y.–Porter, M. A. (2014): Multilayer networks. *Journal of Complex Networks*, 2., (3.), pp. 203–271. <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu016>

[1] Manzini, E. (2015): *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

[2] Barabási, A. L. (2002): *Behálózva: A hálózatok új tudománya*. Budapest: Magyar Könyvklub.

[3] Newman, M. E. J. (2010): *Networks: An introduction*. Oxford: Oxford University Press.

[4] Oxman, N. (2010): Material-based design computation. *MIT Design Issues*, 26., (1.), pp. 78–92. <https://doi.org/10.1162/desi.2010.26.1.78>

[5] Saraceno, T. (2012): *Cloud Cities*. Berlin: Hamburger Bahnhof.

[6] Kwak, S. Y.–Giraldo, J. P.–Lew, T. T. S.–Wong, M. H.–Liu, P.–Yang, Y.–Strano, M. S. (2017): A nanobionic light-emitting plant. *Nano Letters*, 17., (12.), pp. 7951–7961. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.7b04369>

[7] Barabási, A. L.–Albert, R. (1999): Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286., (5439.), pp. 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

[8] Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, 393., (6684.), pp. 440–442. <https://doi.org/10.1038/30918>

[9] Kivela, M.–Arenas, A.–Barthelemy, M.–Gleeson, J. P.–Moreno, Y.–Porter, M. A. (2014): Multilayer networks. *Journal of Complex Networks*, 2., (3.), pp. 203–271. <https://doi.org/10.1093/comnet/cnu016>

Abstract: This study examines the contemporary paradigm of hybrid design, a design approach that simultaneously draws on the knowledge of art, science, technology, and ecology, aiming at their sustainable integration [1]. The essence of hybrid design is not merely the creation of objects, but the reorganization of complex ecosystems, social and natural relations, and the establishment of new dynamics. Within this framework, the designer is not only making aesthetic decisions but acts as a mediator, a network bridge: capable of connecting engineers with biologists, social scientists with computer experts, artists with industrial partners. In this process, network research is not only a theoretical background but a universal design toolkit, offering a shared conceptual language for the unified modeling and coordinated transformation of diverse domains and heterogeneous systems (materials, processes, communities, technologies) [2, 3]. The historical trajectory (Bauhaus–MIT) demonstrates how the network logic of interdisciplinarity became institutionalized, while contemporary case studies (Neri Oxman’s material ecology, Tomás Saraceno’s spiderweb-based installations, Michael Strano’s bioluminescent plants) illustrate the metaphorical, analytical, and operative applications of network thinking in design practice [4, 5, 6]. We highlight that scale-free, small-world, and multiplex network models in hybrid design enable the identification of key actors, the acceleration of knowledge flow, and the layering of collaborations [7, 8, 9]. Our conclusion is that the potential expansion of hybrid design as a discipline lies in the alliance of network science and design, which enhances transparency, flexibility, innovation potential, and sustainability in design, while simultaneously offering a renewed, structured role for the arts.

Keywords: Hybrid design; network research; design; art; science; technology; interdisciplinarity; systems; structures.

Bevezetés

A design történetében időről-időre megjelentek olyan szemléletváltások, amelyek a kreatív gyakorlatot radikálisan új pályára állították. A 21. század egyik legfontosabb fordulópontja a hibrid designban keresendő: olyan tervezői megközelítés, amely egyszerre támaszkodik a művészet, a tudomány,

a technológia és az ökológia tudására és azok fenntartható összeszervezését tűzi ki célul. A hibrid design célja nem pusztán tárgyak létrehozása, hanem komplex ökoszisztémák, társadalmi és természeti kapcsolatok újrarendezése, új dinamikák kialakítása. E megközelítésben a designer nem csupán esztétikai döntéseket hoz, hanem közvetítőként egyfajta mediátorként: képes hidat építeni a mérnök és a biológus, a társadalomkutató és a számítógépes szakember, a művész és az ipari partner között. A hibrid design célja olyan ökoszisztémák és tárgyak létrehozása, amelyek egyszerre reagálnak a technológiai lehetőségekre, a természeti környezet korlátaira és a társadalmi szükségletekre [1]. Így válik a design olyan köztes térré, ahol az anyagi, biológiai és kulturális hálózatok új módon rendeződnek el.

E folyamatban a hálózatkutatás szemlélete különleges szerepet játszik. Nem csupán egy új tudományág, hanem módszertani szótár, amely lehetővé teszi a hibrid design számára, hogy a legkülönbözőbb rendszereket közös szerkezetként értelmezze, valamint újszerű közös szótárként alkalmazható a különböző területek szakemberei számára. A hálózatkutatás révén a tervezők képesek értelmezni különböző dinamikákat és egymásra hatásokat, megérteni, hogyan kapcsolódnak össze az anyagok, folyamatok, közösségek vagy technológiák és hogyan lehet ezeket tudatosan átalakítani.

Miközben a Bauhaus iskolája már a 20. század elején kísérletet tett a művészet és tudomány integrációjára [10], a mai kortárs példák, Neri Oxman anyagökológiai projektjei, Tomás Saraceno pókháló-installációi és Michael Strano biolumineszcencia kutatásai azt mutatják, hogy a hálózatkutatás szemlélete kínálhatja a hibrid design elméletének alapvető operatív logikáját.

Hogyan válik a hálózatkutatás a hibrid design eszközévé? E tanulmány először bemutatja a hálózatkutatás elméleti keretét, majd áttekinti a Bauhaus–MIT hagyományát, amely az interdiszciplinaritás történeti alapját jelentette. Ezután három kortárs esettanulmány (Neri Oxman, Tomás Saraceno, Michael Strano) elemzése következik, amelyek mind a hálózati gondolkodás különböző alkalmazási lehetőségeit illusztrálják. Végül a tanulmány szintézisben mutatja meg, hogy a hálózatkutatás miként működhet univerzális tervezési eszközként a 21. századi hibrid designban.

[1] Manzini, E. (2015): *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. Cambridge, MA: MIT Press.

[10] Droste, M. (2002): *Bauhaus 1919–1933*. Köln: Taschen.

[2] Barabási, A. L. (2002): *Behálózva: A hálózatok új tudománya*. Budapest: Magyar Könyvklub.

[3] Newman, M. E. J. (2010): *Networks: An introduction*. Oxford: Oxford University Press.

[11] Euler, L. (1736): Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis. *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 8., pp. 128–140.

[12] Erdős, P.–Rényi, A. (1959): On random graphs I. *Publicationes Mathematicae*, 6., pp. 290–297.

[13] Granovetter, M. S. (1973): The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78., (6.), pp. 1360–1380. <https://doi.org/10.1086/225469>

[14] Barabási, A. L.–Albert, R. (1999): Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286., (5439.), pp. 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

Elméleti keret: a hálózatkutatás szemlélete a hibrid design módszertanában

Ahhoz, hogy a hibrid design képes legyen a különböző diszciplínák integrálására, szüksége van egy közös szótárra, amely lehetővé teszi az eltérő rendszerek összehangolását. A hálózatkutatás pontosan ezt kínálja: olyan eszköztárat, amely a világ legkülönbözőbb jelenségeit, biológiai sejteket, közlekedési rendszereket, társadalmi kapcsolatokat vagy digitális adatfolyamokat, egységes módon képes modellezni [2, 3]. A hibrid design számára a hálózatos gondolkodás azért kulcsfontosságú, mert segítségével a tervező nem csupán elemeket illeszt egymás mellé, hanem kapcsolatokat tervez: megérti, hogyan működnek együtt az anyagok, folyamatok és közösségek, valamint a különböző dinamikák és egymásrahatások.

HÁLÓZATKUTATÁS TUDOMÁNYOS HÁTTERE

A hálózatkutatás (network science) gyökerei a 18. századig nyúlnak vissza. Leonhard Euler 1736-ban a königsbergi hidak problémáját vizsgálva lefektette a gráfelmélet alapjait [11]. Ez a felismerés, hogy a világ bizonyos szerkezeti jelenségei pontok és köztük húzódó kapcsolatok hálózataként ábrázolhatók, máig meghatározza a gondolkodásunkat. A 20. század közepén a matematikusok, például Erdős Pál és Rényi Alfréd [12], a gráfelméletet továbbfejlesztve kimutatták, hogy bizonyos kapcsolati hálók véletlenszerű elvek szerint is szerveződhetnek. Ez a modell, az ún. véletlen gráf, hosszú időre meghatározta a hálózatok tudományos megközelítését. A társadalomtudományok is korán felismerték a hálózati szemlélet jelentőségét. Mark Granovetter [13] például a „gyenge kötések erejéről” írt klasszikus tanulmányában kimutatta, hogy a laza társadalmi kapcsolatok (ismerősök, alkalmi találkozások) legalább olyan fontosak lehetnek, mint a szoros, családi kötelékek. Ez volt az első lépés annak megértéséhez, hogy a társadalom valójában hálózatok rendszereként működik. A fordulópont a 1990-es évek végén jött el, amikor Barabási Albert-László és munkatársai bemutatták a skálafüggetlen hálózatok elméletét [14].

Ez azt jelentette, hogy a legtöbb valós hálózat, legyen szó az internet szerverkapcsolatairól, az ökológiai élelmiszerláncokról vagy a fehérjék kölcsönhatásáról nem véletlenszerűen szerveződik, hanem néhány kiemelkedően fontos csomópont (hub) köré épül. Ez magyarázza például, hogy az internetre néhány központi szerver kiegészése aránytalanul nagy hatást gyakorol, vagy hogy bizonyos fehérjék kulcsszerepet játszanak a sejtek életében. A 2000-es évekre a hálózatkutatás interdiszciplináris tudományággá vált. Duncan Watts [15] a kisvilág-hálózatok fogalmát fejlesztette tovább, bemutatva, hogy a világ sokkal szorosabban összekötött mint gondolnánk, bármely két ember átlagosan hat ismerősi kapcsolaton keresztül összekapcsolódik (a 'six degrees of separation' jelensége). Mark Newman [3] pedig megalkotta a hálózatok statisztikai modellezésének tudományos alapjait.

Ezek a kutatások nem csupán matematikai modelleket adtak, hanem olyan eszköztárat, amely a hibrid design számára is alapeszközként és szemléletként szolgálhat:

- Az Euler óta ismert vizuális reprezentáció (pontok és élek) ma a design egyik legfontosabb metaforája.
- Az Erdős–Rényi-féle véletlen hálók logikája megjelenhet például generatív művészeti projektekben, ahol algoritmusok hozzák létre a struktúrát.
- A Granovetter által leírt gyenge kötések értelmezhetők közösségi designban: hogyan kapcsol össze embereket egy alkotási folyamat.
- A Barabási-féle skálafüggetlen hálózatok segíthetnek a designereknek megérteni, mely pontok (alkotók, tudósok, mérnökök, anyagok, folyamatok, szereplők) kulcsfontosságúak egy rendszerben.
- A kisvilág-hálózatok (Watts) arra figyelmeztetnek, hogy a látszólag távoli elemek valójában rövid úton kapcsolódhatnak össze, ami a hibrid design gyors adaptációit segítheti és miként hozható létre egy újszerű együttműködési struktúra.

A hibrid designban a hálózatkutatás szemlélete három módon válhat eszközzé:

1. *Metaforikus eszközként*: a hálózat mint vizuális és gondolati keret, amely segíti a tervezőt a komplex összefüggések érzékeltetésében és feltérképezésben.
2. *Analitikus eszközként*: a hálózatkutatás kvantitatív módszerei mérhetővé teszik az eddig szubjektvnak vélt interakciókat, dinamikákat, egymásra hatásokat.
3. *Operatív eszközként*: a tervezési folyamat maga épül a hálózati logikára, például: mintastruktúrák integrálása, új dinamikák integrálása egy hálózatba.

Ez a három szint együtt teszi lehetővé, hogy a hálózatkutatás szemlélete ne csak magyarázó tudomány, hanem a tervezői praxis eszköztára legyen.

[3] Newman, M. E. J. (2010): *Networks: An introduction*. Oxford: Oxford University Press.

[15] Watts, D. J. (2004): *Six degrees: The science of a connected age*. New York: W. W. Norton.

[10] Droste, M. (2002):
Bauhaus 1919–1933. Köln:
Taschen.

[16] Moholy-Nagy, L. (1947):
Vision in motion. Chicago:
Paul Theobald.

[17] Negroponte, N. (1995):
Being digital. New York: Al-
fred A. Knopf.

Történeti alapok: Bauhaus és MIT

BAUHAUS: AZ INTERDISZCIPLINARITÁS BÖLCSEJE

Amikor Walter Gropius 1919-ben megalapította a Bauhaus iskolát, azzal a céllal tette, hogy megszüntesse a művészet, a kézművesség és az ipar közötti merev határokat [10] és szabadon áramolhasson a tudás e területek szakemberei között. A Bauhaus pedagógiai programja úttörő volt, mert a művészeti oktatásba tudatosan integrálta a technológiai és mérnöki szempontokat. Az iskola filozófiája szerint a design feladata nem pusztán esztétikai, hanem társadalmi és technológiai problémák megoldása. Arra a következtetésre jutunk hogy Walter Gropius hálózatait rendszerszerűen építette. Ez a szemlélet előkészítette annak a gondolkodásmódnak a keretét, amely a 21. század hibrid design alapfilozófiájaként értelmezhető.

A Bauhaus egyik legismertebb alakja, Moholy-Nagy László, a vizualitásban fedezte fel a hálózati struktúrák lehetőségeit. Fotogramjai és kísérleti filmjei a fény, anyag és tér kölcsönhatásait rögzítették, ezáltal olyan összefüggéseket tettek láthatóvá, amelyek a szem számára láthatatlanok maradtak volna [16]. Munkáiban a hálózat egyszerre jelentett formát, gondolkodási keretet és pedagógiai eszközt. Ez a vizuális nyelv előrevetítette azt, amit ma a hibrid designban a hálózatkutatás szemléletének operatív logikájaként értelmezünk.

Kepes György Moholy-Nagy László után tovább vitte az Új Bauhaus szellemiségét az Egyesült Államokban, és 1967-ben megalapította az MIT-n a Center for Advanced Visual Studies-t (CAVS). Kepes a vizuális ökológia fogalmát használta annak leírására, hogyan szerveződnek a vizuális információk hálózatai, és miként kötik össze a tudományt a művészettel [13]. Ez az elképzelés már explicit módon közelítette meg azt a gondolatot, hogy a vizuális és tudományos világ hálózatként integrálható. Az MIT intézményei közül a CAVS, a Center for Art, Science & Technology (CAST) és a későbbi Media Lab voltak a legfontosabb mérföldkövek. Nicholas Negroponte [17] vezetésével a Media Lab a '80-as évektől kezdve olyan interdiszciplináris központtá vált, ahol a digitális technológia, a biológia, az építészet és a művészet közösen fejlesztett projektekből kapcsolódott össze. A Media Lab filozófiája *demo or die* azt jelentette, hogy az elméleti koncepciókat gyorsan működő prototípusokká kellett alakítani.

Ez a gyakorlat lényegében hálózati logikát valósított meg: kutatócsoportok közötti szoros együttműködés, a tudás gyors áramlása és az egymás projektjeihez való kapcsolódás formájában. A Media Lab nemcsak támogatta az interdiszciplinaritást, hanem intézményesítette a hálózatként való működést. A Bauhaus és az MIT közös szellemi öröksége az, hogy a tudás nem szigetekként, hanem hálózatként szerveződik. A Bauhaus pedagógiai modellje a kézművesség, a művészet és a technológia összekapcsolását hangsúlyozta, míg az MIT intézményei már explicit módon szervezték a kutatást hálózatokká. Ez a történeti háttér szolgálja alapját az interdisziplináris design hálózatos szemléletének, és annak, hogy a 21. században a hálózatkutatás mint szemlélet és módszertani eszköz közvetlenül beépülhessen a hibrid design gyakorlatába.

A HÁLÓZATKUTATÁS SZERKEZETI MODELLJEI MINT TÖRTÉNETI PÁRHUZAMOK

A hálózatkutatásban az elmúlt évtizedek során több alapvető szerkezeti modell vált meghatározóvá, amelyek analógiaként a hibrid design történeti fejlődésében is felismerhetők. Ezek a struktúrák nemcsak a matematikai modellezésben játszanak szerepet, hanem a design és művészet intézményi és kreatív működésére is rímelnek.

Véletlen hálózat (random network, Erdős–Rényi [12])

Az Erdős–Rényi-modell szerint a hálózatok véletlenszerű kapcsolatok mentén is képesek kialakulni. Ez a logika jól párhuzamba állítható a Bauhaus kezdeti időszakával, ahol a különböző háttérű képzőművészeti, kézműves és mérnöki, hallgatók és tanárok spontán interakciói új tudásformákat generáltak. A Bauhaus műhelyei kvázi *véletlenszerű kapcsolódási pontokként* működtek, amelyekből emergens innovációk születtek.

Kisvilág-hálózat (small-world network [15])

A kisvilág-modell azt mutatja, hogy a hálózatokban a legtöbb csomópont rövid úton összekapcsolódik, még akkor is, ha elsőre távolinak tűnnek. Ez a szerkezet jól leírja az MIT Media Lab működését, ahol a legkülönbözőbb projektek, például biotech-

[12] Erdős, P.–Rényi, A. (1959): On random graphs I. *Publicationes Mathematicae*, 6., pp. 290–297.

[15] Watts, D. J. (2004): *Six degrees: The science of a connected age*. New York: W. W. Norton.

[4] Oxman, N. (2010): Material-based design computation. *MIT Design Issues*, 26., (1.), pp. 78–92. <https://doi.org/10.1162/desi.2010.26.1.78>

[18] Barabási, A. L. –Albert, R. (1999): Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286., (5439.), pp. 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>

nológia, digitális média vagy építészet közötti *rövid utak* tették lehetővé az új kollaborációkat új struktúrákat létrehozva. A kutatók és designerek közötti közelség gyors tudásáramlást hozott létre, ami az innováció egyik kulcsát jelentette.

Skálafüggetlen hálózat (scale-free network [18])

A skálafüggetlen hálózatokra jellemző, hogy néhány kiemelt csomópont (hub) aránytalanul nagy szerepet játszik. A Bauhaus és MIT történetében is jól látható ez a dinamika: bizonyos kiemelkedő alakok, például Walter Gropius, Moholy-Nagy László vagy Kepes György kulcsszereplőként kapcsolták össze a különböző tudásmezőket. Ugyanez a logika érvényesült az MIT intézményeinél is, ahol néhány meghatározó professzor laborvezetőként 'hubként' működött, és körükön szerveződtek az interdiszciplináris projektek.

Multiplex hálózatok

A legújabb hálózatkutatói eredmények szerint a valóságos rendszerek gyakran nem egyetlen hálózattól állnak, hanem több, egymással párhuzamosan működő rétegből [15]. Ez a szemlélet különösen releváns a hibrid design szempontjából: a Bauhausnál a kézműves műhelyek, az elméleti kurzusok és az építészeti projektek egymásra rétegződő hálózatokat alkottak. Az MIT esetében a különböző kutatóközpontok (CAVS, CAST, Media Lab) egymással összefonódva hoztak létre egy olyan intézményi multiplex hálózatot, amely a kreatív és tudományos innováció motorjaként működött.

Kortárs esettanulmányok

NERI OXMAN ÉS A MULTIPLEX HÁLÓZATOK ÖKOLÓGIÁJA

Neri Oxman izraeli-amerikai építész, designer és kutató az MIT Media Lab professzoraként dolgozta ki a material ecology fogalmát, amely a biológiai, mérnöki és design tudások integrációjára épül [4]. Oxman számára a design nem csupán tárgyalás, hanem olyan ökológiai rendszer létrehozása, amelyben az anyag, a szerkezet, a funkció a technológia és a környezet összekapcsolódik.

Projektjei közül a Silk Pavilion (2013) emblemikus példa. Ebben a munká-

ban selyemhernyók és robotkarok együtt építettek szerkezetet: a biológiai hálózat (hernyók mozgása és szövési mintázata) és a technológiai hálózat (robotikus mozgásvezérlés) egymásra rétegződött. A végeredmény egy tudományos kísérlet és természet-technológia szimbiotikus együttműködését szimbolizáló művészeti alkotás, hálózatkutatás szemléletével egy multiplex hálózat: egy olyan rendszer, amelyben több hálózati réteg (biológiai, technológiai) egymással párhuzamosan működött. A hálózatkutatás itt operatív eszközként jelenik meg: lehetővé teszi annak megértését, hogyan ágyazódik egymásba a különböző rétegek működése, melynek eredménye egy hibrid design: tudományos kísérlet, design és egyben művészeti alkotás. Oxman munkái azt mutatják, hogy a hibrid design lényege nem az egyszerű összeadás, hanem a hálózatok egymásra épülése, amely új, emergens rendszereket hoz létre.

TOMÁS SARACENO KISVILÁG-METAFORÁJA

Tomás Saraceno argentin művész és kutató (MIT) installációi a pókhálóból kiindulva a természetes és kozmikus hálózatokat állítja középpontba. A pókokkal közösen készített munkái például a Cosmic Web-sorozat, egyszerre utalnak a biológiai hálók finomszerkezetére és a galaxisokat összekötő kozmikus hálóra [5]. Saraceno munkássága szorosan kapcsolódik a kisvilág-hálózatok logikájához [15]. A kisvilág-modell szerint bármely két pont rövid úton összekapcsolódhat a hálózatban, még ha elsőre távolinak is tűnik és új kisvilág-hálózatot képes létrehozni egy nagyobb hálózaton belül. Pókháló-installációiban a különböző szálak rezgései valójában közvetlen kapcsolatot teremtenek a háló legtávolabbi pontjai között, felismerhető a hálózatos gondolkodás művészetében. Egy másik műve a *14 billions* (2011) matematikai számítások alapján készített pókháló installációja, amely egy tizenhat-szorosára méretezett pókháló installáció új perspektívából volt képes bemutatni a pókháló szerkezetét, ennek eredményeképpen az MIT mérnöke Marcus Buehler digitalizálni és szimulálni tudta annak szerkezetét és viselkedését, majd saját rendszerében megvizsgálva az anyagot rájött, hogy a pókháló szerkezetének erőssége vetekszik a vaséval a fehérjék kapcsolódása miatt. A hálózatkutatás itt analitikus eszköz: feltárja a tudományos perspektívából nem észrevehető tulajdonságait egy anyagszerkezetnek, kollaborációjukat illetően a művészet esetükben egyfajta katalizátor szerepet tölt be, hiszen előre mozdította a mérnök tudományos vizsgálódását.

[5] Saraceno, T. (2012): *Cloud Cities*. Berlin: Hamburger Bahnhof.

[15] Watts, D. J. (2004): *Six degrees: The science of a connected age*. New York: W. W. Norton.

[6] Kwak, S. Y.–Giraldo, J. P.–Lew, T. T. S.–Wong, M. H.–Liu, P.–Yang, Y.–Strano, M. S. (2017): A nanobionic light-emitting plant. *Nano Letters*, 17., (12.), pp. 7951–7961. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.7b04369>

[19] Kennedy, S. (2018): Design as a form of brokerage: Mediating science and society through material innovation. *Journal of Architectural Education*, 72., (1.), pp. 24–33. <https://doi.org/10.1080/10464883.2018.1407956>

[20] Burt, R. S. (1992): *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

MICHAEL STRANO ÉS SHEILA KENNEDY: A BIOLUMINESZCENCIA, DESIGN, MINT HÁLÓZATI HÍD

Michael Strano, az MIT kémiai mérnöki professzora, laborjával a biohibrid rendszerek kutatásának élvonalába tartozik. Kutatásai középpontjában a nanotechnológia és a növénybiológia integrációja áll, különösen a biolumineszcens növények fejlesztése mint világítás alternatíva. Ezekben a projektekben nanorészecskéket juttatnak a növények sejtjeibe, amelyek képesek fényt kibocsátani, így a növény maga válik fényforrássá [6]. Ez a megoldás a technológiai innováción túl egy újfajta ökológiai hálózat prototípusa: az energiaátadás és a fénykibocsátás a természet és a mesterséges anyagok szimbiózisán alapul.

Sheila Kennedy a (KVA) társalapítója és az MIT professzora, építészeti és design oldalon kapcsolódik be ebbe a kutatási hálózatba. Kennedy szerepét a *design as a brokerage* (hálózati híd) gondolat hatja át: a designer nem pusztán formaalkotó, hanem közvetítő szereplő a tudományos laboratórium, a technológiai ipar és a társadalmi felhasználók között [19]. A biolumineszcens növények esetében ez a közvetítés abban nyilvánul meg, hogy a laboratóriumi kísérletekből olyan építészeti és városi alkalmazásokat hoz létre, amelyek új világítás-alternatívát kínálnak és képesek átalakítani a közvilágításról, energiáról és fenntarthatóságról alkotott elképzeléseinket. A hálózatkutatás nézőpontjából Kennedy tevékenysége különösen érdekes, mert a design mint brokerage (közvetítői) pozíciót testesíti meg egy interdiszciplináris hálózatban (tudomány-társadalom). Ronald Burt [20] szerint a hálózatokban azok a szereplők bírnak kiemelt jelentőséggel, akik *strukturális lyukakat* hidalnak át, vagyis olyan kapcsolatokat teremtenek, amelyek addig nem álltak fenn, esetükben a tudomány és társadalom hálózatainak összekapcsolásáról van szó a design közvetítésével. Strano a nanotechnológiai labor és a biológiai rendszerek között hoz létre új kapcsolatokat, míg Kennedy a tudományos eredményeket kapcsolja össze a design, az építészet és a társadalmi használat világával.

Ez a kettős közvetítői pozíció az innováción túl, új hibrid design-paradigmát hoz létre:

- Strano analitikus eszközként használja a hálózati logikát az energiaáramlás és a biolumineszcencia működésének megértésére.
- Kennedy operatív eszközként alkalmazza a hálózatkutatás szemléletét, amikor egy tudományos kísérletet (biolumineszcencia) és társadalmi szereplők

között kapcsolat hoz létre (világító padok, világító fák, világító növények az asztali lámpák helyére) a design mint közvetítővel (hálózati híd).

Kettejük együttműködése így példázza, hogy a hibrid design a hálózatkutatás szemléletével kapcsolati infrastruktúra és saját diszciplínán belüli fókusz is támogató eszköz: egy olyan gondolkodásmód és tér, ahol a tudomány közvetítője a design, vagyis hálózati hídként új kapcsolódási lehetőséget kínál (felhasználó-társadalmi hálózat) a tudományos eredményeknek.

Szintézis: hálózatkutatás szemlélete mint közös nevező a tudomány és a design között

A bemutatott példák: Neri Oxman projektjei, Tomás Saraceno pókháló-installációi, valamint Michael Strano és Sheila Kennedy biolumineszcencia-kutatásai remek példaként szolgálhatnak a hibrid design definiálására valamint esetük elemzése a hálózatkutatás szemléletével bemutatja, hogy újszerű eszközként szolgálhat a hibrid design és az abban résztvevő különböző területek szakemberei számára. A hálózatok mintázatai segítik megérteni és alakítani a kapcsolatokat a természet, a technológia, a társadalom és a művészet között. A hibrid design-nak a hálózatos gondolkodás eszközével struktúraszervező ereje van. A szintézis tehát az, hogy a hibrid design a hálózatkutatás módszertani eszköztárát használja a komplex kapcsolatok tervezésére és fenntartására. Az interdiszciplinaritás önmagában nem volna elég; a hálózatkutatás szemlélete biztosítja azt a közös szótárt, amelyben a különböző szereplők, biológusok, mérnökök, művészek, designerek és társadalmi közösségek, képesek fenntartható módon közösen dolgozni. Ez a közös nyelv teszi lehetővé, hogy a hibrid design a 21. században valóban transzformatív legyen: új platformot hoz létre és képes új ökológiai, társadalmi és technológiai rendszereket létrehozni, amelyek nemcsak fenntarthatóbbak, hanem strukturálisan is gazdagabbak.

Konklúzió: a hibrid design mint lehetséges új tudományág

Hogyan lehet tudatosan tervezni ember–technológia–ökológia hálózatokat? A hibrid design a 21. század egyik lehetséges legígéretesebb tervezői paradigmája, amely a művészet, tudomány, technológia és társadalom közötti határokat nem eltörli, hanem hálózatokká alakítja át. Az itt bemutatott példák: Oxman ökológiai designja, Saraceno katalizátorként inspiráló pókháló-installációi, Strano és Kennedy biolumineszcencia kutatásai, mind azt mutatják, hogy a hibrid design nem pusztán interdiszciplinaritás, hanem olyan strukturális logika és gondolkodásmód, amelyben a kapcsolatok, és azok dinamikái, és egymásra hatásai

jelentik a központi tervezési-szervezési elemet. A hálózatkutatás szemlélete ebben a folyamatban nem mellékszereplő, hanem eszköz: egy olyan metodológiai háttér, amely képes leírni, mérni és tervezni a kapcsolatok bonyolult rendszerét és azok struktúráit, dinamikáit.

A hálózati gondolkodás révén a hibrid design a következő előnyöket nyeri:

- *Átláthatóság*: komplex rendszerek és különböző dinamikák (pl. biológiai, társadalmi vagy technológiai hálók) szerkezetének és hatásainak feltérképezése.
- *Rugalmasság*: lehetőség arra, hogy a tervezők gyorsan reagáljanak új kapcsolódásokra és interakciókra.
- *Innováció*: új típusú együttműködések (struktúrák) létrehozása különböző szakterületek között.
- *Fenntarthatóság*: olyan együttműködések és designmegoldások kialakítása, amelyek hosszú távon képesek illeszkedni ökológiai és társadalmi hálózatokhoz.

Ugyanakkor a hálózatkutatás szemléletének alkalmazása a designban nem mentes a kihívásoktól. Egyfelől fennáll a veszély, hogy a hálózatok túlzottan redukcionista értelmezése elveszi a design érzékenységet és kulturális gazdagságát. Másfelől a hálózati modellek, különösen a matematikai absztrakciók nem mindig tudják megragadni azokat a szubjektív és érzelmi dimenziókat, amelyek a design lényegi részét képezik.

A jövő kihívása tehát az, hogy a hálózatkutatás eszköz maradjon, ne pedig dogma: olyan nyelv, amely támogatja, de nem korlátozza a hibrid design kreatív lehetőségeit. A művészetek szoros integrálása a különböző folyamatokba megoldásként szolgálhat e kihívásra, érzékenyítő hatása miatt. A jövő felé tekintve a hibrid design és a hálózatkutatás szemlélete, mint eszköz, kapcsolata egyre fontosabb lesz a globális problémák, például a klímaváltozás, az energiafelhasználás, gazdasági vagy a szociológiai kérdések kezelésében. Az új generációs designereknek és kutatóknak a hálózati gondolkodás révén megtanulhatják fenntartható módon áramoltatni a különböző tudásokat és érdekeket, valamint közösen építkezni a különböző tudástárakból.

Összességében: a hibrid design mint újszerű lehetséges tudományág, a hálózatkutatás szemlélete és a design szövetségében rejlik, olyan új gondolkodásmód, amely feltérképez, elemez és új kollaborációkat vagyis hálózotokat sző, új kulturális és tudományos horizontot nyit meg, ahol a kapcsolatok nemcsak leírhatók, hanem tudatosan formálhatók is. A 21. század designja ebben az értelemben nem más, mint a hálózatok művészete: a kapcsolatok és a dinamikák megértésének és alakításának kreatív praxisává válik, egy struktúra, szervező erő.

A cikk folytatása a következő számunkban: Hibrid design: a Távolságon