

БИОМИМЕТИКА КАО ИМПЕРАТИВ СТВАРАЛАЧКОГ РАЗВОЈА ТЕКСТИЛНОГ ДИЗАЈНА

Арпад З. ПУЛАН

*Универзитет уметности у Београду,
Факултет примењених уметности у Београду*

Слободан Ж. МИШИЋ

*Универзитет уметности у Београду,
Факултет примењених уметности у Београду*

<https://doi.org/10.18485/smartart.2022.2.2.ch19>

Апстракт: У раду су истражене текстилне вештине које применом или комбиновањем различитих текстилних техника и технологија опонашају биолошке структуре из природе и на тај начин граде нове структуралне површине. Структуралне површине текстила могу се дефинисати као скуп система који се формира применом разнородних текстилно-технолошких метода, које је битно класификовати како би дефиниција биомиметичког дизајна била што боље утврђена. У зависности од начина формирања структуралне површине утврдили смо поделу експерименталних текстилних структура реализованих помоћу биомиметике на ткиве, неткиве и природно грађене структуре. Све три групе дефинисане су према различитим структуралним грађама које пружају добру адаптацију савременим технологијама.

Ткиве структуре својим основним принципом грађења текстила дају могућност мултимедијалног садржаја. Инспириране феноменима из природе могу бити изграђене од оптичких, сензорних или неких других комбинованих влакана. Друга група ткивина су неткиве структуре од композитног материјала, формиране неконвенционалним принципом грађења, термичком обрадом, пресом, трењем или обрадом хемијским поступком. Природно грађене структуре чини текстил који своје површине реализује природним процесом заснованим на органском пореклу, а подржан технологијом из хортикултуре, биоинжењеринга или наменски дизајнираних софтвера. Дефинишући сва три технолошка приступа долазимо до закључка да се ствара један еволутивни помак у развоју структуралних површина које у себи садрже супериорније карактеристике подржане од стране софтверских или хардверских компоненти. Структуре које се формирају на површини текстила инспириране биолошким функцијама и облицима из природе су термички, апсорбно, звучно или сензорно боље оптимизоване. Текстилни дизајн, под окриљем биомиметике побољшан применом савремене технологије, постаје једин-

ствена иновативна област, а саме текстилне структуре су компактније, сензитивније, супериорније и напредније у свим употребним категоријама.

Кључне речи: биомиметика, интерфејс, текстил, дизајн, интерактивност, структуре

УВОД

Развој дигиталне револуције преузима примат над формирањем паметне технологије, прецизније речено то је прелаз из механичке и аналогне електронске технологије на дигиталну електронику. Она има за циљ да осмисли нову методу генерисања података која може проћи кроз динамичке промене својих карактеристика и тиме реши акутуелни проблем субјекта.¹ Комбинујући овакве приступе, стварају се нови системи у текстилном дизајну који служе да се структуралне површине текстила функционално унапреде. Једна од области која заузима битну позицију у решавању акутних проблема је бионика.² Као главни истраживачки субјект у бионици издвајамо интересну групу истраживача, текстилних дизајнера, који долазе из различитих сфера образовања. Истраживачки корпус који смо обрадили бави се проблемима бионичког и текстилног дизајна и покрива области као што су: биологија, механика, информатика, хемија, физика, естетика, текстилна технологија и текстилне технике. Истраживаче покреће интересовање да инжењерску природу у оквиру области биодизајна и биомимикрије примене на текстилни дизајн. Уједно, све ове области обједињује биомиметика која се заснива на примени биолошких функција који се налазе у природи и служе за проучавање и дизајнирање нових текстилних структура помоћу знања из области текстилне технике и текстилне технологије.³ Опонашање природе и имплементација њених механизма је укључујући фактор развоја, али и основа за многа научна експериментална достигнућа у другој декади 21. века. Један од пионира који је покренуо међународно оријентисани програм под називом *Мода и Технологија (Fashion-Design & Technology)*⁴ је Универзитет уметности у Линцу у сарадњи са музејом Арс електроника.

Циљ програма *Арс електроника (Ars electronica)*⁵ је развијање критичког односа према друштвеној релативности модне индустрије као средства промишљања у области дизајнирања структуралних површина и производње кроз биодизајн. Аналитичко прожимање биомиметике кроз текстилни медиј дозвољава појединцу да свој потенцијал текстилног дизајнера исказе кроз експериментална истраживања. Иако је биомиметика у текстилном дизајну релативно млада истраживачка дисциплина, она до сада има богату продукцијску историју

1 H. Leopoldseder, C. Schöpf and Gerfried Stocker, ed. *Ars Electronica 2018: Festival for Art, Technology, and Society*, Hatje Cantz Verlag, Berlin, 2018, 105.

2 J. Benning. *Bionics: Nature as a Model*, Pro Futura Verlag, München, 1993.

3 S. Giulia Linnea Persiani and A. Battisti. "Frontiers of Adaptive Design, Synthetic Biology and Growing Skins for Ephemeral Hybrid Structures", in: Murat Eyvaz, Abdulkерim Gok and Ebubekir Yuksel (ed), *Membrane technology – Energy Efficiency and Sustainability*, 2018, 1–19.

4 Fashion-Design & Technology – Kunstuniversität Linz, <https://www.ufg.ac.at/Fashion-Design-Technology.11325+M52087573abo.o.html>

5 <https://ars.electronica.art/news/en/>

иза себе. Сходно томе, даља анализа ће обухватити поделу експерименталних текстилних структура реализованих помоћу биомиметике.

Основну поделу чине: ткане структуре, неткане структуре и природно грађене структуре. Главни акценат при дефинисању наведене поделе је на текстилним вештинама које стварају различите структуралне површине уз помоћ аналогних и дигиталних технологија. Структуралне површине текстила дефинишемо као скуп система који се формира применом разнородних текстилних вештина попут ткања, плетења, хеклања, применом технике веза и многих других. Сва три приступа, ткане, неткане и природно грађене структуре, груписали смо према њиховим структуралним грађама које су генерисане применом савремене технологије. Структура која се формира на површини текстила⁶ постаје добро технолошки оптимизована и знатно ефикаснија у њеној примени.

ТКАНЕ СТРУКТУРЕ

Ткане структуре својим технолошким поступком граде форме на традиционалан текстилно-технолошки начин. Садржај тканих структура такође може бити резултат интердисциплинарног приступа, док структурални елементи граде визуелни садржај под утицајем текстилних принципа грађења тканине. Преплетене нити основе и потке граде форме инспирисане природом. У овом раду издвојили смо истраживачке тимове и ауторе који су формирали структуре конвенционалним текстилним методама и побољшали њихове перформансе употребом савремених технолошких достигнућа. Из групе пројеката који су у завршној или у концептуалној фази, покушаћемо да што прецизније издвојимо одређени број оних који су реализовани у потпуности или су у поступку реализације. У вршењу селекције водимо се степеном реализације и успехом пројеката који су својим достигнућима направили помак у развоју структуралних површина.

Нуно структуре

Структурална грађа тканине компаније Нуно (Nuno) добија се комбиновањем различитих предива у циљу стварања дводимензионалних и тродимензионалних структура на тканини. Ткани материјали који су формирани араמידним влакнима стварају лакши текстил веће отпорности. Арамидно влакно је нови тип високотехнолошких синтетичких влакана, који имају врло високу чврстоћу, отпорност на високу температуру, лагану тежину, изолационе способности, отпорност на старење, дуг животни циклус и друге изврсне особине. Због оваквих карактеристика, овај материјал се често користи за производе свемирске индустрије. Италијанска компанија *Нуллини сџејен Ејросџора (Grado Zero Espace)*⁷ у сарадњи са Нуно компанијом искористила је технолошка својства овог материјала за *Орикалко (Oricalco)* мајице. Уградњом сензора у материјал омогућила је промену облика мајица при температурним изменама. Компанија такође у рад укључује предива велике проводљивости и која доприносе да сензори у контакту са температуром тела одређују колики ће бити степен термоизолације тканине. Таква тканина нам омогућава високу топлотну проводљивост и можемо је користи у дизајну одевних предмета.

6 Bradley Quinn, *Textile Futures: Fashion, Design and Technology*, Milton Keynes UK: Berg: Lightning Source, Oxford, New York, 2010.

7 <https://www.gzespace.com/>

За све ове успехе је заслужан главни оснивач Нуно компаније, велики поборник ревалоризације текстилних техника применом савремене технологије – Реико Судо (Reiko Sudo).⁸ За реализацију својих пројеката ангажује многе ткачке задруге, а једна од њих је *Цереока (Tsuruoka)*. Њене тканине су на бази свилених влакана, а користи се део свиленог кокона који се налази испод претходно одбачених влакана. Такву свилу, у сарадњи са Швајцарским произвођачима текстила, користе за производњу тканине високих перформанси за спортско тржиште.

Нуну компанија у своју производњу спортских колекција укључује и обрађена метална влакна, као и оптичка влакна која су имплементирана кроз ткане структуре. Пређе са металним легурама су уведене у ткање да би ткане структуре имале могућност меморисања. Императив је да текстил има могућност формирања тродимензионалних облика који се у одређеном моменту могу вратити у првобитно стање. Веома је битно напоменути да се поред традиционалног приступа уносе и савремени технолошки правци у којима Нуно компанија формира ткане структуре у корист развоја оптичких тканина са сензорним распознавањем.

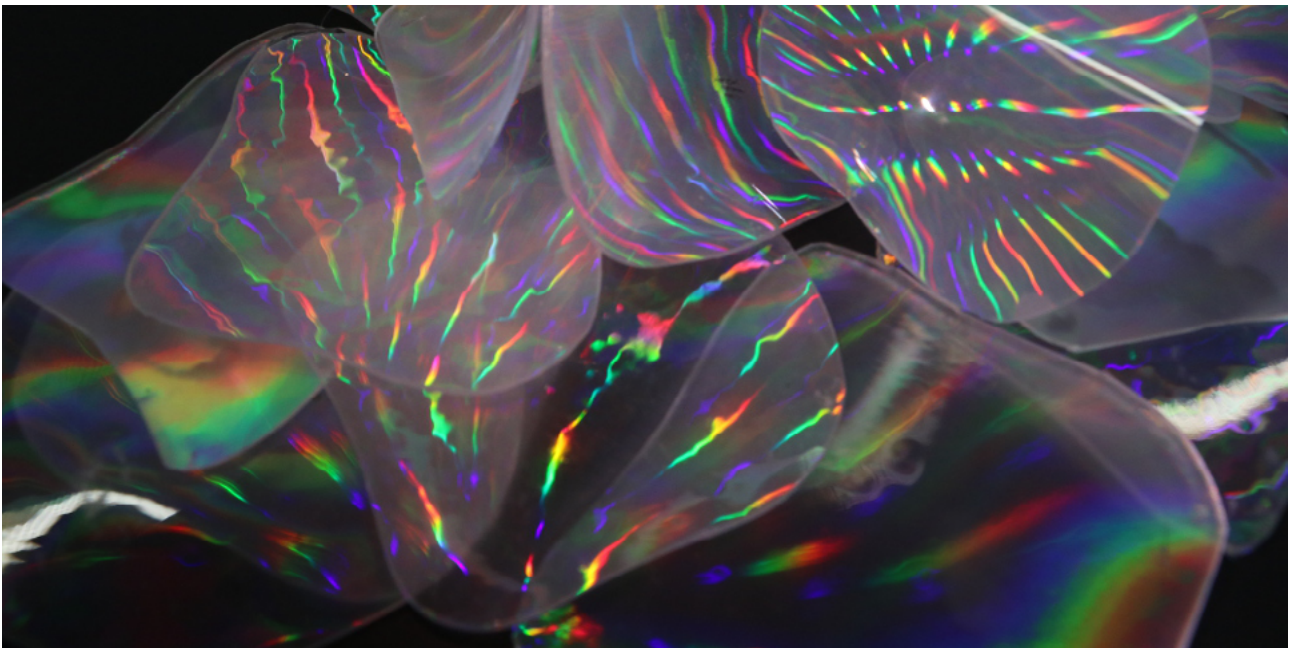
Експериментално-конвенционалне групе тканина

Ова група спада у традиционалне структуралне површине текстила које су добијене напредном технологијом ткања. У ткању се примењују иновативна технолошка средства како би се идеја и слобода креативног изражавања што боље артикулисали. Када кажемо иновативна технолошка средства мислимо на текстилна влакна која су проистекла из дигиталне револуције, односно из потреба модерног друштва. У то спадају оптичка влакна, топлотни, звучни и тактилни сензори који у комбинацији са природним материјалима омогућавају напредније карактеристике тканине. За истраживање технолошких средстава у првом реду је заслужан истраживачки програм *Мода и Технологија (Fashion and Technology)* на *Универзитету за уметност и дизајн у Линцу (University of Art and Design, Linz)*, и садржи веома вредне истраживачке импULSE који су значајни за компаративну анализу овог рада. Истраживачки пројекат под окриљем Универзитета за уметност и дизајн у Линцу започет је током 2018. године, а почетком марта 2019. године сви успешно реализовани пројекти су изложени у музеју *Арс електроника (Ars electronica)*. У експериментално – конвенционалне групе тканина⁹ спадају пројекти под називом *Визуелна невидљивост (Visual Invisibility)*, *Хетеројикање (Heteroweave)* и *Рефлексни текстил (Textile Reflexes)*

Ауторка пројекта *Визуелна невидљивост (Visual Invisibility)*, је Сара Кикмаер (Sara Kickmaier), а пројекат је развијен у сарадњи са *Profactor GmbH* и инспирисан је биолошким појавама. Овај пројекат се бави молекуларном технологијом и утицајем на њену естетику. Основна идеја водила је да у природи лепих предмета лежи лепота микроскопске структуре. Могуће је опонашати и ремодификовати ове ефекте адитивном технологијом наноштампе. Резултат су материјали са константном покретном визуелном естетиком која формира динамичне ефектне промене на текстилу, који се рефлектују помоћу светлости. Постојање одређеног покрета слике, који је остварен адитивном технологијом наноштам-

⁸ Реико Судо (1953) је јапанска савремена дизајнерка текстила, извршни директор компаније НУНО у којој ради од оснивања 1984. године. <https://www.nuno.com/>

⁹ М. О' Mahony. *Advanced Textiles for Health and Well-Being*, Thames & Hudson, New York, 2011, 46–52.



Сл. 1

пе, резултат је промене угла сагледавања ткане структуре. Тканине на којима је наноштампа су транспарентне, а самим тим је и мимикрија тканине много већа од очекиваног. Ефекат стапања са окружењем је изузетно висок, упркос наноштампи која има наметљиву – визуелну естетику.¹⁰

Хеџероџкање (Heteroweave) је истраживачки рад под вођством Јасаки Какеши (Yasuaki Kakehi) из лабораторија HOSOO у Јапану и има за циљ стварање нових функционалних тканина, које могу проћи кроз динамичке промене својих карактеристика комбинујући структуру Јапанског традиционалног Нисиџин ткања (Nishijin weave).¹¹ Ово ткање подразумева употребу традиционалних материјала на неконвенционални начин. Из огледа смо издвојили *Хеџероџкање 001* где су ткане фолије које чине структуралну површину, обложене мастилом које мења боју када достигну одређену температуру. Аутори су истраживали могућност да развију текстилну тканину која може да реагује на спољне факторе, односно животну средину.¹² У другом истраживању под називом *Хеџероџкање 002* аутори су текстилну површину третирали попут компјутерског интерфејса који визуелно приказује структуру платна на екрану. Направили су текстилну подлогу са фолијама на којима се бележе подаци о положају и личности живог организма. Клизањем тканине по столу, подаци се могу добити у реалном времену помоћу сензора уграђеног у екран. Треће истраживање се зове *Хеџероџкање 003* у којем је синтетичка кожа, која је високо упијајући материјал, исечена и уткана попут фолије. Овај материјал постаје мекан када апсорбује воду и отврдне када се осуши. Истраживачки тим је покушао да искористи тврдоћу током сушења и истражи могућност генерисања тродимензионалних структура које се могу преобликовати.¹³

10 H. Leopoldseder, C. Schöpf and Gerfried Stocker, ed. *Ars Electronica 2018: Festival for Art, Technology, and Society*, Hatje Cantz Verlag, Berlin, 2018, 105.

11 <https://www.faburiq.com/blog/2016/8/3/-nishijin-weave-a-japanese-traditional-weave>

12 H. Leopoldseder, C. Schöpf and Gerfried Stocker, ed. *Ars Electronica 2018: Festival for Art, Technology, and Society*, Hatje Cantz Verlag, Berlin, 2018, 106.

13 исто, 107.

Из свега наведеног, пројекат Хетероткање¹⁴ има функцију интерфејса, односно тканина кореспондира са њеним корисником и постаје једно атрактивно поглавље које отвара многе истраживачке области у пољу декоративног или одевног текстилног дизајна, али и примене у несродним наукама попут медицине. Ова истраживачка област има и другу страну медаље, веома је битно размотрити тезу о злоупотреби овакве технологије и контрапродуктивним ефектима. То се пре свега односи на заштиту личних података који могу бити манипулисани овом врстом технологије. Уједно, произведене тканине морају бити тестиране на хемијске агенсе који производе физичке и визуелне промене на површини текстила, а чија примена може да угрози животну средину. Из описаног огледа „Хетероткања 001–003” не постоје претходно обављени тестови на састав тканине, стога ову врсту технологије треба размотрити са великом опрезношћу.

У групи тканина које су сачињене експериментално-конвенционалним методама је *Рефлексни Текстил (Textile Reflexes)*. Овај пројекат је развила Хелен Ван Рес (Hellen Van Rees¹⁵) у сарадњи са Анђеликом Мејдер и Геке Лоден (Angelika Mader и Geke Ludden). Хелен Ван Рес је осмислила флексибилни текстил формиран од квадратних текстилних отпадака. Захваљујући јединственом приступу сваки квадрат може да се помера и комуницира са суседним површинама и на тај начин ствара флексибилну структуру која се прилагођава тренутној ситуацији. Кроз овај експеримент ауторка је створила динамичну и разиграну текстуру која се прилагођава и непрестано мења односом празнина између квадрата. Одрживи текстил који мења облик и даје повратне информације корисницима, може се применити у ситуацијама спортског тренирања. Први радни прототип овог пројекта коришћен је за корекцију држања кичменог стуба. Реализован је у облику прслука који се може носити и преко одевног предмета. Као реакција лошег држања флексибилна квадратна табла на леђима прслука опомиње корисника да седи усправно, а сензорно – стимулансна влакна врше корекцију тела. Меморијска пена имплементирана у влакна одеће не дозвољава да положај леђа буде у лошем ставу. Из свега наведеног текстилне структуре су максимално искоришћене и функционишу на адекватно очекиван начин. Веома је битно обратити пажњу на формацију структуралних површина које имају дефинисане чврсте форме у односу на претходно поменути пројекат под називом Хетероткање, који своју структуралну грађу формира меким сензорним влакнима. Занимљиво је да су два иста техничка приступа формирању тканине довела до грађења различитих структуралних вредности. Разлог таквом исходу је састав и технологија влакана која су коришћена у току ткања, али и због различитог приступа биомиметичком дизајну.

14 Сарађивали и развијали пројекат: YCAM, HOSOO, and Yasuaki Kakechi Laboratory. Чланови: Извођач пројекта: Yasuaki Kakechi and Masataka Hosoo; Истраживање и Дизајн материјала: Yumi Nishihara, Sathosi Nakamaru, Juri Fujii, and Shingo Maeda; Дизајн интерфејса и програмирање: Shohei Takei and Hiroki Kaji Supported by JST Erato, Japan. <https://xlab.iii.u-tokyo.ac.jp/projects/heteroweave/>

15 Хелен Ван Рес је холандска дизајнерка текстилног и модног дизајна, завршила је Универзитету уметности у Арнему у Холандији (основне студије 2009) и Central Saint Martins у Лондону (мастер студије 2012).



Сл. 2

Ткане структуре са микропроцесорима

Барбара Лејен (Barbara Layane)¹⁶, директорка студија *subTela*¹⁷ и професор емеритус на Универзитету у Конкордији у Монтреалу, предводи истраживаче у изради тканих структура са микропроцесорима и сензорима за светлост и звук у служби комуникације која се одвија у реалном времену. Тема која је покренула овај истраживачки рад је социјална динамика и интеракција човека и текстилне површине. Већина истраживачког рада у студију *subTela* посвећен је ручно тканој тканини по систему потке и основе. Истраживачки рад увек почиње на разбоју који ствара двоструко лице тканине, формирајући га помоћу одређеног преплетаја. Примењени преплетај омогућава да се горње и доње нити одвоје и на тај начин формирају двослојну – дуплу тканину.

Одевни предмет дизајниран у студију *subTela* карактерише носиви систем, у који се интегришу инсталације – fine жице попут нити и уграђени мекани прекидачи, спремни за прикључивање на већ постојеће преносиве уређаје попут мобилних телефона и таблета. Хаљина под називом *Торнадо хаљина (The Tornado Dress)* садржи *Мимаки шџамју (Mimaki print)* која приказује фотографију торнада у Небраски коју је снимио *Мајк Холинџхед (Mike Hollingshead)*. На ланеној тканини одштампано је ковитлање облака и муње, док је дно тканине везено проводним нитима и електронским компонентама, укључујући и беле

¹⁶ S. Kettely. *Designing with smart textiles*, Bloomsbury, London, Oxford, New York, New Delhi, Sidney, 2016, 164.

¹⁷ Barbara Layne, Professor Emeritus, Concordia University, Montreal, Director, Studio *subTela*, Co-Director, The Textiles and Materiality Research Cluster at the Milieux Institute. <http://subtela.hexagram.ca/Bio.html>

LED диоде. Три мале фото ћелије на спољној страни хаљине детектују амбијентално светло, а у зависности од количине светлости, на дисплеју се покрећу различити облици помоћу треперења LED светла, који подсећају на ефекте грома. Од радова који су претходили хаљини Торнадо издвајамо пројекат *Сјај (Lucere)*¹⁸, двослојни, зидни жакард који приказује бели, сфумато пејзаж. Звук и светлост, односно две ткане муње, покрећу гледаоци. Ово је пример меког прекидача формираног помоћу тканих нити у правоугаону форму. Тканина преузима улогу интефејса у процесу интеракције корисника и независног система. Користе се подаци о промени локације прста који се креће по контактним тачкама на тканини и дају могућност за пренос записа који се приказује на LED панелу.

Ткање металом

Др Лин Тандлер¹⁹ (Lynn Tandler) дизајнира текстил на нови начин, ослањајући се на технике израде метала попут ковања и патинирања. У презентацији својих радова др Лин истиче да метална влакна или fine жице преносе различита својства материјалу, баш као што ће ткач очекивати да се различита предива понашају различито у зависности од њиховог састава у току ткања. Различити ткани метали даће различите карактеристике драпирања, а текстура површине ће бити резултат самог материјала. Она тежи да материјал поштује онаквим какав јесте, надограђујући постојеће особине. Тканине из колекције Лин Тандлер могу се рециклирати, док је за њихово одржавање потребно само брисање, а не и прање. Ова тканина има способност да промени структуру и преокрене улогу меких текстилних нити у образац да металне жице чине носиви текстил. Конструкција металних тканина углавном се ослања на методологије преплета текстилних нити, које омогућавају прекривање, мекоћу и реверзибилност при савијању и пресавијању металних влакана. Тканине се могу формирати и на телу, пошто имају способност постојаности облика.

У модним колекцијама дизајнерке Мари Канлиф (Marie Cunliffe), које су настале у сарадњи са Лин Тандлер, присутне су металне сатенске тканине. Због своје тежине и скулптуралних својстава ова дела карактеришу велике, монументалне форме и наглашена драматична сенка у контрасту са светлуцавим одсјајем текстилне структуре. Тандлер је истражила даље промене у тканини и својства сатенског преплитања тканине. Користећи својства металних нити тканина памти покрете кроз новонасталу патину. Ауторка тврди да би тканина могла да упија и опонаша персонални код власника, попут линија на длану руке. На овај начин би се појединачни обрасци понашања и ношења временом развиле у изражајну личну патину у структури самог корисника тканине.

Космички појас – Ткање картицама

Удружење рукотворина, електронике и заната ткања картицама (eCrafts Collective-Card weaving) основали су Рамза Горишанка и Кејти Хапа (Ramzah Gowrishankar, Kati Нуурра). Користе традиционалне текстилне занате и у њих имплементирају електронику као интегрални део текстилне технике. На при-

¹⁸ <https://subtela.hexagram.ca/lucere/>

¹⁹ Лин Тандлер је ткаља и академски истраживач, дипломирала на универзитету уметности у Лондону: Сент Мартинс (Central Saint Martins), а мастер студије завршила на Краљевској академији у Лондону (Royal College of Art, London). <https://www.rca.ac.uk/more/staff/dr-lynn-tandler/>



Сл. 3

меру *Космичкої ђојаса* (Cosmic belt), традиционалном техником ткања летонских појасева, презентују употребу ткања помоћу картица. Ова древна техника израде каиша је брза и захтева мало времена, јер се појас том техником ткања може откати за пар сати. За реализацију каиша не треба разбој, само карте са рупама у угловима и око пар метара дугачких нити које ће формирати појас. Постоје различити начини израде узорака, у зависности од тога како се картице ротирају, а сложенији обрасци се могу формирати помоћу хексагоналних или других облика картица. Поновљени обрасци ткају се ротирањем свих карата истовремено за четвртину окрета у истом смеру и проласком потке кроз отвор зева након сваког окрета. У овој техници образац ткања се заснива на увртању пређе, односно ротацијом свих картица у истом смеру.

Аутори су разматрали да је додир можда погодан за суптилне одговоре које истражују за остварање новог појаса. Имали су идеју да прикупљају енергију у појасу кроз кретање корисника. Почели су да експериментишу са електро-луминисцентном фолијом која има површину која емитује светлост, третирајући је као нит основе. Даљи експерименти су укључивали уметање дводимензионалних електро-луминисцентних фолија у ткање методом ткања на разбоју, у коме се нити основе бирају појединачно руком. Ова метода омогућава промену боје по избору и стварање дезена у негативу, али пружа и могућност уградње саме фолије. Ткањем космичког каиша са електронским компонентама и применом оптичких влакана остварена је реинтерпретација тканог појаса. Електронске компоненте имају улогу проводника који хвата електромагнетне таласе, а оптичка влакна служе за пријем улазних система података.²⁰

²⁰ S. Kettely. *Designing with smart textiles*, Bloomsbury, London, Oxford, New York, New Delhy, Sidney, 2016, 175.

НЕТКАНЕ СТРУКТУРЕ

Неткане структуре су робусни материјали који пружају велики број нових перформанси, а можемо их посматрати као скуп неформалних матрица влакана која су повезана заједно. У начину грађења структура препознајемо три критеријума која формирају грађу структуралних површина. Анализом изведених пројеката установили смо да је акценат стављен на избор предива и влакана, примењена су једнострука, двострука предива или више комбинујућих жица. Оваква комбинација предива је осварила визуелне и тактилне квалитете који су умањили трошкове производње. У другом случају, структуре тканина су приоритет док је избор пређе споредан. Аутори су често користили полиестер због своје флексибилности.²¹ Трећи критеријум је избор структуре влакана. Дизајнери и инжењери приступају свом раду као врсти дијалога који резултира производњом најбоље тканине. Границе се толико померају да тканине имитирају разне бионичке структуре са специфичним карактеристикама. Наведена три критеријума су у пројектима присутна самостално или у међусобној комбинацији, јер се аутори углавном опредељују за више комбинујућих вредности у једном истраживачком раду.

Анализирани аутори који истражују неткане структуре влакана уносе технологију наноткања која се односи на структуре синтетичког и хибридног текстила. Њихови пројекти укључују садржаје биомиметичког дизајна и инжењеринга али и свих поменутих критеријума који се односе на грађење структуралних површина. Аутори користе влакна која се синтетишу помоћу термичке обраде, притиска, лепковима, водом или комбинацијом ових процеса. Веома је битно напоменути да синтеза влакана није завршни процес већ се он надограђује применом нових технологија које структуре текстила чине примењивијим и дају им јасну намену.

Тишина

Један од пројеката који примењују претходно споменути процес синтезе влакана и технологије је рад са назвом *Тишина (Quietude)*. Синтезом синтетичких влакана реализована је колекција интерактивног накита, органских форми, које побољшавају доживљај звука код особа са оштећеним слухом.²² Накит Тишина је еколошки производ који побољшава сензитивност глувих особа које су додатно, у односу на друге особе, оријентисане према звуку. Накит који је дизајниран детектује звукове и преводи их у модификоване светлосне обрасце и вибрације. Носећи додатке, особе са оштећеним слухом могу да перципирају звукове кроз своје тело. Тишина се бави бројним потребама људи са оштећеним слухом, од функционалних потреба попут амбијенталне свести, до потреба попут естетике. У већини комерцијалних медицинских помагала, „димензија функционалности“ често превазилази социјалне, културне, психолошке и естетске факторе који су од кључне важности за бављење емпиријским прилагођавањем и облачењем тела. Циљ Тишине (*Quietude*) је уравнотежење напетости између функционалног приступа инвалидитету са етичким и естетским истраживањем технологија које подржавају инвалидитет. Апликација за паметни телефон омогућава персонално препознавање звука који се трансформише у светлост или вибрацију.

21 M. O' Mahony. *Advanced Textiles for Health and Well-Being*, Thames & Hudson, New York, 2011, 46.

22 Групу чине следећи аутори: Patrizia Marti, Matteo Sirizzotti, Pietro Rustici, Simone Guericio, Michele Tittarelli, Iolanda Iacono, Gianluca Daino, Riccardo Zambon.



Сл. 4

Апликација омогућава изградњу личне библиотеке звукова који се могу надгледати и репродуковати на захтев помоћу додатне опреме

Биолошки студио

Биолошки студио (Biological atelier) је пројекат којим руководи Ејми Кондон (Amy Congdon)²³ и који је посвећен истраживању метода за реализацију структуралних форми накита. Пројекат је у већој мери остао на концептуално-теоријској основи, а сугерише напредак биотехнологије и синтетичке биологије у служби текстилних техника.

Аутори су осмислили пројекат нове моде који се више не израђује већ расте, живе ћелије замењују тканину и нит као сировине. Будући вез и дизајн текстила ослања се на примену научних механизма који опонашају природне облике и функције живих бића. У овом пројекту технику дигиталног веза можемо посматрати као основно средство у текстилној и модној индустрији. Дизајнерска група аутора користи прилику да се прилагоди потребама других области, али упркос томе, њихово тежиште је усмерено ка интегритету текстилног дизајна. Истраживачки тим предлаже коришћење дигиталног веза за генерисање медицинских импланата. Такође, дигитални вез може имати и практичне примене као средство ефикасне репродукције живих ћелија. Брзо моделирање, познатије као инјект штампање, тренутно се истражује као начин експерименталног штампања органа. Ови биомедицински приступи могли би се користити за израду текстила који је у потпуности синтетизован од живих ћелија.²⁴

Поред репродукције живих ћелија техником инјект штампача треба истраживати и могућност употребе текстилних техника у формирању органа живих бића. Употребом текстилних техника попут веза, плетења или ткања имали бисмо могућност веродостојне имитације структуралних површина и грађе органа. Створили бисмо адекватне анатомске форме које би имале своју радну функцију. Важна претпоставка да презентовану хипотезу одржи легитимном је носивост сваке петље. Везивне тачке које граде површине текстила морају да имају своју отпорност на било какво оптерећење. Да ли низањем везивних тачака помоћу инјект штампача можемо формирати структуре живих ћелија? Изведени про-

²³ Ејми Кондон (Amy Congdon) је текстилна дизајнерка у чијем се раду преплићу и међусобно допуњују наука и дизајн. Основне и мастер студије завршила на универзитету уметности Сент Мартинс у Лондону, (Central Saint Martins, London). <http://thisisalive.com/biological-atelier/>

²⁴ W. Myers and P. Antonelli. *Bio design: Nature, Science, Creativity*, Thames & Hudson, London, 2014, 182.

јекти су установили да величина петље има способност прилагођавања густини структура живих ћелија. Свака петља има нумеризацију која у овом случају може да буде еквивалент густини везивног ткива. У зависности од густине ткива можемо да мењамо и нумеризацију петљи. Овакав вид формирања облика би се свео на експериментално-истраживачки рад који би покренуо једно изузетно питање, на који начина би се узгајале ћелије које би се користиле као база за инјект штампаче. Питање је етичке природе, због чега се будући истраживачки рад усмерава на обновљиве изворе и ка структурама које су природним путем формиране.

Мрестилица морског пужа

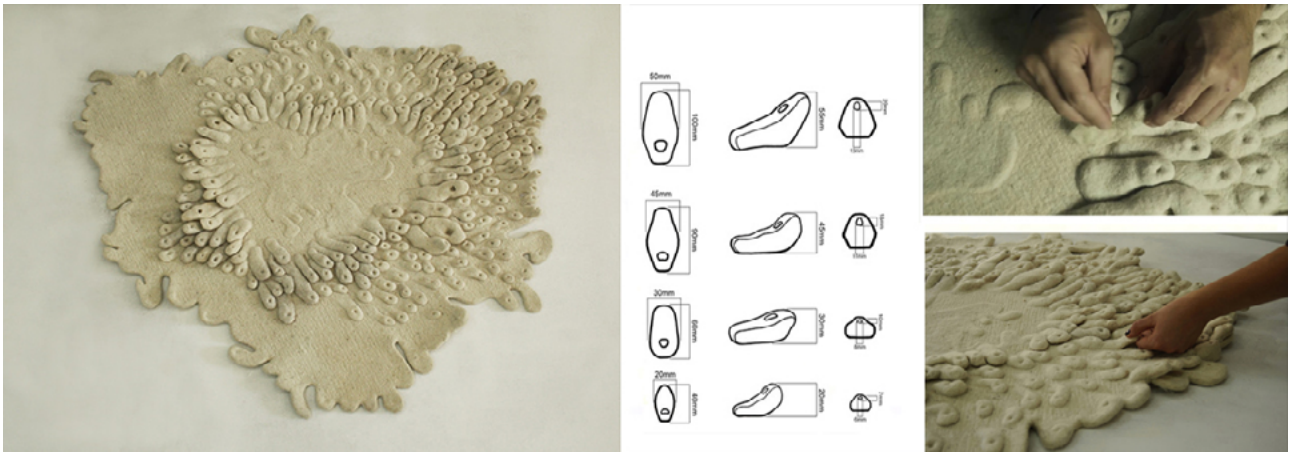
Последња експериментална група нетканог текстила има за циљ да облик мрестилице морског пужа²⁵ транспонује у структуралне површине текстила. Област биомиметике у текстилу и истраживање конкретног облика мрестилице морског пужа дозвољава грађење јединствених структуралних форми. Аутор пројекта је Арпад Пулаи²⁶ а циљ је примена форме мрестилице морског пужа и њених структуралних вредности на два различита употребна предмета. Експериментом је доказано да један облик може бити примењен на више начина. Примењени облик, у овом случају форма мрестилице морског пужа, садржи неколико модуларних промена које су третиране као структуралне варијације текстилних површина. Такве физичке промене мрестилице морског пужа које се дешавају у току њеног развоја су изузетно користан визуални податак за развој нових текстилних структура. Како би се идејно решење реализовало у пољу текстилног медија користити се техника филцања која спада у групу нетканих структура. Техника филцања је изузетна метода сједињавања влакана у компактну целину. Методи рада који се примењују дају потпуну манипулацију грађења облика и дозвољавају текстилном дизајнеру мултипликацију различитих структуралних форми у једну компактну целину.

Прва примена различитих структуралних квалитета који подстичу тактилне функције човека је имплементирана на дизајн тепиха под именом Текстилна башта (Textile garden). Тепих је дизајниран са жељом да површинска структура тепиха истовремено делује на визуални и тактилни начин перцепције и подстиче развој моторичких функција човека. Текстилне структуре замењују природно тло које је дефицит урбаних средина. На тај начин структуре тепиха постају еквивалент природном окружењу и компензују недостатак природних форми у затвореном простору.

Један од главних циљева биомиметичког дизајна је истраживање биолошких функција из природе и њихова примена у дизајн. Биомиметички дизајн можемо посматрати као аутономан термин, али он у себи садржи и друге дизајнерске одреднице и термине као што су: бионика, биомимикрија, скалација, градација. Биомиметика садржи параметре који дозвољавају неометано грађење облика, чини дизајнера мање спутаним и оставља му могућност да једна природна појава, утроба мрестилице морског пужа, буде темељ за развој нових текстилних функција.

25 <https://www.researchgate.net/publication/233329894>

26 Дизајнер текстила Арпад Пулаи од 2015. године ради као стручни сарадник, а од 2019. године као уметнички сарадник у настави на Факултету примењених уметности у Београду, ужа уметничка област – Текстил. Пројекат „Мрестилица морског пужа“ је настао у склопу докторских студија на Факултету примењених уметности у Београду. <http://www.fpu.bg.ac.rs/nastavnici/Nastavnici/ArpadPulai/indexEng.html>



Сл. 5

Други експеримент на који је примењен облик мрестилице морског пужа је филцани одевни предмет који на својим леђима садржи структуралне форме поменутог облика. Облик утробе мрестилице је искоришћен на начин да њена шупља опна омогућава проток свежег ваздуха и спречава загревање тела. Овај принцип развоја форме који је примењен на одевни предмет је из области дизајна „пасивно паметних” текстилних површина заснованих на постулатима биомиметике, којој није довољно посвећена пажња у уметничко-научном истраживачком раду у Србији. Рад приказује конкретне начине како се у пракси спроводе савремена искуства и остварује синтеза развоја нових структуралних вредности у пољу дизајна и уметности текстила. У оба случаја, примена истог облика има за резултат развој структуралних површина, док је њихова намена у овом случају издвојена организацијом облика по површини нетканог текстила.

Акцент је стављен на мрестилицу морског пужа и њен прелазак из једног у други облик, који се дефинише различитим композицијама истог облика. Уметник употребљава информације из природе, модификује их и претвара у своје визије. Као резултат тога рецептори регистроване информације преводу у стимулације које стварају импресије на задату тему. Архива таквих когнитивних процеса се обрађује и претвара у актуелне сензације које се касније могу дефинисати системом различите перцепције који контролише визуални систем уметника.

Када кажемо да је облик смештен на површину текстила, не говоримо нужно о појединачном облику, већ о скупу облика, говоримо о њиховом међусобном односу, њиховом контакту. Шта се дешава када пређемо на нови скуп односа? Да ли почињемо од нуле или се то већ постојеће искуство може имплементирати на нови предмет остаје нам да тумачимо кроз ове две реализоване структуралне површине.

ПРИРОДНО ГРАЂЕНЕ СТРУКТУРЕ

Трећу групу структуралних површина чине природно грађене структуре формиране помоћу различитих биолошких принципа. Природно грађене структуре су у основи самоодрживе и у себи садрже развојни сегмент напредне технологије. Аутори потенцирају грађење структура кроз природни развојни циклус који се односи на неометани раст и формирање структуралних површина помоћу обновљивих природних ресурса као што су вода, сунце, ветар. Такав облик грађења је супротан претходно описаној групи синтетичких структуралних површина

сачињених помоћу инцикст штампача који формирају инстант хибридне тканине. За разлику од синтетичких структуралних површина, природне површине захтевају одређени временски период.

Ткање и жетва

Текстилну површину која одговара опису природно грађених структура је произвела Диана Шерер (Diana Scherer).²⁷ Шерер истражује однос човека према његовом природном окружењу. Кроз своје инсталације испитује границе између биљних култура и саме природе. Последњих неколико година њена фасцинација била је усредсређена на динамику подземних делова биљке, на коренов систем са свим његовим скривеним, подземним процесима. Њен дугогодишњи пројекат под називом Вежбе (Exercises) настао је као уметнички пројекат са интуитивним приступом, а развио се и у иновативно истраживање материјала. Она корен биљке користи за преобликовање органских или геометријских облика и имплементира их кроз стварни живи дизајн. Овакав метод неконвенционалног дизајнирања захтева знање из агрокултуре, а процес производње може трајати и до годину дана. Почиње биолошким истраживањем, тестирањем неколико биљних врста, попут трава, укључујујући и семе које је веома битно пажљиво одабрати због узорног раста корена. Шерер пажљиво режира раст корена по одређеном обрасцу који се одвија под земљом, при чему се термин *образац* може превести у избор дизајна плоче или матрице по којој корен биљке расте и на тај начин гради форму и дезен текстила. Када корен биљке достигне одређену зрелост, корење се сече и одваја од дизајниране матрице. Одстрањени корен се обрађује како би се одржала стабилност структуралних површина. Резултат овог процеса је систематична формација корена која даје јасну дефиницију текстилних површина. Крајњи резултат формирања структуралних површина очигледан је уколико је унапред дефинисана матрица по којој се корен биљке креће. Ако је корен биљке препуштен сам себи стварају се дихотомне формације због чега су могућа непредвидива решења. Из свега наведеног произилази да пројекат има могућност стварања тродимензионалних тканина које би се формирале помоћу унапред дизајнираних матрица. Овај принцип грађења структуре сличан је принципу инцикст штампача, при чему је софтвер еквивалент дизајнираној матрици по којој се креће корен биљке.²⁸

27 Дијана Шерер (Diana Scherer) је визуелна уметница која живи и ради у Амстердаму. Студирала је ликовну уметност на академији Риетвелд у Амстердаму (Rietveld Academy in Amsterdam). Њена пракса обухвата фотографију, истраживање материјала, корење биљака и скулптуру. Током протеклих година излагала је на неколико међународних самосталних и групних изложби. <http://dianascherer.nl/about/>

28 W. Myers and P. Antonelli. *Bio design: Nature, Science, Creativity*, Thames & Hudson, London, 2014, 142.



Сл. 6

Растући дезен

Наредни пројекат, који је близак претходном начину истраживања, зове се *Растући дезен* (Growth pattern) и реализовала га је Алисон Кудла (Allison Kudla)²⁹ у Центру за дигиталну уметност и експерименталне медије³⁰. Пројекат је конципиран на традиционалним геометријским плочицама направљеним од биљних материја којима је дозвољен слободан раст унутар затвореног поља. Садржај овог пројекта се заснива на: светлосним кутијама, Петријевим посудама, хранљивим материјама, хормонима и дуванским листовима који скупа чине једну визуелну слику. Ауторка узима живи систем и претвара га у мануфактурални узорак, али упркос томе, листовима је и даље допуштала да се природно развијају и мењају свој облик. Листови дувана се постављају у Петријеве посуде које садрже хранљиве материје и хормоне који су неопходни за подстицање раста нових листова. Установљено је да су биљне ћелије попут споре, што значи да се могу умножавати, а на крају листови разликовати по структури и форми. У обрасту раста, новорастући листови имају морфолошке промене кроз које пролазе константно. Такве промене у запечаћеној посуди могу довести до пропадања биљног ткива или заразе паразитом.

Претходно описани процес омогућава да се дизајн листова развија на непредвидљиве начине и гради структуралне површине помоћу рапортних система. Растући дезен је изузетно живи дизајн који се насумично гради кроз процес формирања листова биљке. Упркос пропадању биљке овакав облик дизајна и грађења структуралних зелених површина је самоодржив и његова атрактивност, коју текстилна подлога нуди, је у константном мењању. Раст биљака одвија

²⁹ Алисон Кудла (САД), је уметница и дизајнерка која ствара нова искуства на рубу науке, уметности, технологије и дизајна. Од 2012. ради на Институту за системску биологију (Institute for Systems Biology). Раније је била резидентна уметница и члан факултета у Шришти школи за уметност, дизајн и технологију у Бангалору у Индији (Srishti School of Art, Design and Technology in Bangalore, India). 2011. године је докторирала из филозофије на Универзитету у Вашингтону, Центар за дигиталну уметност и експерименталне медије (University of Washington's Center for Digital Arts and Experimental Media (DXARTS)). Њен докторат је заснован на пракси, рад је био фокусиран на стварање уметности у сврху посматрања универзума као оперативног система. <http://allisonx.com/>

³⁰ Center for Digital Arts and Experimental Media, University of Washington, USA. <https://dxarts.washington.edu/>



Сл. 7

се кроз процесе сазревања, старења и распадања биљних ћелија, а настале морфолошке промене структуралних површина су веома визуелно атрактивне.³¹

ЗАКЉУЧАК

Сваки претходно анализирани пројекат резултат је уметничко-научног истраживања и жеље за стварањем бољег животног стандарда. Применом нових технолошких достигнућа у области текстилног дизајна генерисане су многе структуралне површине које можемо једино класификовати по методама грађења самих структура, а у самом процесу се водимо тезом да су структуралне површине комбинација текстилних техника које чине ткиве, неткане и природно грађене структуре. Подела кроз текстилне технике је изузетно битна због везивних тачака које имају посебну улогу у грађењу самих структура. Текстилне вештине засноване на биолошким-природним функцијама у садејству са савременом технологијом постају моћно оруђе и попримају већу употребну вредност. Између текстилних техника и биомиметике, која поткрепљује многа технолошка достигнућа, формирана је веза која отвара нове потенцијалне методе грађења текстилних интерактивних површина.

Као потврда изложене тезе је велики број изведених пројеката интердисциплинарног приступа, код којих је садржај текстилних структура генерисан применом аналогних и дигиталних техника. Такав напредан концепт формира структуралне површине које термине аналогног и дигиталног претвара у термин интерфејса, који можемо дефинисати као преклоп два система – биолошког и технолошког. Ако интерфејс посматрамо као поље комуникације, сусрета аналогног и дигиталног, нове структуралне површине, настале као резултат пројеката сучељавања форми текстуралних површина и савремене технологије, можемо назвати текстурални интерфејс. Поред заштитне улоге тако формиране структуралне површине текстила имају и мултимедијалну функцију преноса слике, звука, додира, мириса. Текстил као средство телекомуникацијских веза

³¹ W. Myers and P. Antonelli. *Bio design: Nature, Science, Creativity*, Thames & Hudson, London, 2014, 233.



Сл. 8

и преноса података постаје сваким даном све већа реалност. Прототип таквих материјала за сада је веома редак и неконвенционални производ, али представља мотивацију за даљи научно-уметнички истраживачки подухват из области развоја текстилног дизајна.

Напомена: Арпад Пулаи се захваљује професорки Тијани Секулић, Универзитет уметности у Београду – Факултет примењених уметности, која је допринела описаном истраживачком раду у току наставе на предмету Природне структуре и аналогije у склопу докторских уметничких студија, као и професорима Оливери Нинчић, Ивани Вељовић и Златку Цветковићу.

ИЛУСТРАЦИЈЕ

1. Визуелна невидљивост (Visual Invisibility), фото (photo): <https://ars.electronica.art/center/en/visual-invisibility/>
2. Рефлексни текстил (Textile Reflexes), фото (photo): <https://www.hellenvanrees.com/blog/textile-reflexes-prototype-presentation/>
3. Ткање металом (Metal weaving), фото (photo): <https://www.trendtablet.com/4336-lynn-tandler/>
4. Тишина (Quietude), фото (photo): <http://www.quietude.it/>
5. Мрестилица морског пужа (Sea snail hatchery), фото (photo): <https://www.behance.net/gallery/83014141/Biocarpet>
6. Мрестилица морског пужа 2 (Sea snail hatchery 2), фото (photo): Ауторска фотографија (Author's photo)
7. Ткање и жетва (Interwoven and harvest), фото (photo): <http://dianascherer.nl/>
8. Растући дезен (Growth pattern), фото (photo): <http://allisonx.com/>

ЛИТЕРАТУРА

- Bennings**, Jane. *Bionics: Nature as a Model*, Pro Futura Verlag, München, 1993.
Leopoldseder, Hannes, Schöpf, Christine and Stocker, Gerfried ed. *Ars Electronica 2018: Festival for Art, Technology, and Society*, Hatje Cantz Verlag, Berlin, 2018.
- Myers**, William and Antonelli, Paola. *Bio design: Nature, Science, Creativity*, Thames & Hudson, London, 2014.
- O'Mahony**, Marie. *Advanced Textiles for Health and Well-Being*, Thames & Hudson, New York, 2011, 46–52.
- Persiani**, Giulia Linnea Sandra and Battisti Alessandra. „Frontiers of Adaptive Design, Synthetic Biology and Growing Skins for Ephemeral Hybrid Structures“, in: Murat Eyvaz, Abdulkерim Gok and Ebubekir Yuksel (ed), *Membrane technology – Energy Efficiency and Sustainability*, 2018.
- Quinn**, Bradley. *Textile Futures: Fashion, Design and Technology*, Milton Keynes UK: Berg: Lightning Source, Oxford, New York, 2010.
- Јекнић**, Олег. *Теорија интерфејса*, Универзитет Сингидунум, Факултет за медије и комуникације, Центар за медије и комуникације, Београд, 2014.

Kettely, Sarah. *Designing with smart textiles*, Bloomsbury, London, Oxford, New York, New Delhi, Sidney, 2016.

<https://www.ufg.ac.at/Fashion-Design-Technology.11325+M52087573abo.o.html>, [09.05.2021.]
<https://ars.electronica.art/news/en/>, [09.05.2021.]
<https://www.gzespace.com/>, [09.05.2021.]
<https://www.nuno.com/>, [10.05.2021.]
<https://ars.electronica.art/center/en/visual-invisibility/>, [12.05.2021.]
<https://www.faburiq.com/blog/2016/8/3/-nishijin-weave-a-japanese-traditional-weave>, [09.05.2021.]
<https://www.hellenvanrees.com/blog/textile-reflexes-prototype-presentation/>, [09.05.2021.]
<http://subtela.hexagram.ca/Bio.html>, [12.05.2021.]
<https://subtela.hexagram.ca/lucere/>, [09.05.2021.]
<https://www.rca.ac.uk/more/staff/dr-lynn-tandler/>, [09.05.2021.]
<http://www.quietude.it/>, [09.05.2021.]
<http://thisisalive.com/biological-atelier/>, [09.05.2021.]
<https://www.researchgate.net/publication/233329894>, [09.05.2021.]
<http://www.fpu.bg.ac.rs/nastavnici/Nastavnici/ArpadPulai/indexEng.html>, [09.05.2021.]
<http://dianascherer.nl/about/>, [12.05.2021.]
<http://allisonx.com/>, [12.05.2021.]
<https://dxarts.washington.edu/>, [09.05.2021.]
<http://www.laboralcentrodearte.org/en/>, [12.05.2021.]

Arpad Z. PULAI, Slobodan Ž. MIŠIĆ

BIOMIMETICS AS AN IMPERATIVE OF CREATIVE DEVELOPMENT OF TEXTILE DESIGN

In this paper, we have analyzed the biomimetics and use of biological methods that are found in nature and serve to study and design structural surfaces. Textile design is recognized as a field with good characteristics and all the predispositions for an interdisciplinary engaged medium for emulating models that derive from nature. Biomimetics in textile design is a relatively young research discipline with an extremely rich production history. Thus, this paper analyzes implementation of biomimetic design in the field of textile media. Emphasis is placed on textile skills that develop biomimetic design in three different structural surfaces. By analyzing the realized examples, we determined the division of the biomimetic design, which is separate and differs in the way of creating structural surfaces. We have defined the structural surfaces of textiles as a set of systems that is formed by applying various textile-technological methods. All three approaches are divided into: woven structures, non-woven structures and natural structures.

The first group, woven structures, with their technological process, define forms in a traditional, textile-technological way. The content of woven structures is multimedia, while the structural elements under the influence of mechanical engineering are inspired by nature. The second group, non-woven fabrics use monofilament fibers, which form textile surfaces by the unconventional principle of construction: heat treatment, pressing, friction or chemical treatment of textiles. The work of Arpad Pulai, entitled: Sea Snail Spawning – Textile Garden and Felt Clothing, is presented in the group of non-woven structures. His artistic work shows the development of new structural surfaces of textiles using wool fibers. Comparative analysis shows the organization of structural surfaces between two objects. Also, in the paper is presented a practical part of Arpad's artistic research work, which shows the application of non-woven structures by using biomimetics that studies and uses natural forms that build a set of tactile or structural information. The third group of structural surfaces consists of natural structures that create a fascinating process of creating a textile surface based on organic origin. Biomimetics is, however, presented through a system of alternative software that forms the construction of structural surfaces.

Defining all three technological approaches, we come to the conclusion that an evolutionary shift is being created in the development of structural surfaces that contain superior characteristics supported by software or hardware components. The structures formed on the surface of the textile become well technologically optimized and more efficient. Textile design under the auspices of biomimetics is presented as a unique innovative area, and textile structures become more compact, sensitive, superior and advanced in all characteristics, which are further improved by the application of modern technology.

Keywords: biomimetics, interface, textile, design, interactivity, structures