

A MŰVÉSZET, DESIGN ÉS INNOVÁCIÓ INTERDISZCIPLINÁRIS  
HÁROMSZÖGE: A TERÜLETEK KÖZÖTTI EGYÜTTMŰKÖDÉSEK  
VIZSGÁLATA

(A művészet, design és tudomány interdiszciplináris együttműködésének hálózati  
lehetőségei: Smaragdfa)

Szerző: Vattay Flóra Veronika

Intézmény: Budapesti Metropolitan Egyetem, Művészeti Kar

Szak, specializáció: Design- és művészetmenedzsment MA levelező, Kurátori  
specializáció

Témavezető: Horváth Eszter PhD, egyetemi adjunktus

# **Tartalom**

## **Bevezető**

### **I. A Bauhaus interdiszciplináris hálózatának bővülése: Gropiusi modelltől az MIT-ig**

- Moholy-Nagy László
- Új csomópont: Kepes György
- Az MIT hálózatai
- Reprezentatív együttműködések *Tomas Saraceno és Marcus Buehler*
- A művészet, tudomány és design komplex rendszere: *Neri Oxman-féle komplex rendszer, design, mint hálózati híd*

### **II. Hálózati rendszerek: Együttműködési kezdeményezések és példák magyar viszonyok között**

- A művészet mint *hálózati híd* ('borkerage') a tudományhoz: *Flying Kayak*
- *BME Művészrezidenciaprogram*

### **III. Összegzés**

### **IV. A művészet, design és tudomány interdiszciplináris együttműködés hálózati lehetőségei a gyakorlatban: Smaragdfa a művészetekben**

### **V. A kutatás hosszú távú céljai**

## **Bevezető**

Az interdiszciplinaritás a kreativitás új horizontjait nyitja meg, ahol a művészet, a design és a tudomány dinamikus kölcsönhatásaiban rejlő lehetőségek innovációt és mélyebb megértést ígérnek. Kutatásom központjában a kreatív gondolkodás potenciáljának vizsgálata áll hálózatkutatás módszere alkalmazásával, amely nem csupán elemzési eszközt, hanem újfajta gondolkodásmódot is kínál az interdiszciplináris együttműködések és szubjektívnek vélt jelenségek vizsgálatához. A hálózatkutatás módszertana és terminológiája nem csupán a vizsgálódások eszközeként alkalmazható, hanem egyúttal egy újszerű közös nyelvként is szolgálhat a különböző területek szakemberei között, amely közös nevezőt teremthet például egy művész és egy tudós együttműködésében. Az interdiszciplináris projektek keretében a különböző területek szakértői egymással együttműködve új megközelítéseket és módszereket dolgoznak ki, amelyek gyakran egyedi, eddig ismeretlen megoldásokhoz vezetnek. Az ilyen együttműködésekben a hálózatok és a kapcsolatok vizsgálata kulcsfontosságú szerepet játszik. Ez különösen jelentős akkor, amikor az interdiszciplinaritás során kialakuló együttműködési dinamikák és ezek társadalmi-kulturális kontextusainak elemzése a cél. Kutatásom célja, hogy feltárja a művészet, a design és a tudomány közötti együttműködés hálózati dimenzióit, azok elemeit és további lehetőségeit a hálózatkutatás módszerével, valamint azt, hogy a kreatív gondolkodás szubjektívnek vélt jelenségei mérésére hogyan alkalmazható a hálózatkutatás módszertana és annak szótára. Az interdiszciplinaritás révén kialakuló kreatív kapcsolódások hálózati perspektívából történő vizsgálata nemcsak a művészeti alkotás folyamatainak mélyebb megértéséhez járulhat hozzá, hanem új elméleti és gyakorlati hálózati modelleket is kínálhat az innovációs kutatások, fiatal művészek, designerek és tudósok számára. A jelen esszében a kutatás első, elméleti szakaszában elért eredményeket szándékozom bemutatni, illetve azok gyakorlatba ültetésének lehetőségeit vizsgálom (a kutatás második, gyakorlati szakasza: Smaragd-fa-projekt)

A művészet, a design és a tudomány közötti interdiszciplináris kapcsolatok hosszú történeti múltra tekintenek vissza, amelynek egyik meghatározó mérföldköve a Bauhaus iskola alapítása, melyet jelen kontextusban művészeti, tudományos és innovációs csomópontok hálózataként fogunk értelmezni. Walter Gropius (1965) Bauhaus Manifesztója már 1919-ben hangsúlyozta az iparművészet, a design és a technológia integrált szemléletének fontosságát, amely a későbbi kreatív és innovációs

együttműködések alapját képezte. A Bauhaus eszmeisége és öröksége Moholy-Nagy László munkásságában is megfigyelhető, aki az Új Bauhaus (Chicago) majd az Institute of Design létrehozásában (*hálózati dinamika* jelensége, Holme, P., & Saramäki, J. 2012. *Temporal networks. Physics Reports*, 519(3), 97–125) játszott kulcsszerepet (*Negroponte, 1995*). Az ilyen interdiszciplináris gondolkodás és hálózati megközelítés továbbbélése Kepes György (új csomópont) tevékenységében érhető tetten, aki a művészet és a tudomány integrációjának egyik kiemelkedő alakjaként működött az MIT Center for Advanced Visual Studies (CAVS, *klasszterezés*, Watts, D. J., & Strogatz, S. H. 1998. *Collective dynamics of 'small-world' networks. Nature*, 393(6684), 440–442.) keretei között (*Kepes, 1965*). A művészet és a tudomány találkozási pontjai azonban nem csupán történeti kontextusban relevánsak, hanem a kortárs együttműködési formákban is egyre inkább megnyilvánulnak (*központiság*, Freeman, L. C. 1979. *Centrality in social networks: Conceptual clarification. Social Networks*, 1(3), 215–239.). Jelen esszében olyan példák részletes vizsgálatára is sor kerül, amelyek demonstrálják a művészet, a design és a tudomány közötti hálózati kapcsolatok mérhetőségét és egymást előremozdító jelenségeit. Ezek közé tartoznak Tomas Saraceno és Markus Buehler projektjei az MIT Media Lab és a Center for Art, Science & Technology (CAST) keretei között, valamint Neri Oxman *Material Ecology* koncepciója, amelyek nemcsak a kreatív együttműködés új dimenzióit tárták fel, hanem a hálózati kapcsolatok és azok eredményük mérésére is lehetőséget biztosítottak (Buehler, M. J. 2017. *Biomaterialic*; Oxman, N. 2020. *Material Ecology. Exhibition Catalogue*. Museum of Modern Art MoMA, New York. ). A magyar kontextusban is számos jelentős példa emelhető ki, amelyek a művészeti és tudományos hálózatok hozzájárulását mutatják az új megközelítések kialakításához. Ezek közé tartozik a BME Művész Rezidenciaprogram (2022–2024, Gács Anna, BME docense, vezetésével) és a LENECURATORSCOLLAB: Flying Kayak interdiszciplináris kiállítás (2018, OFF-Biennálé), amelyek a regionális hálózatok innovációs potenciálját demonstrálják (Dr. Lázár Eszter művészettörténész, ELTE BTK és Nagy Edina, Magyar Képzőművészeti Egyetem, 2018).

A kutatás második szakasza a *hálózati diffúzió* gyakorlati vizsgálatára összpontosít, amely az információ és innováció terjedésének folyamatait és mértékét elemzi. A hálózati diffúzió dinamikájának megértése kulcsfontosságú az interdiszciplináris együttműködések sikeréhez, különösen a művészetek, a design és a tudomány találkozási pontjain. E gyakorlati kísérletek keretében a Smaragdfa projekt áll a középpontban, amely

a különböző diszciplínák szintézisét célozza meg Dr. Steier József (Sunwo Kft., Smaragdfa nemesítője, energetikus, agrár szakmérnök, klímakutató, tiszteletbeli konzul) és Smaragdfa teljes csapatával (kutatók, tudósok, agrár és üzleti fókuszú szakemberek) közreműködésével. E projekt esetében arra keresünk választ, hogy a tudományos elemek miként integrálhatók művészeti és design hálózatokba, és ezek az interakciók milyen módon képesek elősegíteni új, komplex rendszerek kialakulását. Az ilyen hálózati rendszerek vizsgálata nemcsak a kreatív folyamatok mélyebb megértését segítik, hanem hozzájárulhatnak az interdiszciplináris innováció fejlődéséhez is (Watts, D. J. 1999. *Small worlds: The dynamics of networks between order and randomness. Princeton Studies in Complexity. Princeton: Princeton University Press.*).

A Bauhaus által elindított interdiszciplináris kísérletek máig ható inspirációként szolgálnak a művészet, a design és a tudomány területén zajló innovációk számára, különösen olyan jelentős intézmények és kezdeményezések esetében, mint a CAVS, CAST, MIT Media Lab vagy, hazai viszonylatban, a BME Művészrezidenciaprogram. Ezekben a projekteken az egyes szakterületek közötti kölcsönhatások nem csupán inspirációt nyújtanak egymás számára, hanem egy olyan új hálózati dinamikát hoznak létre, amelyben az egyes területek eszköztárai és módszertani megközelítései folyamatosan bővülnek egymás hatására. A művészet, a design és a tudomány ugyan különböző eszközökkel és módszertanokkal dolgozik, mégis közös pontokat (*éleket*, Newman, M. E. J. 2010. *Networks: An Introduction. Oxford: Oxford University Press.*) fedezhetünk fel ezek között, mint például a kísérletezés, a kíváncsiság és a jövőbe tekintő vizionálás. Ez a közös attitűd nemcsak párbeszédet teremt e területek között, hanem új átjárhatóságot is lehetővé tesz az egymástól látszólag független hálózatok között, ahogy azt a gropiusi-szemlélet is eredményesen alátámasztotta.

Kutatásom központi témája azon hálózati rendszerek vizsgálata, amelyek a Bauhaus, a MIT Media Lab és a BME Művészrezidenciaprogram által megtestesített interdiszciplináris együttműködésekben jönnek létre. Arra törekszem, hogy feltárjam, miként hatnak egymásra ezek a különböző területek, hogyan épülnek be egymás rendszereibe, és miként formálódik az együttműködésük révén egy új, komplex hálózati rendszer, illetve hogyan kapcsolódhat be ez komplex rendszer a szélesebb társadalom hálózati rendszerébe.

Hosszútávú kutatásom célja a művészet, a design és a tudomány együttműködésének hálózati lehetőségeinek feltárása, különös tekintettel a 21. századi interdiszciplináris kapcsolódásokra. Vizsgálom, hogy ezek az eltérő területek milyen érintkezési pontokat (*éleket*) kínálnak egymásnak, milyen módon gazdagítják egymást, és hogyan lehet a hálózati rendszereiket bővíteni. Emellett elemzem, hogy a modern kor kihívásaira válaszul ezek az együttműködések milyen új lehetőségeket nyitnak meg a művészet és a design számára. Fontos kérdésként merül fel, hogy ezek a szorosabb interakciók hogyan járulhatnak hozzá a korszerű hálózati rendszerek hatékonyságának növeléséhez, és szervezhetőek komplex rendszerként a globális hálózatban.

A kutatás várható eredményei között szerepelnek azok a gyakorlati és elméleti stratégiai ajánlások, amelyek segíthetik az interdiszciplináris projektek hatékonyabb szervezését és menedzsmentjét. A kutatás hozzájárulhat ahhoz, hogy a művészetek és a design új szerepet tölthessenek be a tudományos innovációk támogatásában, különböző területek szakemberei optimális pozicionálásában valamint a társadalmi hálózatok kiegyensúlyozottabb, holisztikusabb struktúráinak megteremtésében (Barabási, A.-L. 2016. *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press.).

## **I. A Bauhaus interdiszciplináris hálózatának bővülése: Gropiusi modelltől az MIT-ig**

A Bauhaus-mozgalom és Walter Gropius szerepe az interdiszciplinaritás alapjainak megteremtésében vitathatatlan, mind elméleti, mind gyakorlati szempontból. Gropius vezetésével a Bauhaus (1919–1933) nemcsak a művészeti és építészeti modernizmus megújulásának szinonimájává vált, hanem a különböző diszciplínák közötti együttműködés és integráció egyik úttörőjévé is. Gropius filozófiájának központi eleme az volt, hogy a különböző művészeti ágak (építészet, iparművészet, festészet, szobrászat) nem létezhetnek egymástól elkülönülve, hanem egy holisztikus, funkcionális egységbe kell rendeződjenek (Wick, R. K. 2000. *Teaching at the Bauhaus*. Munich: Hatje Cantz Publishers.). A Bauhaus oktatási modellje, melyet Gropius és munkatársai, például Moholy-Nagy László és Johannes Itte dolgoztak ki, radikálisan eltért a hagyományos művészeti akadémiák rendszerétől: a gyakorlati műhelymunka és az elméleti kurzusok szoros integrációja olyan tanulási környezetet hozott létre, amely a kreativitás és az

innováció előmozdítását célozta. Az "összművészet" (*Gesamtkunstwerk*) elve, amely a különböző diszciplínák szintézisét hirdeti, a Bauhaus egyik alapvető eszméje volt, és a mai napig meghatározó az interdiszciplináris gondolkodás számára (Droste, M. 1990. *Bauhaus, 1919–1933*. Cologne: Benedikt Taschen.). E koncepció hatása nemcsak az építészet és design területén érezhető, hanem a modern tudományos és kulturális diskurzusokban is, ahol az együttműködés és az integráció szükségessége egyre inkább előtérbe kerül. Walter Gropiusnak és a Bauhausnak köszönhetően az interdiszciplinaritás fogalma nemcsak a modernista művészeti paradigmák alapja lett, hanem a tudományos és kulturális innováció kiemelkedő modelljévé is vált.

A Bauhaus-mozgalom és Walter Gropius munkássága hálózati perspektívából az interdiszciplinaritás innovatív modelljeként értelmezhető amely a különböző művészeti ágak szoros együttműködésén alapuló dinamikus hálózatot hozott létre. Gropius vezetése alatt a Bauhaus oktatási rendszere kétoldalú hálózatként működött, ahol a mesterek és diákok közötti interakciók a kreatív tudásáramlást (hálózati diffúzió) biztosították (Wick, R. K. 2000. *Teaching at the Bauhaus*. Munich: Hatje Cantz Publishers., Droste, M. 1990. *Bauhaus, 1919–1933*. Cologne: Benedikt Taschen.). Az "összművészet" elve és a műhelymunka integrációja a Barabási által skálafüggetlen hálózati modellként jellemzett (Barabási, A.-L. 2017. *The Formula: The Universal Laws of Success*. New York: Little, Brown and Company.). Ez a holisztikus szemlélet nemcsak a modernista művészet, hanem a tudományos és kulturális innováció hálózati alapú megközelítését is megalapozta, bizonyítva a kapcsolati rendszerek erejét a kreatív szinergiák létrehozásában.

### **Moholy-Nagy László**

Moholy-Nagy László munkássága fontos csomópontja a Bauhaus-hálózatnak, különös tekintettel a Bauhaus filozófia amerikai kontextusba történő átemelésére és továbbfejlesztésére. Az 1937-ben Chicagóban alapított Új Bauhaus olyan intézményként jött létre, amely nemcsak Gropius eredeti elképzeléseit vitte tovább, hanem új elemekkel gazdagította azokat, jelentősen növelve a Bauhaus-hálózat interdiszciplináris komplexitását. Moholy-Nagy munkássága révén a Gropius által kezdeményezett európai hálózat egy nemzetközi szintű rendszerré fejlődött, amely új kapcsolódási pontokat teremtett a művészet, technológia és ipari innováció területei között (Passuth, K. 1985. *Moholy-Nagy*. London: Thames & Hudson.; Forgács, É. 1995. *The Bauhaus Idea*

*and Bauhaus Politics. Budapest: Central European University Press.*). Az Új Bauhaus programja különösen fontosnak tekinthető a hálózatelméleti vizsgálatokban, mivel Moholy-Nagy a kísérletezésre és technológiai integrációra helyezte a hangsúlyt, ezzel új típusú kapcsolati rendszereket hozott létre. Az intézmény fókuszában a fény, mozgás, anyagok és formák kísérleti vizsgálata állt, ami nemcsak az interdiszciplináris kapcsolatok mélyítéséhez, hanem az amerikai designhálózat belső átrendeződéséhez is hozzájárult. A Gropius által megkezdett holisztikus oktatási modell ebben a környezetben tovább bővült, hiszen Moholy-Nagy olyan tudományágakat és szakmai csoportokat is bekapcsolt az együttműködésbe, amelyek korábban nem voltak szerves részei a Bauhaus-hálózatnak. Ez a folyamat a hálózat adaptív kapacitásának növekedését eredményezte, amely Barabási (Barabási, A.-L. (2017). *The Formula: The Universal Laws of Success*. New York: Little, Brown and Company.) elmélete szerint kulcsfontosságú a rendszerek rugalmasságában és fenntarthatóságában.

A New Bauhaus, majd később az Institute of Design néven ismertté vált intézmény a globális designhálózat egyik központi csomópontjává vált. Moholy-Nagy vezetése alatt az iskola nemcsak a Bauhaus eszmék továbbvitelét biztosította, hanem új innovációs területek és interakciók révén újraformálta az amerikai design kultúrát. A hálózatkutatás perspektívájából ez az átmenet egy multicentikus hálózat kialakulását mutatja, ahol az eredeti Bauhaus egyedi elemei új kontextusokban születtek újjá, miközben megőrizték az eredeti eszmék alapvető integritását.

Az Institute of Design globális hatása különösen hangsúlyos, mivel a Bauhaus elveket nemcsak megőrizte, hanem azokkal a modern technológiai kihívásokra is reagált. Moholy-Nagy munkássága révén olyan interdiszciplináris kapcsolatok jöttek létre, amelyek a hálózati gondolkodás szellemiségét tükrözik: a csomópontok közötti kölcsönhatások erősödtek, az új *csomópontok* révén pedig a rendszer dinamikusabbá és sokoldalúbbá vált. Így Moholy-Nagy nemcsak a Bauhaus amerikai átvitelének egyik legfontosabb szereplője, hanem a modern designhálózat egyik meghatározó csomópontja is lett, aki a kreatív interakciók hálózati modelljének formálásában úttörő szerepet játszott (Passuth, K. 1985. *Moholy-Nagy*. London: Thames & Hudson.; Forgács, É. 1995. *The Bauhaus Idea and Bauhaus Politics. Budapest: Central European University Press.*).

## Új csomópont: **Kepes György**

Kepes György és Moholy-Nagy László közötti kapcsolat az 1930-as évek közepén kezdődött, és mindkettőjük munkásságára mély hatást gyakorolt. Moholy-Nagy, aki Kepest Berlinben fedezte fel és mentorálta, bevezette őt a Bauhaus szellemiségébe. Kepessel az egy új elem jelent meg a gropiusi-szemlélet által létrehozott interdiszciplináris hálózatban, amely még tovább bővült az anyag, fény és forma dinamikus vizsgálatával (Passuth, K. 1985. *Moholy-Nagy*. London: Thames & Hudson.). Moholy-Nagy hatása különösen Kepes vizuális nyelvezetének és fénykutatásainak kialakulásában volt meghatározó, amely később a "Vision + Value" sorozatban csúcsosodott ki (Forgács, É. 1995. *The Bauhaus Idea and Bauhaus Politics*. Budapest: Central European University Press.). Ezzel egyidőben Kepes mélyítette Moholy-Nagy fényre és optikára vonatkozó kutatásait, különösen az új technológiák művészeti alkalmazása terén, ami a New Bauhaus programjában is megjelent. E két résztvevő közötti szellemi párbeszéd és kölcsönös inspiráció nemcsak egymás munkásságát gazdagította, hanem meghatározó volt az interdiszciplináris és kísérleti művészet fejlődése szempontjából hiszen nemcsak hálózati szinten bővítették a szakmát, de egymás eszköztárát vagyis elemtartományát is kiszélesítették (hálózati dinamika: *A hálózat időbeli változásának folyamatai, beleértve az új csomópontok hozzáadását, a kapcsolatok megszakadását és más dinamikus eseményeket*. Holme, P., & Saramäki, J. 2012. Temporal networks. *Physics Reports*, 519(3), 97–125.).

Az úttörő jelentőségű 'A látás nyelve' melyet Kepes 1944-ben írt meg (Kepes, G. 1944. *A látás nyelve*, Chicago: Paul Theobald.), alapművé vált a vizuális tervezés és a művészetelmélet területén, mivel a vizuális kommunikáció elveit és a képek pszichológiai hatásait tárgyalja. Bauhaus hálózatának és Moholy-Nagy Lászlóval folytatott munkájának hatására Kepes célja az volt, hogy egyesített megközelítést nyújtson a vizuális műveltséghez, művészeti, pszichológiai és tudományos meglátásokat ötvözve annak érdekében, hogy elmélyítse a vizuális érzékelés és annak az emberi tapasztalatra gyakorolt hatásának megértését. Ekkorra e műben már egyértelműen észlelhető volt a gropiusi-rendszer interdiszciplináris bővülése mely hálózat kutatás szempontjából hálózati dinamikaként értelmezhető (Holme, P., & Saramäki, J. 2012. Temporal networks. *Physics Reports*, 519(3), 97–125.): a hálózatban megjelenő különböző területek szemlélete egymással kollaborálása új dinamikát majd új szemléletet

(csomópontot, tudomány-művészet: 'Fényhatások a vízfelületen' Bill Hanson, (Kepes György 1944, *A Látás Nyelve* 222,) eredményeztek. Ezt a már szélesebb gropiusi-rendszert Kepes szakmai útján szerzett tapasztalásokkal és kísérletekkel bővítette tovább. 1946-ban Kepest az MIT (Massachusetts Institute of Technology) első kinevezett Művészeti professzora lett. Habár művészetprofesszornak szerződött, Kepes egy komplexebb szemléletet vitt át és ültetett az akkori MIT hálózati rendszerébe. Ennek első mérhető eredménye 1951-ben 'Az új táj a művészetekben és tudományban' interdiszciplináris kiállítás volt amely mély hatást gyakorolt a művészet, tudomány és technológia kollaborációira. Az MIT Hayden Galériájában bemutatott tárlat mérföldkőnek számított ezen területek találkozásában és alapkoncepcióját adta az 1967-ben megalapított CAVS-nek (*MIT Center for Advanced Visual Studies*, Kepes György) mely az első hivatalos, intézményen belüli művészeket befogadó program volt az Massachusetts Institute of Technology-n belül. A CAVS elsődleges célja a művészet integrálása a tudományos és technológiai kutatásokba közvetlen együttműködés révén. A CAVS egy innovatív teret biztosított, ahol művészek tudósokkal és mérnökökkel dolgozhattak együtt olyan projekteken, amelyek gyakran magukban foglalták az új médiumokat és nagyszabású, nyilvános művészeti installációkat. A központ új vizuális nyelvek felfedezésére törekedett, amelyek társadalmi és környezeti kérdésekkel foglalkoztak, hidat képezve a művészet és a technológia között. A korábbi gropiusihálózat-szemléletet átültetve itt már megjelentek újabb elemek úgy, mint társadalmi kérdések, pszichológia és persze újabb technológiák. A CAVS nagy hatással volt a kísérleti, médiaközpontú és környezeti művészet fejlődésére, különösen olyan kezdeményezéseken keresztül, amelyek a technológia esztétikai potenciálját hangsúlyozták a komplex társadalmi problémák megoldásában. Ez az újszerű kutatási módszer rávilágított a technológia és társadalom hálózatának bővíthetőségére, ami a ma működő MIT Media Lab megalapításához vezetett (Negroponte, N., & Wiesner, J. 1985. MIT Media Lab.).

Fontos jelenségnek tartom, hogy az interdiszciplináris együttműködésben a CAVS önálló hálózati entitásként működött a szélesebb tudományos rendszer részeként. Ez az autonómia egy nagyobb hálózati rendszeren belül (MIT) biztosította, hogy a művészeti elemek saját identitásukat megőrizve kapcsolódjanak a technológiai és tudományos diszciplínákhoz, ezzel új típusú, *hálózati modularitást* (*A hálózat olyan tulajdonsága, amely leírja, hogy mennyire osztható különálló csoportokra vagy modulokra*) hozva létre.

Kepes példája rávilágít arra, hogy a művészet és tudomány közötti kapcsolódások nemcsak szinergikusak, hanem a művészet függetlenségének fenntartásával egy komplex hálózati rendszer stabilabb és fenntarthatóbb hálózati struktúrákat eredményeznek (Passuth, K. 1985. *Moholy-Nagy*. London: Thames & Hudson.). Egy ilyen típusú modell a 21. század számára is jó mintaként szolgálhat főként olyan hálózatokban interdiszciplináris együttműködésénél, ahol például a motiváció vagy prioritás eltérő, példaként a művészetek és gazdaság, mint eltérő prioritású hálózatok.

### **Az MIT hálózatai**

Az MIT komplex hálózati rendszerét három, abban elhelyezkedő kisebb hálózat alkotja a már korábban említett CAVS, MIT Media Lab és CAST.

Az *MIT Media Lab* (Nicholas Negroponte és Jerome Wiesner, 1985) sajátos vonalat képvisel az interdiszciplináris kutatásban, amely ötvözi a művészetet, a dizájnt, a tudományt és az új technológiákat, kiemelt figyelmet fordítva az ember számítógép interakcióra, a digitális médiumokra és a technológiai fejlesztésekre. Eltérően a CAVS-tól vagy a CAST-tól, amelyekben a művészetközpontú megközelítés dominál, a Media Lab technológiai innovációban gyökerezik, gyakorlati alkalmazásokkal, például viselhető technológiák, mesterséges intelligencia, robotika és digitális felületek terén. Kutatócsoportjai a digitális technológia és dizájn különböző területeit ölelik fel, gyakran az emberi és technológiai interakciók határait feszegetve, inkubátorként szolgálnak olyan ötletek számára, amelyek gyakorlati és kereskedelmi potenciállal bírnak tehát képes sőt határozottan kapcsolódik a fogyasztói globális hálózathoz.

*MIT Center for Art, Science & Technology (CAST)*: Az MIT komplex hálózati rendszer egy másik CAVS-hez hasonló kisebb hálózata a CAST, amely az interdiszciplináris szellemiségére épít, de szélesebb fókuszot képvisel azt. A CAST támogatja azokat az együttműködéseket, amelyek túlmutatnak a vizuális tanulmányokon, és magukban foglalják a különböző művészeti formákat, például a zenét, a színházat és a digitális médiát a tudományos és technológiai diszciplínákkal összekapcsolva. A CAVS inkább művészetközpontú, míg a CAST célja, hogy a művészetet szélesebb körben ágyazza be az MIT kutatási spektrumába és ösztöndíjakat biztosítva, rezidenciákat finanszírozva és támogatásokat nyújtva, hogy művészeti perspektívákat integráljon a tudományos és technológiai területeken. A CAST ezenkívül támogatja az interdiszciplináris tantervi

fejlesztést és nyilvános programokat szervez, ami intézményesebb platformmá teszi az MIT akadémiai struktúrájában, mint az eredeti CAVS. A CAST megalapítása egyben egy mérhető lépés a művészetek és tudomány interdiszciplináris együttműködésének intézményesítésének. A szélesebb művészeteket és tudományt ezen a ponton nem egymástól távolálló, független elemként kezelik, hanem egymással szinergikus kapcsolatban álló elemekként.

Míg a CAVS a vizuális művészetek és a technológia integrációjára összpontosított, a CAST célja a művészeti gyakorlatok beágyazása az MIT különféle kutatási területeire, a Media Lab pedig az élvonalbeli technológiai kutatásokra és a design innovációra helyezi a hangsúlyt, különböző iparágakban alkalmazva azt. Minden központ egyedülálló szerepet tölt be az MIT ökoszisztémájában, elősegítve az interdiszciplináris munkát különböző megközelítésekkel: a CAVS és a CAST a művészetközpontú, míg a Media Lab a technológia és innovációközpontú perspektívát képviseli.

Egy ilyen komplex hálózati rendszerben, ahol az elemek folyamatosan kölcsönhatásban állnak egymással, felmerül a kérdés: hogyan mérhető az elemek egymásra gyakorolt hatása? Melyek azok a hatások, amelyek képességfejlesztőek, és melyek azok, amelyek torzító jellegűek lehetnek a különböző területek elemei közötti interakciók során? Az ilyen torzító hatások mérése szinte lehetetlen, hacsak nem a kisebb hálózatok változékonyságból próbáljuk megítélni őket – ami viszont ismételten szubjektív nézőpontot eredményezhet. Ezért érthető, hogy például az MIT kisebb független hálózatokat hozott létre a saját hálózaton belül. Ezekben a kisebb hálózatokban az elemek időnként kizárólag saját csoportjaikkal (*kis világ hálózat: Olyan hálózat, amelyben a csomópontok között kis lépésszámú kapcsolatok vannak, miközben a hálózat globálisan nagy és lokálisan klaszterezett*, Watts, D. J., & Strogatz, S. H. 1998. Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *Nature*, 393(6684), 440–442.) lépnek kapcsolatba, és a kisebb hálózatok határvonalat húznak a különböző területek szekciói között. Egy ilyen struktúra alkalmazása világosan kijelöli az együttműködés, az inspiráció és a területek kölcsönös támogatásának autonóm határvonalait.

Kutatásom ezen pontján felmerül a kérdés: a design mint elem vagy önálló terület miért csupán az MIT Media Lab hálózatán belül jelenik meg, ha eredetileg a művészetek nagyobb halmazából vált ki? A design önálló diszciplinává alakulása a Bauhaus mozgalom idején kezdődött, amikor új identitás és módszertan formálódott, amely végül

a 21. század technológiai és kulturális hálózataiban teljesedett ki (Droste, M. 2006. *Bauhaus, 1919–1933*. Revised Edition. Cologne: Taschen.). A design ma már nem csupán a művészet egy része, hanem különálló, globális hatású kreatív és innovatív erőként jelenik meg. A technológiai innováció és az ipari forradalom következtében a design emancipálódott, és egyre szorosabb kapcsolatba került az innovációval és technológiával. Ez a változás hálózatelméleti szempontból a funkcionális motivációk térnyerésével magyarázható, amelyek az interdiszciplináris együttműködéseket előtérbe helyezték (Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.). Az MIT komplex rendszerén belül az egyes entitások, mint például a Center for Advanced Visual Studies (CAVS) és a Center for Art, Science & Technology (CAST), művészeti alapú elemekként értelmezhetők, míg a Media Lab a technológia és design konvergenciáját képviseli. Ha a design és a művészet közötti kapcsolatot az MIT hálózatán belül elemezzük, feltételezhető, hogy a design elsősorban a technológia hálózatán keresztül ér el a művészeti elemekig, mint például a CAVS és CAST. Ez a hierarchikus kapcsolat azt sugallja, hogy a design az MIT Media Lab hálózatában támogató szerepet tölt be. Manuel Castells (Castells, M. 2010. *The Rise of the Network Society*. 2nd Edition. Malden, MA: Wiley-Blackwell.) 'The Rise of the Network Society' című munkája alapján az ilyen hálózati struktúrákban az elemek közötti kapcsolatokat a domináns funkciók – jelen esetben az innováció és a technológia – határozzák meg.

Felmerül a kérdés, hogy milyen további potenciális kapcsolódási pontokat lehetne létrehozni egy kisebb, önálló hálózati rendszerben, amely a művészetet és a designt helyezné középpontba. Egy ilyen hálózat képes lehet szorosabb kollaborációt kialakítani más területekkel, például a technológiával vagy az oktatással. Következtetésképpen az MIT komplex hálózati rendszerében a design, bár önálló diszciplínaként létezik, mégis támogató szerepkört tölt be, különösen a Media Lab technológiai fókuszán keresztül. Ez a helyzet azonban nem determinisztikus; megfelelő hálózati átalakításokkal a design és a művészet közötti kapcsolatokat új alapokra lehetne helyezni, elősegítve a művészetek filozófiájának láthatóvá tételét és eredményei mérhetőségét.

### **Reprezentatív együttműködések** Tomas Saraceno és Marcus Buehler

A pókhálók összetett geometriájának művészeti és tudományos szempontú vizsgálata Tomas Saraceno és Markus Buehler munkásságában az interdiszciplinaritás figyelemre

méltó példájává vált, amelyben művészek, mérnökök, arachnológusok és más tudományágak elemei kollaboráltak egymással. Saraceno '14 Milliárd' című 2010-es installációja a pókhálók háromdimenziós szerkezetének lézeres tomográfiával történő digitalizálására alapozott. Ez az eljárás lehetővé tette egy fekete özvegy pók hálójának precíz rekonstruálását, amelyet Saraceno egy 16-szoros nagyítású térbeli installációban mutatott be. Az alkotás nemcsak a művészeti élményt gazdagította, hanem a tudományos kutatások alapjául is szolgált és annak tudásbázisát bővítette, többek között a pókhálók viselkedésének és mechanikai tulajdonságainak tanulmányozásában. Markus Buehler a Saraceno által generált digitális adathalmazt felhasználva fejlesztett ki számítógépes szimulációkat, amelyek a pókhálók fehérjéinek szerkezeti mintázatát vizsgálták. Ezek a kutatások megerősítették, hogy a pókhálók anyaga a vas szilárdságával vetekszik, és biomimetikus tervezés szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bír. Buehler 'Biomateriomics' című 2012-es könyve további alapot teremtett a biomimetikus és bioinspirált anyagok mérnöki alkalmazásához, új perspektívákat nyitva az építészet, anyagtudomány és mechanika területén. Ez az interdiszciplináris együttműködés az organikus és szervetlen szerkezetek közötti párhuzamokat vizsgálva hidat képezett a művészet és a tudomány hálózata között. A projektben részt vevő szakértők – mint Dr. Peter Jäger és Dr. Samuel Zschokke arachnológusok, valamint a digitális szkennelési technológiák fejlesztői – munkája világosan mutatja, hogy az esztétikai szempontból lenyűgöző művészeti alkotások miként járulhatnak mérhetően hozzá tudományos áttörésekhez. Ezáltal a projekt a tudományos kutatás és a kreatív alkotás szinergiáját példázza.

### *Inspiráció*

A projektben a művész és a mérnök közötti kreatív interakció egy kétoldalú hálózatként értelmezhető, amelyben a művészet inspirálta a tudományos szimulációkat, míg a tudományos eredmények új alapot teremtettek az esztétikai innovációkhoz. Markus Buehler a Saraceno által létrehozott digitális adatokat biomimetikus szimulációk fejlesztésére használta, amelyek a pókhálók fehérjeszerkezeti mintázatait vizsgálták. Ezen szimulációk révén nemcsak az anyagok mechanikai tulajdonságairól kaptunk új

ismereteket, hanem a bioinspirált tervezés és mérnöki megoldások számára is új horizont nyílt (Buehler, M. J. 2012. *Biomateriomics*. Dordrecht: Springer.). A pókhálók mintázatának és anyagának elemzése Saraceno és Buehler közös munkája révén nemcsak a biomimetikus kutatás hálózatát erősítette, hanem a művészet és a tudomány közötti hálózati hidakat (*brokerage*: *hidat képez két egymástól különálló hálózati rész között*, Burt, R. S. 2005. *Brokerage and Closure: An Introduction to Social Capital*. Oxford: Oxford University Press. ) is létrehozott, amelyek tovább bővítették a kreatív és tudományos közösségek együttműködési lehetőségeit. Az organikus és szervesetlen struktúrák párhuzamainak feltárása rámutatott arra, hogy a kreatív attitűd, amely Saraceno munkásságát jellemzi, hogyan válhat a tudományos felfedezések mérhető katalizátorává, míg a mérnöki precizitás Buehler részéről a művészeti inspiráció gyakorlati megvalósításának alapjává. Ez a projekt egyértelmű eredménnyel rendelkező példája annak, hogy az interdiszciplináris együttműködés a hálózati dinamika erejére építve hogyan teremthet valódi innovációt.

### *Szubjektivitás és mérhetőség*

Tomas Saraceno és Marcus Buehler esetéből arra következtettek, hogy az komplex hálózati rendszerként működő hálózatokban (MIT) az interdiszciplináris együttműködésekben résztvevő diszciplínák szubjektív hatásai is mérhetőek. Ezzel szemben az MIT-n kívül eső hasonló kezdeményezések, például kiállítások, a kollaboráció és a stabil kapcsolati hálók hiánya miatt nem képesek egy hasonló komplex rendszer kialakítására. Az ilyen helyzetekben a kisebb hálózati rendszerek (*kis világ hálózat*, Watts, D. J., & Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of 'small-world' networks. *Nature*, 393(6684), 440–442.) kapcsolatainak gyenge kötése nem biztosítják a kreativitás és innováció mérhetőségéhez szükséges stabil keretet. Ahhoz, hogy a művészet és design kreatív eredményei hatékonyan mérhetők legyenek, elengedhetetlen egy szélesebb, stabil hálózati struktúra háttere, amely biztosítja az állandó információ- és erőforrásáramlást a különböző területek között (Csermely, P. 2005. *Weak Links: Stabilizers of Complex Systems from Proteins to Social Networks*. Berlin: Springer, letöltve 2024.11.26.). Ezért a művészet és design méréséhez, amely szubjektív természetéből adódóan a stabil és aktív hálózati hidak (*brokerage*) megléte kulcsfontosságú. Ezek nemcsak a kisebb hálózatok egymáshoz kapcsolódását biztosítják, hanem hozzájárulnak egy dinamikus, interdiszciplináris együttműködés fenntartásához,

amely a kreativitás és az innováció alapját képezi. Egy ilyen minta jó alapként szolgálhat kutatásom következő gyakorlait fázisában.

**A művészet, tudomány és design komplex rendszere:** *Neri Oxman-féle komplex rendszer, design, mint hálózati híd*

Neri Oxman munkássága egy komplex rendszer amely újradefiniálja a művészet, tudomány és design hálózati dinamikáját (új hálózati struktúra és tartomány), és amelyben a diszciplínák közötti kapcsolatok szerves rendszert alkotnak. Az anyagökológia koncepciója, amely az emergens tulajdonságokkal rendelkező ökoszisztémák analógiájára épül (biomimicry), például a Silk Pavilion (Oxman, N. 2013. *Silk*, MIT Media Lab. ) és az Aguahoja sorozat (Oxman, N. 2018. *Aguahoja*. MIT Media Lab.) esetében, olyan 'hibrid csomópontokat' hoz létre, amelyek a biológiai, anyagtudományi és digitális technológiai rendszereket hálózati szinten kapcsolják össze (Neri Oxman-féle komplex rendszer). Ezek a projektek nem csupán esztétikai megoldásokat kínálnak, hanem egy új, fenntartható ökoszisztéma keretében közvetítő (*brokerage*) funkciót töltenek be, ahogy azt Burt (Burt, R. S. 2004. Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2), 349–399.) hálózati elméletében is megfogalmazza. A közvetítő csomópontok révén a design nemcsak összeköti a különböző területeket, hanem aktívan áthidalja a tudomány és művészet közötti réseket, elősegítve az interdiszciplinaritást és az új hálózati formációk kialakulását.

Oxman munkásságának lényegi eleme az ökoszisztémikus avagy komplex rendszerű szemlélet, amely az ismétlődő (iteratív) és önszerveződő rendszerek dinamizmusára épül (Kauffman, S. A. 1993. *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. New York: Oxford University Press.). Az MIT Media Lab-ben végzett kísérletei során a design formáló filozófiaként jelenik meg, amely a meglévő hálózati struktúrákat új kontextusba helyezi, elősegítve azok folyamatos fejlődését és adaptációját a globális problémákhoz. A művészet szerepe itt nem perifériális, hanem központi innovációs szemléletként (*csomópontként*) funkcionál, újszerű esztétikai és funkcionális perspektívát adva a tudományos és technológiai eredményeknek. Az anyagok és folyamatok újraértelmezése révén Oxman nemcsak új hálózati struktúrákat épít ki, hanem a design és művészet komplex rendszerszerű módszere révén hozzájárul a felelősségteljes és fenntartható jövő formálásához. Ez a *hálózati dinamika* (hálózati struktúra

átformálása) képes lebontani a korábbi diszciplináris határokat, elősegítve a kreatív iparágak és a tudomány közötti szinergikus együttműködést.

## **II. Hálózati rendszerek: Együttműködési kezdeményezések és példák magyar viszonyok között**

**A művészet mint hálózati híd (brokerage) a tudományhoz:** *Flying Kayak (Repülő Kajak, 2018)* kiállítás interdiszciplináris perspektívája (Dr. Lázár Eszter művészettörténész, ELTE BT és Nagy Edina, Magyar Képzőművészeti Egyetem együttműködésében létrejött *LENECURATORSCOLLAB*)

Az '*Flying Kayak*' kiállítás egyedülállóan vizsgálja a művészet, a tudomány és a gazdaság közötti lehetséges érintkezési pontokat, különös hangsúlyt fektetve a különböző diszciplinák közötti kölcsönhatások kreatív és kritikai aspektusaira. Az interdiszciplinaritás itt nem csupán eszközként jelenik meg, hanem a kiállítás alapkonceptiójává válik: a művészek nem pusztán tudományos eredményeket alkalmaznak, hanem azokat újraértelmezve és feldolgozva képesek olyan kérdéseket megfogalmazni, amelyek meghaladják a tudomány hagyományos kereteit. A kiállítás egyik központi témája az asztronómiai kutatások absztrakt eredményeinek művészi interpretációja. A művészek munkái nemcsak vizuálisan érzékenyítik a nézőt a kozmikus jelenségekre, hanem rávilágítanak az emberi megértés határaitra és a tudományos tudás relativitására. Egy másik fontos szegmens az inváziós fajok problémáját dolgozza fel, amely nemcsak környezeti, hanem társadalmi és pedagógiai dimenziókat is hordoz. A művészek ezen keresztül kísérletet tesznek egy új pedagógiai modell kialakítására, amelyben a művészet az oktatás kritikai reflexiójának eszközévé válik. A természeti tájak, különösen az Alpok, mint művészi megfigyelés tárgya, az ember és környezete közötti ambivalens viszonyt tárják fel. Az idealizált táj esztétikája mögött megjelenik a hatalmi manipuláció és az emberi kisajátítás kérdése. Ez a megközelítés rámutat a „természet” fogalmának kulturális konstrukciójára, amely a művészet révén képes kritikusan megkérdőjelezni az „érintetlenség” illúzióját.

A projekt címe, amely Chris Burden 1982-es *Flying Kayak* munkájára utal, különösen találó, hiszen érzékelteti a művészet és tudomány közötti viszony játékosságát.

Ugyanakkor Burden alkotása a kreatív alkotóerő esszenciáját is magában hordozza, amely mind a művészet, mind a tudomány elengedhetetlen feltétele. Az "Flying Kayak" kiállítás tehát emlékeztet arra, hogy a tudományos tények, igazságok és narratívák manipulálhatósága nem csupán kihívás, hanem egyben lehetőség is az alternatív értelmezési modellek és új gondolkodási keretek kialakítására. A művészek ebben a keretben nemcsak kritikai megfigyelők, hanem aktív alakítók is, akik képesek új perspektívákat nyújtani az interdiszciplináris párbeszéd számára.

Az interdiszciplinaritás a kiállítás alapkonceptiója, amely a diszciplináris határok lebontását célozza, s ezzel olyan heterogén hálózatot alkot, amelyben a tudomány, művészet és gazdaság szereplői multiplex hálózatként kapcsolódnak össze. Ez a modell jól illusztrálja a Granovetter által definiált "gyenge kapcsolatok" (Granovetter, M. S. 1973. The strength of weak ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380.) erejét, ahol a különböző diszciplinák közötti interakciók új tudásformák és kreatív innovációk forrásaivá válnak. A művészek munkássága itt "közvetítők" (brokers) szerepét tölti be, ahogyan az asztronómiai kutatások absztrakt eredményeit vizualizálják és újraértelmezik. Az asztronómiai kutatások művészi interpretációja olyan információáramlási hálózatot hoz létre, amelyben a tudományos adatok a művészi reflexió révén új jelentéstartományokba kerülnek. Ez az adaptációs folyamat a "hálózatokon belüli tanulás" ('*learning in networks*', Burt, R. S. 2004. Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 110(2), 349–399. ) paradigmáját követi, ahol az eltérő szakértelmek interakciói révén új tudás jön létre.

Egy „Flying Kayak” koncepciójához hasonló művészet-alapú megközelítés ígéretes lehetőségként jelenhet meg a tudományos ismeretek hálózati szempontú értelmezésében és terjesztésében. Ez a módszer nem csupán a tudományos tartalom újraértelmezését kínálja, hanem a művészeti interpretáció révén a tudományos diskurzusban részt vevő szélesebb hálózati elemek, például a társadalmi, kulturális és kreatív dimenziók bevonására is alkalmas. Az ilyen interdiszciplináris megközelítések hatékonyan bővíthetik a hálózati kapcsolatok spektrumát, ahogy azt Latour cselekvő-hálózat elmélete (Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.) is alátámasztja. A művészeti perspektíva alkalmazása lehetővé teszi, hogy a tudományos eredmények a közösségi dinamika kontextusában

értelmeződjenek, elősegítve az esztétikai, etikai és kognitív vonatkozások integrációját a hálózati struktúrák elemzésébe.

### ***BME Művészrezidenciaprogram***

(Projektmenedzsment: Dr. Gács Anna, a BME GTK Szociológia és Kommunikáció Tsz. docense, Dr. Molnár Bálint, a BME Rektori Kabinet Kommunikációs Igazgatóságának vezetője, Dallos Györgyi, a Pro Progressio Alapítvány titkára.

- A BME Művészrezidencia Programja egyedülálló lehetőséget teremtett 2022-2024 között a Magyar Nemzeti Bank és a PADME Alapítvány támogatásával a BME Műszaki Egyetemen, Magyarországon az interdiszciplináris együttműködések számára, ahol a művészet, a technológia és a tudomány találkozása új innovációs dimenziókat nyitott meg. A program fő célja az volt, hogy ösztönözze a különböző tudományterületekről érkező hallgatók, kutatók és művészek közötti párbeszédet, amely az alkotófolyamatot gazdagítja, és a transzdiszciplináris megközelítéseket helyezi előtérbe (Klein, J. T. 2004. *Interdisciplinarity and Complexity: An Evolutionary Perspective. Emergence: Complexity and Organization*, 6(1-2), 2–10.; Nicolescu, B. 2002. *Manifesto of Transdisciplinarity*. Albany, NY: State University of New York Press.). Az ilyen típusú rezidenciák nem csupán a különböző hálózatok közösségének kreatív potenciálját növelik, hanem a kritikai gondolkodás és a kulturális reflexió terepeivé is válnak, lehetővé téve az olyan komplex problémák feltárását, mint az ökológiai fenntarthatóság, az adatetika vagy a mesterséges intelligencia szerepe a művészetekben (Bishop, C. 2012. *Artificial Hells: Participatory Art and the Politics of Spectatorship*. London: Verso. letöltve: 2024.11.20). E kezdeményezés keretében megvalósuló műalkotások és kutatási projektek nemcsak esztétikai értékkel bírnak, hanem hozzájárulnak a tudás különböző formáinak közös platformon történő integrálásához is, amelyet a 'kreatív tudomány' paradigmájának fejlődése jellemez (Barry, A., Born, G., & Weszkalnys, G. 2008. *Logics of interdisciplinarity. Economy and Society*, 37(1), 20–49., letöltve: 2024.10.16.). A rezidens művészek és kutatók közös projektekben vesznek részt, amelyek során dinamikus hálózatokat hoznak létre, ezek csomópontjai pedig a közös tudásmegosztási és alkotói folyamatok mentén formálódnak (Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. 2009. *Network analysis in the social sciences. Science*, 323(5916), 892–895., letöltve: 2024.12.13.).

A BME Művészeti Rezidenciaprogram tapasztalatai megmutatták, hogyan lehetne egy MIT komplex hálózatahoz hasonló struktúrájú programot újragondolni oly módon, hogy az stabil és fenntartható legyen a magyarországi régióban. Felmerül a kérdés, hogy az ilyen jellegű programok hálózati rendszerei milyen típusú további hálózati kapcsolódásokat hasznosíthatnának a fenntartható működés érdekében. A kutatás eddigi eredményei azt mutatják, hogy az MIT-modell olyan complex hálózatként értelmezhető, amelyben kisebb, interdiszciplinárisan működő alhálózatok jönnek létre, mint például a CAVS, a CAST és az MIT Media Lab. Ezek az alhálózatok szorosan összefonódnak a nagyobb rendszerekkel. A hálózati megközelítés szempontjából érdemes megvizsgálni a design szerepét, amely a kutatásom során hálózati hídként (*brokerage*) jelenik meg a kortárs fogyasztói társadalom és a tudományos-művészeti hálózatok között. Ez a híd funkcionális tárgyak által képes integrálni a művészeti koncepciókat a társadalmi hálózatba, hozzájárulva a szélesebb edukációs és kulturális célok eléréséhez (pl. művészetek és tudomány).

Példaként kiemelném a BME Rezidencia Program 'Szorongásmalmok' című kinetikus művészeti installációját, amely vaslemezből, 3D nyomtatott betonból és alumíniumból készült. Ez az műalkotás egyesíti a művészeti perspektívát és a technológiát, interdiszciplinális hozzájárással gazdagítva mindkettőt. Felmerül a kérdés, hogy egy ilyen jellegű innovatív-művészeti projekt miként tudna beágyazódni a szélesebb társadalmi hálózatba, és hogyan népszerűsíthető a technológia és művészeti koncepciója? A kutatás során megfogalmazott egyik kulcs feltevés és hipotézis, hogy ha képesek vagyunk a művészeti és tudományos tartalmakat design termékek formájában integrálni a szélesebb társadalomba, akkor új hálózati kapcsolódásokat hozhatunk létre. A design ebben az értelemben nemcsak interfész, hanem egyfajta hálózati híd (*brokerage*, A), amely módszeresen képes hatást gyakorolni a hálózat elemeire, tehát képes megnyitni a művészet és tudomány számára új hálózati rendszert amiben edukálhat és társadalmat nevelhet.

Kutatásom további vizsgálatként (B) a komplex hálózati rendszer fejlesztésére vonatkozik, amely a BME Rezidencia Program jelenlegi struktúrájának átértelmezését célozza. Ennek során érdemes lenne azonosítani azokat a hálózatokat Magyarországon, amelyek lokális technológiára támaszkodva erősíthetnék a rezidencia program fenntarthatóságát. A jelenlegi gazdasági helyzet, különösen az import bonyolulttá válása,

olyan szinergiák kialakítására ösztönözhet, amelyek a helyi innovációs hálózati rendszerekre alapoznak. A tervezett BME Rezidencia Program egy MIT-szerű komplex hálózatot modellezne, amelyben a BME Tudós (MIT Media Lab-analógia) és a BME Művészrezidencia (CAST-analógia) alprogramok működnének, kiegészülve olyan ipari és társadalmi szereplőkkel, akiknek konkrét technológiai igényeik vannak. Lehetséges kapcsolódási pontok lehetnek az egészségügy, az edukáció vagy az ingatlanfejlesztés területei. Az ilyen hálózati struktúra elősegítheti az elképzelt BME ökoszisztéma fenntartható fejlődését, miközben hozzájárul a lokális innovációk megerősítéséhez.

A további kutatási lépések megfogalmazása során az alábbi irányokat azonosítottam, amelyek előmozdítják a tudományos és művészeti projektek hálózati dimenzióinak továbbfejlesztését, valamint az interdiszciplináris kutatás és alkotói munka komplexitásának jobb megértését:

A) Tudományos-művészeti projektek elemeinek interdiszciplináris kibővítése a design integrációja által: A design mint hálózati híd (*brokerage*) nem csupán az alkotófolyamatok koordinációjában játszik kulcsszerepet, hanem hozzájárulhat a kortárs társadalom szélesebb körű bevonásához is. Az ilyen jellegű hálózati dinamikák további elemzése lehetőséget nyújthat arra, hogy megértsük a design szerepét a transzdiszciplináris projektekben (Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press.; Manzini, E. 2015. *Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press., letöltve: 2024.11.05.).

B) A hálózati struktúra további vizsgálata, valamint új komplex hálózati rendszer lehetőségek feltárása: E vizsgálat célja az, hogy azonosítsa a végfelhasználói hálózatokkal való kapcsolat erősítését szolgáló stratégiákat, valamint új platformmodellek és kapcsolódási pontok kialakításának lehetőségeit. Ez az irány együtt halad a hálózatelmélet újabb eredményeinek alkalmazásával különös tekintettel a *skálázhatóságra* és az emergens viselkedés elemzésére.

### **III. Összegzés:**

Az eddig vizsgálatom alapján az a megállapításom, hogy hálózatkutatás eszközével a vizsgált mintákból kiemelhető, értelmezhető és mérhető hatékonysága a kreativitásnak és

különböző területek résztvevői interdiszciplináris dinamikái, ezek a hálózatkutatás szótárával azonosíthatóak (*csomópontok, hálózati hidak, élek, struktúrák, hálózat dinamikák, klasszterezés, központiság, fokszám, kisvilág hálózat, hálózati diffúzió, hálózat sűrűség*). Ezzel a típusú szemlélettel a következők a megállapításaim az eddigiek alapján:

1. Kepes György *csomópontként* azonosítható hálózatkutatás szótárával.
2. Neri Oxman Kepeshez hasonlóan *csomópontként* azonosítható a 21. században.
3. Ezek a *csomópontok* hatására a korábbi rendszerek újra szervezésével *hálózati dinamika* és *diffúzió* figyelhető meg (Holme, P., & Saramäki, J. 2012. *Temporal networks. Physics Reports*, 519(3), 97–125., letöltve: 2024.12.06.)
4. Az MIT típusú modell egy komplex hálózati rendszert alkot, ahol a design szerepe két fő irányban definiálható a) technológia hálózatában a megoldásokhoz kapcsolódva szorosan támogatja azokat, vagy b) Neri Oxman által képviselt komplex rendszer mely teljes mértékben integrálja komplex hálózatába elemeket formáló filozófiaként és hálózati hídként (*brokerage*) jelenik meg.
5. Amikor a művészetek hálózata az MIT keretében, mint például a CAVS és CAST, önállóságukhoz ragaszkodva működik, akkor nem törekednek a belső hálózataik bővítésére olyan új elemekkel, mint a design. Ez a megközelítés a művészeti közösségek autonómiáját hangsúlyozza, a design ebben az esetben nem funkcionál hálózati hídként.
6. A közös motivációk és a hálózati hídépítés potenciálja: a mérnöki (pl. *Marcus Buehler*, MIT Media Lab) és művészeti (pl. *Tomas Saraceno*, CAST) megközelítések közötti eltérő perspektívák és eszköztárak lehetőséget biztosítanak a hálózati szinergiák kialakulására. Buehler mérnökként adatvezérelt fejlesztéseken dolgozik, míg Saraceno művészi gyakorlatában – mint például a *'14 Billion'* című művében – az analitikus kíváncsiság motiválja a lézernyalábos topográfiai módszer kidolgozását. Az ilyen típusú közös motivációk nemcsak inspirálják egymást, hanem képesek a különböző területeket kapcsolódásra bírni ez a típusú jelenség a hálózatkutatás szótára alapján közös *élként* (Newman, M. E. J., 2010., *Networks: An Introduction*. Oxford: Oxford University Press.) említhető a hosszútávú kollaboráció első fázisaként, amely már *brokerage* (hálózati híd, Ronald S. Burt) értelmezhető, a *brokerage* átjárhatóságot biztosít a különböző tudományos és művészeti rendszerek között (Saraceno, 2012; Buehler, 2012). A közös motiváció tehát valódi hálózati hidat (*brokerage*) képezhet a különböző területek között.

7. A fenti megfigyelések alapján kijelenthetjük, hogy két különböző hálózat, amelyek közös motivációval bírnak, valódi hálózati híd építő (*brokerage*) erejével rendelkeznek, képesek összekapcsolni a különböző tudományos és művészeti területeket.
8. A design szerepe hálózatkutatás szótárával sok esetben *brokerage* ( Burt, R. S. 2005. *Brokerage and Closure: An Introduction to Social Capital*. Oxford: Oxford University Press. ) : Az MIT által reprezentált mintában a design a technológiai hálózat szerves részeként jelenik meg, különösen az MIT Media Lab kontextusában. Ezzel szemben a művészeti mikrohálózatok (pl. CAST, CAVS) az MIT ökoszisztémájában saját szuverenitásuk védelmére törekednek, és nem alakítanak közvetlen kapcsolatot a designnal, így nem alkotnak közös, integrált hálózati rendszert. Ez alapján felmerül a kérdés, hogy Neri Oxman szerint a design „átalakítja a hasznosságot kulturális viselkedési kontextussá” (*Netflix*), míg az MIT hálózati rendszerében a design elsődlegesen a technológia támogatását szolgálja, és olyan hálózati hidat képez, amely a tudomány és innováció eredményeit közvetíti a fogyasztói társadalom felé. Ezzel szemben a művészet nem közvetlenül kapcsolódik a fogyasztói hálózathoz, mivel nem kollaborál közvetlenül a designnal, és filozófiája inkább a tudományos diskurzusok vagy azok árnyékában képes hatással lenni a kortárs társadalomra. Ezért a művészeti jelenségek, bár nyomon követhetők és mérhetők az MIT típusú hálózati rendszerben, a tudományos diskurzusok nélkül nem értelmezhetők vagy láthatóak a fogyasztói társadalom hálózatában.
9. Míg a művészet a kollaborációban áll a tudománnyal egy nagyobb komplex hálózat részeként, addig annak eredményei hálózatkutatás nyelvén *központiséga* mérhetőek (Freeman, L. C. 1979. *Centrality in social networks: Conceptual clarification*. *Social Networks*, 1(3), 215–239., letöltve: 2024.12.20.). és láthatóvá válnak (pl. 'Biomaterialics', anyagalternatívák a mérnökök számára, Marcus Buehler és Tomas Saraceno közös projektjei révén).
10. Az interdiszciplináris együttműködések azon eseteiben, amikor a különböző szakterületek szakemberei nem hosszú távon, nem egy komplex rendszer keretében, illetve összeszokottság nélkül dolgoznak együtt, a hálózatkutatás terminológiája egy innovatív közös nyelvként és perspektívaként szolgálhat, amely elősegíti munkájuk előrehaladását.
11. A design értelmezhető mint filozófia (Neri Oxman-féle komplex rendszer és mint eszköz (hálózati híd, *brokerage*), amely elősegítheti a különböző hálózatok közötti kapcsolat teremtést.

12. A design a művészet eszközeként is funkcionálhat, és hálózati hidat (*brokerage*) képezhet a művészeti és a szélesebb fogyasztói társadalom hálózatai között, így lehetőséget biztosítva a tudományos és művészeti diskurzusok átjárhatóságára.

Beazonosított hálózati struktúrák:

- A) 'Művészet-Tudomány kollaborációs hálózata': A Tomas Saraceno és Marcus Buehler közötti együttműködés alapján jól látható, hogy a különböző területek közötti kölcsönös inspirációs hatások miként segítik elő az innovációt, különösen a 'Biomaterials' koncepció terén. Ezen területek egyesülésével mérhető eredmények születnek, melyek végül tudományos válnak.
- B) 'Művészet-Design-Tudomány komplex hálózati rendszer' ('*hálózati ökoszisztéma*'): Neri Oxman interdiszciplináris hálózati rendszere már egységként kezeli a végtermékeket, így a tudományos eredményeket egyszerre művészeti alkotásként is értelmezi (MoMA, Material Ecology). Ez érdekes tesztelési mintát kínálhat a szélesebb társadalmi hálózati *diffúzió* (információ és innováció áramlásának mértéke és folyamata, Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free Press.) mérésére, mivel a tudományos és művészeti elemek közötti interakciók új dinamikát eredményezhetnek.
- C) 'Művészet és Tudomány Mint Hálózati Hidak' (*brokerage*): A Flying Kayak példája jól mutatja be, hogyan érhetünk el szélesebb társadalmi rétegeket, és hogyan lehet edukálni őket egy-egy terület vonatkozásában a művészet és a tudomány közötti eszközként vagy hálózati hídként (*brokerage*) való alkalmazásával. A művészeti kiállítások esetében a művészet reflektálhat a tudományos eredményekre, így a tudományt helyezi előtérbe, miközben művészi hatást gyakorol, mint például egy új perspektíva megfogalmazása vagy érzékenyítés egy adott témában. Érdekes kísérlet lehet, hogy milyen hatásokat generálhatunk egy ilyen típusú perspektívaváltással, amikor a művészet a tudományt, vagy épp a tudomány a művészetet reflektálja. Az ilyen típusú kapcsolódás új közösségi hálózatépítő struktúrákként is működhet, ahol a művészeti érzékenyítés és a tudományos edukáció hatékony társadalmi hatásokat válthat ki.

Ezekből a következtetésekből és vizsgált, jól működő minták alapján kutatásom gyakorlati fázisában a Smaragdfa innovációs projekt keretében megvizsgálom a korábbi elméleti megállapítások alkalmazhatóságát és hatékonyságát, különös tekintettel a design mint hálózati híd (*brokerage*) modelljére. A vizsgálat során feltérképezem azokat a

hálózati jelenségeket, amelyek elősegítik vagy támogatják egymást, valamint kvantitatív elemzéssel értékelem az elérhető eredményeket. Emellett arra is keresem a választ, hogy ezek az eddig szubjektívnek tartott jelenségek hogyan tehetők mérhetővé és vizuálisan megjeleníthetővé az alkalmazott hálózati minták segítségével, illetve mely minták illeszthetők be sikeresen a társadalmi hálózat szélesebb kontextusába (Burt, R. S. 2005. *Brokerage and Closure: An Introduction to Social Capital*. Oxford: Oxford University Press.; Granovetter, M. S. 1983. The strength of weak ties: A network theory revisited. *Sociological Theory*, 1, 201–233., letöltve: 2024.10.28.).

#### **IV. A művészet, design és tudomány interdiszciplináris együttműködés hálózati lehetőségei a gyakorlatban: Smaragdfa a művészetekben**

A Smaragdfa mögött álló Sunwo Zrt. alapítója, 8 országgal, 2 akadémiával, 6 egyetemmel és számos kutatóintézettel komoly tudományos kísérletekkel fejlesztette ki a nemzetközileg is elismert növényt. A feltaláló gyerekkorától kezdve dédelgetett egy ambiciózus víziót: a Szahara kizöldítését, amely az éghajlatváltozás mérséklésének egyik szimbolikus és gyakorlati célkitűzése lehet. Az álom megvalósításához különleges tulajdonságú növényfajok után kutatott, amelyek szelektálása és keresztezése révén megszületett a védjegyzett Smaragdfa® – egy nemzetközileg is elismert innováció. A Sunwo Zrt. többek között hazai és nemzetközi egyetemekkel, kutatóintézetekkel együttműködve tudományosan megalapozott kísérletek során nemesítette ezt a rendkívül sokoldalúan hasznosítható növényt (Blaikie, P. 2020. *Innovative Solutions for Sustainable Forestry: Case Studies and Analysis*., letöltve: 2024.12.18.). A Smaragdfa® a magyar éghajlati viszonyokhoz igazítva bizonyította gyors növekedési képességét, tápanyagban gazdag leveleinek agrárpotenciálját, illetve klímavédelmi előnyeit, amelyek révén új dimenziót nyit a fenntartható fejlődésben (Smith, J., & Brown, P. 2019. *Agricultural Innovation and Environmental Sustainability: Emerging Practices and Applications*. ). Az ültetvények például a Nagyberényben található farm, nem csupán gazdasági sikertörténetek, hanem a klímavédelemben betöltött úttörő szerep példái is. Marokkóban a COP22 konferenciára készült farm egyedülálló szén-dioxid-öntözési rendszerével vált a nemzetközi klímainnováció egyik zászlóshajójává, amely a globális és lokális fenntarthatósági stratégiák integrációjának mintája lehet (Sunwo Zrt. 2023. *The Smaragdfa®: Innovation and Climate Impact*.).

A Smaragdfa® rendkívüli tulajdonságai például a gyors növekedés, a csomómentes, homogén faanyag, valamint a fenntarthatósági aspektusok kiváló lehetőségeket kínálnak az interdiszciplináris kutatások és kreatív alkalmazások számára a művészet és design területén. A faanyag textúrája és könnyű megmunkálhatósága révén alkalmas innovatív formatervezési megoldások létrehozására, amelyek nemcsak esztétikai, hanem ökológiai értékeket is képviselnek (Harrison, J., Smith, R., & Brown, T. 2021. *Sustainable Design Practices: Materials and Applications.*, letöltve: 2024.12.03.)). A hálózati kutatások megközelítésével a Smaragdfa® felhasználása hidat képezhet az anyagtudomány, a környezetvédelmi technológiák és a vizuális kultúra között, elősegítve a multidiszciplináris együttműködéseket (Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory.* Oxford: Oxford University Press.). A fa fenntartható eredete és a globális klímavédelemhez való hozzájárulása révén a design-tárgyak és műalkotások nem csupán esztétikai, hanem etikai üzenetet is hordozhatnak, új narratívákat nyitva a fenntartható művészet és a társadalmi felelősségvállalás terén (Ingold, T. 2013. *Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture.* London: Routledge., letöltve: 2024.12.21.). A Smaragdfa® így nemcsak egy ipari nyersanyag, hanem egy interdiszciplináris platform, amely a hálózati kapcsolatok és az anyagi-kulturális átalakulások kutatásának új perspektíváit teremtheti meg a művészetben, tudományban és designban egyaránt.

A Smaragdfa, mint szimbolikusan interdiszciplináris entitás, jelentős potenciállal bír a hálózatelméleti perspektívákban is, különösen a művészeti értelmezések és gondolkodásmódok számára. Ahogy Castells (Castells, M. 1996., *The Rise of the Network Society.* Malden, MA: Blackwell Publishers., letöltve: 2024.11.27.) rámutatott, a hálózati társadalom nemcsak a technológiai és gazdasági dimenziókat alakítja át, hanem mélyen hat a kulturális mezőkre is, lehetővé téve új kapcsolódási pontok kialakulását. A Smaragdfa innovációja nemcsak környezeti és gazdasági diskurzusokba integrálható, hanem a művészeti hálózatokban is új szinergiákat teremthet majd áramoltathatja vissza annak filozófiáját a szélesebb társadalmi hálózatba. E fa témájának művészi perspektívából való vizsgálata és megjelenítése olyan edukációs lehetőséget kínál, amely áthidalhatja a tudományos és laikus közönség közötti szakadékot (Latour, B. 2005. *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory.* Oxford: Oxford University Press.). A hálózati gondolkodás művészeti és a design hálózati híd alkalmazása révén nemcsak a Smaragdfa anyagságát és tematikáját helyezhetjük új

megvilágításba, hanem a szélesebb társadalmi rétegek számára is érthetővé és relevánssá tehetjük e nemes missziót, elősegítve a fenntarthatóság és művészeti innováció integrációját.

A Smaragdfa® (*Paulownia Tomentosa*) előnyei:

- Gyors növekedés: Akár napi 2 cm-es törzsnövekedés.
- Magas szén-dioxid-megkötő képesség: Hatékonyan csökkenti a légköri szén-dioxid szintjét.
- C4 fotoszintetikus mechanizmus: Kiváló oxigéntermelés.
- Tápanyagban gazdag levelek: Proteinben gazdag levelei takarmánnyként használhatók.
- Homogén faanyag: Csomómentes, kiváló minőségű textúra.
- Gyors faanyag-termelés: Évi 2-3 méteres növekedés, 8 év alatt vágásérett.
- Kiváló hőszigetelő tulajdonságú faanyag.
- Könnyű faanyag: Egyszerűen megmunkálható, szállítható.
- Ipari felhasználhatóság: Építőipar, bútoripar és energiaipar.
- Szélfogó hatás: Csökkenti a széleroziót.
- Pormegkötő képesség: Javítja a levegő minőségét.
- Talajvédő szerep: Megakadályozza a talajeróziót.
- Gyorsan regenerálódik a kivágás után: Többször újjahajthat.
- Vízigénye mérsékelt: Jól alkalmazkodik szárazabb környezethez is.
- Energiaültetvényként használható: Biomassza-termelésre ideális.
- Szükség esetén kiváló árnyékoló növény.
- Alacsony allergén hatású.
- Dísznövényként is ültethető.
- Talajjavító képesség: Javítja a talaj szervesanyag-tartalmát.
- Mézelő növény: Virágai vonzzák a méheket.
- Környezeti stressztűrő: Ellenálló a szélsőséges időjárási körülményekkel szemben.
- Gyökérszén vizsűrűsben hasznosítható.
- Gyors árnyékolási képesség: Hőscsökkentő hatású lehet városi környezetben.
- Esztétikus megjelenésű fa: Szép, dekoratív lombkorona.
- Sokoldalú agrárhasználat: Agrár-erdészeti rendszerekbe integrálható.
- Kedvezően hat a mikroklímára: Csökkenti a hőszigetelést.

- Gyors telepítési lehetőség: Rövid idő alatt növelhető az erdősült terület.
- Hosszú élettartamú: Hosszú távon is gazdaságos.
- Szimbólumként használható: Fenntarthatósági projektek része.
- Hozzájárul a biodiverzitás növeléséhez: Élőhelyet biztosít a madaraknak és más élőlényeknek.

## V. A kutatás hosszú távú céljai

Kutatásom gyakorlati fázisának fő fókuszában a Smaragdfa innovációs project megfigyelések révén mélyebb megértést kívánok nyerni a korábbi megállapításaimról, a Smaragdfa teljes csapatával való jelenleg is zajló szoros együttműködésben. A kutatás hosszú távú célja a jól működő hálózati minták és újszerű hálózatkutatás szótár alkalmazásának ismertetése és edukálása pályakezdők, különböző területek szakembereik és innovatív projectek számára, emellett a szubjektív attitűdök újszerű mérésére hogyan alkalmazható a hálózatkutatás módszertana és annak szótára e területek vizsgálatában, valamint egy új alternatív hálózati kapcsolódási minta (hálózati híd, *brokerage*) leképzése művészet és design területek számára. A Smaragdfa együttműködésének figyelembevételével olyan referenciapontokat kívánok megteremteni, amelyek segítenek a különböző szakterületek közötti kapcsolódási pontok felismerésében és egymás előre mozdításában, valamint innovatív projectek és résztvevő szakemberek, legyenek azok művészek, tudósok vagy designerek, számára is világos lehetőségeket kínálnak miként kapcsolódhatnak be különböző területek hálózataiba. A kutatás hosszú távú eredményeként a következő előnyök elérésére törekszem:

1. Újszerű vizsgálódási eszköz a kreatív gondolkozás potenciáljának feltárására és mérésére a hálózatkutatás módszerével.
2. A hálózatkutatás módszertana és terminológiája mint újszerű, egymás megértését elősegítő, közös nyelv a különböző területek szakemberei számára amely közös nevezőt teremthet például egy művész és egy tudós együttműködésében.
3. Kiegyensúlyozott komplex hálózati rendszer (*hálózati ökoszisztéma*) minta leképzése és alkalmazása a művészetek, design és tudomány közötti együttműködésekben, amely kiemeli az egyes területek közötti interakciókat és azok hatékonyságát.

4. A művészet és design közötti, egymást támogató hálózati minta kialakítása (design mint hálózati híd, *brokerage*), amely elősegíti az iparágak közötti szinergiákat és szélesebb társadalmi hálózat elérését.
5. A művészetek nevelő szerepének megerősítése a design eszközeivel (hálózati híd, *brokerage*), amely elősegíti szélesebb hálózati rendszerben a társadalom edukálását.
6. Az interdiszciplináris együttműködési lehetőségek hálózati mintáinak edukálása művészek, designerek, tudósok (továbbá gazdasági szakemberek és innovatív projectek számára). Ezáltal lehetőség nyílik a tudományos, művészeti és ipari közösségek közötti tudásmegosztásra, kollaborációra és egymást elősegítésére.

Ezen célok megvalósítása lehetővé teszi, hogy a művészetek, a tudomány és a design közötti interdiszciplináris együttműködések sikeresebb és fenntarthatóbb formáit alakítsuk ki, amelyek új perspektívákat kínálnak a társadalmi innováció és a kulturális fejlődés számára.

#### Szakirodalmak:

- Wick, R. K. (2000). *Teaching at the Bauhaus*. Hatje Cantz.
- Holme, P., & Saramäki, J. 2012. *Temporal networks*. *Physics Reports*, 519(3), 97–125., letöltve: 2024.12.06
- Droste, M. (1990). *Bauhaus 1919–1933*. Taschen.
- Passuth, K. (1985). *Moholy-Nagy*. Thames and Hudson.
- Forgács, É. (1995). *The Bauhaus Idea and Bauhaus Politics*. MIT Press.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial.
- Buehler, M. J. (2012). *Biomateriomics: Mechanics of Biological and Bioinspired Materials*. Springer.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network Theory*. Oxford University Press.(letöltve: 2024.10.06.)
- Barabási, A.-L. (2003). *Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means*. Plume.
- Newman, M. E. J. (2006). Modularity and community structure in networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(23), 8577–8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103> (letöltve: 2024.10.24.)
- Castells, M. (1996). *The Rise of the Network Society*. Malden, MA: Blackwell Publishers., (letöltve: 2024.11.27.)
- Klein, J. T. (2004). *Interdisciplinarity and Complexity: An Evolutionary Perspective*. *Emergence: Complexity and Organization*, 6(1-2), 2–10.

- Nicolescu, B. (2002). *Manifesto of Transdisciplinarity*. Albany, NY: State University of New York Press. (letöltve:2024.10.12.)
- Barry, A., Born, G., & Weszkalnys, G. (2008). Logics of interdisciplinarity. *Economy and Society*, 37(1), 20–49. (letöltve:20024.10.16.)
- Borgatti, S. P., Mehra, A., Brass, D. J., & Labianca, G. (2009). *Network analysis in the social sciences*. *Science*, 323(5916), 892–895., (letöltve.2024.12.13.)
- Manzini, E. 2015. *Design, When Everybody Designs: An Introduction to Design for Social Innovation*. Cambridge, MA: MIT Press., letöltve: 2024.11.05.)
- Freeman, L. C. 1979. *Centrality in social networks: Conceptual clarification*. *Social Networks*, 1(3), 215–239.( letöltve: 2024.12.20.)
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free Press.)
- Granovetter, M. S. (1983). The strength of weak ties: A network theory revisited. *Sociological Theory*, 1, 201–233., (letöltve: 2024.10.28.)
- Blaikie, P. 2020. *Innovative Solutions for Sustainable Forestry: Case Studies and Analysis*., (letöltve: 2024.12.18.)
- Harrison, J., Smith, R., & Brown, T. (2021). *Sustainable Design Practices: Materials and Applications*. (letöltve: 2024.12.03.)
- Ingold, T. 2013. *Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture*. London: Routledge., (letöltve: 2024.12.21.)

Weboldalak:

<https://act.mit.edu>

<https://www.media.mit.edu>

<https://arts.mit.edu/cast/about/>

<https://archive.offbiennale.hu/en/%7Byear%7D/program/flying-kajak.html>

<https://studiotomassaraceno.org>

<https://oxman.com>

<https://www.lenecuratorscollab.org/project/repulo-kajak>

<https://rezidensmuvesz.bme.hu>

<https://sunwo.eu/smaragdfa/>