

Hibrid design: Minták, struktúrák, rendszer 2. rész

Összefoglalás: Mi történik, ha a design nem tárgyat, hanem hálózatot tervez? Mitől értékes és fenntartható egy hálózat? Kutatásom a hibrid design-t vizsgálja, mint lehetséges tudományágat, amely a művészet, a tudomány, a technológia és az ökológia tudását egyetlen működő rendszerbe fűzi [1, 2]. A kutatás két világ peremén vizsgálódik: Távol-Keleten Balin, az Udayana Egyetemen és a Bring Back the Light kutatóközpontban, ahol a Tri Hita Karana filozófia a közös „protokoll”, és Nyugaton, az MIT intézményi ökoszisztémájában (CAVS, CAST, Media Lab), ahol a design önálló „híd-diszciplínává” (brokerage) vált [3]. A hálózatkutatói módszer szemléletével és szótárával azonosítjuk a csomópontokat (karok, kutatók, közösségek, normák), a kapcsolásokat (interdiszciplináris projektek, művészeti–oktatási csatornák), és a szerkezeti mintázatokat (központiság, modularitás, kisvilág-jelleg; [4, 5]). Az eredmények szerint Balin a művészet nem díszlet, hanem infrastruktúra: rövidíti a tudásátadási útvonalakat, növeli a lokális kohéziót, és ellenállóvá teszi a rendszert a biolumineszcenciát fenyegető zavarokkal szemben (fény-, zaj- és élőhelyszennyezés; [6, 7]). Nyugaton ezzel szemben a design – a technológiával és gazdasággal párban – mérhető közvetítőként működik, intézményes „brokerage”-et biztosítva. A két modell összeillesztése a cikk fő tézise: az integrált normatív központ (Tri Hita Karana, filozófia-művészet) és az intézményesített híd-diszciplína (design) együtt olyan adaptív, kisvilág-szerű tudáshálózatot hozhat létre, amelyben a sokféleség nem teher, hanem energiaforrás. Hibrid designer gyakorlati ajánlása: a „művészet, mint infrastruktúra” és a „design mint mérhető közvetítő” kettős pillérre épített programok képesek egyszerre gyorsítani a tudásáramlást, erősíteni a közösségi részvételt és fenntarthatóvá tenni az ökológiai beavatkozásokat. Röviden: a hibrid design ott sikeres, ahol a színpadot (filozófiai értékrend) és a kotta (design) egymásra hangoljuk – és a rendszer maga kezdi el játszani a fenntarthatóság dallamát.

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

[1] Oxman, N. (2016): Age of Entanglement. *Journal of Design and Science* (JoDS).

[2] Barabási, A. L. (2002): *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing.

[3] Findeli, A. (2001): Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion. *Design Issues*, 17., (1.), pp. 5–17.

[4] Newman, M. E. J. (2006): Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103., (23.), pp. 8577–8582.

[5] Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, 393., pp. 440–442.

[6] Lewis, S. M.–Cratsley, C. K. (2008): Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies. *Annual Review of Entomology*, 53., pp. 293–321.

[7] Fireflyers International Network (FIN). (2020): *Firefly-friendly lighting and tourism guidance (policy notes/field guidelines)*.

- [1] Oxman, N. (2016): Age of Entanglement. *Journal of Design and Science* (JoDS).
- [2] Barabási, A. L. (2002): *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing.
- [3] Findeli, A. (2001): Re-thinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion. *Design Issues*, 17., (1.), pp. 5–17.
- [4] Newman, M. E. J. (2006): Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103., (23.), pp. 8577–8582.
- [5] Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, 393., pp. 440–442.
- [6] Lewis, S. M.–Cratsley, C. K. (2008): Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies. *Annual Review of Entomology*, 53., pp. 293–321.
- [7] Fireflyers International Network (FIN). (2020): *Firefly-friendly lighting and tourism guidance (policy notes/field guidelines)*.

Kulcsszavak: Hibrid design; hálózatkutatás; tudományág; design; művészet; tudomány; struktúra minták; technológia; Távol-Kelet; biolumineszcencia; Udayana University; Bring Back the Lights interdiszciplinaritás; rendszerek; struktúrák.

Abstract: What happens when design is not about creating objects, but about designing networks? My research examines hybrid design as a possible emerging discipline, one that weaves together the knowledge of art, science, technology, and ecology into a single functioning system [1, 2]. The study unfolds at the intersection of two worlds: in Bali, at Udayana University and within the Bring Back the Light program, where the philosophy of Tri Hita Karana serves as a shared “protocol”; and in the West, within the institutional ecosystem of MIT (CAVS, CAST, Media Lab), where design has evolved into an autonomous “bridge-discipline” [3]. Using the vocabulary and methods of network science, I identify nodes (faculties, researchers, communities, values), edges (interdisciplinary projects, artistic–educational channels), and structural patterns (centrality, modularity, small-world properties; [4, 5]). Findings show that in Bali, art is not a decorative layer but an infrastructure: it shortens knowledge pathways, strengthens local cohesion, and builds resilience against disruptions threatening bioluminescence (light, noise, and habitat pollution; [6, 7]). In the West, by contrast, design – paired with technology and economics – functions as a measurable mediator, offering institutionalized forms of brokerage. The central thesis of this article is the convergence of these two models: the integrated normative core (Tri Hita Karana, philosophy–art) and the institutionalized bridge-discipline (design) together form an adaptive, small-world-like knowledge network in which diversity is not a burden but a resource. The hybrid designer’s practical proposition is clear: programs built on the dual pillars of “art as infrastructure” and “design as measurable mediator” can simultaneously accelerate knowledge flows, strengthen community participation, and sustain ecological interventions. In short, hybrid design succeeds where the stage (philosophical values) and the score (institutional design) are tuned to one another – allowing the system itself to perform the melody of sustainability.

Keywords: Hybrid design; network research; structures; patterns; new discipline; design; art; science; technology; Indonesia; bioluminescence; Udayana University; Bring Back the Lights; interdisciplinary; systems; structures.

Bevezetés

A design történetében időről időre megjelentek olyan fordulópontok, amelyek új irányba terelték a kreatív gyakorlatot. A 21. század egyik legfontosabb változásának a hibrid design tekinthető, amely a művészet, a tudomány, a technológia és az ökológia tudását kapcsolja össze, s célja a fenntartható rendszerek kialakítása [1, 8]. Ez a szemlélet nem pusztán tárgyak létrehozására törekszik, hanem komplex ökoszisztémák, társadalmi és természeti kapcsolatok újrendezésére. A designer így közvetítővé válik: hidat épít a különböző szakemberek és tudásterületek között.

A hálózatkutatás ebben különleges eszközt kínál, mivel segít megérteni, miként kapcsolódnak össze anyagok, folyamatok, közösségek és technológiák, s hogyan alakíthatók át tudatosan [2]. Bár már a Bauhaus is kísérletet tett a művészet és a tudomány összekapcsolására [4], ahogyan azt a Hibrid Design első tanulmányában kifejtettük, ma olyan kortárs példák, mint Neri Oxman anyagökológiája, Tomás Saraceno pókháló-installációi vagy Michael Strano biolumineszcencia-kutatásai mutatják meg a hálózati gondolkodás erejét.

E a második cikk a hibrid design mint lehetséges új tudományág alapkutatásának második fázisát mutatja be, amely a távol-keleti, indonéz-bali térséget vizsgálja. Az első cikkben különböző nyugati mintastruktúrákat és dinamikákat elemeztünk: például Tomás Saraceno és Marcus Buehler (MIT) művészeti és mérnöki együttműködését, ahol a művészet katalizátorként lépett fel, előre lendítve a tudományos kísérleteket; vagy a design hálózati „híd” (brokerage) szerepét Michael Strano és Sheila Kennedy közös biolumineszcencia-kutatásában; illetve Neri Oxman hibridszerű gondolkodását, amelynek kézzelfogható eredménye a Silk Pavilion-projekt, egyszerre kutatási kísérlet és művészeti alkotás [9].

A vizsgált mintastruktúrák jól láthatóak és kiemelhetőek az intézményes rendszerekben belül. Felmerül azonban a kérdés: hogyan ismerhetők fel azok a minták és dinamikák, amelyek nem intézményes keretek között működnek? Melyek azok az elemek, kapcsolódási formák és erők, amelyek fenntarthatóvá teszik ezeket?

E kérdések megválaszolásához kiindulópontként a nyugati MIT-kutatók, Michael Strano és Sheila Kennedy fő fókuszát, a szentjánosbogár biolumi-

[1] Oxman, N. (2016): Age of Entanglement. *Journal of Design and Science* (JoDS).

[2] Barabási, A. L. (2002): *Linked: The New Science of Networks*. Perseus Publishing.

[8] Kennedy, S.–Strano, M. (2018): *Bioluminescence–design mediation in urban/public applications*. (Project papers and talks from MIT CAST/Media Lab collaborations).

[9] Oxman, N. et al. (2014): *Silk Pavilion*. MIT Media-Lab, Mediated Matter Group (project documentation/exhibition catalogue).

[4] Newman, M. E. J. (2006): Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103., (23.), pp. 8577–8582.

[5] Watts, D. J.–Strogatz, S. H. (1998): Collective dynamics of “small-world” networks. *Nature*, 393., pp. 440–442.

[10] Barabási, A. L. (2016): *Network Science*. Cambridge University Press.

neszcenicát vettünk alapul, majd megvizsgáltunk egy hasonló, szentjános-bogarak biolumineszcenciájára épülő kutatást a távol-keleti térségben. Ez a párhuzam lehetőséget adott a nyugati és keleti minták, dinamikák és hatások összehasonlítására, s arra, hogy feltárjuk a különböző kulturális és ökológiai kontextusokból fakadó sajátosságokat.

Távol-keleti hálózat: Udayana Egyetem

A hibrid design távol-keleti kutatása az Udayana Egyetemmel együttműködésben zajlott, Prof. Ni Luh Watiniasih – az Udayana Egyetem Matematika és Természettudományi Karának dékánja – közreműködésével. Az intézmény Bali szigetének meghatározó tudományos központja, kiváló terepet biztosítva annak vizsgálatához, miként kapcsolható össze a hibrid design és a hálózatkutatás. Az egyetem 1962-es alapítása óta arra törekszik, hogy a helyi hagyományokat a globális tudományos közösséggel összekösse, és ezáltal olyan komplex hálózati rendszereket hozzon létre, amelyekben a tudomány, a művészet és a design nem különálló szigetek, hanem szoros kapcsolatban álló csomópontok (nodes) egy közös struktúrában [10]. Az egyetem különböző karai – a műszaki, az orvosi, a társadalomtudományi és a természettudományi egységek – ebben a logikában alhálózatokat alkotnak, amelyeket interdiszciplináris projektek kötnek össze. Ezek a kapcsolatok nemcsak a tudományos tudás áramlását teszik lehetővé, hanem dinamikus új modularitási mintázatokat (modularity patterns) is létrehozhatnak, vagyis kisebb, sűrűn összekapcsolt közösségeket a nagyobb hálózaton belül [4]. A hálózatkutatás terminológiájával élve a központiság (centrality) fogalmán keresztül azonosítható a térség és az Udayana Egyetem szellemi magja: a Tri Hita Karana filozófia. Ez az ember, a természet és a transzcendens harmóniájának elvét hirdető gondolkodásmód normatív központként működik, amelyhez minden más diszciplína kapcsolódik, s amely meghatározza az együttműködés irányát. A hálózatkutatás nyelvén mindez egyfajta integráló protokollnak tekinthető, amely biztosítja a diszciplínák közötti átjárhatóságot.

Ez a struktúra a „kis világ” (small-world) hálózatok tulajdonságait mutatja: a különböző tudásterületek rövid kapcsolati utak révén gyorsan eléri egymást, miközben a helyi együttműködések erősek és stabilak maradnak [5].

A hibrid design tehát nem elszigetelt innováció, hanem a hálózat egészének kollektív intelligenciájából táplálkozó folyamat.

Kutatásaim során világossá vált, hogy a balinéz modellben az interdiszciplinaritás nem külső szervezési erőfeszítések eredménye, hanem a rendszer alapállapota. Míg a nyugati modellekben – például az MIT esetében – a művészeti, tudományos és technológiai kapcsolatok gyakran intézményileg létrehozott hálózati hidak formájában jönnek létre (CAVS, CAST, Media Lab), addig az Udayana Egyetemen maga a filozófia tölti be ezt a hidat, organikusan összekapcsolva a tudományos és művészeti diskurzusokat. A különbség a hálózati dinamika szintjén is tetten érhető: a nyugati rendszerek gyakran a „kis világok” közötti kapcsolatépítés logikáját követik, míg a balinéz gyakorlatban a kapcsolatok eleve szervesen beépülnek a hálózat szövetébe. Az Udayana Egyetem így nem pusztán egy oktatási intézmény, hanem egy olyan komplex adaptív rendszer (complex adaptive system), amelyben a tudomány, a művészet és a filozófia kölcsönhatásai új formákat és új dinamikákat hoznak létre [11]. Érdemes kiemelni, hogy a balinéz kultúrában a művészet sohasem válik teljesen autonómvá, hanem a közösségi és spirituális gyakorlat szerves részeként jelenik meg. Egy balinéz táncelőadás vagy templomi szertartás például nem csupán esztétikai élményt nyújt, hanem egyszerre tudásközvetítés, közösségépítés és spirituális aktus. A hibrid design logikájában ez úgy értelmezhető, mint egy élő hálózat, ahol a mozgulat, a zene, az öltözet és a térszervezés mind csomópontok, amelyek között intenzív kapcsolatok működnek. Ezzel szemben egy nyugati művészeti projekt – mondjuk egy installáció a MIT Media Lab-ben – gyakran explicit kutatási kérdésből indul ki, és az interdiszciplinaritás a tudatos szervezés eredményeként épül fel. A balinéz modellben viszont a művészet, a tudomány és a spiritualitás eleve egymásba fonódik, és a rendszer természetes állapotaként jelenik meg.

[11] Holland, J. H. (1995): *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. Addison-Wesley.

KÉPZELJÜNK EL EGY KERETET

– A balinéz modell olyan, mint egy vadon növényes kert, ahol a fák, virágok, rovarok és madarak maguktól, természetesen alkotnak rendszert. Nem kell külön kertész, aki mesterségesen rendezi őket, mert minden elem szervesen kapcsolódik a másikkal: a növény árnyékot ad, a virág vonzza a méhet, a méh beporozza a fát, a fa termése táplálja az állatokat. Itt a tudomány, a művészet és a spiritualitás eleve összefonódik, és egy önfenntartó ökoszisztémát hoz létre.

- A nyugati modell inkább egy botanikus kerthez hasonlítható. Ott a növényeket külön ágyásokba ültetik, mindegyiket gondosan megtervezik, és a kapcsolatokat (pl. öntözőrendszer, üvegház, kertészeti útvonalak) mesterségesen hozzák létre. A művészet, a tudomány és a technológia külön indul, és később kötik össze őket tudatosan – például interdiszciplináris intézetekkel (MIT Media Lab, CAST).

UDAYANA EGYETEM HÁLÓZATKUTATÁSI SZEMLÉLETTEL

1. Struktúrák

- *Csomópontok (nodes)*: a különböző karok, kutatói közösségek és tudásterületek, amelyek az egyetemi hálózatot alkotják.
- *Élek (edges)*: az interdiszciplináris együttműködések, projektek és tudásáramlási folyamatok, amelyek összekötik a csomópontokat.
- *Központiség (centrality)*: a Tri Hita Karana filozófia kiemelt szerepe, amely a hálózat irányító magjaként funkcionál.
- *Modularitás (modularity)*: a helyi kutatói csoportok belső kohéziója, amely ugyanakkor nyitott a más modulokkal való kapcsolódásra.
- *Kisvilág-szerkezet (small-world structure)*: erős lokális kapcsolatok mellett rövid úthossz a hálózat bármely két pontja között, ami gyors információáramlást és hatékony együttműködést eredményez.

2. Dinamikák

- *Szinergiák kialakulása*: a diszciplínák közötti kapcsolatok nem erőltetett szervezési folyamatok, hanem organikus, önszerveződő dinamikák eredményei.
- *Komplex adaptív rendszer (complex adaptive system)*: az egyetem hálózata képes reagálni társadalmi, környezeti és tudományos változásokra, új mintázatokat hozva létre.
- *Hálózati protokoll*: a Tri Hita Karana működése olyan közös normát biztosít, amely lehetővé teszi az interdiszciplináris kapcsolatok fenntartható dinamikáját.
- *Innovációs dinamika*: a hálózati kapcsolatok révén új tudás- és designformák születnek, amelyek túlmutatnak a hagyományos diszciplináris kereteken.

Kutatási minta: szentjánosbágár biolumineszcencia a Távól-Keleten

A biolumineszcencia, vagyis az élő szervezetek által kémiai reakciók révén kibocsátott fény, több ökológiai funkcióban is megjelenik. Egyes fajok számára elsősorban védelmi mechanizmusként szolgál, például ellenfény-kamuflázs formájában a mélytengeri ökoszisztémákban. Más esetekben kommunikációs eszközként működik, mint a szentjánosbogarak fajspecifikus fényjeleiben.

A szentjánosbogarak biolumineszcenciája a természet egyik legvarázslatosabb jelensége: nyári éjszakákon apró fényjeleikkel kommunikálnak egymással, amelyek a párválasztás kulcsfontosságú eszközei. A folyamat alapja egy biokémiai reakció, amelyben a luciferin molekula a luciferáz enzim segítségével oxidálódik, és sárgászöld fényt bocsát ki [6]. A hímek és nőstények között így zajlik egy sajátos „fénydiálogo”: a repülő hímek villanásaira a növényzetben rejtőző nőstények válaszolnak, és ez a pontos ritmus biztosítja a fajok közötti felismerést.

FELTÉRKÉPEZÉS, PROBLÉMA

Balin azonban a szentjánosbogarak élete egyre nehezebbé válik. A turizmus rohamos növekedése, az urbanizáció, valamint a szigeten terjedő fény- és zajszennyezés drámaian befolyásolja a biolumineszcencia ökológiai szerepét. A mesterséges fényforrások – utcai lámpák, szállodák kivilágítása, illetve a folyópartokra szervezett hajós kirándulások reflektorai – elnyomják a bogarak fényjeleinek láthatóságát [7]. A természetes biolumineszcencia kommunikáció zavara közvetlenül érinti a párválasztást: a hímek és nőstények sokszor nem találják meg egymást, ami a szaporodási siker drasztikus csökkenéséhez vezet [12].

További fenyegetést jelent a természetes élőhelyek pusztulása. A rizsföldek átalakítása, a mocsaras területek lecsapolása és a part menti erdők irtása elpusztítja azokat a mikroélőhelyeket, amelyekben a szentjánosbogarak lárvái fejlődnek. Ezek a lárvák a talajban vagy víz közelében élő puhatestűekkel és csigákkal táplálkoznak, így létük szorosan kötődik az élőhely ökológiai egészségéhez. Az intenzív növényvédőszer-használat tovább súlyosbítja a helyzetet: közvetlenül mérgezi a lárvákat, miközben közvetetten a táplálékforrásaikat is felszámolja [13].

[6] Lewis, S. M.–Cratsley, C. K. (2008): Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies. *Annual Review of Entomology*, 53., pp. 293–321.

[7] Fireflyers International Network (FIN). (2020): *Firefly-friendly lighting and tourism guidance (policy notes/field guidelines)*.

[12] Lloyd, J. E. (2017): *On the decoupling of firefly communication under anthropogenic light and noise (overview paper/field reports)*.

[13] Lewis, S. M. (2016): *Silent Sparks: The Wondrous World of Fireflies*. Princeton University Press.

A balinéz szentjánosbogarak populációi így kettős nyomás alatt állnak: a fény- és zajszennyezés akadályozza a kommunikációjukat és szaporodásukat, míg a mezőgazdasági terjeszkedés és a turizmus az életfeltételeiket pusztítja el. Mindez arra figyelmeztet, hogy a biolumineszcencia törekeny ökológiai jelenség: fennmaradása nem pusztán biokémiai csoda, hanem emberi felelősség kérdése is.

KÉPZELJÜNK EL EGY SZÍNPADOT

Képzeld el a szentjánosbogarak világát egy szabadtéri balinéz táncelőadásként. A bogarak fényei olyanok, mint a táncosok mozdulatai a sötét színpadon: mindegyik fény egy jel, amely ritmust, irányt és kapcsolatot teremt a többiek felé. A nőstények és hímek közötti fényváltások olyanok, mint a koreográfia finom hívó- és válaszmozdulatai. Amikor azonban a színpadot elárasztja a külső világítás – utcai lámpák és reflektorok – a tánc nyelve olvashatatlanná válik. Olyan, mintha egy modern diszkófény megzavarná a tradicionális előadás ritmusát: a táncosok elveszítik egymást a káoszban, a közös mozdulatok szétesnek, és a darab elnémul. Hasonló a helyzet az élőhelyek pusztulásával is. Ha a színpadot – a rizsföldeket, erdőket, mocsarakat – felszámolják, a táncosoknak többé nincs hol megjelenniük. Az előadás nemcsak megszakad, hanem el is tűnik a kultúrával együtt. Így a szentjánosbogarak organizmusa – mint egy élő, közösségi műalkotás – egyszerre természeti és kulturális kincs, amelynek fennmaradása az emberi gondoskodáson múlik.

A BALINÉZ SZENTJÁNOSBOGARAK RENDSZERE HÁLÓZATKUTATÁSI SZEMLÉLETTEL

3. Csomópontok (Nodes):

A hálózat alapegységei:

- *Élőlények*: hím és nőstény szentjánosbogarak, lárvák, táplálékállatok (pl. csigák).
- *Környezet*: rizsföldek, mocsarak, partmenti erdők, folyók.
- *Emberi tényezők*: turisták, szállodák, helyi lakosok.
- *Technológiai elemek*: utcai lámpák, reflektorok, szállodai világítás.

4. Élek (Edges):

A csomópontok közötti kapcsolatok.

- *Természetes kapcsolatok*: fényjelek a bogarak között, tápláléklánc (lárvák → csigák).
- *Zavaró kapcsolatok*: mesterséges fényforrások, amelyek „elnyomják” a biolumineszcens jeleket.
- *Gazdasági kapcsolatok*: turizmus és mezőgazdaság, amelyek átalakítják az élőhelyet.

5. *Alhálózatok (Sub-networks):*

- *Ökológiai hálózat:* bogarak, lárvák, élőhelyek és táplálékhálózat.
- *Emberi hálózat:* turisták, szállodák, hajókirándulások.
- *Technológiai hálózat:* a mesterséges fények és infrastruktúra rendszere.

6. *Központiség (Centrality):*

A hálózat szíve a biolumineszcencia, a fényjelzés rendszere. Ha ez megsérül, a teljes kommunikációs hálózat összeomlik, és a faj szaporodási esélyei drámaian csökkennek.

7. *Modularitás (Modularity):*

A hálózat kisebb, sűrűn kapcsolt egységekből áll:

- Lárvák és táplálékállataik egy ökológiai modul.
 - Turisztikai klaszterek (szállodák, hajókirándulások) egy emberi modul.
- Ezek belül szorosak, de hatásuk a többi modulra is kiterjed.

8. *Dinamika (Dynamics):*

- *Pozitív kör:* ha a fényjelek tisztán működnek, a bogarak megtalálják egymást, a populáció fennmarad.
- *Negatív kör:* ha a fények elnyomják a jeleket, a párzás sikertelen, a populáció összezsugorodik.
- *Külső sokkok:* vegyszerek, élőhelyek felszámolása → lárvák pusztulása.

9. *Kis világ jelleg (Small-world property):*

Természetes állapotban a bogarak fényjele olyan, mint egy gyors és közvetlen rövid út két pont között: a nőstény és a hím „látja” egymást.

Ha azonban mesterséges fények törnek be, ezek az utak megnyúlnak, a kapcsolatok szétesnek, és a hálózat elveszíti hatékonyságát.

10. *Törékenység (Vulnerability):*

A hálózat érzékeny azokra a külső hatásokra, amelyek megzavarják a központi elemet a fénykommunikációt. Ha a rizsföldek, erdők és folyók mint kulcs-csomópontok eltűnnek, a teljes rendszer összeomlik.

- A bogarak fényei a hangszerek hangjai.
- A fényjelekkel létrejön egy szimfónia, amelyben minden hím és nőstény „játsszik” a maga szerepében.
- A turisták reflektorai olyanok, mint egy zajos hangfal, amely elnyomja a dallamot.
- Ha a színpadot (az élőhelyet) lebontják, a zenekar többé nem tud fellépni.

A hálózatkutatás szavaival élve: a zenekar csomópontjai a bogarak, a hangjegyek az élek, a dallam a dinamika, és ha a központi ritmust elnyomja a külső zaj, a teljes zenei hálózat szétesik.

[14] Wayan, Wardika (2025): *Bring Back the Lights*. Manuscript.

Bring Back the Lights: a kutatás, művészet, edukáció

Indonéziában végzett terepmunkám során, az Udayana Universityn Prof. Ni Luh Watiniasih közvetítésével kerültem kapcsolatba a Bring Back the Light kutató- és konzervációs központtal. Ez az intézmény nem csupán a szentjánosbogarak (Lampyridae) biológiájának és biolumineszcenciájának vizsgálatával vált ismertté, hanem a sajátos törekvésével is, hogy a tudományos eredményeket művészeti és oktatási gyakorlatokon keresztül közvetítse a helyi közösségek felé. A központ egyszerre kutatólaboratórium és kulturális-nevelőhely: a biológiai jelenségek itt nem pusztán tudományos adatok, hanem társadalmi és filozófiai üzenetek hordozói, amelyek a közösségi tudatosítás eszközeivé válnak.

A projekt alapítója, Wayan Wardika, személyes élményeiből merített inspirációt. Gyermekkorában Bali Taro térségében a sötét éjszakákat még a szentjánosbogarak fénye világította be, ám az urbanizáció, a fény- és vegyi szennyezés következtében ez a látvány fokozatosan eltűnt. A fények hiánya nemcsak metaforikus értelemben hagyott nyomot – mint a világ elveszített lelki dimenziója –, hanem az ökoszisztéma működésében is: a szentjánosbogarak lárvái természetes ragadozóként szabályozzák a kártevők, például a levéltetvek populációját, ezáltal közvetlenül hozzájárulva a rizstermesztés fenntarthatóságához. A biolumineszcencia elvesztése így egyszerre jelent ökológiai, kulturális és gazdasági veszteséget.

A konzervatóriumban jelenleg hét kutató dolgozik a szentjánosbogarak szaporodási, párzási és ökológiai viselkedésének feltárásán. A kutatások interdiszciplináris keretben zajlanak: az ökológiai és biológiai szempontokat helyi kulturális dimenziókkal kapcsolják össze, az Udayana University szakembereivel együttműködve. Ez a hálózati szemlélet jól illeszkedik az MIT Media Lab CAVS- és CAST-modelljeihez: míg ott a művészet és a technológia kapcsolata teremti meg a „kis világ” jellegű hálózatokat, addig Balin a Tri Hita Karana filozófiája biztosítja azt a közös értékrendszert, amelyben a tudomány, a művészet és a közösségi részvétel természetes szinergiába rendeződik.

A Bring Back the Light program különlegessége, hogy a természetvédelmet közösségi oktatással és művészeti gyakorlatokkal kapcsolja össze. A helyi lakosok és iskolák bevonásával szervezett események – fényinstallációk, előadások, közösségi alkotások – nem pusztán illusztrációként működnek, hanem a biolumineszcencia élményszerű megjelenítésével a biodiverzitás védelmének fontosságát is megtapasztalhatóvá teszik. A tudományos ismeretek így kilépnek a laborfalak közül, és nyitott, interaktív formában jutnak el széles társadalmi rétegekhez [14].

Ebben a modellben a biolumineszcencia egyszerre kutatási tárgy, kulturális szimbólum és oktatási eszköz.

A kezdeményezés jelentősége abban áll, hogy a tudományos kutatás nem elszigetelten jelenik meg, hanem a művészet és az oktatás integrációján keresztül válik élő hálózattá. A nyugati modellekben a design tölti be a mediátor szerepét a tudomány és a társadalom között, míg a balinéz gyakorlatban maga a művészet alakítja ki ezt a hidat. A Bring Back the Light esetében a művészet nem kísérőelem, hanem a hálózat kulcsfontosságú infrastruktúrája: olyan kapcsolati rendszer, amely rövid utakon [14] juttatja el a tudományos tudást a közösségekhez, miközben erős helyi kohéziót épít.

Így a művészet egyszerre válik filozófiai közvetítővé és oktatási eszközzé: képes a tudományos kutatás eredményeit átélhető, közösségi és fenntartható tapasztalattá alakítani. A Bring Back the Light program nem csupán a szentjánosbogarak viselkedéséről szól, hanem arról is, hogyan teremthető meg egy olyan tudás- és értékhálózat, ahol a tudomány és a művészet együtt tanít, érzékenyít és felelősségre ösztönöz.

[14] Wayan, Wardika (2025): *Bring Back the Lights*. Manuscript.

KÉPZELJÜK EL EGY ZENEMŰVET

A Bring Back the Light olyan, mint egy közösen játszott zenemű, amelyből lassan eltűntek a hangszerek. A szentjánosbogarak fényei a dallam hangjegyei, amelyek nélkül a természet szimfóniája hiányossá válik. A központ munkája abban áll, hogy nemcsak visszahozza a hangokat – vagyis a fényt –, hanem a közösséget is bevonja (művészet) a zenekarba. Így a tudomány nem elszigetelt kotta marad, hanem közös koncert, amelyben minden résztvevő felelős a harmónia fennmaradásáért.

BRING BACK THE LIGHT HÁLÓZATKUTATÁSI SZEMLÉLETTEL

1. Csomópontok (Nodes):

- *Biológiai szereplők*: szentjánosbogarak, lárvák, kártevők (pl. levéltetvek).
- *Intézmények*: Udayana University, Bring Back the Light központ.
- *Emberi szereplők*: kutatók, helyi lakosok, diákok, közösségek.
- *Kulturális elemek*: Tri Hita Karana filozófia, fényinstallációk, előadások.
- *Tudományos ismeretek*: biolumineszcencia, ökológiai adatok.

2. *Élek (Edges – kapcsolatok):*

- Tudományos együttműködések a kutatók és intézmények között.
- Kulturális és filozófiai kapcsolatok (Tri Hita Karana ↔ tudomány).
- Oktatási kapcsolatok: ismeretek áramlása az iskolákba, közösségekbe.
- Művészeti közvetítés: fényinstallációk, közösségi alkotások mint tudásátadási csatornák.

3. *Alhálózatok (Sub-networks):*

- Ökológiai alhálózat: szentjánosbogarak, lárvák, kártevők, rizsföldek.
- Tudományos alhálózat: kutatók, egyetem, kutatóközpont.
- Közösségi alhálózat: helyi lakosok, diákok, iskolák.
- Művészeti alhálózat: installációk, előadások, közösségi események.

4. *Központiség (Centrality):*

- A biolumineszcencia a központi elem, amelyhez minden más csomópont kapcsolódik (kutatás, oktatás, művészet, közösség).
- Kulcs-szereplők: Wayan Wardika (alapító), kutatók és közösségi mediátorok.

5. *Modularitás (Modularity):*

- Külön modulok (kutatók, művészek, közösségek) szoros belső kapcsolatban működnek, de hidak kötik össze őket.
- Az oktatási programok ezeknek a moduloknak a kapcsolatait erősítik.

6. *Dinamika (Dynamics):*

- Tudásáramlás: labor → művészet → közösség.
- Kölcsönhatás: tudományi eredmények kulturális szimbólummá válnak, majd visszahatnak a közösségi szemléletre.
- Erősítő kör: művészet ↔ oktatás ↔ közösség, amely új kohéziót épít.

7. *Kis világ jelleg (Small-world property):*

- A művészeti események „rövid utakat” hoznak létre: a tudományos ismeretek közvetlenül eljutnak a közösségekhez.
- Helyben erős kapcsolatok (kohézió), globálisan gyors tudásáramlás.

8. *Hálózati infrastruktúra (Network infrastructure):*

- A művészet nem kiegészítő, hanem a hálózat „vezeték rendszere”: biztosítja az információ áramlását és a közösségi élmény megosztását.

Hibrid designer

Vajon a különböző például bioszervezési modellek adaptálhatók-e a társadalom, a gazdaság vagy más tudományterületek hálózati működésébe? Lehetnek-e olyan minták, amelyek nemcsak a biológiában, hanem más rendszerekben is hasznosíthatók? Ha igen, melyik diszciplína képes olyan átfogó és hálózati szemléletű gondolkodásra, amely felismeri az elemeket, a struktúrákat és a dinamikákat, majd képes ezeket más területek rendszerébe is beépíteni?

A szentjánosbogarak veszélybe került kommunikációjának és ökológiai szerepének helyreállítása különösen izgalmas kihívást jelent a hibrid design számára. A hibrid designer szemszögéből a szentjánosbogarak fenntarthatóságának problémája nem csupán biológiai kérdés, hanem egy hálózati kihívás is. Ha a hálózatot úgy képzeljük el, mint egy hétköznapi társadalmi közösséget – például egy falut vagy egy szomszédságot –, akkor a bogarak a csomópontok (nodes), a fényjeleikkel kialakított kommunikáció pedig az élek (edges), amelyek a közösség kohézióját adják. Ha azonban a mesterséges fény „túlkiabálja” ezeket a jeleket, olyan, mintha a falugyűlésen mindenki egyszerre kiabálna: a kapcsolatok megszakadnak, a közösség szétesik. A hálózat kutatás nyelvén ez a központiság (centrality) és a kisvilág-szerkezet (small-world structure) sérülését jelenti. A hibrid designer feladata itt az, hogy „híd” (brokerage) szerepet vállaljon – ahogy a szomszédot összehozza a gazdával vagy a tanítót a diákokkal –, és újra összehangolja azokat a csatornákat, ahol az információ és az ökológiai tudás áramolhat. A Tri Hita Karana filozófia és a Bring Back the Lights-projekt példája azt mutatja, hogy ha a központi normát (protokollt) közösen elfogadott értékek – ember, természet, közösség harmóniája – határozzák meg, akkor a hálózat képes önszerveződni, alkalmazkodni, és ellenállóbbá válni.

A hibrid designer tehát nem egyszerűen „szép tárgyakat” alkot, hanem olyan új hálózatokat tervez, amelyek képesek regenerálni a kapcsolatokat. Ez hasonlít ahhoz, amikor egy közösségben valaki megszervezi a szomszédok összejövetelét: a különálló emberek (csomópontok) között új élek jönnek létre, és ettől az egész közösség erősebb lesz. A fenntarthatóság ebben a logikában nem más, mint a hálózat rugalmassága és folyamatos újraszerveződése. A szentjánosbogarak fényének megőrzése így nem pusztán ökológiai feladat, hanem egy olyan komplex adaptív rendszer (complex adaptive system) tudatos átalakítása, ahol a tudomány, a művészet, a design és a közösség egy közös hálózat részeként működik. A hibrid designer munkája ebben a kontextusban olyan, mint egy karmesteré: nem ő játszik minden hangszeren, hanem ő teremti meg azt a hálózati dinamikát, amelyben minden szereplő – legyen az bogár, kutató vagy helyi gazda – a saját ritmusában, mégis összhangban adhat fényt.

De vajon miként válhat egy táj védelme amely egyszerre turisztikailag vonzó és gazdaságilag értékes nemcsak kötelességgé, hanem közös érdeké is?

[8] Kennedy, S.–Strano, M. (2018): *Bio-luminescence–design mediation in urban/public applications*. (Project papers and talks from MIT CAST/Media Lab collaborations).

[14] Wayan Wardika (2025): *Bring Back the Lights*. Manuscript.

[15] Kivelä, 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.

Konklúzió – Nyugat-keleti minta struktúrák: művészet és design

A vizsgált távol-keleti művészet jelenleg korlátozza a design megjelenését így ezen a térségen a hálózati híd szerepét még a művészet tölti be, ezzel szemben azzal, hogy a nyugat átadta a designnak, (amely kivált a művészet nagy kosarából, továbbra is támaszkodva művészetre) és kapcsolódási pontot, pólust épített ki elsősorban a tudománnyal és a technológiával, így ez az új kétpólusúság, két pillér támasztja alá ezt az új struktúrájú hálózati hidat. A vizsgált keleti kultúrában a filozófiai hagyományok – például a Tri Hita Karana – szerves egységet képeznek a művészettel. A rendszer itt egyetlen nagy egészből épít hidat, anélkül, hogy elemeit különválasztaná (ahogyan nyugaton történt a design esetében). Míg a nyugati modellek párhuzamos, multiplex hálózatokat hoznak létre [15], addig a keleti gondolkodás inkább lineáris és integrált: a művészet és a filozófia nem külön modulok, hanem egyazon hálózat központi csomópontjai. A nyugati MIT mintában a design már önálló küldetesként vállalja a hálózati híd szerepét – kapcsolódva a tudományhoz, a technológiához és a gazdasághoz. A design mögött ugyan továbbra is érezhető a művészet inspirációja, de a hangsúly az alkalmazhatóságon és a mérhetőségen van. Ezzel szemben a keleti Indonézia esetében a művészet és a filozófia egy egységet képez, és komplexebb funkciót lát el: egyszerre szolgál kulturális, oktatási és filozófiai médiummal, ahogy azt a Bring Back the Light kezdeményezés is példázza [14].

A STUDIO FV (Budapest) keretén belül jelenleg éppen ezt a kettősséget kívánjuk összeegyeztetni: egy olyan hálózati hidat és csomópontot keresünk, amely a nyugati mintát követve gazdaságilag is mérhető (design), ugyanakkor a keleti modellhez hasonlóan tartalmilag komplex, vállalva a társadalom érzékenyítését és edukációját (művészet). Nyugaton az MIT professzorai, Michael Strano és Sheila Kennedy például biolumineszcens padokkal kísérleteznek, amelyek a természetes fényt design-eszközök segítségével képesek közvetíteni a szélesebb társadalmi hálózat felé, így egyszerre válnak esztétikailag értékessé, tudományosan innovatívvá és gazdaságilag mérhetővé [8].

Vizsgáljuk a kérdést, hogy a keleti és nyugati modellek ötvöztetésével – a design és a művészet szorosabb szövetségével – milyen eredményeket érhetnénk el társadalmi szinten: vajon képesek lennénk-e olyan hídstruktúrákat létrehozni, amelyek egyszerre hatékonyak a gazdasági hálózatokban, és mélyen beágyazottak a közösségi, kulturális és filozófiai kontextusokban?

Hibrid design mint lehetséges új tudományág

A hibrid design nem csupán módszertani újítás, hanem szemléleti fordulat is egy lehetséges új tudományág: a hálózatkutatás szemléletével eszköztárával és a design szövetségével olyan összefüggések rajzolódnak ki, amelyek túlmutatnak a megszokott tudományos kategóriákon. Olyan, mintha egy zenekart hallgatnánk, ahol a különböző hangszerek – bár eltérő kultúrák dallamait hordozzák – közös ritmusban szólalnak meg, és a hálózat maga a kottaként működik, amely összerendezi őket. A hibrid design így egyszerre válik elemző eszközzé és alkotói aktussá: képes a különböző struktúrák közötti harmóniát létrehozni, és olyan rendszereket építeni, amelyekben a sokféleség nem akadály, hanem a működés legfőbb erőforrása.

A hibrid design problémát vizsgál és megoldást kínál térség, kultúra és terület-től függetlenül. Struktúra-mintákat azonosít, kiemel, új rendszereket képes építeni vagy már meglévőket fenntarthatóvá tenni, multiplex hálózatokat harmonizálni, rendszerszervező ereje van.

A hibrid design a hálózatok harmonikus együttműködését tűzi ki célul.

A cikk folytatása a novemberi számunkban következik.

[3] Xu, P.-Li, J. (2024): Advancing Learning with Artificial Intelligence. *A Review Educational Technology & Society*, 27., (3.).