

SAVITVARKA PAKARTOTINIO VARTOJIMO DIZAINE

Viktorija Sokolovskaja

VILNIAUS DAILĖS AKADEMIJA

Maironio g. 6, LT-01124 Vilnius

sokolovskaja.vika@gmail.com

Paulė Bekampienė

FIZINIŲ IR TECHNOLOGIJOS MOKSLŲ CENTRO TEKSTILĖS INSTITUTAS

Demokratų 53, LT-48485 Kaunas

bekampiene@lti.lt

XX a. antroje pusėje susiformavus vartotojiškai kultūrai vartojimo apimtys nuolat augo, o drauge ir išmetamų daiktų kiekiai. Tai suformavo opią aplinkosauginę problemą, kuriai spręsti tradicinių metodų nepakanka. Ieškant inovatyvių sprendimų dažnai žvelgiama į gamtą, kuriai būdinga „uždaro rato“ atliekų tvarkymo sistema, pagrįsta medžiagų savarankiško vystymosi ir kitimo – savitvarkos – principais. Straipsnyje pateikiami išsamūs teoriniai savitvarkos proceso tyrimai, analizuojant sudėtingų sistemų elgseną įvairiose dydžių skalėse ir aplinkose, gamtos ir sociokultūrinėse sistemose, siekiant suprasti savitvarkos proceso mechanizmą ir jo įvairiapusiškumą. Buvo atlikti eksperimentiniai medžiagų tyrimai norint sukurti metodą, kuriame savitvarkos procesai būtų taikomi formuojant skirtingos struktūros (rašto) medžiagas iš sudėtingų medžiagų sistemų (pasižyminčių jas sudarančių dalelių dydžio, formos ar cheminės prigimties netolygumu), tokių kaip netvarkios antrinės žaliavos. Kaip šių sistemų modelis tyrime naudota koloidinė medžiaga, kuriai buvo būdingas didelis dalelių dydžio netolygumas, bei atliekamas šios sistemos netvarkumo keitimas; koloidą filtruojant buvo mažinama sistemos klampa ir netvarkumas, tuo tarpu skiedžiant – klampa mažėjo, tačiau sistemos netvarkumas nekito, bet didėjo atstumai tarp dalelių. Atlikus bandymus nustatyta, kad kuo netvarkesnė yra medžiaga, tuo ji labiau linkusi sudaryti raštą, tačiau netvarkumą mažinant – raštas nebesusidaro. Šios žinios toliau galėtų būti taikomos kuriant savaime besivystančias įvairios struktūros (rašto) medžiagas iš antrinių žaliavų. Gilinantis į tyrinėjamas sistemas pastebėta, jog procesus, vykstančius mikrolygmenyje, dažnai atrandame makropasaulyje, sociokultūriniuose reiškiniuose, tačiau apie juos retai galvojame kaip apie savitvarkius. Straipsnyje pasitelktas analogijos metodas patvirtino esantį atitikimą tarp dėsnių ir reiškinių, vykstančių skirtinguose būties bei gyvybės lygiuose, todėl ateityje savitvarkos tyrimai galėtų būti pritaikyti ir kitose srityse.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: praktika grįsti tyrimai, pakartotinio vartojimo dizainas, savitvarka, netvarkios medžiagos, medžiagų struktūros (rašto) dizainas.

VARTOTOJIŠKOS KULTŪROS IR GAMTOS SISTEMOS

Dar visai neseniai Coco Chanel yra pasakiusi, jog mada kinta, o stilius išlieka. Šiandien ji nustebtų pamačiusi, kaip mada ir stilius supanašėjo, tapo vienas nuo kito neatskiriami. Kas sezoną mums pasiūloma vis daugiau spalvų, kolekcijų, stilių nei prieš 50 ar 20 metų. Visa mada juda vis greičiau ir greičiau, tačiau rūbų dėvėjimo koncepcija nekinta jau daugiau nei 100 metų. Tekstilė dar tebedengia kūną ir identifikuoja socialinius kodus. Medžiagos dar tebesiuvamos su adatomis ir parduodamos prekybos erdvėse. O gal mada galėtų būti progresyvesnė, neapsiriboti vien naujais stiliais ir tendencijomis? Juk šiuolaikinės technologijos atveria plačias galimybes formuoti gaminius, primenančius futuristinę idėją ar fikciją, permąstyti dėvėsenos koncepciją¹. Šiandieninės dėvėsenos įpročiai ir nuolat spartėjantys madų tendencijų kaitos tempai dar XX a. 9 dešimtmetyje sukėlė ekologinį sąjūdį, kuris paskatino visuomenę susimąstyti, diskutuoti, ieškoti alternatyvių pramonės, vartojimo metodų, siekiant sumažinti destruktivią veiklą gamtai. Anthony Dunne'as ir Fiona Raby knygoje *Spekuliuojant viskuo: dizainas, pramanai ir socialinė svajonė* paliesdami aplinkosauginius klausimus pažymi, jog turėtume permąstyti vartotojišką pasaulį, susiformavusį apytikriai XX a. antroje pusėje. Tačiau siekiant perkonstruoti šiuolaikinę nuostatą, mums reikia daugiau pliuralizmo² dizaine, paremto ne stiliumi, o vertybėmis ir ideologija³. Nenuostabu, kad ieškant naujų idėjų bei dizaino krypčių

dažnai atsigręžiama į gamtą, kurioje viskas vyksta cikliška ir tarsi savaime, sudarant „uždaro rato“ sistemą. Siekiant suvokti gamtos cikliškumą ir jos savaiminį vystymąsi, vis daugiau dėmesio skiriama savitvarkos procesų tyrimams. Savitvarka (angl. *self-assembly*) plačiai nagrinėjama sritis biologų, fizikų, sociologų bei kitų sričių specialistų. Ji analizuoja sudėtingų sistemų vystymąsi ir įvairioms sistemoms būdingus bendrus vystymosi dėsnius, atsikartojančius tiek medžiagose, tiek ir socialiniuose ryšiuose, santykiuose. Įvairių tyrimų metu siekiama suprasti, kaip veikia šios sudėtingos sistemos, o gautas žinias pritaikyti kasdienėse veiklos srityse pasitelkiant inžinerinius sprendimus. Savitvarkos dizainas ragina permąstyti patį kūrimo procesą. Užuo kuriant dizaino produktą, kai naudojamos žaliavinės medžiagos ir mašinos, gamybiniai procesai, kurie vis dažniau sukelia įvairias diskusijas etiniais, gamybiniais, energijos sąnaudų klausimais, siekiant viso to išvengti bandoma tiesiogiai integruoti savitvarkos dėsnius ir taip sukurti programuojamas medžiagas, kurios toliau galėtų būti naudojamos vystant technologinius, architektūrinius procesus. Tvirtu „Savitvarkos dizaino laboratorijos“ (angl. *„Self-assembly Lab“*) įkūrėjo Skylaro Tibbitso įsitikinimu, savitvarkos metodas taps ateities dizaino mechanizmu⁴. Tyrėjas išskiria kelias šiam procesui būtinas sąlygas, kuriomis vadovaujantis kuriamos programuojamos medžiagos, kitaip tariant, savitvarkios sistemos: aplinka (t. y. terpė, kurioje vyksta procesas), dalelių forma ir dydis bei energija (siekiami naudoti pasyviają energiją: šviesą, garsą, drėgmę, šilumą)⁵. Panašiais principais savo darbuose remiasi ir kiti kūrėjai: Carlos de Smetas, Klari Reis ar „Nervų sistema“ (angl. *„Nervious System“*) dizaino studija. De Smetas projekte „Noumenon kėdė“

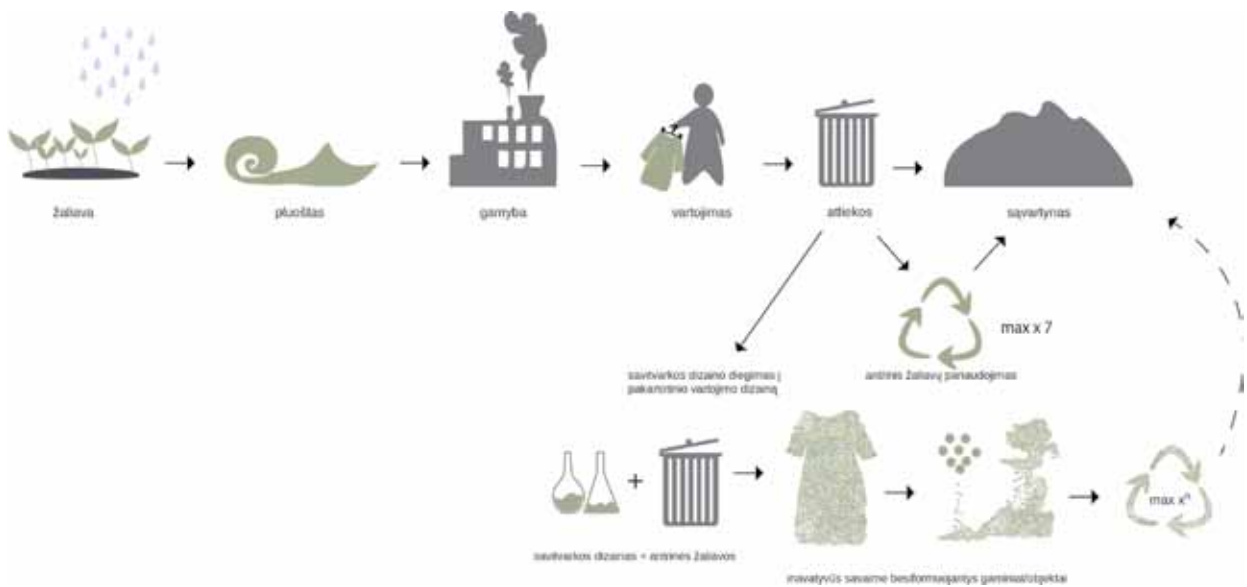
1 Victor Kohler, David Dworsky, *The Next Black*, [interaktyvus], 2014, 1:32 – 2:02, [žiūrėta 2014-08-07], <http://www.aeg.co.uk/Plan--Design/thenextblack/>.

2 Pliuralizmas (lot. *pluralis* – daugybinis) – filos. koncepcija, aiškinanti, kad egzistuoja keli (arba daug) vienas nuo kito nepriklausomi būties pradai; Aldona Bendorienė [ir kt.], *Tarptautinių žodžių žodynas*, ketvirtas leidimas, Vilnius: Alma littera, 2005, p. 581.

3 Anthony Dunne, Fiona Raby, *Speculative Everything: Design, Fiction and Social Dreaming*, London, England: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2013, p. 9.

4 Skylar Tibbits, *Design to Self – Assembly, Logic Matter*, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts, 2010, p. 68–73.

5 Skylar Tibbits, *Self-Assembly & Programmable Materials*: Pranešimas konferencijoje „Zooetics“, [interaktyvus], 2014, 09:12 – 22:00, [žiūrėta 2015-05-07], <http://www.zooetics.net/lectures/nature/>.



1. Savitvarkos dizaino įvedimas į pakartotinio vartojimo dizainą išplėčia antrinių žaliavų panaudojimo galimybes ir sukuria ciklišką judėjimą

Introducing self-assembly design into upcycling design expands the possibilities of the use of recycled materials and creates a cyclic movement

(angl. „*Noumenon chair*“)⁶ keisdamas formos atmintimi pasižymiųjų medžiagų temperatūrą valdo kėdės formos kitimo (augimo) procesą. Tuo tarpu Reis savo kūryboje remiasi savitvarka, vykstančia biologinėse sistemoje: dalelių judėjimu ir jų tarpusavio reakcija su kitomis medžiagomis. Menininkę inspiravo įvairios ligos pažeistų ląstelių reakcijos su medikamentais. Remdamasi šiais stebėjimais ji kuria spalvų ir raštų kompozicijas įvairių dydžių petri lėkštelėse. Visai kitokią įžvalgą ir priegą pasirenka „Nervų sistemos“ dizainerių duetas Jessica Rosenkrantz ir Jesse'as Louis-Rosenbergas, kurie morfogenezės principus naudoja kurdami reakcijos ir difuzijos (angl. *Reaction – diffusion*) mechanizmo simuliacijas, kur matematinių formulių dėka kontroliuoja formos augimo greitį ir dažnį skirtingose objekto vietoje. Šis mechanizmas paaiškina, kaip vienodos, tolygios

dalelės geba suformuoti kompleksines struktūras. Anot menininkų, tai – procesas, kurio metu dalelių sistemos pasiskirsto erdvėje ir sąveikaudamos viena su kita suformuoja raštų įvairovę, gamtoje sutinkamą gyvūnų, vabzdžių, augalų estetinę išraišką. Pasitelkdami šias žinias dizaineriai kuria skaitmeninius dizaino objektus (aksesuarus, rūbus), kuriuos vėliau atspausdina naudodami 3D spausdinimo technologijas⁷. Įdomių dizaino sprendimų atrandama Tibbitso ir jo bendraautorių darbuose, kur dizaineriai remdamiesi fundamentaliais tyrimais formuoja dizaino objektus, programuojamas medžiagas. Kaip ir konceptualūs architekto Achimo Mengeso⁸ architektūriniai prototipai, glaudžiai susiję su savitvarkos fizikos ir biologijos studijomis.

Tuo tarpu socialiniu aspektu savitvarkos tyrimai galėtų būti pasitelkiami sprendžiant sociokultūrinėje erdvėje kylančias problemas, susijusias su mados ir

6 Dizaineris Carlos de Smetas kuria savaime išsilankstantį minkštą krėslą, kuris reaguodamas į smūgį automatiškai pradeda skleistis; [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-20], <http://www.fastcodesign.com/1672424/self-assembling-furniture-that-could-make-ikea-obsolete>.

7 Nervous System Design Studio; [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-17], <http://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/>.

8 Achim Menges, Dizaino tyrimai, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-17], <http://www.achimmenges.net/?cat=23>.

dizaino bei aplinkosaugos sritimis. Kaip sakė Peteris Vaillas, savitvarka – tai fundamentalus reiškinys, kurį mes privalome suprasti ir išmokti jį taikyti praktikoje (pvz., mados tendencijų prognozavimui, vartotojų poreikių kontrolei ar pan.).

Atliekant meninių projektų ir mokslinės literatūros apžvalgą pastebėta, jog daugelyje savitvarkos procesais besivadovaujančių tyrimų susitelkiama ties naujų medžiagų kūrimu eksperimentiniais metodais arba naudojant fundamentaliuosius tyrimus kuriami jų simuliaciniai modeliai. Tačiau šie procesai galėtų būti taikomi ir kuriant savaime besiformuojančias medžiagas iš atliekų, taip sudarant „uždaro rato“ sistemą, kuri leistų išspręsti pakartotinio vartojimo dizaino⁹ (angl. *upcycle*) problemas [1 il.]. Siekiant šias medžiagas panaudoti savitvarkos būdu gaunamų medžiagų kūrimui būtina suvokti, kokios sąlygos reikalingos šiems procesams vykti ir kuriu būdu jas galima kontroliuoti.

Taigi šio tyrimo tikslas yra išanalizuoti savitvarkos mechanizmą bei pritaikyti jį formuojant skirtingos struktūros (rašto) medžiagas iš sudėtingų medžiagų sistemų, tokių kaip netvarkumu pasižyminčių atliekų. Todėl buvo atliekami teoriniai ir praktiniai savitvarkos tyrimai. Pasitelkiant stebėjimo ir lyginamuosius metodus buvo vykdomi eksperimentiniai netvarkių medžiagų savitvarkos tyrimai. O naudojant analogijos metodą buvo atliekamas sociokultūrinės savitvarkos tyrimas, kuriame tyrinėtos savitvarkės sistemos įvairių dydžių skalėse ir aplinkose bei gamtos ir sociokultūros sistemose.

Savitvarka medžiagų dizaine

Ateities žaliavos

Šiandieninę pramoninę gamybą ir vartojimo sistemą būtų galima pavadinti neracionalia ir taršia, kurios

9 Pakartotinis vartojimas (angl. *Upcycle*) išreiškia antrinių žaliavų panaudojimo metodą, kuriuo siekiama žaliavoms suteikti didesnę vertę ir pratęsti gaminio gyvavimo ciklą; Reet Aus, *Trash to Trend – Using Upcycling in Fashion Design*, Estonian Academy of Arts, 2011, p. 41.

kuriami produktai dažniausiai sunkiai perdirbami¹⁰, tad labai tikėtina, kad ateities žaliavomis gali tapti šiandieninės atliekos¹¹. Nemažą jų dalį sudaro plastikai, kurie dažniausiai minimi diskutuojant aplinkosauginio dizaino temomis. Iki 2010 m. plastikų buvo pagaminama daugiau nei 300 milijonų tonų kasmet¹². Visi sutinka, jog vis tobulinami plastikai atveria plačias galimybes, nepaisant to, daugiausia nerimo kelia augantis jų vartojimas ir utilizavimas. Kasmet vis daugiau diskutuojama apie kaupiamas atliekas sąvartynuose ar gamtoje, ne vien dėl taršos, bet ir dėl kylančių problemų, susijusių su nuolat didėjančiu skaičiumi gyvūnų, nuryjančių ar įsipainiojančių, susižalojančių šiose atliekose^{13,14}. Išplaunamos cheminės medžiagos iš plastiko produktų patenka ne tik į gyvūnų, bet ir žmonių gyvenamąsias zonas¹⁵. Bene labiausiai neramina, jog šiandieninė vartoseną nėra tvari¹⁶ (angl. *sustainable*) ir vis auganti. Įvairiems

10 Laia Mogas-Soldevila, Jorge Duro-Royo [ir kt.], *Designing The Ocean Pavilion: Biomaterial Templating of Structural, Manufacturing, and Environmental Performance*, Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS), Symposium 2015, Amsterdam - Future Visions, p. 2.

11 Richard C. Thompson [ir kt.], „Plastics, The Environment and Human Health: Current Consensus and Future Trends“, in: *Philosophical Transactions B*, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-07], <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1526/2153.short>.

12 *Ibid.*

13 Chris Jordan, *Midway: Message from the Gyre*, [interaktyvus], 2009–2013, [žiūrėta 2013-11-13], <http://www.chrisjordan.com/gallery/midway/#pile%20CF000740%2016x21>.

14 C. P. Watson, *The Vortex Project*, [interaktyvus], 2014, [žiūrėta 2014-08-07], <http://www.parley.tv/thevortexproject/#vortex1>.

15 Richard C. Thompson [ir kt.], *op. cit.*

16 Tvari plėtra (angl. *sustainable development*) leidžia patenkinti esamos kartos poreikius, neatimant galimybes tenkinti savus poreikius iš ateities kartų. Pagrindinė tvarios plėtros siekiamybė – tausoti gamtinius išteklius, taikyti ir ieškoti atsinaujinančių energijos, gamybos išteklių, diegti tausius gamybos bei vartojimo modelius visuomenėje.



2. Eksperimente su plastikais atsiskleidžia medžiagų netolygumas: dėl heterogeninės struktūros medžiagos netirpsta viena kitoje, turi skirtingas lydymosi temperatūras ir pan.

An experiment with plastics reveals the heterogeneity of the materials.

plastiko gaminiams pagaminti sunaudojama apie 4 proc. pasaulio naftos, dar tiek pat sudaro šių produktų gamybai reikalingos energijos sąnaudos¹⁷. Viena iš galimybių spręsti susidariusią problemą – rūšiuoti medžiagas pagal specifines savybes ir naudoti kaip žaliavą pakartotiniam vartojimui. Tačiau rūšiavimas yra sudėtingas tiek ekonominiais, tiek technologiniais aspektais ir kelia daug nepatogumų¹⁸. Plastikai yra netvarkios (heterogeninės¹⁹, nevienalytės) medžiagos, sudarytos iš įvairių skirtingo dydžio, formos ir cheminės prigimties dalelių. Daugelis sudedamųjų dalių yra tarpusavyje nesuderinamos (pvz., netirpsta viena kitoje, turi skirtingas lydymosi temperatūras ir pan.). Be to, kiekviena jų gali būti heterogeniška, todėl visos sudedamosios dalys gali skaidytis skirtingais etapais [2 il.]. Be to, antrinio panaudojimo metu dažniausiai blogėja medžiagų estetiškos savybės, taip pat tokios mechaninės savybės kaip tamprumas, stiprumas,

plastiškumas ir kitos²⁰. Todėl dažnai teigiama, kad medžiagų netvarkumas yra viena iš pagrindinių problemų, su kuria susiduriama norint pakartotinai panaudoti šias sintetines medžiagas.

Netvarkios medžiagos

Tačiau įdomu tai, jog medžiagų netvarkumas tam tikrais atvejais gali būti teigiama savybė. Vis dažniau pabrėžiamas tokių medžiagų gebėjimas savaime įgauti tam tikrą erdvėje apibrėžtą būvį. Gamta netvarkias medžiagas „naudoja“ kurdamą margus žvėrių kailių raštus, gamtos formų įvairovę. Apskritai netvarkios medžiagos yra visos medžiagos, išskyrus idealų kristalą, nes visos jos pasižymi tam tikra „netvarka“. Geriausiai žinoma netvarki medžiaga yra idealios dujos, kur atomo padėtis nepriklauso nuo kitų atomų padėties. Tačiau moksliniu požiūriu netvarkiomis galima būtų laikyti medžiagas, kuriose tam tikrame lygmenyje egzistuoja tvarka, tačiau ji neišlaikoma visoje medžiagoje. Teigiama, kad vystymosi metu netvarkios medžiagos geba spontaniškai suformuoti įvairiausias erdvines struktūras, o tai savo ruožtu

17 Richard C. Thompson [ir kt.], *op. cit.*

18 Stephen A. Zegler, Paul L. Weinle, *Recycling waste polymer, granulation, chopping, extrusion and positioning wastes on backings*, U. S. Patent 5,728,741, 1998.

19 Heterogeninis – nevienalytis; sudarytas iš skirtingų medžiagų; Aldona Bendorienė [ir kt.], *op. cit.*, p. 293.

20 Stephen A. Zegler, Paul L. Weinle, *op. cit.*

leidžia manyti, kad atliekos dėl netvarkios struktūros gali būti naudojamos naujų, tam tikros erdvinės struktūros (rašto) medžiagų ar net gaminių kūrimui. Todėl toliau jų savitvarka bus aptariama plačiau.

Savitvarkos procesas

Savitvarka – tai procesas, kurio metu netvarkingos dalelės dėl vidinės lokališios sąveikos suformuoja tvarkingas struktūras²¹. Tai reiškia, kad šie procesai vyksta sistemų viduje be išorinių jėgų (kartu ir žmogaus) įsikišimo. Kaip konkrečiai išsidėstys dalelės, gali priklausyti nuo begalės veiksnių: temperatūros, dalelių koncentracijos, formos, dydžio, vidinių ir išorinių jėgų ir t. t. Pavyzdžiui, taip susidaro sūkuriai vandeniui aptekant apie cilindrą; esant pakankamai stipriai vandens srovei, šalia cilindro susiformuoja laikinos erdvinės struktūros – du sūkuriai. Panašūs procesai vyksta ir tokiose biologinėse sistemose kaip embriono vystymasis ar vienodų gamtos formų ir raštų atsikartojimas skirtinguose objektuose²². Šis procesas šiandien yra plačiai ir gana intensyviai nagrinėjama sritis tiksluosiuose moksluose, tuo tarpu dizaino srityje – tai naujas ir dar tik besiformuojantis tyrimų laukas.

Teigiama, jog tam, kad savaime susidarytų struktūros (arba raštai), nepriklausomai mikro ar makropasulyje esanti sistema turi prarasti stabilumą²³. Stabilumo praradimą sistemoje sukelia atsiradę netolygumai (fliukuacijos²⁴), kurie gali būti suprantami kaip tam tikri nuokrypiai nuo įprastinės būsenos. Kol šie nuokrypiai nuo vidutinės vertės yra pakankamai maži, sistema išlieka

stabili ir artima pradinei būsenai, todėl raštas medžiagoje nesiformuoja. Tačiau esant pakankamai dideliems nuokrypiams, pasiekiamas tam tikras kritinis – bifurkacijos – taškas²⁵ (lot. *furca* – išsišakojimas) ir sistema, praradusi stabilumą, suformuoja tam tikrą struktūrą, kuri gali būti suprantama kaip raštas.

Sistemos gebėjimas formuoti tam tikros geometrijos raštus priklauso nuo sistemos vystymosi praradus stabilumą. Šis vystymasis visada nukreiptas į pusiausvyrą – atraktorių²⁶ arba rimties tašką. Atraktoriai gali būti prognozuojami arba ne. Pastarieji priklauso chaotinių arba keistųjų atraktorių grupei. Jų pavyzdžių daugiausiai rasime gamtos reiškiniuose: orai, turbulenciniai judėjimai. Vienas vizualiausių pavyzdžių būtų drugelio efektas. Drugelio sparnų plastelėjimo pakanka, kad pakistų klimato eiga. Nepaisant to, kad plastelėjimas labai nežymiai pakeičia pradines sąlygas, ilgalaikė orų prognozė sunkiai galima. Tokiose sistemose chaotiniai atraktoriai pasižymi fraktaline struktūra. Fraktalai – tai geometrinės

21 Skylar Tibbits, *Self-Assembly & Programmable Materials*.

22 Kęstutis Pyragas, „Savaiminis tvarkos atsiradimas (savitvarka) natūraliuose gamtos reiškiniuose“, in: *Sinergetika*, 7 skaidrė, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-30], http://pyragas.pfi.lt/pdffiles/teaching/pask_VU3.pdf.

23 Stabilumas – fiz. ar biolog. struktūros gebėjimas grįžti į pusiausvyros būseną, jei ji buvo sutrikdyta; Aldona Bendorienė [ir kt.], *op. cit.*, p. 699.

24 Fliukuacija – atsitiktinis dydžio nuokrypis į abi puses nuo vidurkio; Aldona Bendorienė [ir kt.], *op. cit.*, p. 243.

25 Bifurkacija [lot. *bifurcus* – dvišakas] pasireiškia, kai maži tolygūs netiesinės dinaminės sistemos parametro pokyčiai lemia staigius kokybinius ar topologinius sistemos elgsenos pokyčius, kintant kokiam nors tą sistemą aprašančiam parametru; Paulė Bekampienė, *Deformacijų netolygumo įtaka austų struktūrų klupdymui tempiant*: Daktaro disertacija, Kaunas: Kauno technologijos universiteto leidykla, 2013, p. 8.

26 Atraktoriai – geometrinės struktūros, charakterizuojančios sistemos elgseną tam tikroje erdvėje, neapibrėžtą laiką. Tik praėjus tam tikram laiko tarpui, pradeda nusistovėti pusiausvyra. Atraktorius yra ta pusiausvyra, į kurią stengiasi patekti sistema; Ramunė Albrektienė, Laboratorinis darbas Nr. 2. Atraktoriai, in: *Nepusiausvyrinės sistemos*: Laboratoriniai darbai, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-06-25], http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CDwQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.chf.vu.lt%2Fsiuntiniai%2Fnepusiausvyrinės_sistemos_laboratoriniai_darbai.pdf&ei=1yWrUuOKoXnywOX94DIDA&usg=AFQjCNGSkbZVkkKp4YpTTCMX23aUcK3XSg&sig2=j80lxNwoX8_X HT0LjKiBwQ&bvm=bv.69620078,d.bGQ.

struktūros, kurios proporcingai redukuojamos išlaiko nekintančią struktūrą, nepaisant nuosekliai mažėjančio mastelio. Medžių šakotumas vizualiai iliustruoja pagrindinius fraktalų geometrijos kitimo principus. Palaipsniui didinant šakų tinklą išryškėja simetriškas jų išsidėstymas, kuriame išlieka ta pati struktūra taikant proporcingą redukciją. Plačiau kalbant, fraktalai išlaiko fragmentinę struktūrą, kuri neišnyksta ir išlaiko nepakitusią formą, kiek kartų bedidintume; tai reiškia, kad padidinus vieną objekto dalį jame išryškėja ta pati forma ir struktūra vėl ir vėl. Ši medžiagų savybė įvardijama savipanašumu^{27,28} (angl. *self-similar*).

NETVARKIŲ MEDŽIAGŲ SAVITVARKOS PRAKTINIAI TYRIMAI

Siekiant suprasti, kaip naudojant netvarkias medžiagas savitvarkiu būdu galima formuoti fraktalines struktūras (raštus), buvo atliekamas eksperimentinis netvarkių medžiagų tyrimas. Kaip netvarkių medžiagų modelis tyrimui buvo pasirinktas organinis koloidas (fermentuotas pienas), kuriam dėl dalelių dydžio fliktuacijų būdinga netvarki struktūra, t. y. medžiaga, sudaryta iš skirtingo dydžio dalelių. Kuo artimesnio dydžio dalelės sudaro koloidą, tuo sistema yra tvarkesnė (stabili), ir atvirkščiai – kuo labiau skiriasi dalelių dydis, tuo netvarkesnė yra sistema. Šios dalelių dydžio fliktuacijos lemia netvarkių jų dinamiką²⁹ (angl. *heterogeneous dynamics*), dėl to jos juda taip pat nevienodai (netvarkiai). Esant pakankamai dideliems nuokrypiams, pasiekiamas tam tikras kritinis taškas – bifurkacijos taškas ir sistema, praradusi stabilumą, suformuoja raštą.

27 Savipanašumas – tai tokia struktūros savybė, kai objektą galima išskaidyti į mažas dalis, kuriose yra sumažintos visos struktūros dalys. Gamtoje daug fraktalų pavyzdžių: augalai, žmogaus organai (inkstai, plaučiai), kraujotaka, nervų sistema, kalnai, debesys, kranto linijos ir kt.

28 Benoit Mandelbrot, *Fractal Geometry: What Is It, And What Does It Do?*, [interaktyvus], p. 4, [žiūrėta 2014-07-29], <http://m.rspa.royalsocietypublishing.org/content/423/1864/3>.

29 Netvarki, arba heterogeninė, dinamika, kurios metu visos dalelės gali judėti skirtingu greičiu ir skirtingomis kryptimis.



a.



b.

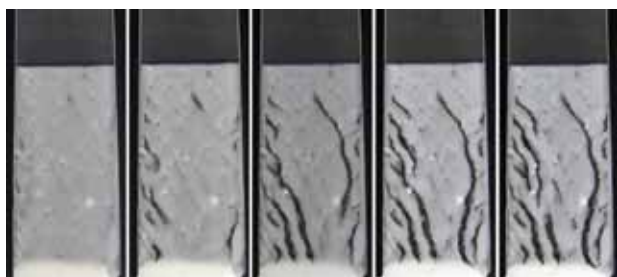


c.

3. Praktinio tyrimo objektas ir eiga:
 - a) koloidinės medžiagos bandiniai,
 - b) raštų liejimas,
 - c) bandinių sukimas magnetiniu suktuvu

Object and course of practical research:

- a) samples of colloid material,
- b) casting of patterns,
- c) rotating the samples on a magnetic rotator



4. Rašto kitimas laike: a) 1 min., b) 2 min., c) 3 min., d) 4 min., e) 5 min.

Transformation of pattern in time: a) 1 min., b) 2 min., c) 3 min., d) 4 min., e) 5 min.

Analizuojant galimybę kontroliuoti rašto susidarymą suformuojamos trys bandinių grupės. Pirmuoju atveju tiriamas koloidas nekeičiant jo savybių (pradinis bandinys). Antruoju – mažinamas koloido netvarkumas (suvienodinamas dalelių dydis) ir klampa³⁰ – tirpalas filtruojamas arba išsukamas magnetiniu suktuvu. Filtravimo metu suardoma koloido stambiamolekulinė struktūra, todėl sumažėja jo klampa, o sistemą sudarančios dalelės tampa artimesnio dydžio. Trečiuoju atveju taip pat mažinama koloido klampa, tačiau išlaikomas dalelių netvarkumas – tirpalas skiedžiamas. Bandiniai skiedžiami distiliuotu vandeniu santykiu: 1:0, 9:1, 8:2, 7:3, 6:4.

Bandiniai liejami ant stiklinio paviršiaus. Stiklas pasirinktas dėl hidrofobinių savybių ir palankios skysties bei paviršiaus sąveikos. Liejant bandinius stiklas laikomas 60°–70° kampu, vėliau paliekamas stovėti 85°

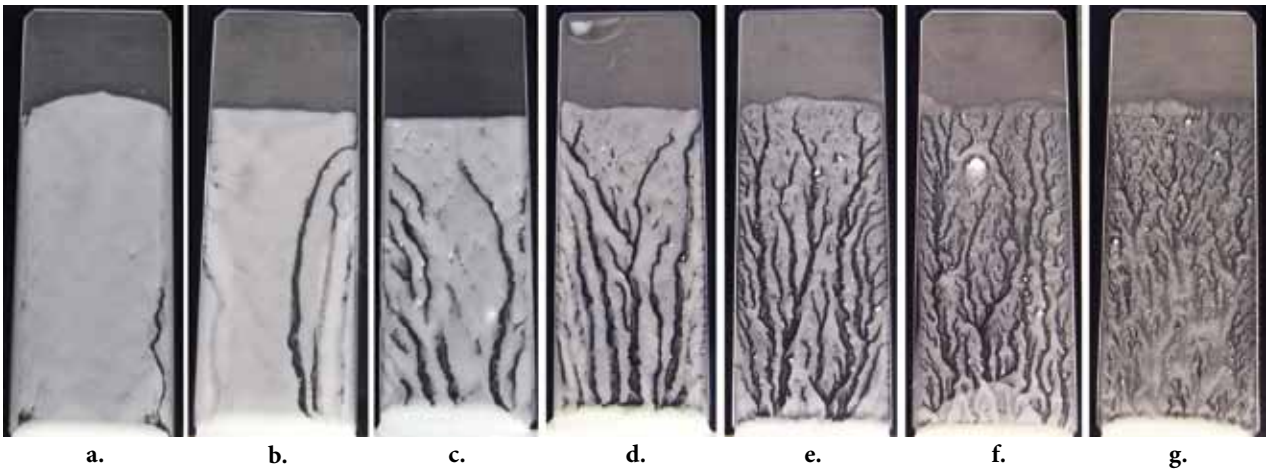
30 Klampa apibūdina medžiagos pasipriešinimą tekėjimui. Kuo stipresnės tarpmolekulinės jėgos veikia medžiagoje, tuo ji klampesnė (tirštesnė); Viswanath Dabir, Ghosh [ir kt.], *Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data*, Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007.

kampu, kol susiformuoja raštas. Susiformavęs raštas fiksuojamas po 5 minučių, kai bandinys nebekinta [4 il.].

Pirmuoju atveju, pradinį koloidą liejant ant stiklinio paviršiaus [3, 4 il.], nevienodo dydžio dalelės dėl skirtingos jų masės ir sunkio jėgų juda nevienodu greičiu (kuo didesnės dalelės, tuo greičiau jos juda). Kartu, judant žemyn, jų masė didėja. Todėl didžiausios dalelės greičiau pasiekia tam tikrą kritinę masę (bifurkacijos tašką) ir slysta žemyn suformuodamos tam tikrą raštą, o lengvesnės – atitinkamai vėliau.

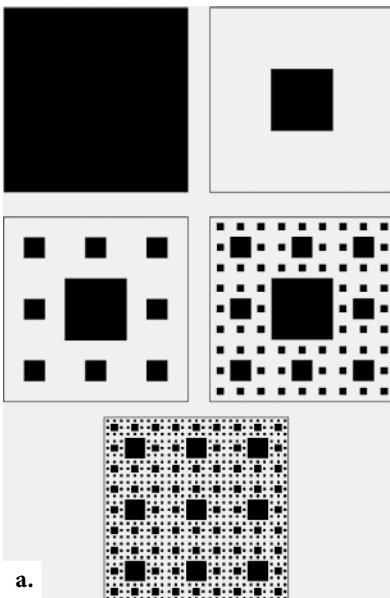
Antrame eksperimente medžiagai praėjus per filtrą iš jos buvo pašalintos didžiausios dalelės ir koloidą sudarančių dalelių dydis tapo artimesnis vidutiniam (sumažėjo dalelių dydžio fliktuacijos) [5 il.]. Liejant šią sistemą ant stiklinio paviršiaus, dėl tvarkesnės medžiagos struktūros raštas nesusiformavo. Analogiški rezultatai gaunami atlikus koloido maišymą magnetiniu suktuvu.

Priešingi procesai vyksta paliekant pradinei koloidinei sistemai būdingą netvarkumą ir sistemą skiedžiant (mažinant klampą). Kintant bandinių klampai, dalelės gali laisviau judėti sudarydamos smulkesnius ir šakotesnius raštus. Eksperimentų metu susidaranti medžiagų struktūra (raštas) yra fraktalinio pobūdžio, o atliktas tyrimas iliustruoja jų susidarymą. Bandymų rezultatuose galima matyti, kaip mažėjant klampai vis aiškiau atsiskleidžia šakoti raštai [5 il.]. Bandinyje [5 il., c] matome šakotą koloido struktūrą, kuri kituose [d, e, f, g] bandiniuose vis labiau smulkėja, bet atidžiau pažiūrėjus matyti, jog pagrindinės šakos išlieka, tik jų skaičius ir tinklas tankėja išlaikydamas tą pačią struktūrą. Fraktalinių struktūrų susidarymas gali būti iliustruojamas Sierpinskio kilimu (angl. *Sierpinski Carpet*). Sierpinskio tinklas sudaromas vadovaujantis keturiais raidos etapais [6 il.]: pirmuose trijuose vyksta kitimas ir vystymasis, o ketvirtame susiformuoja aukštesnė būseną. Pagrindinis žingsnis – pirminę formą (juodą kvadratą) padalyti į keturias *sub* formas (kvadratus), tą patį padaryti su išoriniais kvadratais (juodais) šiuos pažymint kita spalva (balta). Iš pradžių taikoma 1 (vieneto) proporcija, antrame – 1/2 (vienos antrosios) ir t. t. proporcingai redukuojant struktūrą. Analizuojant didžiąją figūrą aiškiai atsiskleidžia, jog kiekvienas struktūros elementas figūroje yra



5. Koloidinės sistemos, pasižyminčios skirtingu dalelių dydžio netvarkumu: a) ir b) sistema, kurios klampa ir netvarkumas sumažinti naudojant filtraciją ir magnetinį suktuvą (raštas nesusiformavo); c) pradinė sistema; d-g) sistema, kurios klampa sumažinta skiedžiant santykiais 9:1, 8:2, 7:3 ir 6:4, tačiau išlaikomas pastovus netvarkumas (palapsniui susiformuoja vis sudėtingesnis fraktalinis raštas)

Colloid systems characterised by different heterogeneity of particle size

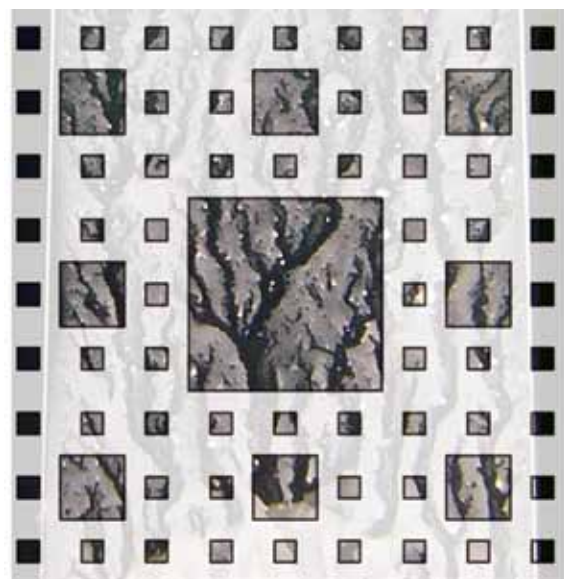


6. Fraktalinių erdvinių struktūrų (raštų) formavimosi principas (a) ir jų pavyzdžiai gamtoje (Olivia kriauklė, b) bei žmonių sukurtose konstrukcijose (Eifelio bokštas, c)

Principle of formation of fractal spatial structures (a) and their examples in nature (Oliva shell, b) and man-made constructions (Eiffel Tower, c)

7. Ant bandinių nuotraukų uždėjus Sierpinskio stuktūros šabloną išryškėja fraktalinių raštų sistemos

Superposing the Sierpinski Carpet on photographs of samples reveals the systems of fractal patterns



viena trečioji visos formos. Dėl šios priežasties sakoma, kad fraktalinis tinklas turi tris savipanašias savybes. Rašto formavimosi dėsningumai atsikleidžia ir nagrinėjamos koloidinėse sistemose [7 il.]. Šie paprasti pavyzdžiai iliustruoja netvarkumo svarbą medžiagos gebai formuojant erdvines struktūras (raštus).

SAVITVARKA SOCIOKULTŪRINĖJE ERDVĖJE

Idėja, jog kūnai sudaryti iš atskirų plika akimi nematomų dalelių, kilo dar antikos laikų filosofams. Aristotelis ir Theophrastas manė, kad gyvūnai ir augalai sudaryti iš atskirų elementų³¹, kurie susijungdami tarpusavyje sudaro sistemas³². Atsiradus pirmiesiems mikroskopams mokslininkai galėjo ne tik kelti hipotezes apie kūnus, sudarytus iš molekulių, bet tuo pačiu juos ir tyrinėti. Pirmasis medžiagų struktūras pradėjo tyrinėti Robertas Hooke'as. Struktūra, kurią jis pamatė, iš dalies priminė

31 Graikų mąstytojai tikėjo, jog pasaulis sudarytas iš skirtingų struktūrų: vieni teigė, jog viskas sukurta iš skirtingų vandens formų, kiti – kad iš ugnies, tuo tarpu Aristotelis teigė, jog viskas sukurta iš atskirų elementų: skysčių, kietosios masės – kaulų, raumenų, kurie susijungia į vientisą sistemą – kūną.

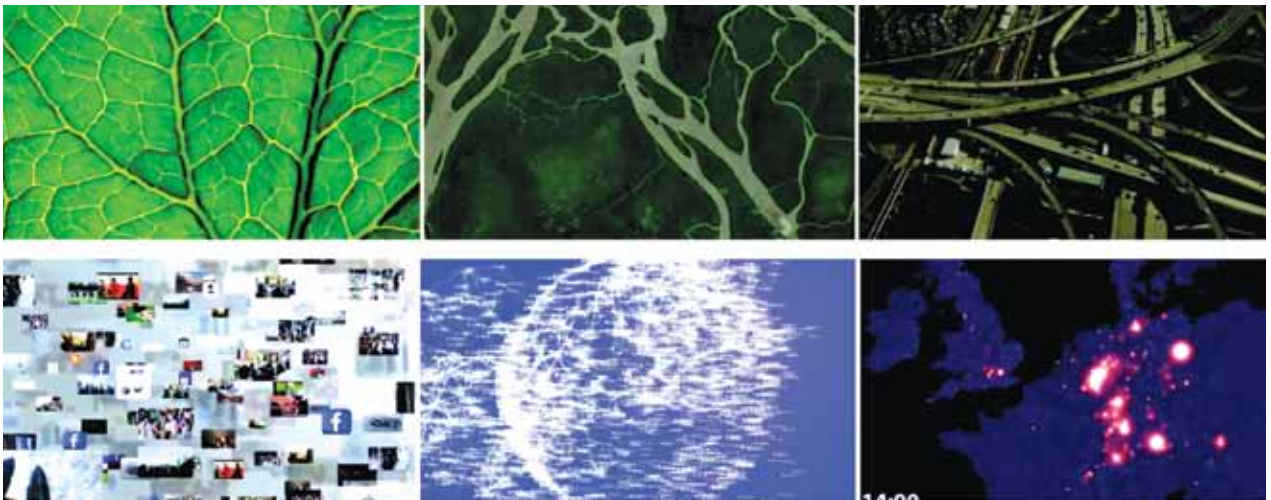
32 Hester Aardse, Astrid van Baalen, *Findings on Elasticity*, Switzerland, Baden: Lars Müller Publishers, 2010, p. 40.

korį, tad kiekvieną mažą elementą jis pavadino ląstele, tačiau netikėtas atradimas buvo tai, jog kiekviena ląstelė būdama kolektyvinio kūno dalis tuo pat metu yra autonominis elementas, kuris it „mažas kūnas“ geba gyventi savarankiškai³³. Analogiški procesai vyksta bendruomenėse, kiekvienas asmuo gyvena atskirą savo gyvenimą it „mažas kūnas“, kuris veikia skirtingose sistemose [8 il.]. Kiekviena atskira sistema komunikuodama su kitomis sudaro sudėtingą kompleksinę sistemą (angl. *complex system*), arba kitaip – sistemų sistemą. Toks ląstelių tinklas veikia vedinas savitvarkių procesų, vieni jų – prognozuojami, kiti – chaotiški ir sunkiai nuspėjami.

Vizualiai „dalelių“ komunikacijos modelį ir kuriamas struktūras, atsiskleidžiančias per raštą, išreiškia Johno Hortono Conway sukurtas matematinio programavimo algoritminis žaidimas „Gyvenimas“³⁴ (angl. *The game of life*). „Gyvenimas“ vyksta dvimatėje

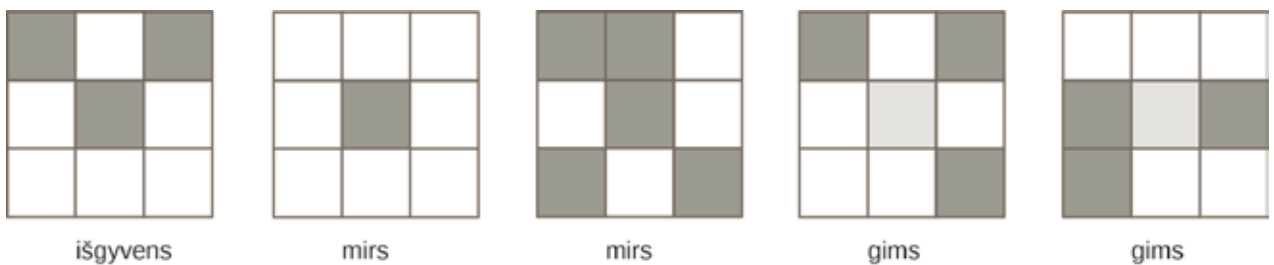
33 *Ibid.*

34 Algoritminė programa, sulaukusi susidomėjimo įvairių sričių specialistų (filosofų, matematikų, ekonomikų, menininkų ir kt.), – tai kompiuterio generuojamas pasaulis, kuris atspindi gyvenimo evoliuciją, paremtą paprastų taisyklių, protokolų, vizualiai išreiškia išlikimą ir saviorganizaciją. Šiame žaidime nėra nė vieno žaidėjo, vadovaujantis vos trimis taisyklėmis žaidimų lentoje „ląstelės“ gimsta, gyvena, miršta.



8. Gamtos ir žmogaus tinklinių struktūrų analogija (a, b); tinklinės struktūros analogiškos kelių sistemoms (c); atskiri elementai (d, e), sudarantys internetinę komunikaciją, analogiški pasaulinei komunikacijai (f)

Analogy of natural and artificial network structures (a, b); network structures analogous to road systems (c), discrete elements (d, e) constituting internet communication analogous to global communication (f)



9. Johno Hortono Conway žaidimo „Gyvenimas“ segmentų kombinacijos, kuriose atsiskleidžia raštas, lemiantis sistemos būseną

Combinations of segments in John Horton Conway's game „Life“ revealing a pattern that determines the state of the system

kvadratais padalintoje plokštumoje, priklausomai nuo kelių „genetinių“ taisyklių³⁵ ląstelės plokštumoje miršta, gimsta, išgyvena [9 il.].

Panašią analogiją naudoja Otto von Buschas kalbėdamas apie madą ir jos tendencijų sklaidą visuomenėse. Anot autoriaus, mada tarsi programa, kuri vadovaujantis keliomis paprastomis taisyklėmis sklinda visuomenėse.

³⁵ Kiekvieną plokštumos langelį (ląstelę) supa aštuoni gretimi langeliai, kaimynų išsidėstymas nulemia, ar ląstelė išgyvens ir pereis į kitą kartą. Ląstelės išgyvens, jei turės du ar tris kaimynus, mirs, jei turės daugiau nei tris kaimynus, – žūtis dėl pertekliaus, jei turės tik vieną kaimyną, – žūtis dėl vienatvės, nauja ląstelė gims, jei būsima ląstelė ribojasi lygiai su trimis kaimynėmis į kitą kartą.

Tai it proto virusas, sekantis baziniais protokolais, kuriuos autorius pateikia kaip parametrus³⁶ idėjiniam, menamam algoritminiam žaidimui, pavadindamas jį „Mados žaidimu“ (angl. „*Game of Fashion*“). Tai veikia kaip nerašytos taisyklės, parametrai, lemiantys mados tendencijų vyravimą: jei mada pernelyg ekspresyvi, per daug unikali, ji netaps madinga (per originali); jei mados išraiška per populiaru, ji iškrenta iš mados tendencijų (per populiaru); jei didžioji visuomenės dalis dėvi tam tikros išraiškos gaminius – tai jau yra mada (aiškiai atskiriamas, kas priimtina ir nepriimtina). Tokiu būdu atskleidžiama, kad mados ekspresija „užkrečia“ mases, tačiau ji negali būti pernelyg originali ir populiaru³⁷. Panašiai veikia ir dizainerės Paulos Sher sukurtas metodas siekiant nuspėti būsimas grafinio dizaino tendencijas:

Viskas, ką turime padaryti, tai pasiimti knygą, pripildyti įvairios stilistikos plakatų nuotraukų ir įrašyti savo respondentų atsakymus. Štai ką jie reiškia: „Tai nuostabu“ – tai yra tai, ką darome dabar arba darysime rytoj. „Gražu“ – tai, ką darėme pastaruosius trejetą metų, ir tai, ką mes darysime tol, kol tai taps „Tai nuostabu“. „Nuobodoka“ – tai, ką darome pastaruosius penkerius metus. „Per daug keistas“ – tai, ką darysime ateinančius penkerius metus. „Per daug bjaurus“ – tai, ką darysime po dešimties metų.³⁸

Pasirodžius „proto virusui“ pradeda veikti „reakcijos ir difuzijos“ mechanizmas. Susiformavus naujai „idėjai“ paklausumas pamažu auga – vyksta reakcija (aktyvatorius), tačiau po kurio laiko susidomėjimas mažėja –

vyksta difuzija (slopinimas). Paprastai tariant, reikalingi mažiausiai du veiksniai, kurių vienas sistemą aktyvuoja, o kitas slopina. Taip sistema gali kisti be galo ilgai, kadangi nuolat grįžta į pusiausvyrą, tačiau galimi atvejai, kai sistema visiškai nutolsta nuo pusiausvyros ir susiformuoja nauja mados kryptis. Kaip vieną iš pavyzdžių būtų galima paminėti ekologinį sąjūdį, kilusį praėjusio amžiaus antroje pusėje. Gamtos ir žmogaus veiklos tarpusavio ryšys stipriai pakito dėl technologinio vystymosi. Dauguma naujai naudojamų medžiagų buvo išgaunamos laboratorijose. Šios medžiagos savaime neįmanomos arba reikalaujančios vis ilgesnio laiko tarpsnio tam, kad savaime sunyktų. Tačiau kintant vartojimo ir gamybos įpročiams, nekito atliekų tvarkymo tradicijos, todėl buvo stipriai ir sparčiai teršiama gamta, gyvenamoji aplinka. Ilgainiui, sistemai pasiekus kritinį tašką (bifurkacijos momentas), kilo ekologinis sąjūdis, kuris paskatino visuomenės ne tik susimąstyti, bet ir ieškoti metodų, technologijų taršai mažinti. Stabilumo praradimo (bifurkacinius) momentus galima išskirti kelis: pasirodžiusi pirmoji žemės nuotrauka iš kosmoso, prasidėjusios stichinės nelaimės (perteklinis pesticidų naudojimas žemės ūkyje, Černobylio avarija, cheminė avarija Bhopal vaistų gamykloje) ir socialinis aktyvumas (Rachel Carson pasirodžiusi knyga *Tylusis pavasaris* (angl. „*Silent Spring*“, 1962) ir Lewiso Herberio *Mūsų sintetinė aplinka* (angl. „*Our Synthetic Environment*“, 1962). Visa tai lėmė visai naujos tvarios, gamtai draugiškesnės vartojimo ir gamybos krypties susiformavimą. Tarkim, sistema laikui bėgant pasiekia tam tikrą stabilumo būseną, nagrinėjamoju atveju tai galėtų būti pradedamos rūšiuoti atliekos, kurios vėliau naudojamos kaip žaliava gaminti prastesnės kokybės gaminius, nenaudojant naujų išteklių. Tačiau reali sistema (susiklosčiusi vartotojiška visuomenė) tebėra nuolatos veikiamas mažesnių ar didesnių išorinių sąlygų (rinkoje pateikiama vis didesnė gaminių pasiūla), pokyčių bei vidinių fluktuacijų (nenuosekliai kintantis vartotojų požiūris, įpročiai, rinkoje pateikiami ekologiški produktai). Nepaisant to, ji juda atraktoriaus link. Ekologinio sąjūdžio atraktoriaumi yra tvarumas (angl. *sustainability*). Gamtoje ir visuomenėje susiklosčiusi netolygumą siekiama eliminuoti

36 Otto van Burchas straipsnyje „Lookbook.nu and the Game of Fashion“ nagrinėdamas mados tendencijų sklaidą pateikia „taisyklių, sąlygų“ komplektą, kuris suformuoja idėją algoritminiam žaidimui „Mados žaidimas“ (angl. „*Game of Fashion*“), paremtą Conway sukurtu žaidimu.

37 Otto van Burch, „Lookbook.nu and the Game of Fashion“, in: Sandy Black, *The Sustainable Fashion Handbook*, Thames & Hudson, 2013, p. 16–20.

38 Elizabeth E. Guffey, *Retro – the culture of revivalism*, London: Reaction Books, 2006, p. 162.

pasitelkiant įvairius metodus – tausesnį vartojimą, atliekų rūšiavimą ir jų antrinį panaudojimą, skatinant ekologinį sąmoningumą.

Dar vienas tokių pavyzdžių – tai socialinės iniciatyvos modelis „Besikeičiantys miestai“ (angl. „*Transition town*“), kurio pagrindinės idėjos ir siekiai remiasi darnios plėtros koncepcija. Piliečiai savo bendruomenėse skatina ekologinį sąmoningumą pritaikydami esamus ir ieškodami naujų metodų taupyti energijos sąnaudas, gamtinius išteklius, eliminuoti priklausomybę nuo naftos (degalų), masinės gamybos produktų, palaikant ir vystant vietinę gamybą bei produkciją. Pirmasis „Besikeičiantis miestas“ pasaulyje įsikūrė Totneso miestelyje Anglijoje. Idėja, kilusi dviejų bendruomenės narių iniciatyva, šiandien apima daugiau nei 500 įvairių pasaulio bendruomenių ir gyvenviečių, kurios vadovaujasi tvarios plėtros idėjomis. Galbūt šiuose pavyzdžiuose neatrasime viena linija sujungiamų geometrinių raštų, kaip Conway žaidime, tačiau gilinantį į jų sklaidą, savitvarkius procesus, atrasime analogiškus dominuojančius dėsnius tiek gamtos, tiek visuomenės sistemose.

TYRIMO APIBENDRINIMAS

Atlikus tyrimus paaiškėjo, jog viena pagrindinių kliūčių sprendžiant antrinio panaudojimo klausimus yra medžiagų netolygumas, arba netvarkumas. Pagal savo prigimtį atliekos yra netvarkios medžiagos, sudarytos iš įvairių skirtingo dydžio, formos ir cheminės prigimties dalelių. Darbe suformuota „uždaro rato“, pakartotiniam atliekų vartojimui, koncepcija pagrįsta savitvarkos procesų taikymu skirtingos struktūros (rašto) medžiagų kūrimui iš netvarkių medžiagų, tokių kaip tekstilės atliekos. Šiuo tikslu buvo atliekami teoriniai savitvarkos mechanizmo tyrimai bei praktiniai šių žinių taikymo eksperimentai kuriant skirtingos struktūros (rašto) medžiagas. Eksperimentiniai netvarkios koloidinės sistemos tyrimai atskleidė, jog netvarkiose atliekose raštai susidaro dėl dalelių dydžio fliuktuacijų, kurios lemia heterogeninę dalelių dinamiką. Kol fliuktuacijos yra pakankamai mažos (dalelių dydis tolygus) – sistema išlieka stabili ir artima pradinei būsenai (raštas nesiformuoja).

Tačiau esant pakankamai didelėms fliuktuacijoms, pasiekiamas tam tikras kritinis taškas – bifurkacijos taškas ir sistema, praradusi stabilumą, suformuoja raštą. Šios žinios toliau galėtų būti taikomos kuriant savaime besivystančias įvairios struktūros (rašto) medžiagas iš antrinių žaliavų. Gilinantis į tyrinėjamas sistemas pastebėta, jog procesus, vykstančius mikrolygmenyje dažnai atrandame makropasaulyje, sociokultūriniuose reiškiniuose, tačiau apie juos retai galvojame kaip apie savitvarkius. Straipsnyje pasitelktas analogijos metodas patvirtino esantį atitikimą tarp dėsnų ir reiškinių, vykstančių skirtinguose būties bei gyvybės lygiuose, todėl ateityje galėtų būti išplėstos savitvarkos mechanizmo taikymo sritys.

Gauta 2014 09 24

LITERATŪRA

- Aardse Hester, Baalen Astrid van, *Findings on Elasticity*, Switzerland, Baden: Lars Müller Publishers, 2010, p. 40.
- Bekampienė Paulė, *Deformacijų netolygumo įtaka austų struktūrų kludymui tempiant*: Daktaro disertacija, Technologijos mokslai, medžiagų inžinerija (08 T), Kaunas: Kauno technologijos universiteto leidykla, 2013, p. 3.
- Bendorienė Aldona [ir kt.], *Tarptautinių žodžių žodynas*, ketvirtas leidimas, Vilnius: Alma littera, 2005, p. 293.
- Burch Otto van, „Lookbook.nu and the Game of Fashion“, in: Black Sandy, *The Sustainable Fashion Handbook*, Thames & Hudson, 2013, p. 16 – 20.
- Dunne Anthony, Raby Fiona, *Speculative Everything: Design, Fiction and Social Dreaming*, London, England: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2013, p. 9.
- Guffey Elizabeth E., *Retro – the culture of revivalism*, London: Reaction Books, 2006, p. 162.
- Tibbits Skylar, *Design to Self – Assembly, Logic Matter*, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts, 2010, p. 69.
- Viswanath Dabir, Ghosh [ir kt.], *Viscosity of Liquids: Theory, Estimation, Experiment, and Data*; Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2007.
- Zegler Stephen A., Weinle Paul L., *Recycling waste polymer, granulation, chopping, extrusion and positioning wastes on backings*, U. S. Patent 5,728,741, 1998.
- Jordan Chris, „Midway: Message from the Gyre“, *Chris Jordan Photographic Arts*, [interaktyvus], (2009 - Current), [žiūrėta 2013-11-13], <http://www.chrisjordan.com/gallery/midway/#pile%20CF000740%2016x21>.
- Kohler Victor, Dworsky David, „The Next Black“, [interaktyvus], 2014, 1:32 – 2:02, [žiūrėta 2014-08-07], <http://www.aeg.co.uk/Plan--Design/thenextblack/>.
- Mandelbrot Benoit B., „Fractal Geometry: What Is It, And What Does It Do?“, [interaktyvus], p. 4, [žiūrėta 2014-07-29], <http://m.rspa.royalsocietypublishing.org//content/423/1864/3>.
- Pyragas Kęstutis, „Savaiminis tvarkos atsiradimas (savitvarka) natūraliuose gamtos reiškiniuose“, in: *Sinergetika*, 7 skaidrė, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-30], http://pyragas.pfi.lt/pdffiles/teaching/pask_VU3.pdf.
- Tibbits Skylar, „Self-Assembly & Programmable Materials“: Žodinis pranešimas konferencijoje „Zooetics“, [interaktyvus], 2014, 09:12, [žiūrėta 2015-05-07], <http://www.zooetics.net/lectures/nature/>.
- Taylor Richard, *Fractal Architecture Across Cultures and Continents*, [interaktyvus], *Engawa Architecture Magazine* 5, [žiūrėta 2014-08-06], <http://www.engawa.es/index.php?/e05/-fractal-architecture->.
- Thompson Richard C. [ir kt.], „Plastics, The Environment and Human Health: Current Consensus and Future Trends“, in: *Philosophical Transactions B*, [interaktyvus], [žiūrėta 2014-08-07], http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/364/1526/2153.short.across---.
- Watson C. P., „The Vortex Project“, [interaktyvus], 2014, [žiūrėta 2014-08-07], <http://www.parley.tv/thevortexproject#vortex1>.

INTERNETINĖS PRIEIGOS

Albrektienė Ramunė, „Laboratorinis darbas Nr. 2., Atraktoriai“, in: *Nepusiausvyrinės sistemos, Laboratoriniai darbai*, [interaktyvus], p. 24, [žiūrėta 2014-06-25], http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CDwQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.chf.vu.lt%2Fsiuntiniai%2Fnepusiausvyrines_sistemas_laboratoriniai_darbai.pdf&ei=1yWrU-uOKoXnywOX94DIDA&usg=AFQjCNGS kbZVkkKp4YpTTCMX23aUcK3XSg&sig2=j80lxNwoX8_XHT0LjKiBwQ&bvm=bv.69620078,d.bGQ.

SELF-ASSEMBLY DESIGN IN UPCYCLING DESIGN

Viktorija Sokolovskaja
Paulē Bekampienē

SUMMARY

KEYWORDS: practice-based research, upcycling design, self-assembly, disordered materials, material structure (pattern) design.

It is considered that due to the ever-increasing concern for the environment, waste will be the most important source of raw materials in the future. Today's existing waste recycling strategies can be applied only for uniform materials, but one of the inherent features of waste is disorder (i.e. complexity and heterogeneity) that imposes challenging problems during the recycling process. The common recycling strategies rest on the processes of collection, identification, purification and etc. These processes are obviously associated with the current mass technology and production systems and restrict further material design and manufacturing alternatives. However, thinking about new recycling design strategies, we increasingly look to nature that uses a continuous, closed-loop recycling system. One of the bio-inspired approaches is self-assembly design which invites us to reconsider all industrial processes. Self-assembly is a process in which a disordered system of components under certain conditions forms a well-ordered, organized structure or patterns without the action of external forces. This concept is increasingly used in quite many technological branches (physics, chemistry and biology) as well as in design. The main questions that should be solved before the application of this concept in practice are the origin, principles and the control mechanism of the self-assembly process. The understanding of these principles could provide designers with a large variety of design and manufacturing alternatives.

The study demonstrates that in disordered waste materials patterns emerge due to the fluctuations in the particle size, composition and shape, resulting in heterogeneous particle dynamics. As long as these fluctuations are small, the system stays near the equilibrium, but when fluctuations become significant and reach a critical value (e.g. critical particle size distribution), the system bifurcates and spontaneously forms patterns. When using the principles of self-assembly design, disordered materials are a useful feature as they provide the ability to form spatial structures that can be used to shape self-developing and self-building objects.