



Универзитет „Св. Кирил и Методиј” - Скопје
Машински факултет - Скопје

**ПЛАТФОРМА ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА МАТЕРИЈАЛИ
ПРИ ДИЗАЈНИРАЊЕ ЕКОЛОШКИ ПРИФАТЛИВИ ПРОИЗВОДИ**

м-р Инци Селим, дипл. инж. по архитектура и дизајн

докторска дисертација

Ментор
Проф. д-р Татјана Кандикјан

Скопје, 2021



Ss Cyril and Methodius University in Skopje
Faculty of Mechanical Engineering - Skopje

**MATERIAL INFORMATION PLATFORM
FOR DESIGNING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS**

Indji Selim, MSc in architecture and design

Doctoral dissertation

Supervisor
Prof. Tatjana Kandikjan, PhD

Skopje, 2021

Ментор

Проф. д-р Татјана Кандикјан

Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Машински факултет – Скопје

Членови на комисијата

Проф. д-р Софија Сидоренко

Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Машински факултет – Скопје

Проф. д-р Ана Лазаревска

Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Машински факултет – Скопје

Проф. д-р Кирил Лисичков

Универзитет „Св. Кирил и Методиј”, Технолошко металуршки факултет – Скопје

Проф. д-р Тони Васик

Универзитет „Американ Колеџ”, Факултет за архитектура и дизајн – Скопје

Датум на одбрана: 20.05.2021

Благодарност

До сите членови на Комисијата за одбрана на докторската дисертација сакам да изразам голема благодарност за несебичната помош, поддршка, совети и сугестии во текот на изработката на овој труд.

Особено се заблагодарувам на мојот ментор, проф.д-р Татјана Кандиќјан која сесрдно се заложиле за успешна реализација во сите фази од докторската теза.

Посебна благодарност должам и на проф.д-р Ана Лазаревска која од оформувањето на идејата за трудот, па се до самото финализирање на тезата ми пружи огромна стручна помош и поддршка.

Му благодарам на проф.д-р Овејн Пеџли (prof. Owain Pedgley) од Middle East Technical University, Ankara, за поддршката и залагањата во врска со сознанијата за материјалите во индустрискиот дизајн.

Му благодарам на Танер Селим за неговите залагања и сознанија во врска со стручната терминологија и имплементацијата на софтверскиот прототип.

Благодарност до моето семејство, за моралната поддршка.

АПСТРАКТ

Денес, низ целиот свет, предложените владини регулативи се поврзани со загриженоста за животната средина при употреба на производот и методите за негово отстранување. Затоа, академските кругови и водечките компании секојдневно се занимаваат со истражување и развивање на нови материјали кои би биле соодветна замена за претходните или би создале нов начин на употреба. Од друга страна, секојдневното појавување на нови и еколошки материјали на пазарот прераснува во предизвик за дизајнерите, бидејќи тие треба да дизајнираат производ кој истовремено ќе ги задоволува потребите на потрошувачот и на производителот, но, од друга страна, истовремено ќе биде и еколошки прифатлив.

Според тоа, се забележува дека има потреба од решение/алатка кое/која би помогнало/а, како во ажурирањето на новините на полето на материјали, така и при нивното соодветно селектирање. За таа цел, во оваа докторска дисертација е развиена информациска платформа за материјали (ИПМ), во чии рамки се направени симулации за процесот на човековото одлучување, согласно фазите од процесот на дизајнирање. Платформата е изработена преку примената на методата дизајн воден од карактеристиките на производот (ДВКП) каде изборот на соодветниот еколошки прифатлив материјал (ЕПМ) зависи од одредениот производ. За да се даде визуализација за процесот на развој и употреба на ИПМ, во рамките на истражувањето, опфатени се пет фази од ДВКП методата преку три одредени примери (чаша за еднократна употреба, туба за кармин и медицинска маска).

Во првата фаза се одредуваат неменливите и менливите критериуми преку примената на теоријата на одлучување за решавање конфликтни проблеми, која се базира на усогласување на барањата дефинирани од повеќе атрибути. Атрибутите кои припаѓаат во барањата од дизајнер, потрошувач и производител се одредуваат како неменливи критериуми додека оние атрибути кои не припаѓаат во заедничкото множество на трите групи се именувани како менливи критериуми. Употребувајќи го концептот за опишување на асоцијации, препознаените критериуми кои се однесуваат на производите се пресликуваат во критериуми кои се однесуваат на материјалите. Во следните фази, овие критериуми се употребени за оформување на табела на критериуми кај материјалите, според кои корисникот/дизајнерот има можност да ги евалуира истите во корист на добивање најсоодветен резултат.

За да се симулира методата, како цел е наведена потребата од креирање на платформа која во рамките на оваа докторска теза е обработена во форма на софтверски прототип. Целта на креирање на прототип верзија на платформата е всушност да се прикажат сознанијата од истражувањето, начинот на развој и употребата на платформата. Платформата има потенцијал да служи како алатка

првенствено за индустриските дизајнери, истражувачите и производителите бидејќи штеди време, во тек е со информации за нови материјали и дава попрецизни резултати.

Клучни зборови: информациска платформа за материјали (ИПМ), дизајн воден од карактеристиките на производот (ДВКП), еколошки прифатливи материјали (ЕПМ), неменливи критериуми, менливи критериуми, теорија на одлучување за решавање конфликтни проблеми (ОРКП)

ABSTRACT

Whether it's because of environmental consciousness or implied government regulations, companies today mainly focus on the so-called Design for Environment (DfE) strategies developed through collaboration between researchers and academic communities in order to produce environmentally friendly products. The industrial designer creates a product by balancing between consumers' needs and manufacturers' requirements, in which selecting the most suitable material for that particular product is an inherent task of the designer's process. However, the unfamiliarity of attributes of recently discovered environmentally friendly materials (EFM) presents a challenge to designers in the material selection process. Due to the need of tool for identifying and classifying the materials, this thesis focuses on the role of the industrial designer within the scope of EFM selection. The material information platform (MIP) which is proposed aims to emulate the human decision-making process, in this case, the decision-making process for product driven design (PDD) and its evolution throughout the material selection process, focused on EFM. For this purpose, a platform is conducted to support a five-phase PDD materials selection method, visualizing the process and the material decisions through the example of three products (disposable cup, lipstick tube and medical mask). In the first phase, a multi-attribute decision-making (MADM) method is used to define fixed and alternate product criteria. Product attributes mutually required by the designer, consumer and manufacturer were denoted as fixed product criteria, while the remaining attributes that were outside the mutual cross-section were denoted as alternate product criteria. Based on the associative description concept, the product attributes are mapped onto the attributes of a generic material. By considering whether the mappings related to fixed or to alternate material criteria, a material criteria chart is developed to provide the decision-maker (designer) with an evaluative approach towards materials selection, in favor of browsing the most suitable materials. In order to simulate the PDD method, the aim of this thesis is to develop a platform in the form of software prototype. The need of developing a software prototype for the purposes of this thesis is to present the findings of the research, the development process as well as the user case scenario of the potential platform.

The MIP saves time, is able to keep updated with constantly changing information and gives more options and opportunities to designers otherwise reliant on personal experience. To some extent, it can enhance the designers' understanding of materials applicability to different types of products.

Key words: material information platform (MIP), product driven design (PDD), environmentally friendly materials (EFM), fixed criteria, alternate criteria, multi-attribute decision-making method (MADM)

Содржина

Користена терминологија

Список на слики

Список на табели

1) Вовед	13
1.1. Мотивација на истражувањето.....	13
1.2. Примери од областа.....	16
1.3. Цели на истражувањето.....	18
2) Теоретски сознанија за процесот на дизајнирање	23
2.1. Процес на дизајнирање.....	23
2.2. Дизајн за извонредност.....	25
3) Процес на истражување и стручни наоди	29
3.1 Структура на третото поглавје.....	29
3.2. Еколошки прифатливи материјали	29
3.3. Биоразградливи материјали.....	31
3.4. Биоразградливи материјали на пазарот (компарација)	32
3.5. Информациски платформи.....	37
3.6. Теорија на одлучување за решавање конфликтни проблеми (ОРКП).....	39
3.7 Одредување на неменливи и менливи критериуми според теоријата на ОРКП.....	41
4) Развој на методата „дизајн воден од карактеристиките на производот“ (ДВКП)	43
4.1. Одредување на критериумите според карактеристиките на производите.....	45
4.1.1. Одредување на основни атрибути според карактеристиките на производите.....	45
4.1.2. Одредување неменливи и менливи критериуми според карактеристиките на производите.....	52
4.2. Пресликување на неменливи и менливи критериуми од производи во материјали.....	56
4.3 Развој на табела за критериуми според карактеристиките на материјалите.....	61
4.3.1 Одредени индикатори за неменливи критериуми на материјали.....	62
4.3.2. Одредени рангирања за менливи критериуми на материјали.....	73
4.4. Пополнување на библиотека (пополнување на биоразградливи материјали според спроведеното истражување).....	97

4.5 Симулација на методата за преземање на повратни информации.....	101
5) Креирање информациска платформа за материјали (ИПМ).....	103
5.1. Објаснување на целта на платформата.....	103
5.1.1. Начин на употреба.....	104
5.1.2. Употребена технологија.....	105
5.1.3. Креирање податоци.....	107
5.1.4. Процес на пребарување.....	111
5.2. Тестирање и обновување на софтверскиот прототип според целите на ИПМ.....	113
5.3. Финален изглед.....	115
5.4. Дополнителни информации за употребени програмски јазици.....	119
6) Заклучоци и идни препораки.....	121
6.1. Ограничувања во истражувањето.....	121
6.2. Заклучоци и препораки за идни истражувања.....	122
7) Користена литература.....	126
Прилози.....	136

Користена терминологија

македонска терминологија	кратенка	англиска терминологија	кратенка
Дизајн воден од карактеристиките на производот	ДВКП	Product driven design	PDD
Информациска платформа за материјали	ИПМ	Material information platform	MIP
Еколошки прифатливи материјали	ЕПМ	Environmentally friendly materials	EFM
Еколошки прифатливи производи	ЕПП	Environmentally friendly products	EFP
Дизајн за извонредност	ДЗИ	Design for excellence	DfX
Дизајн за производство	ДзП	Design for manufacturing	DfM
Дизајн за животна средина	ДЖС	Design for environment	DfE
Дизајн воден од материјали“	ДВМ	Material driven design	MDD
Теоријата на одлучување за решавање на конфликтни проблеми	ОРКП	Multi-attribute decision-making method	MADM
Полимлечна киселина	ПЛА	Polylactic acid	PLA
Полихидроксиалканоати	ПХА	Polyhydroxyalkanoates	PHA
Полиетлинен 2,5 фурандикарбоксилат	ПЕФ	Polyethylene 2,5-furandicarboxylate	PEF

Список на слики

Слика 0-1: Дизајнерот како пресвртна точка во процесот на дизајнирање.....	13
Слика 0-2: Несоодветното отстранување на пластиката.....	14
Слика 1-3 Дијаграм изработен според класификацијата на атрибутите кај материјалите.....	15
Слика 0-4: Пример за едукативен пакет за материјали.....	16
Слика 0-5: Пример за едукативен пакет за материјали.....	17
Слика 0-6: Пример за едукативен пакет за материјали.....	17
Слика 1-7. Блок дијаграм на методологијата за истражувањето.....	22
Слика 2-1. Улогата на науката и технологијата во процесите, материјалите и концептите на производот.....	25
Слика 2-2. ДЗИ според потребите на потрошувачот, дизајнерот и производителот.....	28
Слика 3-1. Пример за еколошки атрибути на материјалот ПЛА.....	30
Слика 3-2. Dr. Watson - систем за профилирање и класификација на здравствени податоци.....	38
Слика 3-3. Прототип изработен за ламбата „skip“.....	39
Слика 3-4. Релации помеѓу компоненти кај теоријата на ОРКП.....	40
Слика 3-5. Одредување на неменливи и менливи критериуми според теоријата на ОРКП.....	41
Слика 4-1. Визуелен приказ за методата ДВКП.....	43
Слика 4-2. Визуелен приказ за целта на методата преку употреба на пример.....	44
Слика 4-3. Прва фаза од методата ДВКП.....	45
Слика 4-4. Втора фаза од методата ДВКП.....	57
Слика 4-5. Трета фаза од методата ДВКП.....	61
Слика 4-6. Четврта фаза од методата ДВКП.....	97
Слика 4-7. Петта фаза од методата ДВКП.....	101
Слика 5-1. Визуелен приказ за основната функција на софтверскиот прототип.....	105
Слика 5-2. Поврзување на податоците (корисник и база) во дводелна архитектура.....	106
Слика 5-3. Дијаграм за релации на класи според целите на ИПМ.....	107
Слика 5-4. Предлог - начин за презентирање на дополнителни информации за ПЛА.....	115
Слика 5-5. Пример од финалниот изглед на софтверскиот прототип за целите на информациската платформа.....	117

Список на табели

Табела 2-1. Преглед на фазите во процесот на дизајн.....	24
Табела 3-1. Истражување „компарација “за биоразградливи материјали и производители.....	34
Табела 4-1. Формулар за опис на производи (чаша за еднократна употреба)	49
Табела 4-2. Формулар за опис на производи (туба за кармин)	50
Табела 4-3. Формулар за опис на производи (медицинска маска)	51
Табела 4-4. Неменливи и менливи критериуми за производи чаша за еднократна употреба.....	53
Табела 4-5. Неменливи и менливи критериуми за производи туба за кармин.....	53
Табела 4-6. Неменливи и менливи критериуми за производи медицинска маска.....	53
Табела 4-7. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (чаша за еднократна употреба.....	58
Табела 4-8. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (туба за кармин)	58
Табела 4-9. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (медицинска маска)	58
Табела 4-10. Одредени индикатори за неменливи критериуми (чаша за еднократна употреба)	64
Табела 4-11. Одредени индикатори за неменливи критериуми (туба за кармин)	64
Табела 4-12 Одредени индикатори за неменливи критериуми (медицинска маска)	64
Табела 4-13. Одредени рангирања за менливи критериуми (чаша за еднократна употреба)	75
Табела 4-14. Одредени рангирања за менливи критериуми (туба за кармин)	83
Табела 4-15. Одредени рангирања за менливи критериуми (медицинска маска)	90
Табела 5-1. Детален преглед за предвидените страни кај софтверскиот прототип.....	105
Табела 5-2. Програмски јазици и веб рамка за ИПМ.....	106
Табела 5-3. Забелешки за првата верзија на софтверскиот прототип.....	113

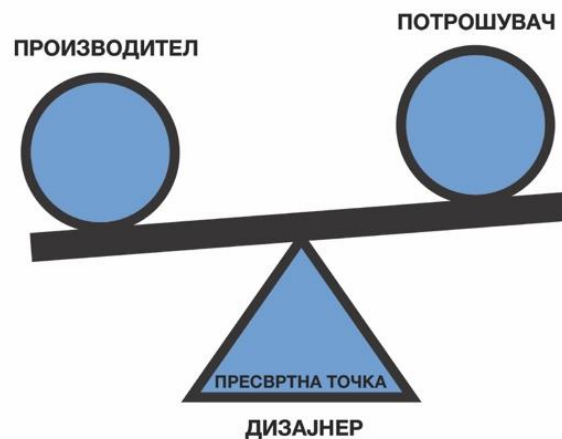
Посветено на Ерин и Дан

1. Вовед

1.1. Мотивација на истражувањето

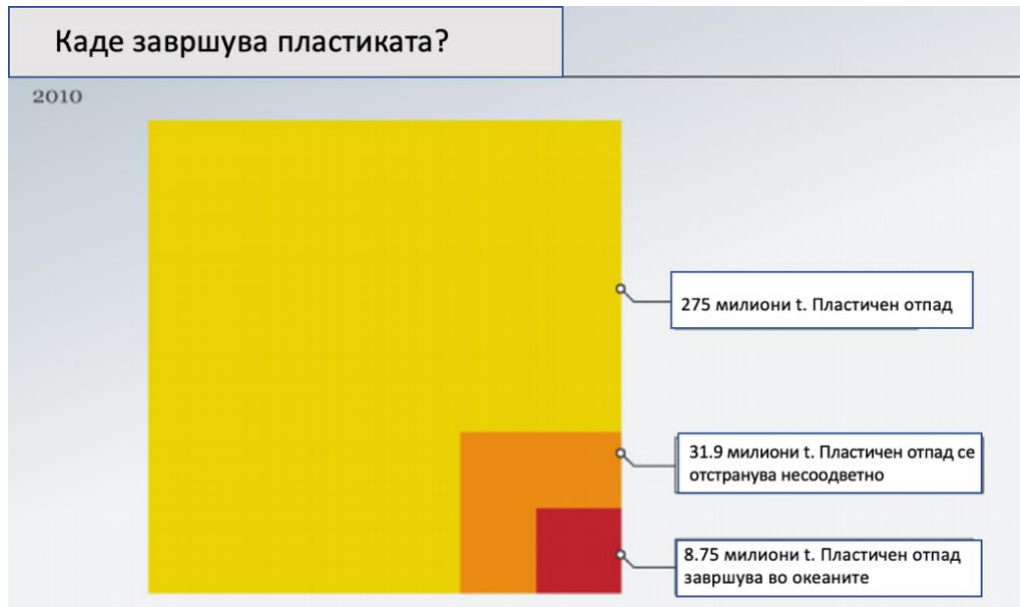
Со развојот на технологијата, сè повеќе нови материјали стануваат поинтересни и поефикасни во дизајнот на производите. Академските кругови секојдневно се занимаваат со истражување и развивање на нови материјали кои би биле соодветна замена за претходните. Причината за ваквиот замав во употребата на новите материјали во индустрискиот дизајн, освен заради развојот на технологијата, се должи и на високата конкурентност на пазарот, како и на наложените регулативи за одредени материјали од страна на заедниците и владите. Сржта на развојот на висока конкурентност потекнува од промената на интересите и наметнатите трендови во секојдневието на потрошувачите. Развојот на технологијата се води според потребите на производителите од индустријата.

Во овој интерактивен процес, дизајнерот ја има улогата на балансирање на потребите на производителот и барањата на потрошувачот. Затоа, дизајнерот треба да биде во тек со новостите од технологијата, трендовите и интересите на потрошувачот и на производителот.



Слика 0-1: Дизајнерот како пресвртна точка во процесот на дизајнирање (Selim, Kandikjan, Lazarevska, Mladenovska, 2018).

Исто така, заради несоодветното справување со неколошките материјали, потребата за замена на истите е секојдневен предизвик за истражувачите и производителите. Според Grun (2016) годишно, од вкупно 275 милиони тони пластичен отпад, 31,9 милиони тони се отстрануваат несоодветно, а 8,75 милиони тони завршуваат во океаните.



Слика 0-2: Несоодветното отстранување на пластиката (Grun, 2016)

Мора да се напомене дека, освен неестетскиот изглед во околината, синтетичките пластики се најголемата закана за животните и луѓето. Морските животни честопати може, не сакајќи, да се прехранат со пластика, а тоа го нарушува синџирот на исхрана (Thompson et al., 2009).

Споменатите примери укажуваат на потребата за истражување на нови, поефикасни материјали за изработка на производите. Затоа, секојдневно во индустријата се претставуваат нови материјали кои имаат потенцијал да бидат подобра замена на веќе постоечки. Проблемот започнува токму кога дизајнерите треба да дизајнираат производ кој истовремено ќе ги задоволува потребите на потрошувачот и на производителот, но, од друга страна, истовремено ќе биде еколошки прифатлив.

При процесот на дизајнирање, дизајнерот го користи своето претходно искуство и знаење за атрибутите на материјалите и нивното однесување во производот. На пример, Karana (2009, p.21) цитирајќи го Norman (2002) со „Стаклото служи за гледање низ него и за кршење, а дрвото е корисно поради неговата цврстина, непроѕирност, конструкција и резба...“ објаснува дека секој материјал има наменета функција и, всушност, таа влијае врз одлуката на дизајнерот во изборот на соодветниот материјал. Меѓутоа, со секојдневното преплавување на новите (паметни, еколошки итн.) материјали на пазарот, дизајнерите не се во можност да ги следат измените и новините во врска со нивните атрибути. Според тоа, се забележува дека има потреба од едукативен пакет односно информациска платформа за материјали (ИПМ) која би го симулирала човековото одлучување според фазите на процесот на дизајнирање.

Ваквата платформа би била во функција на потпомагање на дизајнот на производи со подобри технички, естетски и еколошки карактеристики.

Постојат повеќе фактори кои го дефинираат изборот на материјалот во дизајнот. Овој процес обично се одвива на почетокот од дизајнирањето, меѓутоа во инженерската практика факторите кои влијаат на изборот може да припаѓаат на различни категории (Karana et al., 2007, стр.2). Меѓу авторите кои го истражуваат влијанието на изборот на материјалите при процесот на дизајнирање на производот, се истакнуваат Ashby и Johnson (2002) категоризирајќи го како својство кое го генерира карактерот на производот. На пример, авторите објаснуваат дека техничките својства влијаат на формата на производот, но исто така може да ги активираат и „квалитетот на изразување, хуморот, чувствителноста, софистицираноста“ (Ashby и Johnson, 2002, стр. 94). Поттикнати од овој пристап на опишување на својствата, Ashby и Johnson (2002) го развиваат системот на класификација на атрибутите кај материјалите.

Освен потребите на инженерите, овие автори ги вклучуваат и потребите на дизајнерите и затоа предлагаат класифицирање на атрибутите на материјалите според следните класи: основни, технички, естетски и еколошки (Ashby и Johnson, 2002).

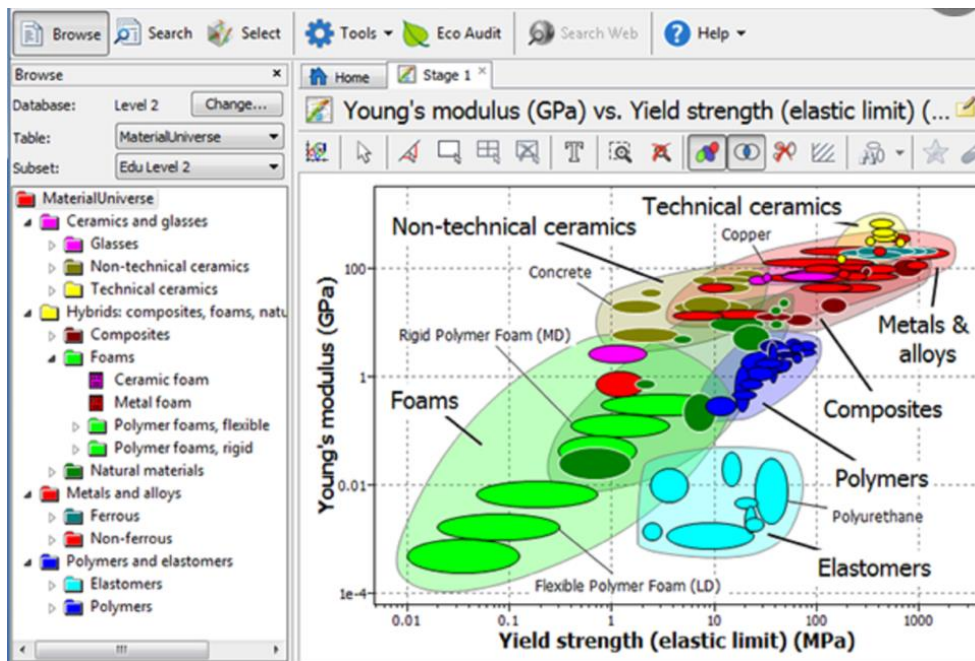


Слика 1-3 Дијаграм изработен според класификацијата на атрибутите кај материјалите (Ashby и Johnson, 2002)

На слика 1-3 претставени се четирите класи проследени со нивните атрибути. На пример, точката на топење на материјалот се препознава во класата на техничките атрибути додека рефлексијата припаѓа во класата на естетските.

1.2. Примери од областа

Во понатамошното истражување, Ashby во соработка со „Гранта Дизајн“ (анг. Granta Design) го развиваат едукативниот пакет за материјали (ЦЕС)(анг. Material education pack - CES (Cambridge Engineering Selector, 2010)). На прикажаниот пример (слика 1- 4), едукативниот пакет за материјали ги ограничува групите во кој материјалите се истражуваат, категоризираат и меѓусебно се споредуваат.



Слика 0-4: Пример на едукативен пакет за материјали (Granta design (CES), 2010-2021)

Постојат и други едукативни пакети за материјали наменети за дизајнери, како на пример (слика 1-5) „Материјал Дистрикт“ (анг. Material District, 1998) и (слика 1-6) „Материјал Конекшн“ (анг. Material Connexion, 2001). Овие онлајн библиотеки ги прикажуваат традиционалните и современите материјали заедно со нивните основни, технички, естетски и еколошки атрибути.

Category	Code	Country	Brand
Plastics	PLA494	Italy	FINPROJECT SpA

[Share](#) [Tweet](#) [Share](#) [Email](#) [REQUEST INFORMATION](#)

11 January 2019 - story by MaterialDistrict

XL EXTRALIGHT is a closed cell foam material made with polyolefin resins. The patented process starts with the formulation of the foam, continues with the engineering of the moulding equipment and culminates in the moulding of the product. The lightweight foam can be used in any manufacturing and design department. The material is light, flexible, colourful, soft and anti-microbial. It is a mouldable material, and can be used in anything from footwear to fashion, from automotive to pillow manufacturing, from plastic homeware and interior design to everyday objects. The key feature of this plastic foam is that it combines low density and good physical and mechanical properties with a distinctive "soft touch" tactility.

MATERIAL DISTRICT.

ROTTERDAM AHÖY

12-14 MARCH 2019

GET YOUR FREE TICKET NOW

MATERIAL PROPERTIES		
SENSORIAL	TECHNICAL	TAGS
GLOSSINESS: MATTE	FIRE RESISTANCE: POOR	LIGHTWEIGHT PLASTICS
TRANSLUCENCE: 0%	UV RESISTANCE: GOOD	
STRUCTURE: OPEN	WEATHER RESISTANCE: GOOD	
TEXTURE: SMOOTH	SCRATCH RESISTANCE: MODERATE	
HARDNESS: RESILIENT	WEIGHT: LIGHT	
TEMPERATURE: WARM	CHEMICAL RESISTANCE: GOOD	
ACOUSTICS: MODERATE	RENEWABLE: NO	
ODOUR: NONE		

Слика 0-5: Пример на едукативен пакет за материјали (Material District, 1998-2021)

[About Us](#) | [Locations](#) | [Inspire](#) | [Innovate](#) | [Educate](#) | [Publications](#) | [Contact Us](#)

Material ConneXion Glasgow School of Art Access

Enter Keyword or MC# [Advanced Search](#)

Welcome to our new Materials Database

We've overhauled our search engine and added plenty of great features. Take a look around and let us know what you think.

[Contact us](#) to share your feedback or report a bug or [Visit our Help page](#) for search tips and advice.

New to our Materials Database? Try these popular keyword searches [»](#)

New Additions	Popular Materials
<p> Three-dimensional Joomchi Hanji MC# 7229-02 Handmade Korean mulberry paper composed of natural... </p>	<p> LIGNEAH® MC# 7464.01 Thin wood veneer that has a look of a fabric and is... </p>

© 2015 Material ConneXion, A Sandow Company.

Слика 0-6: Пример на едукативен пакет за материјали (Material Connexion, 2001-2021)

Material District и Material Connexion ги прикажуваат споменатите атрибути на материјалите кои се избрани од приложената листа во веќе постоечка (предефинирана) библиотека, додека CES се фокусира на техничките атрибути на материјалите, како на пример: јакост, тежина итн. Исто така, во CES пакетот понудена е и опцијата на споредување (со графички приказ) на два атрибути (пр. модул на еластичност наспрема геаница на развлекување) на материјалите што доведува до избор на посоодветен материјал.

Во истражувањето за аспектите на материјалите кај производитите, Karana et al. (2007) ги истражуваат изворите кои дизајнерите ги користат во процесот на селектирање на материјалите. Според авторите, поголемиот број дизајнери ги бираат материјалите за своите производи според приложениот каталог од добавувачите, бидејќи тие се поопипливи, сетилни, сеопфатни и инспиративни (Karana et al., 2007). Затоа, при изборот на материјали (во фазата на дизајнирање), сè повеќе се актуелни истражувањата и дебатите во врска со релевантноста на понудените едукативни пакети за избор на соодветни материјали.

1.3. Цели на истражувањето

Иако постојат едукативни пакети кои служат како алатки на дизајнерите при изборот на соодветни материјали, тие не го олеснуваат доволно процесот на истражување при дизајнирањето. Причината за ваквата ситуација е предводена од начинот на пребарувањето на материјалите, кој не се совпаѓа со природниот процес на дизајнирање. Односно, во случајов, дизајнерот ги пребарува материјалите кои ги знае дека ги има на пазарот, меѓутоа не е запознаен доволно со нивните атрибути. Впрочем, како што беше претходно наведено, индустријата за производство на материјали секојдневно се развива и нуди нови, поеколошки и поефикасни материјали, кои заради непознатоста, дополнително го отежнуваат процесот на избор на соодветни материјали во дизајнот.

Имајќи го ова предвид, во насока на реализација на оваа докторска теза, се воведува поинаков пристап кој е поблизок на реалниот процес на одлучување при избор на соодветен материјал, т.е. истражувана е примената на дизајн воден од карактеристиките на производот (ДВКП) (анг. Product Driven Design – PDD). На овој начин, дизајнерот ќе има можност да го доживее процесот на избор на соодветните материјали како пореален, посигурен и оптимален во однос на неговото времетраење.

Особено битно е да се напомене дека во процесот на дизајнирање клучни се карактеристиките на производот и затоа при изборот на соодветен материјал потребно е да се опфатат сите аспекти кои влијаат на дизајнот. За оваа потреба, истражувани се фазите во процесот на дизајнирањето и активностите за избор на соодветен материјал во именуваните фази. Во овој сегмент, потребно е и

да се опфатат и влијанијата на технолошкиот развој, науката, наметнатите регулативи, културата итн. врз фазите потребни при процесот на дизајнирање.

Денес, низ целиот свет, предложените владини регулативи се поврзани со загриженоста за животната средина при употреба на производот и методите за негово отстранување (Khan, 2017). Затоа, академските кругови и водечките компании секојдневно се занимаваат со истражување и развивање на нови материјали кои би биле соодветна замена за претходните или би создале нов начин на употреба. За потребите на истражувањето, најпрво одредени се материјалите кои се дефинираат како еколошки прифатливи и според тоа, истражувачите нивното присуство на пазарот. Во овој дел од истражувањето, опфатени се областите каде се застапени еколошки прифатливите материјали и иновативниот начин на дизајнирање кое го нудат дизајнерите според нивните атрибути.

Дополнително, брзиот раст на дигиталната интерактивност создава поинаков пристап во образованието, истражувањето, па дури и во секојдневната употреба на производи и услуги. Целта на анализата за применливоста на информациските платформи во истражувањето и нивната секојдневна употреба во дизајнирање производи е да се идентификуваат и разберат односите помеѓу информациите поврзани со дизајнот и нивната обработка од страна на машините.

Напредокот на технологијата во последниве години има огромно влијание врз начинот на кој се креираат и развиваат новите материјали. Новите постапки и техники кои се употребуваат во истражувањата и производството влијаат во процесот на развој на новите материјали (пример, паметни материјали, англ. smart materials, еколошки прифатливи материјали (англ. eco-friendly materials)). Освен технологијата, како дополнителни фактори кои влијаат во развојот на материјалите се препознаваат новите трендови, начинот на живот, повисоките очекувања од потрошувачите како и различните владини политики.

Според Karana (2009) и Pegdley (2010), широка мешавина на поврзани и неповрзани фактори, кои дополнително не се одредуваат по некаков шаблон, влијаат на материјалното искуство на дизајнерот, производителот и на крај на потрошувачот. Ваквиот пристап, кој се базира на искуство, доведува до значителна несигурност за тоа дали теоријата и алатките за донесување одлуки за материјалите можат да бидат соодветно и самоуверено изградени, а со тоа и системски употребливи. Според оваа изјава, процесот на селекција на соодветни материјали треба да биде прилагоден според барањата на производителите и потребите на потрошувачите (слика 1-1), каде дизајнерот ја носи одлуката според атрибутите на материјалите кои понатаму ги класифицира по одредени критериуми. Вака поставениот проблем, припаѓа на класата на проблеми каде се одлучува според повеќе атрибути (англ. multi-attribute decision making problems) (Keeney и Raifa, 1975; Keeney, 1982; Bohanec и Rajkovic, 1990; Yoe, 2002; Hwang и Yoon, 2002). Опфатените атрибути се утврдуваат

според објективните (неменливите) барања и ограничувања во нивната примена (во овој случај, процесот на производство и дизајнирање) и субјективните (менливите) преференции кои произлегуваат од потребите на потрошувачите, барањата на производителот и креативноста на дизајнерот. Во рамките на докторската теза, неменливите критериуми се одбираат според заедничките потреби и барања на производителот, потрошувачот и дизајнерот додека менливите се пофлексибилни и не припаѓаат во сите три групи. Односно, неменливите критериуми може да бидат во интерес само на една или две од споменатите групи и затоа повеќе зависат од одлуките на дизајнерот. Ова подразбира дека, придонесот од класифицирањето на атрибутите во неменливи и менливи критериуми, му овозможува на дизајнерот поорганизирано одредување на релациите помеѓу атрибутите на материјалите и својствата на производите.

Според наведените потреби и сознанија, во теоретскиот и контекстуалниот дел од тезата, истражувани сè следните аспекти потребни за развој на информациската платформа за материјали (ИПМ) и според методата дизајн воден од карактеристиките на производите (ДВКП) :

- 1) процес на дизајнирање,
- 2) еколошки прифатливи материјали (ЕПМ)
- 3) информациски платформи и
- 4) теорија на одлучување за решавање на конфликтни проблеми

Конкретно, класификацијата на материјалите со одредување на критериумите на производите, треба да понуди алтернативи за најсоодветни еколошки материјали и тоа подразбира основа за развивање на нов концепт на информациска платформа за материјали.

На овој начин, преку одредување на точните фази во селектирањето на материјалите и комбинацијата на помошните алатки, оваа платформа би помогнала во намалување на трошоците и повторувачките корекции во завршната фаза на процесот на дизајнирање.

За остварување на целите потребни за симулација на ИПМ, во рамките на докторската теза изработена е методологија на истражување на ДВКП методата и начинот на изработка на ИПМ. Методологијата е изработена од две фази, каде првата фаза ги објаснува процедурите на оформувањето на методата, додека втората фаза ја објаснува процедурата на изработка на платформата (слика 1-7).

Прва фаза – процедура за оформување на ДВКП методата

1. Првата активност во процедурата го опфаќа начинот на одредување на производи кои би се примениле во процедурата за оформување на методата.
2. Втората активност ги одредува неменливите и менливите критериуми кои се однесуваат на производите според на класата на проблеми каде се одлучува според повеќе атрибути.

3. Во третата активност се изработува табела за критериуми кои се однесуваат на материјалите според пресликаните неменливи и менливи критериуми од производи во материјали и одредените индикатори и рангирања на неменливи и менливи критериуми кај материјалите.

4. Во четвртата активност се пополнува библиотеката со биоразградливи материјали според спроведеното истражување.

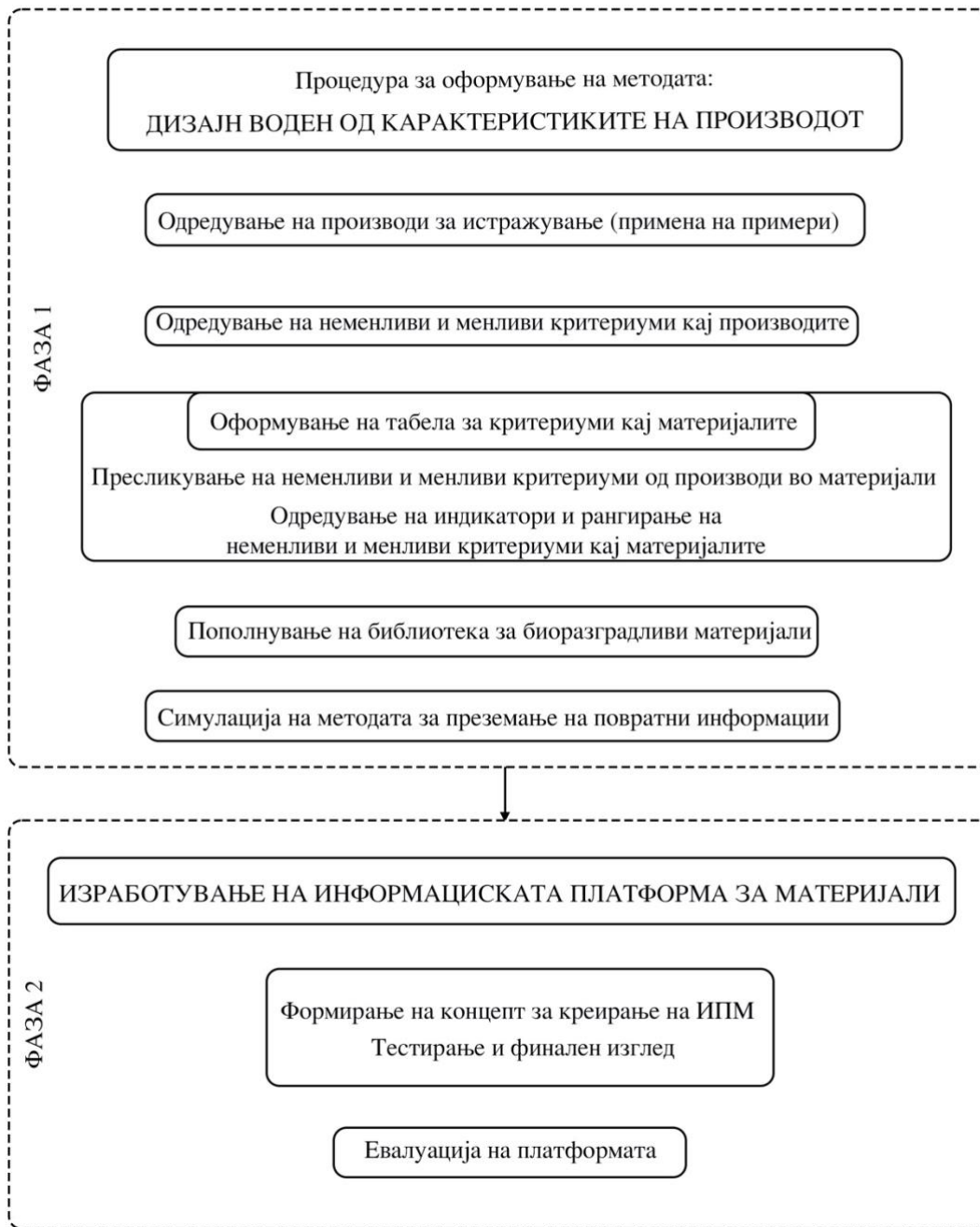
5. Во петтата активност се изработува симулација на методата за преземање на повратни информации.

Втора фаза – процедура за изработување на ИПМ.

1. Првата активност од втората фаза, го опфаќа начинот на креирање на ИПМ, тестирање и одредување на финален изглед според претходно одредениот концепт за употреба.

2. Втората и последната активност од докторската теза го покрива делот на ограничувањата на истражувањето, заклучоците и насоките за идни истражувања, според добиените оценки од страна на испитаниците.

Методологија на истражување



Слика 1-7. Блок дијаграм на методологијата за истражувањето (Преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

2. Теоретски сознанија за процесот на дизајнирање

2.1. Процес на дизајнирање

Низ времето, во зависност од развојот на индустријата, предложени се разни дефиниции за индустрискиот дизајн. Едно објаснување за оваа област предложена од ICSID (Меѓународен совет на здружението за индустриски дизајн) сега WDO (Светска организација за дизајн) (now World Design Organization, 2015); (Freddi and Salmon, 2018) гласи:

Индустрискиот дизајн е стратешки процес на решавање на проблемите со кој се движи иновацијата, се гради успехот во бизнисот и кој води кон подобар квалитет на живот преку иновативни производи, системи, услуги и искуства. Индустрискиот дизајн го премостува јазот помеѓу она што е и она што е можно. Тоа е трансдисциплинарна професија која ја зајакнува креативноста за решавање на проблемите и за создавање на решенија со намера да се направи подобар производ, систем, услуга, искуство или бизнис..... Таа ги поврзува иновациите, технологијата, истражувањата, бизнисот и потрошувачите за да обезбеди нови вредности и конкурентна предност во економската, социјалната и еколошката сфера.

Според оваа дефиниција, индустрискиот дизајн може да се разбере како област која е насочена кон процесот на дизајнирање на производите и услугите. Земајќи го предвид фактот дека индустрискиот дизајн е всушност процес, разни автори и дизајнери низ времето ги објаснуваат фазите на дизајнирање.

Претставените методи предложени од Pei (2009; цитирана кај Whitehead, 2015, стр. 23), а потоа дополнети од Selim et al. (2018), во табела 2-1 ги прикажуваат фазите на дизајнирањето, прилагодени според образовните и практичните цели (Whitehead, 2015).

Толкуваните фази од страна на авторите покажуваат дека и покрај одредени разлики, може да се класифицираат од 3 до 5 фази, при што дефинирањето на проблемот (спецификацијата на дизајнот) е секогаш примарна додека решението (деталниот дизајн) е последната задача. Во првите фази се одредуваат очекувањата од производот и токму во овој дел се дефинираат основните карактеристики на производот.

Табела 2-1. Преглед на фазите во процесот на дизајн, Извор: ((Pei, 2009), преработено од Selim et al. (2018)). Забелешка: Стрелките го прикажуваат преносот од една во друга фаза

Автори	Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4	Фаза 5
Archer (1965)	Собирање и анализа на податоци	Синтеза	Развивање	Комуникација	Решение
French (1985)	Дефинирање на проблем	Предлог решенија	Решенија за развој	→	Презентирање на решенија
Pugh (1991)	Дизајн спецификации	Концепт дизајн	→	→	Детален дизајн
Jones (1992)	Анализа	Синтеза	→	→	Евалуација
Pahl & Beitz (1996)	Појаснување на задачата	Концепт дизајн	→	Оформување	Детален дизајн
Cross (2000)	Истражување	Генерирање	→	Евалуација	Комуникација
UK Design Council (2009)	Откривање	Дефинирање	Развивање	→	Достава
Hasso Plattner Institute (2009)	Разбирање, чувствување	Дефинирање	Генерирање на идеја	Прототип	Тестирање
Verlinden (2015)	Планирање на почетен-последен дел	Евалуација	→	Идни идеи	Проверка на методологија

Во почетната фаза, која зависи од потребата на пазарот или нова идеја, потребно е да се дефинира потребата да се даде преглед на дизајнот, односно да се наведат основните карактеристики на производот (Ashby и Johnson, 2002). Според Ashby и Johnson (2002), постојат разни влијанија кои ги одредуваат овие карактеристики и помагаат во текот на дизајнирањето. На пример, во зависност од развојот на технологијата, се менуваат и активностите кои се преземаат при дизајнирањето, а со тоа се дефинираат основните својства на самиот производ.

Авторите во прикажаната шема (слика 2-1) го објаснуваат процесот на дизајнирање како систем во кој развојот на науката и технологијата придонесуваат во оформувањето на карактеристиките (процесите, материјалите и концептите) на производот. Ваквиот пристап покажува дека во зависност од релевантните влијанија на пазарот, има простор за оформување на универзални карактеристики на производите при дизајнирањето на истите.



Слика 2-1. Улогата на науката и технологијата во процесите, материјалите и концептите на производот. (Ashby и Johnson, 2002)

2.2. Дизајн за извонредност

Дизајн за извонредност (ДЗИ) (анг. design for excellence (DfX)) е пристап базиран на знаење, каде се разгледуваат посакуваните аспекти во првата фаза на процесот на дизајн, опфаќајќи ги целите на дизајнот и неговите ограничувања (Huang et al., 2001). Во пракса, ДЗИ се употребува во контекст на упатства наменети за дизајнерот, каде тој/таа е застапен/а во процесот на производство заедно со целиот тим (производители, добавувачи, потрошувачи, па дури и владини претставници) (Bralla, 1996). X-от во дизајн за извонредност е варијабилен и во зависност од потребите при процесот на дизајнирање се одредува и критериумот за квалитет при дизајнирање на производите. (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996 и Paramasivam и Senthil, 2009).

Брала (Bralla, 1996) во неговата книга „дизајн за извонредност“ ги објаснува критериумите за квалитет кои се потребни за дизајнирање на идеален производ. Поттикнат од истражувањето на Гарвин (Garvin, 1984) каде потребните критериуми за квалитет се одредени како: перформанси, карактеристики, надежност, издржливост, погодност за одржување, естетика, перципиран квалитет (анг. performance, features, reliability, conformance, durability, serviceability, aesthetics, perceived quality) дополнително додава и свои. На критериумите за квалитет, кои се одредени од Гарвин

(Garvin, 1984), Брала (Bralla, 1996) ги дополнува следните критериуми: погодност за производство, едноставност, економска исплатливост, безбедност, погодност за животната средина, употребливост од страна на корисникот или ергономија, кратко време за пуштање во продажба, надградливост (анг. manufacturability, how easy and economical the product is to make, safety, environmental friendliness, user friendliness or ergonomics, short time-to-market, upgradability). Според овие сознанија, кои ги наведува и предлага Брала (Bralla, 1996), конечната листа за потребните критериуми за квалитет при дизајнирање и производство може да се презентира на следниот начин:

- Функција и перформанси (анг. function and performance)
- Безбедност (анг. safety)
- Долгорочен квалитет (анг. long-term quality)
- Погодност за производство (анг. manufacturability)
- Погодност за животната средина (анг. environmental friendliness)
- Погодност за одржување (анг. serviceability)
- Употребливост за корисникот (анг. user friendliness)
- Естетика (анг. aesthetics)
- Дополнителни карактеристики (анг. features)
- Кратко време за пуштање во продажба (анг. short time-to-market)

По одредување на основните критериуми за квалитет, Брала (Bralla, 1996), согледува можност за поделба на секој критериум во единични сегменти за пронаоѓање на нови критериуми кои овозможуваат подобар дизајн и производство. За оваа намена, употребен е критериумот за квалитет „погодност за производство“ како еден од најбитните во ДзИ, притоа оформувајќи и свој критериум за квалитет, именуван како дизајн за производство (ДзП), (анг. design for manufacturing (DfM)). Дополнителни критериуми за квалитет кои произлегуваат од карактеристиките на ДзП, се следните: дизајн за едноставното производство и монтажа (анг. design for manufacturability and assembly), погодност за производство (анг. manufacturability), дизајн за економска исплатливост (анг. design to cost) и др.

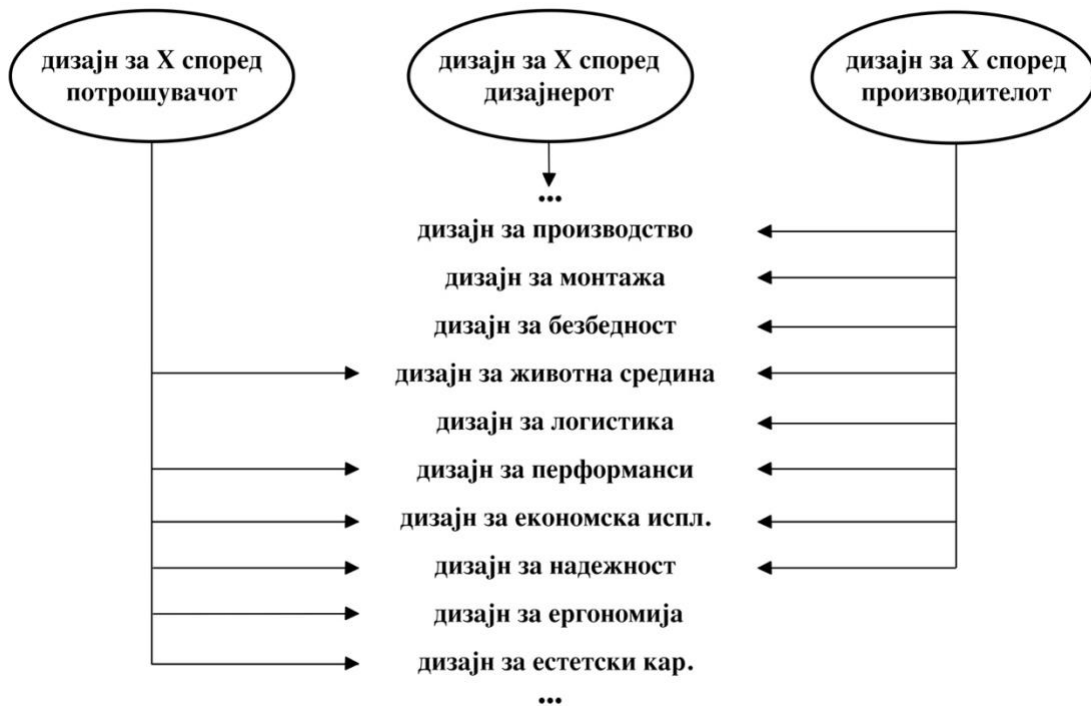
Во објаснувањето кое го даваат авторите за ДзИ (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996 и Paramasivam и Senthil, 2009), опфатени се и улогите на потрошувачот, дизајнерот и производителот за секој критериум за квалитет, поединечно. На пример, Bralla (1996) објаснува дека кај критериумите за квалитет именувани како дизајн за: перформанси, економска исплатливост, надежност и погодност за животната средина, освен дизајнерот и производителот, се вклучени и интересите на потрошувачот. Но исто така, дополнува дека клучните фактори за зголемена побарувачка на производот зависат од потрошувачот, кој особено ги вреднува критериумите ергономија и естетика.

При дизајнирање на еколошки прифатлив производ (ЕПП), потребно е да се запазат критериумите за квалитет кои припаѓаат во опсегот на производство, продажба, употреба и отстранување (Bralla, 1996, стр. 220). Авторот во овој дел додава дека, потрошувачите стануваат се посвесни за заштитата на животната средина и затоа критериумите за квалитет, именувани како дизајн за естетика и ергономија исто така влијаат на квалитетот на ЕПП. Дополнително на овие согледувања, разни организации и автори кои ги истражуваат аспектите на циркуларната економија¹, наведуваат дека критериумите за квалитет во ДзИ имаат големо влијание при дизајнирање ЕПП (MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020). Авторите во именуваната организација овој процес го објаснуваат преку примери, во кои еден критериум (пример: дизајн за производство) влијае на друг критериум (пример: дизајн за монтажа) а главните раководители во наведеното дејство се производителот, дизајнерот и потрошувачот.

Според овие сознанија, за целите на тезата, изработен е дијаграм, во кој се класифицирани именуваните критериуми за квалитет според потребите на потрошувачот (П), дизајнерот (Д) и производителот (ПР). Најпрво, за оваа намена одредени се оние критериуми кои оформуваат свои критериуми за квалитет и се именувани како дизајн за X, каде вредноста е варијабилна. При наведување на критериумите во дијаграмот, приложени се оние критериуми за кои има сознанија околу нивната припадност во именуваните групи (П, Д, ПР), при дизајнирање еколошки прифатливи производи (ЕПП).

Потоа, потпирајќи се на информациите од литературата за дизајнирање на ЕПП, наведените критериуми се класифицираат според потребите на потрошувачот, дизајнерот и производителот (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996; Paramasivam и Senthil, 2009; MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020) (слика 2-2).

¹ Циркуларната економија е системски пристап наменет за развој на економијата, со цел за овозможување на поквалитетен бизнис, општество и животна средина.



Слика 2-2. ДЗИ според потребите на потрошувачот, дизајнерот и производителот. (Преработено од: Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996; Paramasivam и Senthil, 2009; MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020)

Согледувањата од литературата овозможуваат оформување на дијаграмот (слика 2-2-) каде критериумите за квалитет се прикажуваат според потребите на П, Д, ПР при дизајнирање ЕПП на следниот начин:

Дизајн за: ергономија и естетски карактеристики се потребни за дизајнерот и потрошувачот. Дизајн за: производство, монтажа, безбедност и логистика се потребни за дизајнерот и производителот. Додека пак, дизајн за: животна средина, перформанси, економска исплатливост и надежност се потребни за трите групи, односно потрошувачот, дизајнерот и производителот.

3. Процес на истражување и стручни наоди

3.1. Структура на третото поглавје

Според различните типови на користени алатки, истражувањето може да се организира во 3 главни дела:

- Контекстуално истражување

Во поглавје 3.2, 3.3 и 3.4, претставени се активностите од доменот на контекстуално истражување. Поголавјата во овој дел од истражувањето, ги опфаќаат темите: еколошки прифатливи материјали, биоразградливи материјали и биоразградливи материјали на пазарот (компарација).

- Механизми за пребарување

Во поглавје 3.5 и 3.6, претставени се механизмите кои овозможуваат пребарување, при употреба на информациските алатки и теорија на одлучување која го насочува истражувањето кон утврдување на релевантните критериуми за атрибутите.

- Одредување на критериуми за производи според теоријата на одлучување

Поаѓајќи од сознанијата на „дизајн за извонредност (ДЗИ)“, како и употребата на теоријата на одлучување за решавање конфликтни проблеми (ОРКП), во поглавјето 3.7 се препознаваат критериумите за производи кои произлегуваат од нивните атрибути.

3.2. Еколошки прифатливи материјали

Без разлика дали се работи за еколошка свест или наложени владини регулативи, компаниите денес главно се фокусираат на т.н. стратегии за дизајн за животна средина (ДЖС) (анг. design for environment - DfE) во соработка со истражувачите и академските заедници, со цел да се произведат еколошки производи.

Терминологиите како: ДЖС, еко дизајн (eco design), одржлив дизајн (sustainable design), дизајн за извонредност (design for X) (монтажа, демонтажа, повторна употреба итн.) се области кои се фокусирани на спроведување на стратегии за заштита на животната средина во процесот на дизајнирање. Бидејќи фокусот на оваа теза е насочен кон осознавање на атрибутите на еколошките материјали, стратегијата ДЖС изгледа како најпрепознатлива за истражувањето на истите. Giudice et al. (2006, стр.27) ја објаснува оваа стратегија во рамките на животниот циклус на производот, каде

што „потрошената енергија, употребата на материјалите, времетраењето на производот, повторната употреба на производот и рециклирањето на материјалите” се аспекти кои треба да се земат во предвид. Всушност, авторите во стратегијата ДЖС (анг. DfE) ги класифицираат материјалите според еколошките карактеристики во животниот циклус на производот.

Истата мисла ја развиваат и Karana et al. (2014, стр.113) давајќи внимание на проширеното знаење и искуство кое е неопходно при дизајнирање за животната средина. Според нив, изборот на еколошки материјали може да биде комплициран бидејќи треба да се опфатат повеќе аспекти. На пример, иако дрвото е обновлив материјал, кога се користи без стратешко планирање, може да доведе до уништување на шумите а тоа зависи од „екстракција, зачестеност и брзина на пораст” (Karana et al., 2014). Проблемите како што се планирањето на транспортот или издржливоста на разградливите материјали се аспекти кои дополнително го комплицираат процесот на одлучување. Освен тоа, биоразградливите материјали може да бидат корисни кај производите за краткотрајна употреба, но од друга страна може да претставуваат проблем кај производите на кои им треба издржливост (Karana et al., 2014).

Освен техничките и естетските атрибути, Ashby (2012) во својата понатамошна работа се фокусира кон дефинирање на еколошките атрибути на материјалите, базирани на „функција, цели, ограничувања и контролни варијабли”. Авторот ги истражува овие атрибути преку утврдување на трошоците за енергија и емисиите на материјалите, а потоа во текот на производството, дистрибуцијата и отстранувањето на производот (Ashby, 2012).

Еко карактеристики за материјалот

Вградена енергија, почетно производство	49	–	54	MJ/kg
CO ₂ отисок, почетно производство	3.4	–	3.8	kg/kg
Употреба на вода	100	–	300	L/kg
Еколошки индикатор	278			millipoints/kg

Еко карактеристики за производство

Енергија за леење	15.4	–	17	MJ/kg
Емисија на CO ₂ при леење	1.15	–	1.27	kg/kg
Енергија на екструзија	5.7	–	6.3	MJ/kg
Емисија на CO ₂ при екструзија	0.43	–	0.47	kg/kg

Одлагање во вид на отпад

Вградена енергија, рециклирање	33	–	40	MJ/kg
CO ₂ отисок, рециклирање	2.0	–	2.4	kg/kg
Содржина на рециклат во конкретната шаржа	0.5	–	1	%
Топлина при согорување	18.8	–	20.1	MJ/kg
CO ₂ при согорување	1.8	–	1.9	kg/kg
Ознака на материјал				

Слика 3-1. Пример за еколошки атрибути на материјалот ПЛА (PLA) (Ashby, 2012)

Врз основа на истражувањата, во рамките на споменатите аспекти од карактеристиките на еколошките производи, на слика 3-1 е прикажан пример за еден тип на еколошки полимер: полимлечна киселина (ПЛА) (анг. polylactic acid - PLA).

Прикажаните еколошки атрибути се категоризирани според основните карактеристики на материјалот при избор, производство и отстранување (одлагање во вид на отпад). Овој начин на категоризирање на атрибутите може да придонесе во одлуката за употреба на соодветен материјал при дизајнирање еколошки производ.

3.3. Биоразградливи материјали

Иако постојат различни начини на справување со отпадот, сепак според спроведеното истражување, разградувањето на производите по нивната употреба се прикажува како еден од најнефективните процеси во циркуларната економија (MacArthur Foundation, 2019). Една од целите на спомената организацијата е да ги стимулира производителите да употребуваат материјали од кои би можеле да имаме придобивки кога ќе станат отпад. Всушност, примарната цел за развојот на биоразградливите материјали е да се рециклираат или разградуваат во околината. Овие материјали се разликуваат од традиционалните полимери според начинот на отстранување на производот, при што главната цел е искористување на рециклибилните материјали во повторно производство според процесот на нивното разградување или компостирање (Platt, 2007).

Наметнатите владини регулативи за употреба на биоразградливи производи, како и покачувањето на цените на полимерите од нафтени деривати, влијаат врз развивање на различни видови на биоразградливи полимери. Меѓутоа, според Bastioli (2005) за да се пробие еден вид на биоразградлив материјал на светскиот пазар, потребно е да има подобри или исти атрибути како и традиционалните полимери. Затоа, во последните години, дизајнерите се бават со истражувањето на разни видови на биоразградливи материјали и во зависност од нивните атрибути, ја одредуваат областа на нивната употреба (Karana et al., 2015, Rognoli et al., 2011; Karana, 2009). Овие дизајнери се фокусирани кон развивање на различни концепти во првата фаза на дизајнирањето преку истражување на односот помеѓу потрошувачот и материјалот. Овој начин на работа е потребен бидејќи секој тип на биоразградлив материјал нуди различни атрибути во текот на својот живот како и во фазата на разградување. Според истражувањето на Platt (2007), од целокупното светско производство на биоразградливи производи до 2005 година, 39% се од областа на опаковките, 24% е во областа за пополна на опаковките, 21% торби и вреќи, 9% текстил и 9% за останати (земјоделство, риболов, медицински помагала, производи за широка потрошувачка и производи за хигиена).

Разградувањето не зависи само од хемиската структура на полимерот, туку и од биолошките системи кои се вклучени во целиот процес. Bastioli (2005) објаснува дека при процесот на разградување никако не смее да се занемари влијанието на околината, односно: присуството на микроорганизмите, достапноста на кислородот, количината на достапна вода, температура и хемиската околина. Според авторот, мерењата на разградливост кај биоразградливите материјали, примарно се врши во околината на тврда почва или морска околина. Причината за истражување на разградувањето во овие услови се должи на условите за биолошка обработка на цврстиот комунален отпад, како што се компостирање, или анаеробно разградување, кои ги нуди тврдата почва. Додека, истражувањето во морската околина се должи на фактот што оваа околина е најмногу загрозна од неразградливиот отпад.

Секоја земја наложува различни стандарди при одредување на разградливост кај биоразградливите материјали. На пример, Јапонските стандарди повеќе се фокусираат на разградливоста и одржувањето на околината, отколку на системите и времетраењето за разградување. Додека, Европските стандарди за биоразградливи/компостабилни опаковки (EN 13432), (анг. EU Commission - Standards for biodegradable/compostable packaging) наложуваат минимум 60% минерализација, без постигнување на одредена временска рамка, но како критериум е додадена и дебелината на материјалот. Исто така, критериумите се однесуваат на максималното ниво на тешки метали и минималната концентрација на органска материја. Тестовите кои се спроведуваат за биоразградливост може да траат максимум 6 месеци, и составните делови под 1% не мора да се проценуваат доколку вкупниот удел на овие „нерелевантни“ состојки е под 5%. (Bastioli, 2005). Според Европската стандардизација EN 13432, за биоразградливи/компостабилни опаковки, отпадоците од овие производи се применливи само за индустриско компостирање, оставајќи отворен простор во однос на стандардизација за компостабилност во домот и биоразградливост во други средини, како што се почва, свежа вода и морска вода.

3.4. Биоразградливи материјали на пазарот (компарација)

Според теоретските сознанија за биоразградливите материјали, како и за потребите на докторската теза, проследена е задачата за следното истражување именувано како „компарација“ (анг. benchmarking). Целта на оваа задача е да се истражуваат веќе постоечките биоразградливи производи на пазарот и да се класифицираат според применетите области. Заради лимитираната присутност на биоразградливи материјали на пазарот, како и класификацијата на овие материјали во иновативни, истражувањето се одвиваше електронски односно преку онлајн платформи или онлајн комуникација.

Најпрво, производите произведени со биоразградливите материјали се пребаруваа од онлајн платформите за материјали како: „Материјал Дистрикт” (анг. Material District, 1998) како платформа за усогласување на иновативни материјали (анг. match-making platform for innovative materials), Свајзер (Советник) – Дупонт полимер (анг. Dupont polymer advisor, 2015) како онлајн алатка за советување, Идемат (анг. Idemat, Meursing, 2015) како збирка на материјали инспирирани од одржливиот дизајн, Матмеч (анг. Matmatch, 2018) како платформа за пребарување на материјали и др. Потоа, за да проверат областите на употреба на пронајдените материјали, како и понудените иновативни производи, пребарувањето се вршеше преку актуелните онлајн страни, како: Дезен (анг. Dezeen, 2006), Дизајн бум (анг. Designboom, 1999), Јанко дизајн (анг. Yanko design, 1999) и др. Треба да се напомене дека текот на активностите за пребарување на биоразградливи производи не се одвиваше стриктно според претходно наведеното: материјали - па потоа производи, туку истражувањето во овој сегмент се испреплетуваше во зависност од потребите.

Пронајдените иновативни биоразградливи производи веднаш беа внесени во областите во кои припаѓаат. Според нивната примена, како примарна категоризација, беа одредени шест различни области и тоа: производи за еднократна употреба, опаковки, козметика, облека, мебел и медицински намени.

Табела 3-1. Истражување „компарација“ за биоразградливи материјали и производители

ПРОИЗВОДИТЕЛИ	ПРОИЗВОДИ ЗА ЕДНОКРАТНА УПОТРЕБА					
	прибор за јадење	чинија	сад за складирање	торби за пазарење	чаша	цевка
100BIO	ПЛА	ПЛА	ПЛА			
Peel to peel		целулоза	целулоза	целулоза	целулоза	
Shellworks		отпад од морска храна	отпад од морска храна	отпад од морска храна	отпад од морска храна	
PriestmanGoode	кокосово дрво	талог од кафе (лушпи)	талог од кафе (лушпи)			
Crème design					тиква	
Nopla			алги		алги	
Sulapack						дрвени деланки
Craftingplastics					ПЛА и ПХБ од скроб	
Avani	ПЛА	багаса-шеќерна трска	багаса-шеќерна трска	касава (cassava)	ПЛА	хартија - ПЛА
Biopolymers			жито, корен, брашно	жито, корен, брашно		
Evoware	алги	алги	алги	алги	алги	
Vibers		мискантус (miscanthus)	мискантус (miscanthus)			
Arctic Biomaterials	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА		стаклени влакна зајакнати со ПЛА	
Biotrem	пченица	пченица				
Biograde			целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво		
Liquidwood (AESOP)	дрво, лигнин и целулоза	дрво, лигнин и целулоза	дрво, лигнин и целулоза		дрво, лигнин и целулоза	
Kerhea		ПЛА - ПХА	ПЛА - ПХА		ПЛА - ПХА	
Wasara	пулпа од бамбус и багаса	пулпа од бамбус и багаса			пулпа од бамбус и багаса	
Duni		картон - ПЛА	картон - ПЛА		картон - ПЛА	

ПРОИЗВОДИТЕЛИ	ОПАКОВКИ					
	опакотка за храна	опакотка за течност	опакотка за електроника	опакотка за накит	опакотка за сапун	кесички за завртки
Sulapack	дрвени деланки			дрвени деланки		
Peel to peel	целулоза				целулоза	
Nopla (sea weed)		алги	алги			алги
PriestmanGoode		плута				
Elena Amato					бактериски квасец	
Ari Jónsson		клеточна обвивка од алги				
Evoware	алги			алги	алги	алги
Treeplast			treeplast (од дрво)	treeplast (од дрво)		
Biograde	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво

ПРОИЗВОДИТЕЛИ	КОЗМЕТИКА			
	туба за кармин	опакотка за шампон	тегла за крема	четка за заби
Sulapack (woodchips)	дрвени деланки		дрвени деланки	
jessicagregorydesign				деривати од кокос
Arctic Biomaterials	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	
Treeplast				treeplast (од дрво)
Hexpoltpе	Dryflex TPE (био полимер)	Dryflex TPE (био полимер)	Dryflex TPE (био полимер)	Dryflex TPE (био полимер)
Biograde	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	целулоза-меко дрво	
OVDesigns	полимер од кафе			
Juniper seed	картон		картон	картон
Trifilon	ПЛА-шеќерна трска	ПЛА-шеќерна трска	ПЛА-шеќерна трска	

Табелата продолжува на следната страна

Табела 3-1. Истражување „компарација“ за биоразградливи материјали и производители

ПРОИЗВОДИТЕЛИ	ОБЛЕКА И ДОДАТОЦИ					слушалки/звучници
	мантил за дожд	спортски обувки	очила	ташна	кошула	
Charlotte McCurdy Biosteel	алги					
Mastalmond		пајакова свила				
Craftingplastics		ПЛА со лушпа од бадем				
Malai		влакна од кокос	ПЛА и ПХБ од скроб			
Fernando Laposse		природни влакна		природни влакна		
jessicagregorydesign			лушпи од пченка			
Cubitts			мицелиум	мицелиум и бактериска целулоза		
Vollebak			човечки влакна			
Aivan					дрвени деланки-алги	
Avani	семе од пченка, соја и сончоглед					мицелиум и ПЛА
Solve (Tencel Lyocell fibre)					еукалиптус	
Equilicua	пластика од скроб-компири				пластика од скроб-компири	
Green Banana Paper					хартија од банана	
Ochis coffee			кафе			
UPM formi						целулоза-пластика
Liquidwood (AESOP)			дрво, лигнин и целулоза			
Zeoform			целулоза			целулоза
Ecovative design		мицелиум		мицелиум	мицелиум	
Trifilon			ПЛА-шеќерна трска			
ПРОИЗВОДИТЕЛИ	МЕБЕЛ					
	играчка	столица	маса	обвивка за телефон	абажур	
Mastalmond	ПЛА со лушпа од бадем	ПЛА со лушпа од бадем				
Fernando Laposse			лушпи од пченка			
Gadi Rothenberg & Albert Alberts			глицерол-лимонска киселина	глицерол-лимонска киселина	глицерол-лимонска киселина	
Tresta					остатоци од грозје	
Arctic Biomaterials	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА	стаклени влакна зајакнати со ПЛА		
Treeplast	treeplast (од дрво)					
Hexpoltpе	Dryflex TPE (био полимер)					
UPM formi	целулоза и пластика	целулоза и пластика	целулоза и пластика		целулоза и пластика	
Biograde	целулоза-меко дрво					
Nabasco (NPSP BV)		природни влакна и био смола				
Liquidwood (AESOP)	дрво, лигнин и целулоза	дрво, лигнин и целулоза	дрво, лигнин и целулоза			
OVDesigns	полимер од кафе	полимер од кафе				
Zeoform		целулоза	целулоза		целулоза	
Ecovative design					дрвени деланки и био смола	
Wellprovenchair		отпад-био смола				
Trifilon	ПЛА-шеќерна трска			ПЛА-шеќерна трска	ПЛА-шеќерна трска	
ПРОИЗВОДИТЕЛИ	МЕДИЦИНА					
	шприцеви за една употреба	вентил (медицина)	цевка (медицина)	затки за уши	медицински маски	
Hexpoltpе	термопластични еластомери	термопластични еластомери	термопластични еластомери	термопластични еластомери		

Во изработената табела 3-1, именуваните материјали се подредени според областа, подобласта и компанијата која ги произведува. Исто така, во прикажаната табела, материјалите се именувани според нивниот технички назив или компонентите кои ги содржат. Поаѓајќи од ова сознание, во изработената табела за компарација на биоразградливи материјали, се распознаваат следните аспекти:

Компаниите кои се бават со развој на нови еколошки материјали, имаат за цел да развијат био полимери кои ги симулираат карактеристиките на традиционалните полимери, но со можност за побрзо разградување. Според објаснувањето кое го даваат овие компании, нивните био полимери се разградуваат побрзо од традиционалните полимери но побавно од природните материјали, овозможувајќи издржлив материјал кој се отстранува во побрза временска рамка од традиционалните полимери (Avani, Arctic biomaterials, Kerhea, Trifilon, Craftingplastics, Biograde Hexpoltre и др.).

Од друга страна пак, дел од компаниите и дизајнерите кои работат на оваа проблематика, се водат по постулатите на циркуларната економија која налага употреба на материјали од кои би можеле да имаме придобивки кога ќе станат отпад (Shell works, Peel to peel, Crème design, Sulapack, Evoware, Wasara и др.). Овие компании и дизајнери изработуваат преостанат отпад од веќе употребени производи, и на овој начин истите наоѓаат примена во други области како биоразградлив материјал. Како пример, може да се наведе материјалот кој се добива по изработка на преостанатиот талог од кафе, кој се складира во големи количини а завршува во депонија (OVDesigns, Priestman Goodie). Овие материјали се разградуваат многу побрзо од био полимерите но се помалку издржливи (OVDesigns, Priestman Goodie).

Дополнително, резултатите од спроведеното истражување именувано како „компарација“, може да се толкуваат на следниот начин: најмногу биоразградливи производи се застапени во областа на еднократна употреба, а најмалку во областа на медицински намени.

Според ова толкување, за целите на докторската теза, која има за цел да се развие во ИПМ, три производи/примери се одредени од приложената табела 3-1.

Чаша за еднократна употреба, како производ од областа на еднократна примена со најмногу биоразградливи производи на пазарот; туба за кармин како производ од областа на козметиката со среден број на биоразградливи производи на пазарот и медицинска маска како производ од областа на медицинска намена со најмалку биоразградливи производи на пазарот. Овие производи се одредени според класификацијата направена од најмногу, средни и најмалку биоразградливи производи застапени на пазарот.

Освен тоа што има најмалку биоразградливи алтернативи на пазарот, одлуката за производот медицинска маска беше поттикната од зголемениот отпад во околината и водите по

зададените мерки на Светската здравствена организација (СЗО) против пандемијата „Ковид 19“ (Kassam, 2020). Во истиот извештај, Pauguet É (2020) наведува дека поголемиот дел од маските се изработуваат од полипропилен и заради нивната мала тежина, лесно се распространуваат низ околината и морињата.

Освен придонесот во одредување на производи кои имаат за цел да служат како примери за симулација на ИПМ, истражувањето „компарација“ дополнително помогна и во осознавањето на различните видови биоразградливи материјали и нивните производители.

За производот чаша за еднократна употреба, осознаени се следните материјали и производители: целулоза (Peel to peel); отпад од морска храна (Shellworks); тиква (Crème design); ПЛА и ПХБ од скроб (Craftingplastics); ПЛА (Avani); алги (Evoware); стаклени влакна зајакнати со ПЛА (Arctic Biomaterials); дрво, лигнин и целулоза (Liquidwood (AESOP)); ПЛА и ПХА (Kerhea); пулпа од бамбус и багаса (Wasara); картон и ПЛА (Duni).

За производот туба за кармин, осознаени се следните материјали и производители: дрвени деланки (Sularack); стаклени влакна зајакнати со ПЛА (Arctic Biomaterials); био полимер (Dryflex TPE (Hexpoltpre)); целулоза и меко дрво (Biograde); полимер од кафе (OVDesigns); картон (Juniper seed) и ПЛА-шекерна трска (Trifilon).

За производот медицинска маска, не се осознаени информациите потребни за биоразградливи материјали и производители, меѓутоа со појавата на пандемијата „Ковид 19“ во понатамошниот процес од изработката на докторската дисертација, забележани се материјали кои се објавени под записот „во процес на истражување“. Отсуството од биоразградливи материјали наменети за производот медицинска маска, се разви во дополнителен предизвик за истражување на соодветни материјали кои веќе постојат на пазарот и имаат можност на примена кај производот.

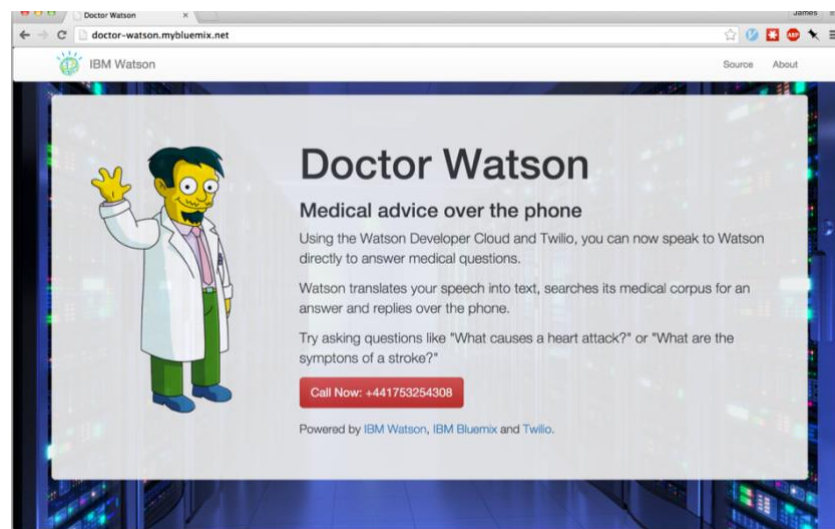
3.5. Информациски платформи

Брзиот раст на дигиталната интерактивност создаде поинаков пристап во образованието, истражувањето, па дури и во секојдневната употреба на производи и услуги. Во суштина, луѓето ја искористија предноста на технологијата за развивање на вештачката интелигенција (анг. artificial intelligence - AI) каде што машините управуваат со информациите и нивните корелации за решавање на конкретни проблеми (Sivertsen et al., 2017). Целта на анализата за применливоста на информациските платформи во истражувањето и нивната секојдневна употреба во дизајнирањето на производи е да се идентификуваат и разберат односите помеѓу информациите поврзани со дизајнот и нивната обработка од страна на машините.

За да се разбере нивната интеракција, потребно е да се дефинира терминологијата за учењето на машините (анг. machine learning) која гласи „Се смета дека компјутерската програма учи од

искуството Е (анг. experience) во однос на некоја класа задачи Т (анг.task) и мерка за перформанси Р (анг. performance measure), ако нејзината мерка за перформанси во задачите во Т, како што се мери со Р, се подобрува со искуството Е” (Sivertsen et al., 2017). Најголемата предност, на информациските платформи е да се акумулира знаењето и искуството според начинот на човечкото размислување, со цел да се добијат попрецизни резултати.

Напредокот во технологијата придонесува во развојот на различни платформи кои овозможуваат попрецизни истражувања а истовремено заштедуваат време. На пример, платформата Dr. Watson е систем развиен со вештачка интелигенција од страна на IBM (анг. International Business Machines) која придонесува во полето на медицината (Слика 3-2).



Слика 3-2. Dr.Watson - систем за профилирање и класификација на здравствени податоци (IBM, 2010)

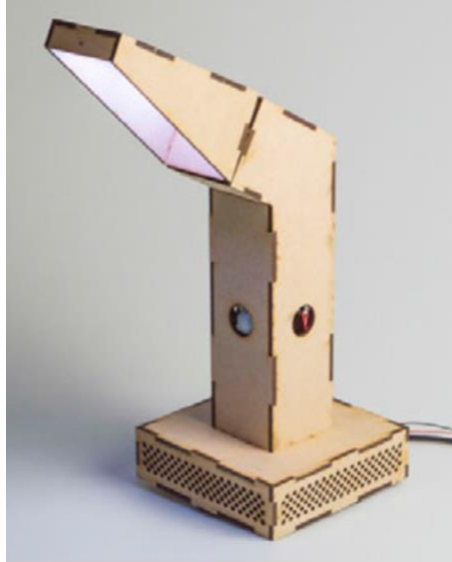
Овој систем акумулира информации за пациентот и врз основа на профилирање и класификација на податоците, дава доволно прецизна дијагноза.

Друг пример за платформа каде се користи учењето на машините е проектот за ноќна ламба наречена „skip” (Sivertsen et al., 2017).

Оваа ламба може да го прилагоди својот интензитет и позиција на светлина според информациите добиени од однесувањето на корисникот во неговата околина (Слика 3-3).

Всушност, комплексноста на употребата на машинското учење во примената на информациска платформа за материјали треба да биде во комбинација на техничките и научните податоци со општествено-хуманистичките вредности.

Имајќи ја во предвид, оваа предизвикувачка комплексност од една страна и предностите на ИТ платформата од друга страна, овој дел од тезата има за цел да ги интегрира овие два аспекта применувајќи го процесот на човечкото одлучување.



Слика 3-3. Прототип изработен за ламбата „skip“
(Sivertsen et al., 2017)

Бидејќи во овој дел се истражува можноста на примената на информациска платформа во изборот на материјалите, истата треба да ги следи фазите и стратегиите кои дизајнерот ги извршува во природниот процес на селектирање.

3.6 Теорија на одлучување за решавање конфликтни проблеми (ОРКП)

Процесот на донесување одлуки во врска со најсоодветниот материјал при дизајнирање на одреден производ според барањата на производителот, како и потребите на потрошувачите го поставува дизајнерот токму во улога на пресвртна точка на замислената клацкалка (Слика 1-1). Всушност, во овој процес дизајнерот ја донесува одлуката за основните карактеристики на производот и потребните атрибути за материјалите.

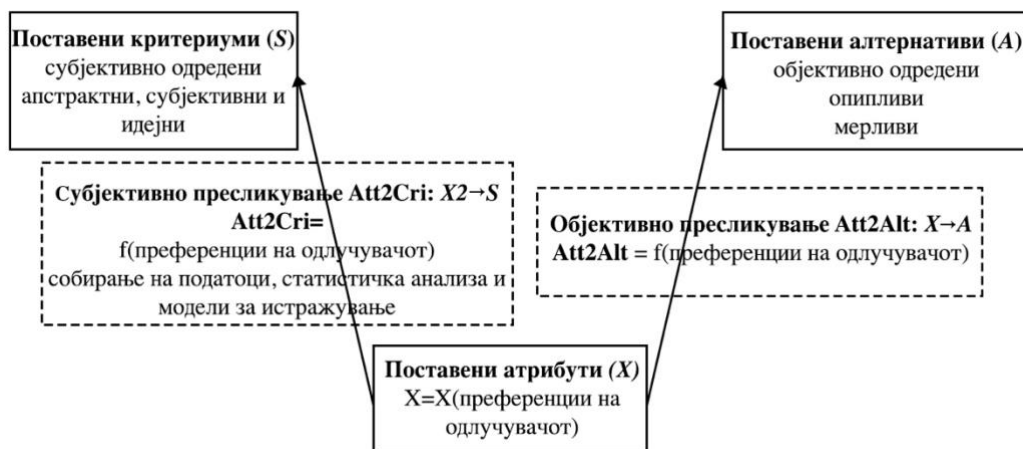
Според потребите на дизајнерите, како и целите на оваа студија, атрибутите на материјалите најсоодветно се класифицирани според Ashby и Johnson (2002) како основни, технички, естетски и еколошки. (Слика 1-3)

Научниците и инженерите користат нумеричка комуникација која често резултира со развивање на техничкиот јазик на материјалите, којшто доведува до попрецизно одредување на нивните техничките атрибути (Pedgley, 2010; Ashby и Johnson, 2002). Од друга страна пак, естетските атрибути се потешки за одредување, бидејќи освен релевантните сознанија, потребно е дополнително искуство и знаење за да се задоволат барањата на дизајнерите и потрошувачите.

Во процесот на индустриски дизајн, фазата на одредувањето на основните својства кај производот е примарна и го активира начинот на дизајнирање каде дизајнерот го дефинира правецот на претстојните фази според неговите истражувања, знаења и искуство.

Иако не постојат строго дефинирани правила или шаблони за методологијата на прилагодување на процесот на избор на материјали во одредените фази при дизајнирањето, сепак употребата на теоријата на одлучување за решавање конфликтни проблеми (ОРКП), која се базира на усогласување на барањата дефинирани од повеќе атрибути (анг. multi-attribute decision making problems) (Keeney и Raifa, 1975; Keeney, 1982; Bohanec и Rajkovic, 1990; Yoe, 2002; Hwang и Yoon, 2002) го насочува истражувањето кон утврдување на релевантните критериуми за атрибутите. Имено, овие автори објаснуваат, дека во процесот на одлучување, кај проблемите врз база на повеќе атрибутни, се одредуваат неменливите (објективните) и менливите (субјективните) критериуми кај атрибутите со цел да се постигне посоодветен избор.

Во приложениот дијаграм (слика 3-4) е даден визуелен приказ на теоријата на ОРКП кој го објаснува начинот на пресликување од основните извори на проблемот (атрибути) во конечната одлука (неменливи и менливи критериуми) (Lazarevska et al., 2009).

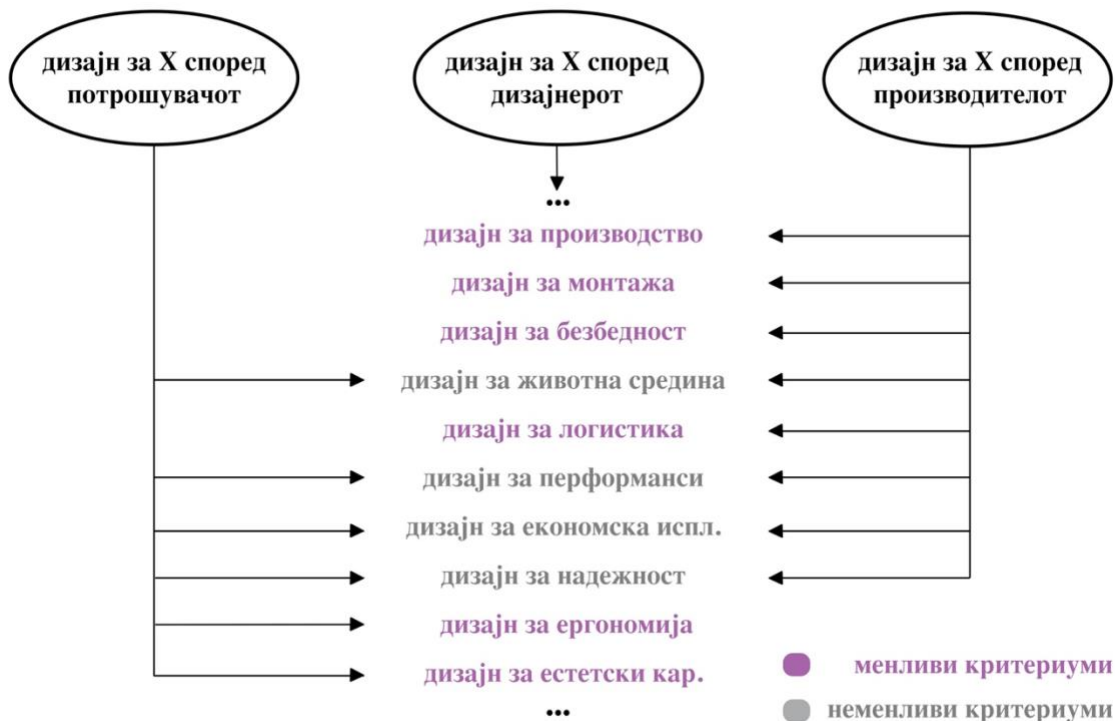


Слика 3-4. Релации помеѓу компоненти кај теоријата на ОРКП (Lazarevska et al., 2009)

Според тоа, пред одредувањето на критериумите во неменливи или менливи, истите се претставуваат како атрибути а по определувањето на нивната група (пример: производител, потрошувач и дизајнер) се наведуваат како критериуми.

3.7 Одредување на неменливи и менливи критериуми според теоријата на ОРКП

Во ова истражување, неменливите критериуми се одбираат според заедничките потреби и барања на производителот, потрошувачот и дизајнерот, додека менливите се пофлексибилни и не припаѓаат во сите три групи. Односно, менливите критериуми може да бидат во интерес само на една или две од споменатите групи и затоа повеќе зависат од одлуките на дизајнерот. Ова подразбира дека, придонесот од класифицирањето на атрибутите во неменливи и менливи критериуми, му овозможува на дизајнерот поорганизирано одредување на релациите помеѓу атрибутите на материјалите и својствата на производите. Поаѓајќи од овие сознанија базирани на теоријата на ОРКП, начинот на одредувањето на атрибутите во неменливи и менливи критериуми за производи, може да се прилагоди и на претходно оформениот дијаграм (слика 2-2) за дизајн за извонредност (ДЗИ) (анг. DfX), во кој се прикажани критериумите за квалитет именувани како дизајн за X според потребите на потрошувачот, дизајнерот и производителот при дизајнирање на еколошки прифатливи производи.



Слика 3-5. Одредување на неменливи и менливи критериуми според теоријата на ОРКП (Преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Презентираниот дијаграм, прилагоден според потребите на теоријата на ОРКП, (слика 3-5) го прикажува следното:

Атрибутите кои припаѓаат во интересите на потрошувачот, дизајнерот и производителот се одредуваат како неменливи критериуми, додека оние атрибути кои не припаѓаат во заедничкото множество на трите групи, се именувани како менливи критериуми.

Поаѓајќи од потребите на теоријата на ОРКП, како и сознанијата добиени од литературата (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996; Paramasivam и Senthil, 2009; MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020), во групата неменливи критериуми припаѓаат следните критериуми за квалитет:

Дизајн за: животна средина, перформанси, логистика, економска исплатливост и надежност. Додека, во групата менливи критериуми припаѓаат критериумите за квалитет, именувани како, дизајн за: производство, монтажа, безбедност, ергономија и естетски карактеристики.

Овој процес на одлучување, кај компаниите се одредува според договорот помеѓу производител, дизајнер и барањата на потрошувачите.

За оваа намена, каде главниот фокус е насочен кон пребарување на соодветни еколошки материјали, се искористени сознанијата добиени од литературата за дизајнирање на еколошки прифатливи производи. Поаѓајќи од овие сознанија, во следното поглавје изработена е методата „дизајн воден од карактеристиките на производот“ според одредените неменливи и менливи критериуми во ова поглавје.

4. Развој на методата „дизајн воден од карактеристиките на производот“ (ДВКП)

Методата дизајн воден од карактеристиките на производот (ДВКП) (анг. *product driven design – PDD*) се разликува од претходните методи каде дизајнерите најпрво ги пребаруваат материјалите и потоа според нивните атрибути се дизајнира производот. Во оваа метода најпрво се одредуваат критериумите на производите а потоа се пребаруваат соодветните еколошки материјали, каде се воведува обратен тек на процесот. За остварување на целта, ДВКП методата е изработена според претходно наведените сознанија за процесот на дизајнирање и теоријата на одлучување за решавање на конфликтни проблеми. На слика 4-1 даден е визуелен приказ за методата која е составена од пет фази, за кои постапката за имплементација ќе биде објаснета во ова поглавје.



Слика 4-1. Визуелен приказ за методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Во првата фаза, се препознаваат основните атрибути на производот и според нивната распределба во критериумите за квалитет, од дизајн за извонредност (ДЗИ), истите се одредуваат како неменливи и менливи критериуми според карактеристиките на производите.

Во втората фаза, се врши пресликување на одредените неменливи и менливи критериуми според карактеристиките на производите од првата фаза, во неменливи и менливи критериуми кај материјалите.

Во третата фаза, се развива табела за одредените неменливи и менливи критериуми според карактеристиките на материјалите преку доделување на индикатори и рангирања.

Во четвртата фаза, се пополнува библиотеката според добиените информации за претходно одредените биоразградливи материјали.

Во петата фаза, се одредува начинот за симулација на методата за добивање на повратни информации од потрошувачот, дизајнерот и производителот.

Како краен корисник на методата се наведува дизајнерот, според тоа прикажаните критериуми во методата се изработени согласно терминологијата која се употребува кај дизајнерите. Сознанијата од литературата (Pedgley, 2010; Rognoli et al., 2011; Karana et al., 2015) како и искуството на дизајнерите кои се објаснети во следните поглавја, посочуваат кон употреба на квалитативните вредности при одредување на критериумите на производот и нивниот материјал.

Во спроведената комуникација со дизајнерите (објаснета во поглавјето 4.3) за употребената терминологија како пример е даден следниот:

На дизајнерот не му значи критериумот јакост на истегнување вреднуван како 21 МПа (мегапаскали), меѓутоа му значи доколку кај критериумот се употреби квалитативна вредност која во овој пример би гласел „јакоста на истегнување е слична на кожа“.

За таа цел како пример е даден визуелен приказ за начинот на пребарување на материјалите, за да се објасни целта на постапката во ДВКП методата. На слика 4-2 е презентиран процесот преку употреба на производот чаша за еднократна употреба и како пример е даден критериумот сјајност од групата естетски карактеристики која е објаснета во понатамошниот дел од поглавјето.



Слика 4-2. Визуелен приказ за целта на методата преку употреба на пример

Во примерот се преставени само една група на рангирани вредности (целосен мат, мат, лушпа од јајца, полу сјаен, целосен сјај, огледало, зависи од калапот) од критериумот за материјали (сјајност) определен според критериумот за производот (сјајна површина). Сјајната површина како критериум е само еден од наведените атрибути потребни за дизајнирање на производот „чаша за еднократна употреба“ според сознанијата преземени од литературата (Ashby, 2005 и NPCB Board of Consultants & Engineers, 2014), и онлајн платформите (European commission (Eur-lex.europa), 2018; Food and drug administration (FDA), 2020; Amazon, 2020 и Alibaba, 2020).

4.1. Одредување на критериумите според карактеристиките на производите

За потребите на првата фаза од методата ДВКП, искористени се производите кои се одредени во третото поглавје. Според тоа, во оваа фаза, најпрво, се одредуваат основните атрибути за производите чаша за еднократна употреба, туба за кармин и медицинска маска. Потоа во зависност од нивната распределба според ДЗИ, овие атрибути се одредуваат во неменливи и менливи критериуми кај производите. Приложената слика 4-3 е наменета за полесно следење на текот на фазите во методата ДВКП.



Слика 4-3. Прва фаза од методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

4.1.1. Одредување на основни атрибути според карактеристиките на производите

Методата ДВКП е развиена според постапките на дизајнерот при дизајнирање на производ, каде во процесот на дизајнирање, во првата фаза, потребно е да се одредат атрибутите на производот.

Првични сознанија за основните атрибути на производите:

Чаша за еднократна употреба

При одредување на атрибутите на производот чаша за еднократна употреба, забележани се различни атрибути според употребените материјали кај производот. За оваа намена опишани се производите кои се најзастапени на пазарот според различните материјали и нивните најзначајни атрибути:

- Чаша за еднократна употреба произведена од полипропилен (ПП) (анг. PP)

Позитивните атрибути на полипропиленската чаша се: економски исплатлива, мала тежина, еластична, издржлива на температури до 120 °C, отпорна на корозија, висока крутост, просирна но има можност за боење. Додека, негативните атрибути на полипропиленската чаша се: недоволна

јакост и лизгавост (Ashby и Johnson, 2014, стр. 189). Чашите од овој материјал се нудат како поевтина опција на полиетилентерефталат (ПЕТ), и затоа не се употребува зајакнување со дополнителни материјали кај ПП. Поради тоа, чашите од материјалот ПП се произведуваат како најниска класа и истите се употребуваат за ладни пијалаци во ресторани за брза храна (Webstaurantstore, 2003-2021).

- Чаша за еднократна употреба произведена од полиетилентерефталат (ПЕТ) (анг. PET)

Овие чаши се употребуваат за газирани пијалаци бидејќи може да го издржат внатрешниот притисок. Дополнително, како позитивни атрибути се приложени следните: можност за рециклирање, мала тежина, можност за рециклирање, просирна но има можност за боење, висок сјај, висока крутост и др. (Ashby и Johnson, 2014, стр. 204). Од друга страна, има можност за перење на истите но лесно се гребат. Дополнително како негативен аспект се укажува атрибутот „слаба издржливост на високи температури“, кои ги прави употребливи само за складирање на ладни пијалаци (Webstaurantstore, 2003-2021).

- Чаша за еднократна употреба произведена од експандиран полистирен (ЕПС) (анг. EPS)

Заради атрибутот „добар топлотен изолатор“, чашите од овој тип на материјал се употребуваат и за топли и за ладни пијалаци. Овој атрибут помага при држење на чашата кога течноста е топла но исто така го зачувува и пијалакот во одредената температура доколку се складира во фрижидер. (Ashby и Johnson, 2014, стр.190). Дополнителен атрибут кој се укажува како позитивен за овој производ е „удобност за држење“ и „мек дел за уста“ (Webstaurantstore, 2003-2021).

- Чаша за еднократна употреба произведена од поликарбонат (ПК) (анг. PC)

Овие чаши ги имаат следните позитивни атрибути: бистра просирност со можност за боење, висока крутост, отпорност на удар, мала тежина, отпорност на високи температури и др. (Ashby и Johnson, 2014, стр.194). Како негативен аспект се укажуваат недостатоците при производство, каде при екструдирање мора да се даде особено внимание на дебелината на сидовите за да не дојде до искривување, гребене или несакани шуплини (Ashby и Johnson, 2014, стр.190). Чашите се употребуваат за намени каде се бара налик на чаша од стакло.

- Чаша за еднократна употреба произведена од хартија.

Кај овие чаши потребна е издржливост од високи температури и затоа се прават воздушни џебови во ребреста форма или се ламинираат со дополнителен материјал. Освен погодноста за складирање на течност со висока температура, дополнителните прегради овозможуваат повисока крутост, стабилност и боење на производот со дополнителен сјај (Webstaurantstore, 2003-2021).

Туба за кармин

Полимери (акрилонитрил бутадин стирен (АБС), полипропилен (ПП), полистирен (ПС))

Полимерите се најмногу фаворизирани помеѓу дизајнерите и производителите кај овој производ заради економската исплатливост и можност за лесно оформување според формата како и предвидените детални елементи. Дополнителни позитивни атрибути за наведените видови полимери кај производот се: економска исплатливост, отпорност на корозија, отпорност на удар, отпорност на собирање и др. (Visionpack, 2021). Како негативен аспект приложена е неможноста за разградување на овие материјали и затоа поголем дел од овие производи завршуваат во депонија (Visionpack, 2021).

Алуминиум

Алуминиумските туби за кармин се употребуваат при дизајнирање на луксузна палета на производи. Како позитивни атрибути се наведени следните: можност за рециклирање, мала тежина, нема миграција на хемиски елементи со козметичкиот производ, можност за гравирање и др. (Visionpack, 2021). Како негативни атрибути се наведени следните: склоност кон корозија, каде се употребуваат дополнителни прегради за да не влијае на производот и високата цена (Visionpack, 2021).

Медицинска маска

Маска за еднократна употреба

Овие маски се произведуваат од полипропилен или полиетилен кои дозволуваат само 6 часовна употреба а потоа истите не се рециклираат и завршуваат во депонија. Како позитивни аспекти се наведени атрибутите: економски исплатлив, лесно дишење, превентивност од капки, честички во воздухот, полен и др. (Aydin et al., 2020). Како негативни аспекти, наведени се неможностите за повторна употреба и перење, при што ја загрозуваат околината (Aydin et al., 2020).

Маска за повеќе употреби

Овие маски најчесто се изработуваат од памук и имаат можност за повеќе употреби. Како позитивни аспекти се наведени следните атрибути: можност за перење, еколошки прифатлив, лесно дишење и др. (Aydin et al., 2020). Како негативни аспекти се наведуваат атрибутите: потребни се повеќе слоеви за да се овозможи поголема превентивност од капки, честички во воздухот, при што дополнително ја покачува цената на производот (Aydin et al., 2020).

Според наведените сознанија, за секој одреден производ (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска) изработен е формулар за опис на производи (анг. product description form) (Moretta, 2018) со податоци од областа на нивната примена, функција, начин на производство,

монтажа, материјали, рок на употреба, отстранување, дизајнерски карактеристики и регулативи.


Атрибутите потребни за пополнување на наведените барања за производи се преземени од соодветни онлајн страни и литература за секој производ поединечно.

На пример, техничките атрибути за производот чаша за течност се презентирани во табела 4-1 и информациите за истата се преземени од: литература (Ashby, 2005 и NPCB Board of Consultants & Engineers, 2014), атрибутите за регулативите за исхрана и козметика се преземени од онлајн страните на Европска комисија (2018) (анг. European commission - Eur-lex.europa) и администрација за храна и лекови (2020) (анг. Food and drug administration - FDA), дизајнерските атрибути се преземени од онлајн страните за продажба (amazon.com и alibaba.com).

Техничките атрибути за производот туба за кармин, презентирани во табела 4-2, се преземени од литература (Schneider et al., 2012), атрибутите за регулативите за исхрана и козметика се преземени од онлајн страните на Европска комисија (2009) (анг. European commission-Eur-lex.europa) и администрација за храна и лекови (1999) (анг. Food and drug administration- FDA), дизајнерските атрибути се преземени од онлајн страните за продажба (Madehow, 2020; Amazon, 2020 и Alibaba, 2020).

За производот медицинска маска, техничките атрибути се дадени во табела 4-3 и истите се преземени од литература (Leonas и Jones, 2003; National academic press, 2006; FDA, 2019), додека дизајнерските атрибути се преземени од онлајн платформи (National academic press, 2006; Amazon, 2020 и Alibaba, 2020).


Табела 4-1. Формулар за опис на производи (чаша за еднократна употреба)

Формулар за опис на производи / чаша за еднократна употреба	
Област на употреба	Храна и пијалаци
Форма	Според калап
Материјали	ПП, ПЕТ, ЕПС, ПК, хартија (анг. PP, PET, EPS, PC, paper)
Визуелен приказ и основни својства	
	Основна функција: сад за топли и ладни пијалаци
	Монтажа: база (материјал), ламинирана со полиетилен, воздушни џебови
	Производство: обликување во калап, термообликување, екструдирање
	Животен век: отстранување по една употреба Моментален крај на животен циклус: рециклирање / депонирање
Атрибути	еколошки прифатлив, сад за топли и ладни пијалаци, одобрено од FDA и SGS, висока крутост, водоотпорност, тип на материјали, цена (од 0.5\$ до 40\$), еднократна употреба, издржливост на температури од -20 °C до 120 °C, обликување во калап, екструдирање, термообликување, внатрешна мембрана, разни бои, гравирање на површина, капак, заоблени рабови, печатење на површина, отпорност на UV (ултравиолетни зраци) зрачење, отпорност на абење, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии, величина, капацитет, минимум тежина (1-8 гр.), стабилност, мазен дел за уста, издржливост, удобност при користење и ракување, можност за рачно миење, можност за загревање во микробранова печка, сјајна површина, површинско печатење, транспарентност, нелепливо чувство, вкус...
Регулативи	ISO 9001: 2008 - Сертификат за управување со системи за квалитет FDA - Сертификат издаден од администрацијата за храна и лекови од САД FSC - Сертификат од совет за управување со шуми SGS - Сертификат од управување со клиенти
Референци	Ashby.M.F (2005). Materials selection in mechanical design. Butterworth-Heinemann.p.240 www.amazon.com/ / www.alibaba.com NPCS Board of Consultants & Engineers (2014). Disposable Products Manufacturing Handbook

Табела 4-2. Формулар за опис на производи (туба за кармин)

Формулар за опис на производи / туба за кармин	
Област на употреба	Козметика
Форма	Обликување во капап
Материјали	Референтни материјали: полимери и алуминиум
Визуелен приказ и основни својства	
	Основна функција: Заштита и нанесување на кармин
	Монтажа: база (материјал), ламиниран со полиетилен
	Производство: обликување во капап, екструдирање, термообликување
	Животен век: две години
	Моментален крај на животен циклус: рециклирање/ депонирање
Атрибути	еколошки прифатлив, одобрен за контакт со кожа, капаче за затварање, капаче со завртка, спречување на контакт со воздух, спречување на несакано протекување, тип на материјали, цена (од 0.06 \$ до 1.35 \$), начин на чување (идеална температура) од 12 °C до 27 °C, сито печат и офсет печатење, капаче за отварање, гравирање, вбризгување на боја, боење со спреј, UV (ултравиолетни зраци) боење, металзирање, мат обработка, прегради (алуминиум, пластика или восочна хартија), отпорен на: (вода, влага, масло, нечистотии, температура, мирис, светлина, собирање, намалување на тежина, гребнатинки), величина и минимална тежина, издржливост, крутост, еластичност, удобност при држење и ракување, текстура, боја, мат боја, сјајност, транспарентност, без отпечаток од прсти, природен мирис, звук при затварање на капакот...
Регулативи	ISO 9001: 2008 - Сертификат за управување со системи за квалитет FDA - Сертификат издаден од администрацијата за храна и лекови од САД FSC - Сертификат од совет за управување со шуми SGS - Сертификат од управување со клиенти
Референци	www.amazon.com www.alibaba.com http://www.madehow.com/Volume-1/Lipstick.html Schneider et al., (2012) Skin cosmetics. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim DOI: 10.1002/14356007.a24_219

Табела 4-3. Формулар за опис на производи (медицинска маска)

Формулар за опис на производи / медицинска маска	
Област на употреба	Медицина
Форма	Ткаенина (слоеви)
Материјали	Референтни материјали: полипропилен и памук
Визуелен приказ и основни својства	
	Основна функција: лична нега, заштита, медицинска употреба
	Монтажа: сукано предиво, метална-пластична лента, латекс
	Производство: ткаење или плетење на предива
	Животен век: една година
	Моментален крај на животен циклус: депонирање
Атрибути	еколошки прифатлив, одобрен за контакт со кожа, лесно дишење, заштитува од (прашина, мали честички во воздухот, полен и др.), флексибилен, цена (од 5 \$ до 40 \$), тип на дезинфекција (UV (ултравиолетни зраци) зрачење, стерилизација со етилен оксид), чување на ладно и суво место, повторна употреба, ткаење или плетење на предива, модерно предење, разни бои, метална-пластична лента, три слоеви, хидрофобни, електростатички филтри, антибактериски, заштита од (прашина, капки, ветер, сонце), тежина (3.4 гр.), еластична кука за уши, заштита, издржливост, удобност, хигиена, мека ткаенина, неиритирачки материјали, разни бои, одговара на секое лице, лесно одржување, без мирис...
Регулативи	ISO 9001: 2008 - Сертификат за управување со системи за квалитет FDA - Сертификат издаден од администрацијата за храна и лекови од САД FSC - Сертификат од совет за управување со шуми SGS - сертификат од управување со клиенти
Референци	Ashby.M.F (2005). Materials selection in mechanical design. Butterworth-Heinemann .p.240 www.amazon.com/ www.alibaba.com NPCS Board of Consultants & Engineers (2014). Disposable Products Manufacturing Handbook

4.1.2. Одредување неменливи и менливи критериуми според карактеристиките на производите

Приложените атрибути во формуларот за опис на производи, придонесоа во оформување на првата фаза од структурата на методата ДВКП. Секој атрибут кој е преставен во формуларот за опис на производи, е распределен во критериумите за квалитет од ДзИ.

По распределбата на атрибутите од табелите 4-1, 4-2, и 4-3, препознаени се следните критериуми за квалитет од ДзИ, од кои дизајн за: производство, монтажа, животна средина, безбедност, перформанси, економска исплатливост, надежност, ергономија и естетски карактеристики (анг. Design for: manufacturing, assembly, environment, safety, performance, cost, reliability, ergonomics and aesthetic features) (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996; Paramasivam и Senthil, 2009; MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020).

За полесно следење на распределбата на атрибутите во критериумите за квалитет од ДзИ, изработени се табели за секој производ поединечно (табела 4-4, табела 4-5 и табела 4-6). Табелите се изработени преку примената на теоријата на одлучување за решавање на конфликтни проблеми која се базира на усогласување на барањата дефинирани од повеќе атрибути (Keeneу и Raifa, 1975; Keeneу, 1982; Bohanec и Rajkovic, 1990; Yoe, 2002; Hwang и Yoon, 2002) во кој се одредуваат неменливите и менливите критериуми на производите. Во процедурата на одредување на неменливите и менливите критериуми, во првата колона од табелата се презентирани критериумите за квалитет од ДзИ, а во следните колони истите се именувани според карактеристиките на биоразградливите производи и класифицирани според интересите на потрошувачот, дизајнерот и производителот.

Атрибутите кои припаѓаат во интересите на потрошувачот, дизајнерот и производителот се одредуваат како неменливи критериуми, додека оние атрибути кои не припаѓаат во заедничкото множество на трите групи се именувани како менливи критериуми.

Според сознанијата добиени од литературата (Bralla, 1996; Pahl и Beitz, 1996; Paramasivam и Senthil, 2009; MacArthur Foundation, 2019; Acaroglu, 2020) за еколошки производи, во групата неменливи критериуми припаѓаат следните критериуми за квалитет од ДзИ, дизајн за: животна средина, перформанси, економска исплатливост и надежност. Додека, во групата менливи критериуми припаѓаат критериуми за квалитет од ДзИ, дизајн за: производство, монтажа, безбедност, ергономија и естетски карактеристики.

Табела 4-4. Неменливи и менливи критериуми за производи (чаша за еднократна употреба) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Дизајн за извонредност	Улогите на актерите во именуваните групи			Чаша за еднократна употреба
	Потрошувач	Дизајнер	Производител	Одредување на неменливи и менливи критериуми за производи
Дизајн за производство	-	Можност за производство	Можност за производство	Обликување во капап, екструдирање, термообликување, внатрешна мембрана
Дизајн за монтажа	-	Можност за монтажа	Можност за монтажа	Разни бои, гравирање на површина, капап, заоблени рабови, печатење на површина
Дизајн за животна средина	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Еколошки прифатлив
Дизајн за безбедност	-	Карактеристики на отпорност	Карактеристики на отпорност	Отпорност на UV зрачење, отпорност на абење, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии
Дизајн за перформанси	Функционалност	Функционалност	Функционалност	Сад за топли и ладни пијалаци, одобрено од FDA и SGS, висока крутост, водоотпорност, тип на материјали
Дизајн за економска испл.	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Цена (од 0.5 \$ до 40 \$)
Дизајн за надежност	Трајност	Трајност	Трајност	Еднократна употреба и издржливост на температури од -20 °C до 120 °C
Дизајн за ергономија	Ергономија	Ергономија	-	Величина, капацитет, минимум тежина (1-8 гр.), стабилност, издржливост, мазен дел за уста, удобност при користење и ракување, можност за рачно миеење, можност за загревање во микробранова печка
Дизајн за естетски карактеристики	Естетски карактеристики	Естетски карактеристики	-	Сјајна површина, површинско печатење, транспарентност, нелепливо чувство, вкус

Табела 4-5. Неменливи и менливи критериуми за производи (туба за кармин) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Дизајн за извонредност	Улогите на актерите во именуваните групи			Туба за кармин
	Потрошувач	Дизајнер	Производител	Одредување на неменливи и менливи критериуми за производи
Дизајн за производство	-	Можност за производство	Можност за производство	Обликување во капап, екструдирање, термообликување, омекнување, стврднување
Дизајн за монтажа	-	Можност за монтажа	Можност за монтажа	Сито печат и офсет печатење, капаче за отварање, вбригување на боја, боење со спреј, UV (ултравиолетни зраци) боење, металзирање, мат обработка, прегради (алуминиум, пластика или восочна хартија), гравирање
Дизајн за животна средина	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Еколошки прифатлив
Дизајн за безбедност	-	Карактеристики на отпорност	Карактеристики на отпорност	Отпорен на: вода, влага, масло, нечистотии, температура, мирис, светлина, собирање, намалување на тежина, гребнатинки
Дизајн за перформанси	Функционалност	Функционалност	Функционалност	Одобрен за контакт со кожа, капаче за затварање, капаче со завртка, спречување на контакт со воздух, спречување на несакано протекување, тип на материјали
Дизајн за економска испл.	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Цена (од 0.06 \$ до 1.35 \$)
Дизајн за надежност	Трајност	Трајност	Трајност	Начин на чување (идеална температура) од 12 °C до 27 °C
Дизајн за ергономија	Ергономија	Ергономија	-	Величина и минимална тежина, издржливост, крутост, еластичност, удобност при држење и ракување, текстура
Дизајн за естетски карактеристики	Естетски карактеристики	Естетски карактеристики	-	Боја, мат боја, сјајност, транспарентност, без отпечаток од прсти, природен мирис, звук при затварање на капакот

Табела 4-6. Неменливи и менливи критериуми за производи (медицинска маска) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Дизајн за извонредност	Улогите на актерите во именуваните групи			Медицинска маска
	Потрошувач	Дизајнер	Производител	Одредување на неменливи и менливи критериуми за медицинска маска
Дизајн за производство	-	Можност за производство	Можност за производство	Ткаење или плетење на предива, модерно предење
Дизајн за монтажа	-	Можност за монтажа	Можност за монтажа	Разни бои, метална-пластична лента, три слоеви
Дизајн за животна средина	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Карактеристики на разградување	Еколошки прифатлив
Дизајн за безбедност	-	Карактеристики на отпорност	Карактеристики на отпорност	Електростатички филтри, хидрофобни, заштита од (прашина, капки, ветер, сонце, температура), антибактериски, заштита од лупење
Дизајн за перформанси	Функционалност	Функционалност	Функционалност	Одобрен за контакт со кожа, лесно дишење, заштитива од (прашина, мали честички во воздухот, полен и др.), флексибилен
Дизајн за економска испл.	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Економска исплатливост	Цена (од 5 \$ до 40 \$)
Дизајн за надежност	Трајност	Трајност	Трајност	Тип на дезинфекција (UV зрачење, стерилизација со етилен оксид), чување на ладно и суво место, повторна употреба
Дизајн за ергономија	Ергономија	Ергономија	-	Тежина (3.4 гр.), еластична кука за уши, заштита, издржливост, удобност, хигиена
Дизајн за естетски карактеристики	Естетски карактеристики	Естетски карактеристики	-	Мека ткаенина, неиритирачки материјали, разни бои, одговара на секое лице, лесно одржување, без мирис

За пресликување на секој критериум за квалитет од ДЗИ според карактеристиките на биоразградливите материјали, употребени се сознанијата од Брала (Bralla, 1996) во врска со описот за ДЗИ. Пример, авторот за критериумот, дизајн за перформанси го употребува и терминот функција, или на пример, дизајн за надежност го опишува како: трајноста или квалитетот кој го покажува производот низ времето.

Според наведениот опис во литературата за критериумите за квалитет, како и сознанијата од литературата за биоразградливите материјали (Bastioli, 2005; Platt, 2007; Kershaw, 2015), за полесно следење на табелите (4-4, 4-5 и 4-6) во втората, третата и четвртата колона, презентирани се групите кои понатаму се одредуваат според интересите на потрошувачот, дизајнерот и производителот.

Пресликаните групи се следните: можност за производство, можност за монтажа, карактеристики на разградување, карактеристики на отпорност, функционалност, економска исплатливост, трајност, ергономија и естетски карактеристики. По именување на групите, во понатамошната постапка се распределуваат атрибутите на производите и применувајќи ја теоријата на одлучување за решавање на конфликтни проблеми, се одредуваат неменливите и менливите критериуми кај производите.

За производот чаша за еднократна употреба, распределени се следните неменливи и менливи критериуми кај производи (табела 4-4):

Неменливи критериуми за производот чаша за еднократна употреба: *карактеристики на разградување*: еколошки прифатлив (анг. degradation properties: eco-friendly); *функционалност*: сад за топли и ладни пијалаци, одобрено од FDA и SGS, висока крутост, водоотпорност, тип на материјали (анг. functionality: container for cold and hot beverages, FDA SGS approved, good stiffness, waterproof, material type); *економска исплатливост*: цена (од 0.5\$ до 40\$) (анг. cost-effectiveness: price (0.5 \$ - 40 \$)); *трајност*: еднократна употреба и издржливост на температури од -20°C до 120°C (анг. durability: disposable, durable under: from -20°C to 120 °C).

Менливи критериуми за производот чаша за еднократна употреба: *можност за производство*: обликување во калап, екструдирање, термообликување, внатрешна мембрана (анг. manufacturing: moldable, extrudable, thermoformable, inner wall membrane); *можност за монтажа*: разни бои, гравирање на површина, заоблени рабови, капак, печатење на површина (анг. assembly: different colour, surface engraving, smooth edges, open-head, surface printing); *карактеристики на отпорност*: отпорност на UV зрачење, отпорност на абеење, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии (анг. resistance properties: UV resistance, abrasion resistant, moisture

resistant, tear resistant, bacteria resistant); *ергономија*: величина, капацитет, минимум тежина (1-8 гр.), стабилност, издржливост, мазен дел за уста, удобност при користење и ракување, можност за рачно миене, можност за загревање во микробранова печка (анг. ergonomics: size, capacity, min.weight (1-8 gr.), stable, sturdy, smooth cup mouth, comfortable usage and holding, hand washed, microwave safe); *естетски карактеристики*: сјајна површина, површинско печатење, транспарентност, нелепливо чувство, вкус (анг. aesthetics: glossy lamination, surface printing, transparency, non-sticky feel, flavor).

За производот туба за кармин, распределени се следните неменливи и менливи критериуми кај производи (табела 4-5):

Неменливи критериуми за производот, туба за кармин: *карактеристики на разградување*: еколошки прифатлив (анг. degradation properties: eco-friendly); *функционалност*: одобрен за контакт со кожа, капаче за затварање, капаче со завртка, спречување на контакт со воздух, спречување на несакано протекување, тип на материјали (анг. functionality: approved for skin contact, snap-on cap, screw cap, prevent contact to air, prevent unwanted leaking, material types); *економска исплатливост*: цена (од 0.06 \$ до 1.35 \$) (анг. cost-effectiveness: price (0.06 \$ - 1.35 \$)); *трајност*: начин на чување (идеална температура) од 12 °C до 27 °C (анг. durability: storage temperature: 12°C - 27 °C).

Менливи критериуми за производот, туба за кармин: *можност за производство*: обликување во калап, екструдирање, термообликување, омекнување, стврднување (анг. manufacturing: moldable, extrudable, thermoformable, softening, hardening); *можност за монтажа*: сито печат и офсет печатење, капаче за отварање, вбризгување на боја, боење со спреј, UV (ултравиолетни зраци) боење, металзирање, мат обработка, прегради (алуминиум, пластика или восочна хартија), гравирање, (анг. assembly: silkscreen and offset printing, open-cap, injection color, spray painting, UV coating, metalizing, matte finish, layers (aluminium, plastic or wax paper), engraving); *карактеристики на отпорност*: отпорен на: вода, влага, масло, нечистотии, температура, мирис, светлина, собирање, намалување на тежина, гребнатинки (анг. resistance properties: waterproof, oilproof, dustproof, resistance (temperature, moisture, light, shrinkage, colour, weight loss, odor, scratch)); *ергономија*: величина и минимална тежина, издржливост, крутост, еластичност, удобност при држење и ракување, текстура (анг. ergonomics: size and lightweight, strength, stiffness, elasticity, comfortable usage and holding, texture), *естетски карактеристики*: боја, мат боја, сјајност, транспарентност, без отпечаток од прсти, природен мирис, звук при затварање на капакот (анг. aesthetics: color, matt lamination, shininess, transparency, no fingerprints, natural scent, klick sound effect).

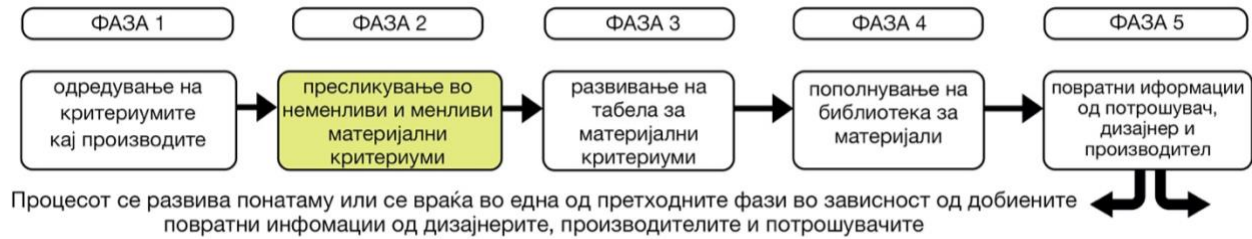
За производот медицинска маска, распределени се следните неменливи и менливи критериуми кај производи (табела 4-6):

Неменливи критериуми за производот, медицинска маска: *карактеристики на разградување*: еколошки прифатлив (анг. degradation properties: eco-friendly); *функционалност*: одобрен за контакт со кожа, лесно дишење, заштитува од (прашина, мали честички во воздухот и полен), флексибилен (анг. functionality: approved for skin contact, high breathability, protects from (dust, small particles in the air and pollen), flexibility); *економска исплатливост*: цена (од 5 \$ до 40 \$) (анг. cost-effectiveness: price (5 \$ - 40 \$)); *трајност*: тип на дезинфекција (UV зрачење, стерилизација со етилен оксид), чување на ладно и суво место, повторна употреба (анг. durability: disinfecting type (ultraviolet light, ethylene oxide sterilization), store in a cool-dry place, reusable).

Менливи критериуми за производот, медицинска маска: *можност за производство*: ткаење или плетење на предива, модерно предење (анг. manufacturing: weaving or knitting of spun yarns, modern spinning); *можност за монтажа*: разни бои, метална-пластична лента, три слоеви (анг. assembly: colorful, metal/plastic strip, three-layer fabric); *карактеристики на отпорност*: електростатички филтри, хидрофобни, заштита од (прашина, капки, ветер, сонце, температура), антибактериски, заштита од лупење (анг. resistance properties: electrostatic filters, hydrophobic, anti-dust, anti-droplets, windproof, sunproof, temperature resistant, anti-bacterial, pilling proof); *ергономија*: тежина (3.4 гр.), еластична кука за уши, заштита, издржливост, удобност, хигиена (анг. ergonomics: weight (3.4 gr), elastic ear hook, protection, durable, comfortable, hygiene); *естетски карактеристики*: мека ткаенина, неиритирачки материјали, разни бои, одговара на секое лице, лесно одржување, без мирис (анг. aesthetics: soft fibrous material, non-irritating materials, colorful, suitable for various face types, easy care, odorless).

4.2. Пресликување на неменливи и менливи критериуми од производи во материјали

Во втората фаза (слика 4-4) од методата дизајн воден од карактеристиките на производот, се пресликуваат критериумите од производи во материјали преку употреба на концепт за опишување, предложен од Ashby и Johnson (2002) како атрибути кои даваат опис кај производите а потоа концептот се развива од страна на Karana (2009) како асоцијативен концепт на опишување.



Слика 4-4. Втора фаза од методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Авторите Ashby и Johnson (2002) објаснуваат дека техничките атрибути на производите влијаат на формата, меѓутоа може да предизвикаат и „квалитет, хумор, убаво чувство или софистицираност“. Понатаму, во истражувањето за значењето на материјалите Karana (2009) објаснува дека полиуретанската пена како материјал може да се опише како: разнобојна, транспарентна, отпорна пластика со сличност на сунѓераста играчка.

Пресликувањето на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали е изработено според карактеристиките на биоразградливите производи и материјали објавени во литературата и научните извештаи (Bastioli, 2005; Platt, 2007; Kershaw, 2015), како и онлајн платформите кои се бават со препознавање на атрибутите кај материјалите според целта на дизајнот (Materialdistrict, 2020; Dezeen, 2022; Designboom, 2020). Дополнително, при пресликување на неменливите и менливите критериуми на производите во материјали употребени се само оние критериуми кои припаѓаат на описот за материјалите. На пример, критериумот за производите, именуван како крутост се пресликува во цврстина според карактеристиките на материјалите.

Пресликаните неменливи и менливи критериуми на материјалите за одредените производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска) се презентирани во табелите 4-7, 4-8 и 4-9.

Во ова поглавје се презентирани само критериумите кои се пресликуваат во материјални критериуми. Објаснувањето за секој критериум за материјали кои се пресликуваат од критериумите за производи се обработени во следното поглавје 4.3 (развој на табела за критериуми според карактеристиките на материјалите).

Табела 4-7. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (чаша за еднократна употреба) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Групи	Одредени неменливи и менливи критериуми за чаша за еднократна употреба	Пресликување на неменливи и менливи критериуми од производи во материјали
Можност за производство	Обликување во калап, екструдирање, термообликување, внатрешна мембрана	Обликување во калап, екструдирање, термообликување, 3Д печатење, обновување
Можност за монтажа	Разни бои, гравирање на површина, капак, заоблени рабови, печатење на површина	Боене, можност за гравирање, дупчење, ласерско сечење, печатење
Карактеристики на разградување	Еколошки прифатлив	Рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на деградација
Карактеристики на отпорност	отпорност на UV зрачење, отпорност на абене, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии	Отпорност на UV зрачење, отпорност на абене, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии
Функционалност	Сад за топли и ладни пијалаци, одобрено од FDA и SGS, висока крутост, водоотпорност, тип на материјали	Одобрен за исхрана, цврстина, термичка изолација, водоотпорност, миграција
Економска исплатливост	Цена (од 0.5 \$ до 40 \$)	Цена: \$ за кг.
Трајност	Еднократна употреба и издржливост на температури од -20 °C до 120 °C	Разградлив, максимална работна температура
Ергономија	Величина, капацитет, минимум тежина (1-8 гр.), стабилност, издржливост, мазен дел за уста, удобност при користење и ракување, можност за рачно миење, можност за загревање во микробранова печка	Тежина, јакост на истегнување, лизгавост, топлина, грубост, можност за миење, можност за микробранова печка
Естетски карактеристики	Сјајна површина, површинско печатење, транспарентност, нелепливо чувство, вкус	Сјајност, транспарентност, лепливост, вкус, мирис, звук

Табела 4-8. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (туба за кармин) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Групи	Одредени неменливи и менливи критериуми за туба за кармин	Пресликување на неменливи и менливи критериуми од производи во материјали
Можност за производство	Обликување во калап, екструдирање, термообликување, омекнување, стврднување	Обликување во калап, екструдирање, термообликување, омекнување, стврднување
Можност за монтажа	Сито печат и офсет печатење, капаче за отварање, вбригување на боја, боене со спреј, UV (ултравиолетни зраци) боене, металзирање, мат обработка, прегради (алуминиум, пластика или восочна хартија), гравирање	Печатење, дупчење, ласерско сечење, боене, UV (ултравиолетни зраци) боене, можност за лепење, можност за гравирање
Карактеристики на разградување	Еколошки прифатлив	Рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на разградување
Карактеристики на отпорност	Отпорен на: вода, влага, масло, нечистотии, температура, мирис, светлина, собирање, намалување на тежина, гребнатинки	Отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на масло, отпорност на нечистотии, отпорност на висока температура, отпорност на ниска температура, отпорност на мирис, отпорност на UV зрачење, отпорност на собирање, отпорност на намалување на тежина, отпорност на гребнатинки
Функционалност	Одобрен за контакт со кожа, капаче за затварање, капаче со завртка, спречување на контакт со воздух, спречување на несакано протекување, тип на материјали	Одобрен за контакт со кожа, структура, миграција
Економска исплатливост	Цена (од 0.06 \$ до 1.35 \$)	Цена: \$ за кг.
Трајност	Начин на чување (идеална температура) од 12 °C до 27 °C	Разградлив, работна температура
Ергономија	Величина и минимална тежина, издржливост, крутост, еластичност, удобност при држење и ракување, текстура	Тежина, јакост на истегнување, јакост, цврстина, лизгавост, топлина, грубост, масивност
Естетски карактеристики	Боја, мат боја, сјајност, транспарентност, без отпечаток од прсти, природен мирис, звук при затварање на капакот	Сјајност, рефлективност, транспарентност, лепливост, мирис, звук

Табела 4-9. Пресликување на неменливите и менливите критериуми од производи во материјали (медицинска маска) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Групи	Одредени неменливи и менливи критериуми за медицинска маска	Пресликување на неменливи и менливи критериуми од производи во материјали
Можност за производство	Ткаење или плетење на предива, модерно предење	Плетено, ткаено, модерно предење
Можност за монтажа	Разни бои, метална-пластична лента, три слоеви	Боене, втиснување, сечење, шиене, преклопување
Карактеристики на деградација	Еколошки прифатлив	Рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на разградување
Карактеристики на отпорност	Електростатички филтри, хидрофобни, заштита од (прашина, капки, ветер, сонце, температура), антибактериски, заштита од лупење	Отпорност на електрицитет, отпорност на ветер, отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на бактерии, отпорност на UV зрачење, отпорност на висока температура, отпорност на прашина, отпорност на лупење
Функционалност	Одобрен за контакт со кожа, лесно дишење, заштитува од (прашина, мали честички во воздухот и полен), флексибилен	Одобрен за контакт со кожа, ефикасност на порозност, филтрирање на честички, цврстина
Економска исплатливост	Цена (од 5 \$ до 40 \$)	Цена: \$ за м.
Трајност	Тип на дезинфекција (UV зрачење, стерилизација со етилен оксид), чување на ладно и суво место	Разградлив, можност за стерилизација, начин на чување
Ергономија	Тежина (3.4 гр.), еластична кука за уши, заштита, издржливост, удобност, хигиена	Густина, еластичност, дебелина, јакост на предиво, лизгавост, топлина, пери-носи
Естетски карактеристики	Мека ткаенина, неиритирачки материјали, разни бои, одговара на секое лице, лесно одржување, без мирис	Мекост, мазност, сјајност, униформност, обновување на стутканост, мирис

Според спроведеното истражување, за одредените производи се пресликуваат следните неменливи и менливи критериуми кај материјалите:

Чаша за еднократна употреба (табела 4-7)

Неменливи критериуми: *карактеристики на разградување:* рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на разградување (анг. degradation properties: shelf life, degradation time, degradation odor, degradation colour); *функционалност:* одобрен за исхрана, цврстина, термичка изолација, водоотпорност, миграција, (анг. functionality: approved for food contact, stiffness, thermal insulator, liquid barrier, migration); *економска исплатливост:* цена: \$ за кг. (анг. cost – effectiveness: price: \$ per kg); *трајност:* разградлив, максимална работна температура (анг. durability: degradable, maximum service temperature).

Менливи критериуми: *можност за производство:* обликување во калап, екструдирање, термообликување, 3Д печатење, обновување (анг. manufacturable: moldable, extrudable, thermoformable, 3D printable, curable); *можност за монтажа:* боење, можност за гравирање, дупчење, ласерско сечење, печатење (анг. assembly: coatable, engravable, drillable, laser cuttable, printable); *карактеристики на отпорност:* отпорност на UV зрачење, отпорност на абеење, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии (анг. degradation properties: UV resistant, abrasion resistant, moisture resistant, tear resistant, bacteria resistant); *ергономија:* тежина, јакост на истегнување, лизгавост, топлина, грубост, можност за миеење, можност за микробранова печка (анг. ergonomics: weight, tensile strength, slippery, warmth, roughness, washable, microwave safe); *естетски карактеристики:* сјајност, транспарентност, лепливост, вкус, мирис, звук (анг. aesthetics: glossiness, transparency, stickiness, taste, odor, sound).

Туба за кармин (табела 4-8)

Неменливи критериуми: *карактеристики на разградување:* рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на разградување (анг. shelf life, degradation time, degradation odor, degradation colour); *функционалност:* одобрен за контакт со кожа, структура, миграција (анг. approved for skin contact, structure, migration); *економска исплатливост:* цена: \$ за кг. (анг. cost–effectiveness: price: \$ per kg); *трајност:* разградлив, работна температура (анг. durability: degradable, maximum service temperature).

Менливи критериуми: *можност за производство:* обликување во калап, екстудирање, втиснување со топлина, омекнување, стврднување (анг. moldable, extrudable, hot stampable, softening, hardening); *можност за монтажа:* печатење, дупчење, ласерско сечење, боење, UV (ултравиолетни зраци) боење, можност за лепење, можност за гравирање (анг. printable, drillable, laser cut, coatable,

UV coatable, glueable, engraving); *карактеристики на отпорност*: отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на масло, отпорност на нечистотии, отпорност на висока температура, отпорност на ниска температура, отпорност на мирис, отпорност на UV зрачење, отпорност на собирање, отпорност на намалување на тежина, отпорност на гребнатинки (анг. water resistant, moisture resistant, oil resistant, dust resistant, high temp. resistant, low temp. resistant, odor resistant, UV resistant, shrinkage resistant, weight loss resistant, scratch resistant); *ергономија*: тежина, јакост на истегнување, јакост, цврстина, лизгавост, топлина, грубост, масивност (анг. weight, tensile strength, hardness, stiffness, slippery, warmth, roughness, massiveness), *естетски карактеристики*: сјајност, рефлективност, транспарентност, лепливост, мирис и звук (анг. glossiness, reflectiveness, transparency, stickiness, odor, sound).

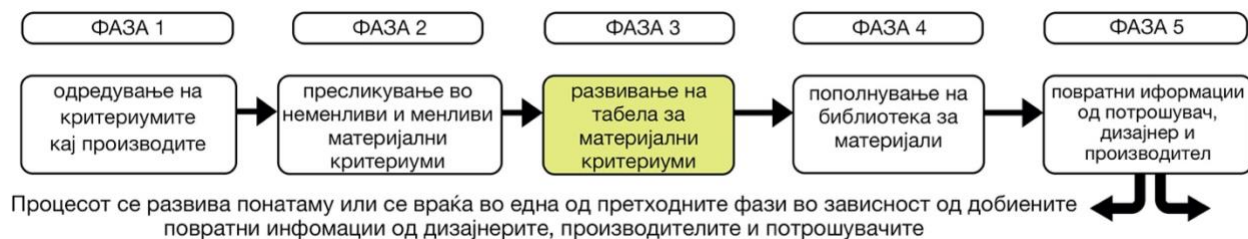
Медицинска маска (табела 4-9)

Неменливи критериуми: *карактеристики на разградување*: рок на траење, време на разградување, мирис на разградување, боја на разградување (анг. shelf life, degradation time, degradation odor, degradation colour); *функционалност*: одобрен за контакт со кожа, ефикасност на порозност, филтрирање на честички, цврстина (анг. approved for skin contact, porosity, particulate filtration efficiency, stiffness); *економска исплатливост*: цена: \$ за м. (анг. cost-effectiveness: price: \$ per m); трајност: разградлив, можност за стерилизација, начин на чување (анг. degradable, ability to sterilize, storage).

Менливи критериуми: *можност за произведување*: плетено, ткаено, модерно предење (анг. knitted, weaving, modern spinning); *можност за монтажа*: боење, втиснување, сечење, шиене, преклопување (анг. coatable, stampable, cuttable, sewable, foldable); *карактеристики на отпорност*: отпорност на електрицитет, отпорност на ветер, отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на бактерии, отпорност на UV зрачење, отпорност на висока температура, отпорност на прашина, отпорност на лупење (анг. static resistant, wind resistant, water resistant, moisture resistant, bacteria resistant, UV resistant, high temperature resistant, dirt resistant, pilling resistant); *ергономија*: густина, еластичност, дебелина, јакост на предиво, лизгавост, топлина, пери-носи (анг. density, elasticity, thickness, yarn strength, slippery, warmth, wash and wear); *естетски карактеристики*: мекост, мазност, сјајност, униформност, обновување на стутканост, мирис (анг. softness, smoothness, lustre (soft glow), uniformity, crease recovery, odor).

4.3 Развој на табела за критериуми според карактеристиките на материјалите

Во третата фаза од методата дизајн воден од карактеристиките на производот (слика 4-5) објаснета е процедурата за развој на табела за критериуми кај материјалите.



Слика 4-5. Трета фаза од методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Заради поинаквиот пристап при развој на производи, инженерските толкувања при рангирање на атрибутите кај материјалите се разликуваат со дизајнерските (Ashby и Johnson, 2002). Според авторите, инженерите употребуваат квантитативни вредности, додека дизајнерите се служат со квалитативни вредности при рангирањето на материјалите. На пример, Karana (2015) во истражувањето за „дизајн воден од материјали“ (анг. material driven design - MDD), атрибутите кај биоразградливите материјали ги рангира со следните квалитативни вредности: да, не, ниско, средно, високо, неутрално, слабо, силно и т.н.

Основајќи се на овие податоци, кај пронајдените неменливи и менливи критериуми за чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска, се јавува потреба од соодветно рангирање кои би ги задоволиле потребите на методата дизајн воден од карактеристиките на производот (анг. Product Driven Design – PDD). Спроведеното првично истражување именувано како компарација (табела 3-1), објаснето во третото поглавје од докторската теза, овозможи пронаоѓање на производителите и истражувачите кои се бават со производство на биоразградливи материјали. По одредувањето на неменливите и менливите критериуми на материјалите за одредените производи во втората фаза од методата ДВКП за потребите на ова истражување, контактирани се производителите преку електронска пошта. Во првата етапа, производителите се замолени да дадат краток одговор (опис) во врска со неменливите и менливите критериуми на материјалите. За таа цел, за трите производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска) контактирани се вкупно 25 компании. Во овој процес, следните овластени лица дадоа придонес во оформување на табелите кои ги изработуваат индикаторите и рангирањата кај неменливите и менливите критериуми за нивните биоразградливи материјали во следното поглавје:

Jeremiah Dutton - Trifilon, Meggie Sullivan - Crème design, Jonas Eklof – UPM formi, Esa Hallinen – Arctic Biomaterials, Sicher Emma – Unibz (peel to peel), Pam Zonsius – Brelli, Aman – Natureworks, Noora Nylanden – Sulapack, Lucien Kerisit - Kerhea, Roy Visser – Avantium, (табели 4-10, 4-11, 4-12, 4-13, 4-14 и 4-15).

Во прилог 1 е приложен пример од комуникацијата за првата етапа со Jeremiah Dutton од компанијата Trifilon (реализирана на 22.04.2020) за материјалот ТБ (анг. trifilon biolite – ТВ).

Во третата фаза од методата ДВКП, одговорите од страна на производителите се споредени со пронајдените толкувања во литературата и информациите преземени од соодветни онлајн платформи (Ashby и Johnson, 2002; Ashby, 2005; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2015; Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020).

4.3.1 Одредени индикатори за неменливи критериуми според карактеристиките на материјалите

Заради карактеристиките на неменливост, кај овие критериуми не се јавува потреба од рангирање туку одредување на индикатори. Индикаторите кај неменливите критериуми ги одредуваат основните критериуми на материјалите кај одредените производи.

Индикаторите кај неменливите критериуми играат одлучувачка улога при одредување на можните биоразградливи материјали. Тие се всушност делови од информации кои допираат во јадрото на состојбите или проблемите, овозможувајќи предвидување на одредени трендови кои во моментот не се познати (Hammond et al., 1995). Целта на употребата на индикаторите е поедноставното презентирање на комплексните феномени и на тој начин се овозможува полесна комуникација со корисникот (Adriaanse, 1993). Одредените индикатори за неменливите критериуми на материјалите, имаат за цел да го одредат соодветниот биоразградлив материјал при пребарување, како и да ги презентираат основните податоци за потребните неменливи критериуми кај материјалите на корисникот/дизајнерот. Затоа, при пресликување на неменливите критериуми од производи кон материјали, пребарани се најсоодветните термини за опис на индикаторите според литературата и начинот на изразување од страна на производителите/дизајнерите на материјалите.

За одредување на соодветните индикатори кај овие критериуми, одговорите добиени од производителите, како и преземените информации и толкувања од литературата (Ashby и Johnson, 2002; Ashby, 2005; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2015) и онлајн платформите (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020) се споредени и обработени според карактеристиките на производите и можноста на биоразградливите материјали.

Резултатите за обработените индикатори потребни за неменливите критериуми на материјалите кои се предводени од одредените производи се распределени како квалитативни вредности. Поаѓајќи од објаснувањата на Ashby и Johnson (2002), за употребата на квалитативните вредности при толкување на материјалите од страна на дизајнерите. Овој дел од истражувањето се фокусира кон одредување на квантитативните индикатори и пресликување во квалитативни. Одредените индикатори за неменливите критериуми се преставени во табелите 4-10, 4-11 и 4-12.

Табела 4-10. Одредени индикатори за неменливи критериуми (чаша за еднократна употреба)
(преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

чаша за еднократна употреба		
групи	неменливи критериуми	индикатори
Карактеристики на разградување	рок на траење	минимум 1 година
	време на разградување	брз во соодветни услови
	мирис на разградување	минимален интензитет
	боја на разградување	воочлива (кафеава)
Функционалност	одобрен за исхрана	ISO9001: 2008, FDA, FSC, SGS
	цврстина	цврст
	термичка изолација	добар
	водоотпорност	да
	миграција	не
Економска исплатливост	цена	2\$ - 10\$ за Кг.
Трајност	разградлив	да
	максимална работна температура	од 70 °C до 130 °C

Табела 4-11. Одредени индикатори за неменливи критериуми (туба за кармин)
(преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

туба за кармин		
групи	неменливи критериуми	индикатори
Карактеристики на разградување	рок на траење	минимум 2 години
	време на разградување	брз во соодветни услови
	мирис на разградување	минимален интензитет
	боја на разградување	воочлива (кафеава)
Функционалност	одобрен за контакт со кожа	ISO9001: 2008, FDA, FSC, SGS
	структура	затворена
	миграција	не
Економска исплатливост	цена	2 \$ - 20 \$ за Кг.
Трајност	разградлив	да
	работна температура	од 12 °C до 27°C

Табела 4-12 Одредени индикатори за неменливи критериуми (медицинска маска)
(преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

медицинска маска		
групи	неменливи критериуми	индикатори
Карактеристики на разградување	рок на траење	максимум 2 години
	време на разградување	брз во соодветни услови
	мирис на разградување	минимален интензитет
	боја на разградување	воочлива (кафеава)
Функционалност	одобрен за контакт со кожа	CE, FDA
	ефикасност на порозност	високо
	филтрирање на честички	високо (памук или вискоза)
	цврстина	флексибилен
Економска исплатливост	цена	1.60 \$ - 10 \$ за м.
Трајност	разградлив	да
	можност за стерилизација	да
	начин на чување	свежо-суво место

Според изработените табели (4-10, 4-11, 4-12), за потребите на третата фаза од методата ДВКП одредени се следните индикатори:

Индикатори за неменливи критериуми (чаша за еднократна употреба) (табела 4-10):

Карактеристики на разградување (анг. degradation properties)

Неменливите критериуми од групата „карактеристики на разградување“, критериумите за материјалите се преликани од критериумот за производи „еколошки прифатлив“.

Рок на траење: минимум 1 година (анг. shelf life: minimum 1 year). Индикаторот одреден според информациите добиени од регулативите за исхрана и козметика е преземен од информациите на онлајн страните на Европска комисија и администрација за храна и лекови на САД и страните за продажба на овој тип на производи (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020). Комисијата за храна и лекови, како и производителите за производот чаша за една употреба предлагаат минимум трајност од 1 година за овој тип на производ.

Време на разградување: брзо во соодветни услови (анг. degradation time: fast in available conditions). Според сознанијата добиени од литературата, разградувањето не зависи само од хемиската структура на материјалот, туку и влијанието на околината, односно: присуството на микроорганизмите, достапноста на кислородот, количината на достапна вода, температура и хемиската околина (Bastioli, 2005). Дополнително, ова сознание го употребуваат и горенаведените производители на материјали, кои се изјаснија дека нивните биоразградливи материјали се разградуваат во брзо време при соодветни услови.

Мирис на разградување: минимален интензитет (анг. degradation odor: low intensity). Биоразградливите материјали при процесот на разградување имаат различен интензитет на мирис (Bastioli 2005; Platt, 2007). Заради несаканиот кисел мирис кој се појавува при разградување на овие материјали, производителите советуваат да се употребуваат материјали со минимален интензитет на материјалот при распаѓање.

Боја на разградување: воочлива (кафеава) (анг. degradation colour: perceptible (brown)). Индикаторот е одреден според сознанијата од литературата, каде бојата на материјалите при разградувањето се трансформира во темно кафеава (Bastioli, 2005).

Функционалност (анг. functionality)

Одобрен за исхрана: ISO 9001: 2008 (approved for food contact: ISO9001: 2008) – сертификат за управување со системи за квалитет (анг. certification quality management systems), FDA сертификат издаден од страна на администрацијата за храна и лекови од САД (анг. US food and drug administration certificate), FSC - сертификат од совет за управување со шуми (анг. Forest Stewardship

Council certificate), SGS - сертификат од управување со клиенти (анг. certified client directory). Критериумот за материјали е пресликан од критериумот за производи „сад за топли и ладни пијалаци, одобрено од FDA и SGS“. Според платформите за регулативи, онлајн страните за продажба како и производителите на материјалите наменети за исхрана и пијалаци, укажуваат дека производителите мора да поседуваат еден од наведените сертификати при пласирање на истите на пазарот (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020).

Цврстина: цврст (анг. stiffness: stiff). Според, Ashby (2005) заради можноста на држење и за да не дојде до свиткување на производот (чаша за еднократна употреба), една од најбитните критериуми на производот е крутоста (Ashby, 2005, стр.237-245). Крутоста како критериум се однесува на формата на производот, а при пресликување на овој критериум во критериуми за материјали се употребува терминот „цврстина“. При комуникација со производители на материјалите, забележано е дека една од најбитните критериуми кои треба да го поседува материјалот при дизајнирање на производот „чаша за еднократна употреба“ е критериумот „цврстина“. (Meggie Sullivan - Crème design, Jonas Eklof - UPM formi, Esa Hallinen - Arctic Biomaterials, Lucien Kerisit - Kerhea, Roy Visser – Avantium)

Термичка изолација: добар (анг. thermal insulator: good). Овој неменлив критериум е пресликан од критериумот на производите одреден како: сад за топли и ладни пијалаци. Иако на производот, чаша за еднократна употреба, претходно не и е одредена конкретната намена за каков вид на течност ќе се применува. Сепак, според наведениот неменлив критериум за производи во табела 4-4 и табела 4-7, како сад за топли и ладни пијалаци, потребата за припаѓање на различни видови пијалаци со поинакви температури го распоредува овој критериум како неменлив. Индикаторот за овој неменлив критериум е одреден според објаснувањата на Ashby (2005) за потребата на овој производ кон добри термални особини. При избор на соодветен материјал за чаша за ладен или топол напиток, потребно е да се одбере материјал со ниска термичка спроводливост (анг. thermal conductivity) или добра термичка изолација (Ashby, 2005, стр.237-245; Ashby, 2012, стр.192). Во речникот Merriam-webster (2020) термичката изолација е дефинирана како намалување на топлинскиот трансфер помеѓу 2 предмета со различни температури и според тоа истиот е одреден како неменлив критериум за производот чаша за една употреба.

Водоотпорност: да (анг. water resistant: yes). Кај биоразградливите материјали кои се употребуваат во исхрана или пијалаци, неопходно е да се одреди водоотпорноста на истите за да се дизајнираат според намената (Platt, 2007; Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020). Кај производот - чаша за една употреба, критериумот „водоотпорност“ се одредува со индикаторот „да“, според одговорите добиени од страна производителите на биоразградливите материјали, како и конкретното барање за несакано протекување на течноста од производот (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020).

Миграција: не (анг. migration: no). Овој неменлив критериум е пресликан од критериумот за производи „тип на материјали“ и истиот е определен според регулативите наложени од страна на Европска комисија и администрација за храна и лекови на САД и страните за продажба на овој тип на производи (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020). Според приложените регулативи на онлајн страните, при селекцијата на материјали кај производите за исхрана и пијалаци, неопходно е да има добра бариера за да се спречи миграцијата од материјалот кон храната или пијалакот.

Економска исплатливост (анг. cost – effectiveness)

Цена: 2\$ - 10 \$ за Кг. (анг. price: 2\$ - 10 \$ per Kg.) Индикаторот за критериумот „цена“ е одреден според универзалната валута и мерка за продажба (Amazon, 2020; Alibaba, 2020). Дополнително опсегот на цената е одредена според достапните цени за биоразградливи материјали од страна на производителите преку истражувањето „компарација“ (табела 3-1). Во ова истражување одредени се производителите на биоразградливи материјали кои се бават со производство на одредениот производ – чаша за еднократна употреба (Peel to peel, Sulapack, Craftingplastics, Biopolymers, Vibers, Biograde, Wasara, Duni, Avani).

Трајност (анг. durability)

Разградлив: да (анг. degradable: yes). Критериумот „разградлив“ е пресликан од неменливиот критериум за производи „еднократна употреба“. Според Европската стандардизација EN 13432, за биоразградливи/компостабилни опаковки, отпадоците од овие производи се применливи само за индустриско компостирање, оставајќи отворен простор во однос на стандардизација за компостирање во домот и разградување во други средини, како што се: почва, свежа вода и морска вода (European-bioplastics, 2020).

Максимална работна температура: од 70 °C до 130°C (анг. maximum service temperature: from 70 °C to 130°C). Критериумот „максимална работна температура“ е пресликан од критериумот за производи „издржливост на температури од -20 °C до 120 °C“. Критериумот „максимална работна температура“ е внесен во групата - трајност бидејќи го одредува опсегот на температури во кој материјалот се употребува без да ги изгуби своите карактеристики како на пример: издржливост на истегнување (Ashby и Johnson, 2002, стр.199-210). Индикаторот е распределен според можностите на биоразградливите материјали според податоците добиени од литературата и каталозите на производителите (Ashby, 2012, стр. 508-566; Avani catalog, 2020; Duni - Ecoecho catalog, 2020). Податоците за потенцијалните материјали при производот чаша за еднократна употреба покажуваат дека некои биоразградливи материјали имаат максимална издржливост од 70 °C до 130 °C. Индикаторот е внесен според максималните температури во опсегот на работната температура кај материјалите (преземени од податоците на потенцијалните биоразградливи и материјали од табелата за компарација (табела 3-1)) за да се спречи несакана деформација при нивната употреба.

Индикатори за неменливи критериуми (туба за кармин) (табела 4-11):

Карактеристики на разградување (анг. degradation properties)

За неменливите критериуми од групата „карактеристики на разградување“, критериумите за материјалите се преликани од критериумот за производи „еколошки прифатлив“.

Рок на траење: мин. 2 години (анг. shelf life: min. 2 years). Европска комисија и администрација за храна и лекови на САД и страните за продажба на овој тип на производи (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020) одредуваат трајност од 2 години. Имајќи во предвид дека производот – кармин има трајност од 2 години, материјалот кој треба да го заштити треба да го има истиот индикатор за трајност.

Време на разградување: брз во соодветни услови. (анг. degradation time: fast in available conditions). Заради начинот на разградување кај биоразградливите материјали, индикаторот распределен за време на разградување материјалите на производот „туба за кармин“ е ист како и за претходниот производ „чаша за еднократна употреба“ (Bastioli, 2005).

Мирис на разградување: минимален интензитет (анг. degradation odor: low intensity). Индикаторот за материјалот на овој производ е одреден според интензитетот на мирис при разградување кај биоразградливите материјали (Bastioli 2005; Platt, 2007) како и мирисот на разградување кои го одредуваат производителите на материјалите.

Боја на разградување: воочлива (кафеава) (анг. degradation color: perceptible (brown)). Воочливата промена на бојата при разградување, им помага на потрошувачите во распознавањето на завршениот рок на производот. Овој тип на индикатор се користи и во козметиката и во индустријата за лекови, каде рокот на употреба на производот е неопходна за правилна употреба на производот. Пример: промена на боја како индикатор за поминат рок на опаковка за лекови дизајнирана од страна на компанијата Designson. (Designson, 2020)

Функционалност (анг. functionality)

Одобен за контакт со кожа: ISO9001: 2008, FDA, FSC, SGS (анг. approved for skin contact: ISO 9001: 2008, FDA, FSC, SGS). Објаснување за кратенките:

ISO 9001: 2008 – сертификат за управување со системи за квалитет (анг. certification quality management systems), FDA - сертификат издаден од страна на администрацијата за храна и лекови од САД (анг. US food and drug administration certificate), FSC – сертификат од совет за управување со шуми (анг. Forest Stewardship Council certificate), SGS - сертификат од управување со клиенти (анг. certified client directory). При одредување на биоразградлив материјал за производот, потребно

е поседување на еден од наведените сертификати. (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020, Amazon, 2020; Alibaba, 2020).

Структура: затворена (анг. structure: closed). Во првата фаза од на методата ДВКП (табела 4-5) за производот туба за кармин се одредени следните неменливи критериуми за функционалност: капаче за затварање, капаче со завртка, спречување на контакт со воздух, спречување на несакано протекување. При пресликување на истите употребено е сознанието од литературата за биоразградливи материјали во која се објаснува дека, при производство на биоразградливи материјали целта е да се постигне сличност со традиционалните полимери. За да се постигне бараната цел, индикаторот одреден за овој критериум треба да биде од затворен тип, односно да има добра воздушна бариера за да не дојде до оштетување и расипување на козметичкиот производ.

Миграција: не (анг. migration: no). Критериумот е прсликан од неменливите критериуми за производот „тип на материјали“ во неменливите критериуми за материјалите „миграција“. Индикаторот за овој неменлив критериум е одреден според регулативите наложени од страна на Европска комисија и администрација за храна и лекови на САД и страните за продажба на овој тип на производи (Eur-lex.europa, 2018; FDA, 2020). Особено битен сегмент кој го наложува комисијата за употреба на материјали при дизајнирање на опаковки за козметика, е да нема миграција, односно да се избегне ризикот од влијание на материјалот кон производот (SGS, 2020; EU Cosmetic Regulation (EC) No 1223/2009).

Економска исплатливост (анг. cost – effectiveness)

Цена: 2\$ - 20 \$ за Кг. (анг. price: 2\$ - 20 \$ per Kg.). Индикаторот за цената е одреден според брошурите на производителите на потенцијалните биоразградливи материјали, одредени од истражувањето „компарација“. Во ова истражување преку истражувањето „компарација“ (табела 3-1) одредени се производителите на биоразградливи материјали кои се бават со производство на производот: туба за кармин (Sulapack, Arctic biomaterials, Hexpoltpе, Biograde, OVDesigns, Juniper seed и Trifilon).

Трајност (анг. durability):

Разградлив: да (анг. degradable: yes). Критериумот „разградлив“ е прсликан од критериумите за производи „начин на чување“ од групата „трајност“. Заради карактеристиките кои ги поседуваат разградливите материјали, како и целта на постигнување еколошки прифатлив дизајн, критериумот „разградлив“ се препознава во оваа групата „трајност“. Индикаторот за овој неменлив критериум е одреден според Европската стандардизација (EN 13432), за биоразградливи/компостабилни опаковки и одговорите добиени од страна на производителите за биоразградливи материјали (European-bioplastics, 2020).

Работна температура: 12 °C - 27°C (анг. service temperature: 12°C - 27°C). Критериумот „работна температура“ е пресликан од критериумите за производи „начин на чување (идеална температура) од 12 °C до 27 °C“. Индикаторот е распределен според потребната температура на употреба на производот „туба за кармин“. Истражувањето на температурата на топлинска деформација кај предвидените материјалите (Sulapack, Arctic Biomaterials, Hexpoltpе, Biograde, OVDesigns, Juniper seed и Trifilon) покажуваат дека имаат можност на употреба и во повисоки температури од дадениот опсег. Меѓутоа, заради поставениот опсег на идеална температура за употреба на козметички производи од страна на Европска комисија за регулативи (EU Cosmetic Regulation (EC) No 1223/2009) истиот е распределен како индикатор за критериумот.

Индикатори за неменливи критериуми (медицинска маска) (табела 4-12):

Карактеристики на разградување (анг. degradation properties)

За неменливите критериуми од групата „карактеристики на разградување“, критериумите за материјалите се пресликани од критериумот за производи „еколошки прифатлив“.

Рок на траење: максимум 2 години (анг. shelf life: maximum 2 years). Во литературата рок на траење за еднократна медицинска маска е одредена со времетраење од 2 до 6 саата. За овозможување на употреба и складирање на медицинската маска во подолг временски период, индикаторот за рок на траење на разградливите материјали за производот е одреден според литературата и онлајн страните за продажба (Bastioli, 2005; Amazon, 2020; Alibaba, 2020).

Време на разградување: брз во соодветни услови (анг. degradation time: fast in available conditions). Заради начинот на разградување кај биоразградливите материјали, индикаторот распределен за време на разградување на материјалите за производот медицинска маска е ист како и за претходните горенаведени производи (Bastioli, 2005). Имајќи ја во предвид ситуацијата со справувањето на отпадот од медицинските маски за време на пандемијата со вирусот „Ковид 19“, индикаторот: брз во соодветни услови определен за критериумот „време на разградување“ е особено неопходен за предвидените биоразградливи материјали (theconversation.com; theguardian.com).

Мирис на разградување: минимален (анг. degradation odor: low intensity). Индикаторот за материјалот на овој производ е одреден според интензитетот на мирис при разградување кај материјалите (Bastioli, 2005; Platt, 2007) како и мирисот на разградување кои го одредуваат производителите.

Боја на разградување: воочлива (кафеава). (анг. degradation color: perceptible (brown)). Индикаторот е одреден според сознанијата од литературата, каде бојата на материјалите при разградувањето се трансформира во темно кафеав (Bastioli, 2005). Исто како кај производот туба за

кармин, индикаторот определен за овој критериум има функција за распознавање на поминатиот рок на употреба на производот медицинска маска (Designson, 2020).

Функционалност (анг. functionality):

Одобрен за контакт со кожа: CE, FDA (анг. approved for skin contact: CE, FDA). Неменливиот критериум за производи се пресликува на ист начин и кај критериумот за материјали со поимот „одобрен за контакт со кожа“. За употреба на биоразградливите материјали при дизајнирање на производот медицинска маска, производителите треба да поседуваат еден од следните сертификати: FDA - сертификат издаден од страна на администрацијата за храна и лекови од САД (анг. US food and drug administration certificate) и CE – ознака за исполнување на стандардите на ЕУ за здравје, безбедност и заштита на животната средина (анг. marking of manufacturer's declaration that the product meets EU standards for health, safety and environmental protection).

Ефикасност на порозност: високо (анг. porosity: high). Критериумот „ефикасност на порозност“ е преликан од критериумот за производи „лесно дишење“. Поаѓајќи од можноста за употреба на текстилни марами за заштита од вирусот „Ковид 19“ (препорака од центарот за контрола и превенција на болести во САД (CDC, 2020) (анг. U.S. Centers for Disease Control and Prevention), научните истражувања се насочуваат кон карактеристиките на овие материјали за исполнувањето на условите за заштита. Во истражувањето обработено од страна на Audin et al., (2020) целта е да се одредат материјали - текстил кој ќе ги задоволи потребите на комфортно дишење и превенција од вирусот. Комфорното дишење или пропустливоста на воздухот кај материјалите зависи од критериумот „ефикасност на порозност“ за кој се наведува дека треба да биде значително висока (Audin et al., 2020).

Филтрирање на честички (анг. particulate filtration efficiency): високо (памук или вискоза). Критериумот „филтрирање на честички“ е преликан од критериумот за производи „заштитива од (прашина, мали честички во воздухот, полен и др.)“. Во истражувањето на Audin et al (2020) се наведува дека обично порозноста е обратно пропорционална со можноста на филтрирање на честички кај материјалите. Односно, можноста на покомфорно дишење го намалува ефектот на филтрирање на честички. Меѓутоа, заради достапноста на материјалите кои истовремено имаат висок индикатор и за ефикасност на порозност и за филтрирање на честички, во заклучоците на научните извештаи се препорачуваат материјали кои ги поседуваат двата критериуми со висок индикатор (Audin et al., 2020; Konda et al., 2020). Дополнително, како материјали кои се дадени како пример за висока филтрација на честички се : памукот и вискозата (Grishanov, 2011).

Цврстина: флексибилен (анг. stiffness: flexible). Критериумот „цврстина“ е преликан од критериумот за производи „флексибилен“. Во оваа ситуација, критериумот за производи „флексибилен“ се одредува како индикатор, а „цврстина“ како менлив критериум за материјали. Ова

се должи на можноста со поврзување на претходните критериуми за материјали за производите „чаша за еднократна употреба и туба за кармин“ каде се употребува критериумот „цврстина“. Ваквиот начин на поврзување кај критериумите помага во понатамошната работа односно во поедноставниот развој на ИПМ. Индикаторот „флексибилен“ е одреден според информациите преземени од научните трудови, како и онлајн страниците за продажба на производот „медицинска маска“ (Aydin et al., 2020; Konda et al., 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020). За да одговара на ергономијата на лицето, истражувачите го наложуваат индикаторот кај критериумот крутост со висока флексибилност. Дополнително, оваа можност ја даваат биоразградливите материјали кои имаат потенцијал да се користат во форма на текстил (Tencel, 2020; Sewport-bamboo fabric, 2020).

Економска исплатливост (анг. cost – effectiveness)

Цена: 1.60 \$ - 10 \$ за м. (анг. price 1.60 - 10 \$ per m). Критериумот е пресликан од цените одредени за производи во цените одредени за биоразградливите материјали кои се употребуваат во текстилната индустрија. Индикаторот „1.60 \$ - 10 \$ за м“ е одреден според објавените цени за биоразградлив текстил на продажните онлајн страни (Amazon, 2020; Alibaba, 2020; Etsy, 2020). Во дел од онлајн страните за продажба (пр. Alibaba, 2020) индикаторот за цената е дадена во: \$ за Кг. Тоа се должи на различните критериуми за одредување на цени, кои се базираат на трошоците за достава.

Трајност (анг. durability)

Разградлив: да (анг. degradable: yes). Критериумот „разградлив“ е пресликан од критериумот за производи „еднократна употреба“. Како и во горенаведените производи (чаша за еднократна употреба и туба за кармин) исто така и за карактеристиките на материјалите за овој производ, критериумот „разградлив“ е неопходен за одредување на начинот на отстранување на истиот.

Можност за стерилизација: да (анг. ability to sterilize). Критериумот „можност за стерилизација“ е пресликан од критериумот за производи „тип на дезинфекција (UV зрачење, стерилизација со етилен оксид)“. Без разлика дали се работи за медицинска маска за една употреба или за повеќекратна употреба, стерилизацијата на биоразградливиот текстил е неопходна и пред продажба, како и при употреба на истата. Начини за стерилизирање на медицински маски се следните: пара со хидроген пероксид, UV (ултравиолетни зраци), влажна топлина, сува топлина и озонски гас (анг. hydrogen peroxide vapor, ultraviolet radiation, moist heat, dry heat and ozone gas.) (Romero, 2020). Според тоа, при одредување на биоразградлив материјал за производот, потребно е да има можност за стерилизација со еден од наведените начини.

Начин на чување: свежо-суво место (анг. storage: cool-dry place). Критериумот „начин на чување“ е пресликан од критериумот за производи „чување на ладно и суво место“. Индикаторот е одреден според потребата за начинот на чување на производот медицинска маска, како и својствата

на биоразградливиот текстил. Информациите за начинот на чување на производот и биоразградливите материјали за критериумот „начин на чување“ се преземени од онлајн страните за продажба (Amazon, 2020; Alibaba, 2020; Etsy, 2020).

4.3.2. Одредени рангирања за менливи критериуми на материјали

Заради карактеристиките на менливост, кај овие критериуми рангирањето е неопходно за да се одбере соодветниот материјал кај одредените производи. Поаѓајќи од објаснувањата на Ashby и Johnson (2002) во врска со различните толкувања на дизајнерите и инженерите за рангирање на атрибутите кај материјалите, во ова истражување опфатени се сознанија каде има рангирање на атрибути кај материјалите. За оваа потреба, прегледани се објаснувањата и описот на атрибутите во литературата (Ashby и Johnson, 2002; Ashby, 2005; Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011; Karana, 2009; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2015) и онлајн платформите (Grantadesign, 2020; Materialdistrict, 2020; Performativedesign, 2020; Mitutoyo, 2020; Trinitykck, 2020).

Сознанијата од литературата и онлајн платформите, ги потврдија толкувањата на Ashby и Johnson (2002), каде за дизајнерските потреби се употребуваат квалитативни и за инженерските квантитативните рангирања. При, одредувањето на начинот на рангирање за ова истражување, употребени се квантитативни и квалитативни рангирања обработени според литературата и онлајн платформите кај менливите и неменливите критериуми. Потоа, во зависност од одговорите на производителите за опис на неменливите и менливите критериуми од првата етапа, одредени се конечните индикатори за неменливите критериуми (табели 4-10, 4-11, 4-12) и рангирања за менливите критериуми, внесени во табелите 4-13, 4-14 и 4-15. Пример, доколку производителот на критериумот „јакост на истегнување“ одговорил/а со „слично на полимер“, тогаш во литературата се бара сличен начин на рангирање на овој критериум. При изработување на овој дел од истражувањето битен сегмент кој диктира во рангирањето на критериумите се дизајнерските согледувања и асоцијацијата која се употребува при дефинирање на истите. Затоа, фокусот во овој сегмент е насочен кон пресликување на квантитативните индикатори и рангирања како квалитативни, според сознанијата добиени од литературата и објаснувањата на производителите.

Во овој дел од истражувањето, секој критериум е анализиран и изработен „поединечно“. Во зависност од добиените резултати при споредувањата од литературата, онлајн платформите и одговорите на производителите, рангирањето кај некои менливи критериуми се обработува по групи а кај некои поединечно. Пример, резултатите од рангирањето кај критериумите „обликување во калап, термообликување, екструдирање, 3Д печатење и обновување“ се одредени со: да и не, за целата група (можност за произведување), додека резултатите од рангирањата кај критериумите од групата „ергономија“ се разликуваат помеѓу себе. Затоа, во објаснувањето за резултатите на

рангирањата на менливите критериуми, оние рангирања кои се разликуваат во самата група се објаснети на подетален начин.

Редоследот и нумерирањето кај рангирањето е обработен според карактеристиките за развојот на информациската платформа за материјали, која е објаснета во петтото поглавје.

Табела 4-13. Одредени рангирања за менливи критериуми (чаша за еднократна употреба) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

чаша за еднократна употреба								
групи	менливи критериуми	1	2	3	4	5	6	7
Можност за произведување	обликување во калап	не	да					
	екструдирање	не	да					
	термообликување	не	да					
	ЗД печатење	не	да					
Можност за монтажа	обновување	не	да					
	боење	не	да	лесно	тешко			
	можност за гравирање	не	да	лесно	тешко			
	дупчење	не	да	лесно	тешко			
	ласерско сечење	не	да	лесно	тешко			
Карактеристики на отпорност	печатење	не	да	лесно	тешко			
	отпорност на UV зрачење	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на абење	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на влага	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на кинење	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	зависи од калап/форма
Ергономија	отпорност на бактерии	слично на природни мат. (брзо)	слично на полимери (низ години)	слично на полимери (сто години)	слично на метал	слично на керамика		
	тежина	слично на полимерни пени	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал		
	јакост на истегнување	дрвена плута (0.5-2.5 Мпа)	кожа (20-26 Мпа)	бамбус (36-45 Мпа)	дрво (60-100 Мпа)			
	лизгавост	слично на полимери	слично на дрво/кожа	слично на керамика/стакло	слично на метал			
	топлина	слично на полимери	слично на дрво/кожа	слично на керамика/стакло	слично на метал			
	грубост	мазен(на)	непериодична грубост	периодична грубост	зависи од алатките	зависи од калапот		
	можност за миење	не	рачно/ладна вода	рачно/топла вода	машинско перење			
Естетски карактеристики	микробранова печка	не	да					
	сјајност	целосен(на) мат	мат	лушпа од јајца	полу-сјаен	целосен(но) сјај	огледало	зависи од калапот
	транспарентност	непросирен(на)	пропушта светлина	просирен(на)	бистар(а)			
	лепливост	сув допир	восочно чувство	лепливо по некое време	лепливо од течност	лепливо од ниска темп.	лепливо од висока темп.	
	вкус	невоочлив(а)	горко	слатко	воочлив(а) од температура	низок интензитет	висок интензитет	
	мирис	без мирис	горко	слатко	природен(на)	непријатен(на)	низок интензитет	висок интензитет
звук	тап	нејасен(на)	остар	резонантен(на)	свонлив(а)	низок тон	висок тон	

Рангирање за менливи критериуми (чаша за еднократна употреба) (табела 4-13):

Рангирањата за менливите критериуми на производот „чаша за течност“ се одредени според одговорите на производителите, толкувањата од литературата (Ashby и Johnson, 2002, Ashby, 2005; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014) и класификацијата одредена за овој критериум од онлајн платформите (Grantadesign и Mitutoyo).

Група: можност за произведување (анг. manufacturing)

Критериуми: *обликување во калап, екструдирање, термообликување, 3Д печатење, обновување (анг. moldable, extrudable, thermoformable, 3D printable, curable).*

Рангирање: не, да (анг. no, yes). Чашите за еднократна употреба се произведуваат со: обликување во калап, екстудирање и термообликување (NPCS, 2014, стр. 8). Меѓутоа, во поновите истражувања се дава можност за 3Д печатење и обновување кај биоразградливите материјали (Baroncini, 2016; Simplify3D, 2020). Во оваа група, истите критериуми кои се одредени за производство, се пресликуваат и кај критериумите за материјалите. Единствено критериумот за производи „внатрешна мембрана“ се пресликува во критериумот „обновување“ кај материјалите. Според Ashby и Johnson (2002, стр.163), при дизајнирање со непознати материјали, за дизајнерите битно е да го доловат стандардниот формат на производство за да ги одредат производствените техники на материјалите. Според добиените сознанија од литературата, како и начинот на објаснување на можностите за производство од страна на производителите на материјалите, рангирањето се одредува како: не - нема можност на таков начин на производство на материјалот и да - има можност на таков начин на производство на материјалот.

Група: можност за монтажа (анг. assembly)

Критериуми: *боење, можност за гравирање; дупчење; ласерско сечење; печатење (анг. coatable, engravable, drillable, laser cuttable, printable).*

Рангирање: не, да, лесно, тешко (анг. no, yes, easy, difficult).

Овие критериумите се прсликани од групата „можност за монтажа“ на менливи критериуми на производите „разни бои, гравирање на површина, отвори, мазни делови, печатење на површина“ како и можностите за монтажа кај биоразградливите материјали. Можностите за монтажа се однесуваат на површинските обработки кај биоразградливите материјали. Заради недоволните сознанија од литературата во врска со рангирањата на овие критериуми, за потребите на овој дел од истражувањето употребени се објаснувањата и класификацијата на производителите на материјалите од првата етапа на комуникација (Meggie Sullivan – Crème design, Lucien Kerisit - Kerhea, Roy Visser –Avantium).

Група: карактеристики на отпорност (анг. resistance properties)

Критериуми: *отпорност на UV зрачење, отпорност на абење, отпорност на влага, отпорност на кинење, отпорност на бактерии, (анг. UV resistant, abrasion resistant, moisture resistant, tear resistant, bacteria resistant).*

Критериумите во групата „карактеристики на отпорност“ се пресликани од истите менливи критериуми кои се наведени за производот. Објаснувањето за рангирањето на критериумите е презентирano според вредностите во рангирањата. На пример, заради истите вредности во рангирањето на критериумите „отпорност на UV зрачење, отпорност на абеење и отпорност на влага“, истите се презентирани заедно, во една група. Додека, критериумот „отпорност на кинење“ е презентиран како одделен критериум заради различните вредности од рангирањето кои ги има според претходната група. При рангирањето на оваа група (карактеристики на отпорност), редоследот е определен според целите на оформување на информациската платформа (не и да) и според сознанијата од литература од најнеотпорен кон најотпорен (слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал).

Рангирање за критериумите „отпорност на UV зрачење, отпорност на абеење, отпорност на влага“: не, да, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал (анг. no, yes, similar to natural, similar to polymer, similar to ceramics, similar to metal).

Рангирање за критериумот „отпорност на кинење“: не, да, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал, зависи од калапот или формата (анг. no, yes, similar to natural, similar to polymer, similar to ceramics, similar to metal, depends on the mold or shape).

Рангирање за критериумот „отпорност на бактерии“: слично на природни материјали (брзо); слично на полимер (низ години); слично на полимер (сто години); слично на метал; слично на керамика (анг. similar to natural (fast); similar to polymer (matter of years); similar to polymer (hundred years); similar to metal; similar to ceramics). Кај овие критериуми, освен за отпорност на бактерии, дадени се можностите за не - нема отпорност кон одредениот критериум и да – има отпорност кон одредениот критериум.

Заради карактеристиките на критериумите од групата „карактеристики на отпорност“, потребно е рангирање за ниско, средно и високо. За таа намена, пребарани се сознанија од литературата и онлајн платформите. Ashby и Johnson, (2002 стр. 72), во литературата споредуваат по 2 критериума (пример: отпорност на абеење и тежина) според фамилијарните групи на материјалите (природни материјали, полимери, керамика и метал). Овој начин на групирање според фамилијарните групи на материјалите овозможува подобра комуникација со дизајнерот заради употребата на сличност со претходно познати материјали. На пример, дизајнерот при рангирање на критериумот „отпорност на влага“, може да го употреби своето претходно сознание за поврзаност на ниската вредност и рангирањето со „слично на природни материјали“, како и поврзаноста на високата вредност со „слично на керамика или метал“.

Кај критериумот „отпорност на кинење“, освен опциите „според фамилијарните групи на материјалите“ (природни материјали, полимери, керамика и метал), додадено е и рангирањето

„зависи од калапот или формата“. Рангирањето е додадено според дел од одговорите на производителите, кои сугерираат дека овој критериум исто така зависи од дебелината на материјалот.

Додека, за критериумот: отпорност на бактерии, освен рангирањето според фамилијарните групи и одговорите од производителите, додадени се и рангирањата: слично на природни материјали (брзо), слично на полимер (низ години) и слично на полимер (сто години). Овие рангирања се дополнети, според одговорите и препораките на Roy Visser од Avantium, (2020) за кои објаснува дека, од аспект на отпорност на бактерии, за разлика од полимерите кои се разградуваат стотини години, нивниот биоразградлив материјал PEF (polyethylene furanoate) материјал се разградува низ неколку години. Кај критериумот „отпорност на бактерии“ не се дадени можности за не и да, заради потребата од разградување кој е одреден како неменлив критериум во претходното поглавје.

Група: ергономија (анг. ergonomical)

Критериум: *тежина (анг. weight)*

Рангирање: слично на полимерни пени, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал (анг. similar to polymer foam, similar to natural, similar to polymer, similar to ceramics, similar to metal). Критериумот е пресликан од критериумите за производи „величина, капацитет, минимум тежина (1-8 гр.)“ во менливиот критериум за материјали одреден како „тежина“.

Производителите на биоразградливи материјали, за овој критериум, во своите каталози (Triflion, 2020; Sularac, 2020) тежината ја рангираат со критериумот густина (гр/см³). Освен овој начин на рангирање, Ashby и Johnson, 2002 дополнително употребуваат и рангирање преку класификација на материјали при споредување на два критериуми. Заради потребите на ова истражување, при рангирањето на критериумот тежина, употребени се сознанијата од Ashby и Johnson (2002 стр.79) за рангирање според фамилијарните групи на материјалите, распределени од најлесно кон најтешко: слично на полимерни пени, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал.

Критериум: *јакост на истегнување (анг. tensile strength)*

Рангирање: дрвена плута (0.5-2.5 Мпа), кожа (20-26 Мпа), бамбус (36-45 Мпа), дрво (60-100 Мпа) (анг. cork, leather, bamboo, wood). Критериумот „јакост на истегнување“ е пресликан од менливите критериуми за производи одредени како „стабилност и издржливост“. Деформацијата на материјалот се мери според начинот на дејствување на силата и затоа постојат повеќе различни сили. За потребите на ова истражување, јакост на истегнување е одредена како критериум заради начинот кој силата дејствува на производот (чаша за течност), како и споменувањето на токму оваа сила во литературата за биоразградливи материјали (Bastioli, 2005; Platt, 2007; Kershaw, 2015). Во претходните примери при доделување на рангирање кај критериумите, искористени се основните категории на фамилијарните групи на материјалите.

Кај критериумот, јакост на истегнување, ваквото рангирање е покомплексно заради варијабилните резултати во самите основни групи. Пример: во фамилијата на полимери, силата за гума (анг. butyl rubber) (од групата еластомери) е одредена од 5-10 МПа, додека за ПЕТ (анг. PET) е 48.3-72.4 МПа (Ashby, 2005). Заради сличните својства на биоразградливите материјали со природната група, при рангирањето на овој критериум, преземена е класификацијата на фамилијарната група за природните материјали.

Критериум: *лизгавост* (анг. *slippery*)

Рангирање: Слично на полимери, слично на дрво/кожа, слично на керамика/стакло, слично на метал (анг. similar to polymer, similar to wood/leather, similar to ceramics/glass, similar to metal). Критериумот „лизгавост“ е пресликан од критериумите за производи „мазен дел за уста и удобност при држење и ракување“. Во техничката терминологија, критериумот „лизгавост“ е дефиниран како коефициент на абење на површината (Ashby, 1999; Ashby, 2005; Ashby, 2012; Ashby и Johnson, 2014), меѓутоа во терминологијата која ја употребуваат дизајнерите е одредена како „лизгавост“ (Karana, 2009; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2015). Во понатамошните истражувања на Ashby (2005) во соработка со онлајн платформата Granta design (2020), критериумот „лизгавост“ кај материјалите го изработуваат според ергономските и естетските барања. Во презентацијата (Granta design, 2020) за естетските особености на материјалите (анг. material moods) преставени се фамилијарни групи на материјалите според површинските карактеристики на истите. На пример, лизгавоста како критериум е слична кај печената керамика и стакло, а различна кај дрвото и кожата.

Критериум: *топлина* (анг. *warmth*)

Рангирање: слично на полимери, слично на дрво/кожа, слично на керамика/стакло, слично на метал (анг. similar to polymer, similar to wood/leather, similar to ceramics/glass, similar to metal). Критериумот „топлина“ е пресликан од менливиот критериум за производи одреден како „удобност при држење и ракување“. Топлината како критериум од технички аспект е поврзан со термичката спроводливост меѓутоа, во дизајнерската терминологија се употребува како топлина. Ashby и Johnson (2014) топлината на еден материјал ја објаснуваат како: „Доколку материјалот ја отргнува спроведливоста многу брзо од прстот тогаш материјалот е ладен, доколку не, тогаш е топол“. За дизајнерите чувството на топлина е еден од битните критериуми во групата на ергономија. Рангирањето на овој критериум е одреден според класификацијата на презентацијата Granta design (2020) каде фамилијарните групи се категоризирани според сличните тактилни особини.

Критериум: *грубост* (анг. *roughness*)

Рангирање: мазен(на), непериодична грубост, периодична грубост, зависи од алатките, зависи од калапот (анг. smooth, non periodic roughness, periodic roughness, depends on tooling, depends on the mold). Критериумот „грубост“ е пресликан од менливиот критериум за производи одреден како „удобност при држење и ракување“. Karana (2009) овој критериум го рангира со

„мазен и груб“ (анг. smooth and rough) додека, компанијата Mitutoyo (2020) која се бави со производство на алатки за мерење на грубост кај материјалите, во првата етапа површините ги класифицира како: непериодична грубост и периодична грубост, а во втората етапа ги класифицира според нивниот шаблон. Затоа, при рангирањето на груба површина се овозможува распределување во рангирањето со непериодична грубост и периодична грубост. Дополнително, одговорите од страна на производителите за критериумот грубост, овозможија доделување и на следните рангирања: зависи од алатките и зависи од калапот.

Критериум: *можност за миење (анг. washable)*

Рангирање: не, рачно/ладна вода, рачно/топла вода, машинско перење (анг. no, hand wash/cold, hand wash/hot, machine wash). Критериумот „можност за миење“ е преликан од менливиот критериум за производи одреден како „можност за рачно миење“. Критериумите за производот „чаша за еднократна употреба“, се одредени според дадените информации на онлајн продажните платформи (Amazon, 2020; Alibaba, 2020).

Во зависност од нивниот материјал, дел од понудените производи на наведените продажни платформи нудат можност за повторна употреба преку можноста на миење. (Lucien Kerisit - Kerhea, 2020; Roy Visser – Avantium, 2020). Дополнително, дел од производителите на биоразградливите материјали, наведоа дека нивните материјали имаат можност на миење. Според тоа, овој критериум е преликан во класификацијата на менливи критериуми за материјали.

Критериум: *можност за загревање во микробранова печка (анг. microwave safe)*

Рангирање: не, да (анг. no, yes). Критериумот „можност за загревање во микробранова печка“ е одреден според истиот критериум за производот и можноста на биоразградливи материјали (Platt, 2007; Amazon, 2020; Alibaba, 2020). Рангирањето на овој критериум е одреден според одговорите на производителите од првата етапа.

Група: естетски карактеристики (анг. aesthetic)

Критериум: *сјајност (анг. glossiness)*

Рангирање: целосен(но) мат, мат, лушпа од јајца, полу-сјаен, целосен(но) сјај, огледало, зависи од калапот (анг. dead matte, matte, eggshell, semi-gloss, full gloss, mirror, depends on the mold). Критериумот „сјајност“ е преликан од менливите критериуми за производи одредени како „сјајна боја и површинско печатење“. За критериумот „сјајност“ употребени се сознанијата на Ashby и Johnson (2014) каде сјајноста се објаснува со следниот пример:

„Мат површината рефлектира помалку 1% од светлината, целосно сјајната површина околу 80%, додека огледалото целосно ја рефлектира светлината“. Рангирањето за овој критериум е одреден според сознанијата од литературата (Ashby и Johnson, 2014).

Критериум: *транспарентност (анг. transparency)*

Рангирање: непроѕирен(на), пропушта светлина, проѕирен(на), бистар(а) (анг. opaque, translucent, transparent, optically clear). Критериумот „транспарентност“ се преликува на ист

начин од критериумите за производи во материјалните критериуми. Рангирањето на овој критериум е одреден според класификацијата на Ashby и Johnson (2002) со четири типа на рангирање. Употребата на овие рангирања во секојдневниот речник, помага во поедноставна дистинкција на термините при дизајнирање.

Критериум: *лепливост* (анг. *stickiness*)

Рангирање: сув допир, восочно чувство, лепливо по некое време, лепливо од течност, лепливо од ниска температура, лепливо од висока температура (анг. *dry touch, waxy feel, sticky after time, sticky from liquid, sticky from low.temp, sticky from high.temp*). Критериумот „лепливост“ е пресликан од критериумот за производи „нелепливо чувство“. „Лепливоста како критериум се базира на адхезијата на површината, односно степенот на врзување на материјалот со кожата“ (Kesteren, 2008, стр.125). При рангирање на овој критериум употребени се сознанијата од литературата (Kesteren, 2008; Karana, 2009; Karana et al., 2014) и одговорите добиени од првата етапа од производителите на материјали.

Критериум: *вкус* (анг. *taste*)

Рангирање: невоочлив(а), горко, слатко, воочлив(а) од топлина, низок интензитет, висок интензитет (анг. *not perceptible, bitter, sweet, perceptible from heat, low intensity, high intensity*). Критериумот „вкус“ е пресликан со истиот поим кој е одреден за критериумите за производите. Интересен критериум, за кој еден од производителите даде коментар „Но, луѓето не јадат биоразградлива пластика“ (Roy Visser - Avantium, 2020). Меѓутоа истата храната или истиот пијалак има различен вкус во секој материјал и тоа зависи од вкусот на материјалот (Karana et al., 2014, стр. 45). При рангирање на овој критериум употребени се сознанијата од литературата (Karana et al., 2014, стр. 45; Ashby и Johnson 2014, стр.84) и пребарувањата за опис на зборот вкус во речникот (Powerthesaurus, 2020).

Критериумите во продолжение „мирис и звук“ се пресликани по одредување на критериумот „вкус“. Ова се должи на класификацијата во литературата за особините на материјалите при прикажување на нивните тактилни, визуелни и акустични атрибути (анг. *tactile, visual, acoustic*) (Ashby и Johnson 2014, стр.84). Авторите, во групата естетски карактеристики ги одредуваат следните атрибути: допир, вид, слух, вкус, мирис (анг. *touch, sight, hearing, taste, smell*). Според тоа, при пресликувањето на критериумите за производи во критериуми за материјали, додадени се и критериумите „мирис и вкус“ како дополнителни критериуми потребни за материјалите.

Критериум: *мирис* (анг. *odor*)

Рангирање: без мирис, горко, слатко, природен(на), непријатен(на), низок интензитет, висок интензитет (анг. *odorless, bitter, sweet, natural, unfavorable, low intensity, high intensity*). Ashby и Johnson (2014) при класификација на атрибутите кои се потребни на дизајнерите за комуникација, настојуваат употреба на квалитативни вредности. Според објаснувањата на овие автори, квалитативните вредности се рангираат преку употреба на соодветни зборови. Затоа, при

рангирање на овој критериум, употребени се сознанијата од класификацијата во литературата (Ashby и Johnson 2002, стр.84; Karana ,2009, стр. 110) и фразите при употреба на зборот мирис во онлајн речникот (Powerthesaurus, 2020)

Критериум: звук (*анг. sound*)

Рангирање: тап, нејасен(на), остар, резонантен(на), свонлив(а), низок тон, висок тон (анг. muffled, dull, sharp, resonant, ringing, low pitched, high pitched). Звукот може да има влијателна улога при селекција на производот. Опаковката за чипс која е произведена од биоразградливиот материјал ПЛА е повлечена од продажба заради високиот чкрипав звук (Есо-Bussines, 2011). При рангирањето на овој критериум искористени се сознанијата од литературата според можните звуци кои ги резонираат материјалите (Ashby и Johnson 2014, стр. 24-98).

Табела 4-14. Одредени рангирања за менливи критериуми (туба за кармин) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

туба за кармин								
групи	менливи критериуми	1	2	3	4	5	6	7
Можност за произведување	обликување во калап	не	да					
	екструдирање	не	да					
	термообликување	не	да					
	омекнување	не	да					
	стврдување	не	да					
Можност за монтажа	печатење	не	да	лесно	тешко			
	дупчење	не	да	лесно	тешко			
	ласерско сечење	не	да	лесно	тешко			
	боење	не	да	лесно	тешко			
	UV боење	не	да	лесно	тешко			
	можност за лепење	не	да	лесно	тешко			
	можност за гравирање	не	да	лесно	тешко			
Карактеристики на отпорност	отпорност на вода	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на влага	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на масло	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на нечистотии	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на висока темп.	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на ниска темп.	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на мирис	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на UV зрачење	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на собирање	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
Ергономија	отпорност на нам. тежина	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	отпорност на гребнатинки	не	да	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал	
	тежина	слично на полимерни пени	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на керамика	слично на метал		
	јакост на истегнување	дрвена плуга (0.5-2.5 Мра)	кожа (20-26 Мра)	бамбус (36-45 Мра)	дрво (60-100 Мра)			
	јакост	слично на полимерни пени	слично на природни мат.	слично на полимери	слично на нетехничка керамика	слично на метал	слично на техничка керамика	
	цврстина	флексибилен(на)	слично на полимери	слично на природни мат.	слично на керамика	слично на метал	цврст(а)	
	лизгавост	слично на полимери	слично на дрво/кожа	слично на керамика/стакло	слично на метал			
	топлина	слично на полимери	слично на дрво/кожа	слично на керамика/стакло	слично на метал			
Естетски карактеристики	грубост	мазен(на)	непериодична грубост	периодична грубост	зависи од алатките	зависи од калапот		
	масивност	масивен(на)	воздушест(а)	шуплив(а)				
	сјајност	целосен(на) мат	мат	лушпа од јајца	полу-сјаен	целосен(но) сјај	огледало	зависи од калапот
	рефлективност	без рефлексија	ниска (10%-30%)	средна (30%-50%)	рефлективен(а) (50%-70%)	висока (70%-100%)		
	транспарентност	непросирен(на)	пропушта светлина	просирен(на)	бистар(а)			
	лепливост	сув допир	восочно чувство	лепливо по некое време	лепливо од течност	лепливо од ниска темп.	лепливо од висока темп.	
	мирис	без мирис	горко	слатко	природен(на)	непријатен(на)	низок интензитет	висок интензитет
звук	тап	нејасен(на)	остар	резонантен(на)	свонлив(а)	низок тон	висок тон	

Рангирање за менливи критериуми (туба за кармин) (табела 4-14):

Рангирањата за менливите критериуми на производот туба за кармин се одредени според одговорите на производителите, толкувањата од литературата (Ashby и Johnson, 2002; Ashby, 2005; Karana, 2009; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014) и класификацијата одредена за овој критериум, од онлајн платформите (Grantadesign, 2020; Materialdistrict, 2020; Performativedesign, 2020 и Mitutoyo, 2020).

Група: можност за произведување (анг. manufacturing)

Критериуми: *обликување во калап, екструдирање, термообликување, омекнување, стврдување (moldable, extrudable, thermoformable, softening, hardening).*

Рангирање: не, да. При пресликување на менливите критериуми на производите за групата можност за производство, употребени се истите сознанија од критериумите за производство кај материјалите. Според добиените сознанија од литературата, како и начинот на објаснување на можностите за производство од страна на производителите на материјалите, рангирањето се одредува како: не - нема можност на таков начин на производство на материјалот и да - има можност на таков начин на производство на материјалот.

Група: можност за монтажа (анг. assembly)

Критериуми: *печатење, дупчење, ласерско сечење, боење, UV (ултравиолетни зраци) боење, можност за лепење, можност за гравирање (анг. printable, drillable, laser cuttable,, coatable, UV coatable, glueable, engravable).*

Рангирање: не, да, лесно, тешко (анг. no, yes, easy, difficult). Критериумите за материјали во групата „можност за монтажа“ се пресликани од следните критериуми за производите: сито печат и офсет печатење, отвори, вбригување на боја, боење со спреј, UV (ултравиолетни зраци) боење, мат обработка, прегради (алуминиум, пластика или восочна хартија), гравирање. Во зависност од можностите на биоразградливите материјали во литературата, критериумите за производите се пресликани во: печатење, дупчење, ласерско сечење, боење, UV (ултравиолетни зраци) боење, можност за лепење, можност за гравирање (Bastioli, 2005; Platt, 2007). Можностите за монтажа се однесуваат на површинските обработки кај биоразградливите материјали. За потребите на овој дел од истражувањето односно рангирањето, употребени се објаснувањата и класификацијата на производителите на материјалите од првата етапа на комуникација (Jeremiah Dutton - Trifilon, 2020; Jonas Eklof – UPM formi, 2020; Esa Hallinen - Arctic Biomaterials, 2020; Sicher Emma – Unibz (peel to peel), 2020; Pam Zonsius – Brelli, 2020; Aman – Natureworks, 2020; Noora Nylanden – Sulapack, 2020).

Група: карактеристики на отпорност (анг. resistance properties)

Критериуми: *отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на масло, отпорност на нечистотии, отпорност на висока температура, отпорност на ниска температура, отпорност на мирис, отпорност на UV зрачење, отпорност на собирање, отпорност на*

намалување на тежина, отпорност на зребнаминку (*water resistant, moisture resistant, oil resistant, dirt resistant, high temp. resistant, low temp. resistant, odor resistant, UV resistant, shrinkage resistant, weight loss resistant, scratch resistant*).

Рангирање: не, да, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал (анг. no, yes, similar to natural, similar to polymer, similar to ceramics, similar to metal). Забележително е дека за карактеристиките на производот „туба за кармин“ најмногу критериуми се пресликуваат во групата на отпорност. Ова се должи заради поврзаноста на критериумите на производот од групата отпорност со истата група при потреба кај менливите критериуми кај материјалите. Тоа подразбира дека, особините на производот за групата отпорност се исти како и кај особини на материјалите. Рангирањето е одредено според сознанијата од литературата за квалитативните вредности на материјалите, сознанијата за биоразградливите материјали (Bastioli, 2005; Platt, 2007; Karana, 2009; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2014) и одговорите на производителите. Редоследот на рангирањето е изработено според целите на информациската платформа (не, да) и сознанијата од литературата (Ashby и Johnson, 2002; Ashby, 2005; Ashby, 2012; Ashby и Johnson, 2014) за нивото на отпорност (од најнеотпорен кон најотпорен) по фамилијарните групи на материјалите (слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал).

Група: ергономија (анг. ergonomical)

Критериум: *тежина (анг. weight)*

Рангирање: слично на полимерни пени, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на керамика, слично на метал (анг. similar to polymer foam, similar to natural, similar to polymer, similar to ceramics, similar to metal). Критериумот е пресликан од критериумот за производи „величина и минимална тежина“ во критериумот за материјалите „тежина“. Еден дел од производителите кај материјалите за овој критериум го рангираат со квантитативни вредности а друг дел употребуваат опис: ниско, средно и високо. Поаѓајќи од целта за квалитативен опис при рангирањето, во овој дел од истражувањето употребени се сознанијата од литературата (Karana, 2009; Ashby и Johnson, 2014) според асоцијација на веќе познатите тежини на фамилијарните групи и истите се рангирани по редоследот: од најлесно кон најтешко.

Критериум: *јакост на истегнување (анг. tensile strength)*

Рангирање: дрвена плута (0.5-2.5) Мпа, кожа (20-26) Мпа, бамбус (36-45) Мпа, дрво (60-100) Мпа. (анг. cork, leather, bamboo, wood). Критериумот е пресликан од „издржливост“ (критериум за производи) и истиот е одреден според начинот на кој силата дејствува при употреба (отворање - затворање) на производот „туба за кармин“. Одговорите добиени од производителите во првата етапа покажуваат дека кај овој критериум се употребени се квантитативните вредности. Во овој сегмент, производителите ги рангираат своите биоразградливи материјали употребувајќи ја мерната единица Мпа (мегапаскали) за јакост на истегнување. За целите на ова истражување употребени се рангирањата од литературата кои ја

употребуваат Ashby и Johnson (2014) за јакоста на истегнување кај фамилијарните групи на материјалите. Според тоа, при рангирање на овој критериум употребена е класификацијата за природните материјали која се совпаѓа со вредностите за биоразградливите материјали.

Критериум: *јакост* (анг. *hardness*)

Рангирање: слично на полимерни пени, слично на природни материјали, слично на полимери, слично на нетехничка керамика, слично на метал, слично на техничка керамика (анг. *similar to polymer foam, similar to natural, similar to polymer, similar to non-tech.ceramics, similar to metal, similar to tech.ceramics*). Критериумот „јакост“ е пресликан од критериумот за производи „издржливост“. Јакоста се дефинира како отпорност на вовлекување и абење (Ashby и Johnson, 2014). Производителите, овој критериум го одредуваат со квантитативна вредност употребувајќи ја мерната единица Н (јакост (анг. *hardness*)). Критериумот е пресликан во менливите критериуми за материјалите заради карактеристиките на производот „туба за кармин“ како заштитна опаковка на примарниот производ. Рангирањето е одредено според класификацијата на овој критериум кај фамилијарните групи на материјалите, според скалата: од меко кон тврдо (Ashby, 2005, стр.446).

Критериум: *цврстина* (анг. *stiffness*)

Рангирање: *флексибилен(на)*, слично на полимери, слично на природни материјали, слично на керамика, слично на метал, *цврст(а)* (анг. *flexible, similar to polymer, similar to natural, similar ceramics, similar to metal, stiff*). Критериумот „цврстина“ е пресликан од критериумите за производи одредени како „крутост и еластичност“. Цврстината е критериум кој е поврзан со начинот на кој покажува отпорност при еластична деформација. Отсуството на јунгов модул (анг. *Modulus E*) кој е индикатор за еластичноста на материјалите го дефинира критериумот цврстина (Ashby и Johnson, 2014 стр. 222). Производителите при описот на овој критериум се изразија со: *флексибилен или цврст*. Меѓутоа, рангирањата кои се класифицирани според Ashby и Johnson (2014) се додадени за да се додаде можноста на одредување на интензитетот на цврстината споредувајќи ги фамилијарните групи на материјалите. Редоследот на рангирањето е одреден според скалата за цврстина кај фамилијарните групи, поаѓајќи од *флексибилен кон цврст* опис на материјалите.

Критериум: *лизгавост* (анг. *slippery*)

Рангирање: слично на полимери, слично на дрво/кожа, слично на керамика/стакло, слично на метал (анг. *similar to polymer, similar to wood/leather, similar to ceramics/glass, similar to metal*). Критериумот е пресликан со истиот поим „лизгавост“ од менливите критериуми на производот. За овој критериум, производителите на биоразградливи материјали се изјаснија употребувајќи асоцијација за други материјали. Поаѓајќи од нивните објаснувања, во литературата се пребарани слични начини на рангирање (Ashby и Johnson, 2002; Karana, 2009; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014; Karana et al., 2015) каде критериумот е рангиран како: *лизгаво и нелизгаво чувство*. Заради подетална класификација на овој критериум според

тактилните особини на фамилијарните групи, искористени се со сознанијата од платформата на Granta design (2020). Во презентациите на платформата рангирањата се одредени според површинските карактеристики на материјалите.

Критериум: топлина (анг. warmth)

Рангирање: слично на полимери, слично на дрво/кожа, слично на керамика/стакло, слично на метал (анг. similar to polymer, similar to wood/leather, similar to ceramics/glass, similar to metal). Критериумот „топлина“ е пресликан од критериумот за производи „удобност при држење и ракување“ кој се однесува на тактилните особини кај материјалите. Според чувството на допир, за овој критериум се производителите употребуваат асоцијативен опис според традиционални материјали. Сознанијата за рангирањето се употребени од презентацијата на Granta design (2020).

Критериум: грубост (анг. roughness)

Рангирање: мазнен(на), непериодична грубост, периодична грубост, зависи од алатките, зависи од калапот (анг. smooth, non periodic roughness, periodic roughness, depends on tooling, depends on the mold). Критериумот за материјалот е пресликан од критериумот за производот „удобност при држење и ракување“ во „мазност-грубост“. Како што е и претходно напоменато, доколку има можност за именување на неколку начини кај критериумите, се одбира критериумот кој се појавува и кај другите производи (пример: чаша за еднократна употреба и медицинска маска). Овој начин се применува за да помогне во полесно оформување на информациската платформа која е целта на истражувањето. Затоа, при пресликување на критериумот „мазност-грубост“ кај материјалите, одредена е употребата на поимот „грубост“.

Според сознанијата од онлајн продажните страни (Amazon, 2020; Alibaba, 2020), критериумот мазност на производот се повторува во различни козметички компании. Заради можноста на рангирање на „грубоста“ како тактилна особина на површина, истата е рангирана според класификацијата на Mitutoyo (2020) која се бави со производство на алатки за мерење на грубост кај материјалите. Дополнително, одговорите од страна на производителите за критериумот грубост, овозможува доделување и на следните рангирања: зависи од алатките и зависи од калапот.

Критериум: масивност (анг. massiveness)

Рангирање: масивен(на), воздушест(а), шуплив(а) (анг. massive, airy, hollow).

Критериумот „масивност“ е пресликан од критериумот за производи „текстура“. Тексурата како поим се однесува на внатрешниот распоред на структурата на материјалот (Makedonskiinfo, 2020). Претходно одредениот неменлив критериум „структура“ за кој индикаторот е одреден со „затворена“ го повлекува и критериумот „масивност“ кој се споменува и во литературата на биоразградливи материјали (Bastioli, 2005; Platt, 2007). Рангирањето кај овој критериум е одреден според класификацијата во литературата (Karana, 2009).

Група: естетски карактеристики (анг. *aesthetical*)

Критериум: *сјајност* (анг. *glossiness*)

Рангирање: целосен(на) мат, мат, лушпа од јајца, полу-сјаен, целосен(но) сјај, огледало, зависи од калапот (анг. *dead matte, matte, eggshell, semi-gloss, full gloss, mirror, depends on the mold*). Критериумот е одреден според пресликувањето од критериумите за производот туба за кармин за кој на онлајн продажните страни има неколку опции за истиот. Пример, разни компании го нудат производот во мат, полу-сјаен или во целосен сјај производот. Поаѓајќи од описите на производот при истражувањето на биоразградливите материјали се искористени рангирањата според литературата (Karana, 2009; Ashby и Johnson, 2014, стр. 75-90)

Критериум: *рефлективност* (анг. *reflectiveness*)

Рангирање: без рефлексија, ниска 10%-30%, средна 30%-50%, %, рефлексивен(а) 50%-70%, висока 70%-100% (анг. *non-reflective, low 10%-30%, moderate 30%-50%, reflective 50%-70%, high 70%-100%*). Критериумот е пресликан дополнително според претходниот критериум (сјајност) за производот, кој нуди алтернативни рангирања како сјаен или полу сјаен. Според тоа, сјајноста како критериум нуди дополнителен критериум кој се одредува како „рефлективност“ односно интензитетот на светлината која ја пренесува еден материјал. Рангирањето кај овој критериум е класифициран според сознанијата добиена од онлајн платформата *Performative design* (2020), кои го рангираат истиот според коефициентот на светлината која се рефлектира.

Критериум: *транспарентност* (анг. *transparency*)

Рангирање: непроѕирен(на), пропушта светлина, проѕирен(на), бистар(а) (анг. *opaque, translucent, transparent, optically clear*). Критериумот „транспарентност“ е пресликан од истиот критериум одреден за производот. Основната цел на биоразградливите материјали е да ги копираат својствата на полимерите и затоа во одредени литератури може да се забележи дека се нарекуваат сурогат материјали (Rognoli et al., 2011). Транспарентноста како критериум е својство на полимерите и затоа овој критериум е пресликан во менливите критериуми на материјалите за производот туба за кармин. Рангирањето е одредено според класификацијата на Ashby и Johnson (2014).

Критериум: *лепливост* (анг. *stickiness*)

Рангирање: сув допир, восочно чувство, лепливо по некое време, лепливо од течност, лепливо од ниска температура, лепливо од висока температура (анг. *dry touch, waxy feel, sticky after time, sticky from liquid, sticky from low.temp, sticky from high.temp*). Критериумот „лепливост“ е пресликан од критериумот за производи на производот одреден како „без отпечаток од прсти“. При пресликување на критериумот од производи кон материјали, употребени се сознанијата за тактилните особини на површината на материјалите и особините на биоразградливите материјали (Kesteren, 2008; Karana, 2009; Karana et al., 2014). Во литературата се наведува дека биоразградливите материјали имаат тенденција да покажат

лепливост по одредено време или при одредена температура (Baranova, 2019). Рангирањето е одредено според сознанијата за овој критериум во литературата и одговорите на производителите (Kesteren, 2008; Karana, 2009; Karana et al., 2014).

Критериум: *мирис* (анг. *odor*)

Рангирање: без мирис, горко, слатко, природен(на), непријатен(на), низок интензитет, висок интензитет (анг. *odorless, bitter, sweet, natural, unfavorable, low intensity, high intensity*). Критериумот „мирис“ е пресликан од критериумот за производи „природен мирис“. Во зависност на основната состојка, биоразградливите материјали имаат тенденција да го задржат истиот мирис и по нивното производство. На пример, кожата која е произведена од компири, има мирис на компир со низок интензитет (Baranova, 2019). При рангирање на овој критериум, употребени се сознанијата од класификацијата во литературата (Karana, 2009, стр. 110; Ashby и Johnson 2014, стр. 84) и фразите при употреба на зборот мирис во онлајн речникот (Powerthesaurus, 2020).

Критериум: *звук* (анг. *sound*)

Рангирање: тап, нејасен(на), остар, резонантен(на), свонлив(а), низок тон, висок тон (анг. *muffled, dull, sharp, resonant, ringing, low pitched, high pitched*). Критериумот „звук“ е пресликан од критериумите за производи „звук при затварање на капакот“. Со развојот на технологијата, полимерите се развиени според особините на стаклото и затоа кај одредени производи е потешко да се направи разлика кај материјалите. На пример, според искуството стаклото има повисок тон од полимерите и всушност звукот како атрибут помага при објаснувањето на карактеристиките на материјалот. Според звуците кои се карактеристични за традиционалните материјали, Ashby и Johnson (2014, стр. 24-98) ги класифицирале звуците во литературата. Затоа при рангирање на овој критериум искористена е класификацијата за звучност според искуството со традиционалните материјали.

Табела 4-15. Одредени рангирања за менливи критериуми (медицинска маска) (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

медицинска маска								
групи	менливи критериуми	1	2	3	4	5	6	7
Можност за произведување	плетено	не	да					
	ткаено	не	да					
	модерно предење	не	да					
Можност за монтажа	боење	не	да	лесно	тешко			
	втиснување	не	да	лесно	тешко			
	сечење	не	да	лесно	тешко			
	шиеење	не	да	лесно	тешко			
	преклопување	не	да	лесно	тешко			
Карактеристики на отпорност	отпорност на електрицитет	не	да	слично на полиестер (слабо)	слично на памук (добро)	слично на вискоза (многу добро)		
	отпорност на ветер	не	да	ткаенина (ниско)	винил (средно)	мрежа (одлично)		
	отпорност на вода	не	да	слично на вискоза (слабо)	слично на памук (добро)	similar to polyester (very good)		
	отпорност на влага	не	да	слично на вискоза (слабо)	слично на памук (добро)	similar to polyester (very good)		
	отпорност на бактерии	слично на полипропилен (слабо)	слично на волна (просечно)	слично на свила (добро)	слично на памук (одлично)			
	отпорност на UV зрачење	не	да	слично на памук (просечно)	слично на полипропилен (добро)	слично на полиестер (одлично)		
	отпорност на висока темп.	не	да	слично на полиестер (слабо)	слично на памук (добро)	слично на вискоза (многу добро)		
	отпорност на прашина	не	да	слично на вискоза (слабо)	слично на памук (добро)	слично на полиестер (многу добро)		
отпорност на лупење	не	да	слично на полиестер (слабо)	слично на памук (добро)	слично на вискоза (многу добро)			
Ергономија	густина	полипропилен (0.9 g/cm ³)	акрил (1.16 g/cm ³)	полиестер (1.38 g/cm ³)	памук (1.54 g/cm ³)			
	еластичност	полиестер (слабо)	најлон (добро)	памук (многу добро)	лен (одличен)			
	дебелина	6 μm (вила)	15 μm (памук)	70 μm (дебела волна)				
	јакост на предиво	тенко предиво	средно предиво	густо предиво				
	лизгав	слично на памук (слабо)	слично на полипропилен (добро)	слично на најлон (многу добро)	слично на полиестер (одлично)			
	топлина	слично на кожа	слично на полиестер	слично на памук	слично на волна			
	пери-носи	не се пере	слично на вискоза (слабо)	слично на памук (добро)	слично на полиестер (многу добро)			
	мекост	слично на полиестер (слабо)	слично на памук (добро)	слично на вискоза (многу добро)				
Естетски карактеристики	мазност	мазно	непериодична грубост	периодична грубост	слично на памук (слабо)	слично на вискоза (добро)	слично на полиестер (многу добро)	
	сјајност	слично на памук (слабо)	слично на вискоза (многу добро)	слично на полиестер (многу добро)				
	униформност	слично на памук (слабо)	слично на полиестер (добро)	слично на вискоза (многу добро)				
	обновување на стуканост	слично на памук (слабо)	слично на вискоза (слабо)	слично на полиестер (многу добро)				
	мирис	без мирис	горко	слатко	природен	непријатен	низок интензитет	висок интензитет

Рангирање за менливи критериуми (медицинска маска) (табела 4-15):

Рангирањата за менливите критериуми на производот медицинска маска се одредени според одговорите на производителите, толкувањата од литературата (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011; Bunsel, 2018; Ashby и Johnson, 2014) и класификацијата одредена за овој критериум, од онлајн платформата (Trinitykck, 2020; Tencel, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020, Etsy, 2020).

Во претходните производи (чаша за еднократна употреба и туба за кармин) класификацијата на материјалите се изработува според споредбата со традиционалните материјали (полимер, керамика, стакло, дрво, метал и природни материјали) заради претходното искуство кое го имаат дизајнерите со истите (Ashby и Johnson, 2014). Меѓутоа, при истражувањето на карактеристиките на материјалите во текстилната индустрија, забележано е дека, класификацијата се одредува според веќе познатите текстилни материјали (памук, вискоза, полиестер, свила) заедно со описите како: ниско, средно и високо (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011).

Група: можност за произведување (анг. manufacturing)

Критериуми: *плетено, ткаено, модерно предење (анг. knitted, weaving, modern spinning)*. Рангирање: не, да (анг. no, yes). Според добиените сознанија од менливите критериуми на производот, во понатамошното истражување се пребарани начините на производство кај текстилните материјали. Заради потребата од сознанијата за биоразградливите материјали, најпрво прегледани се начините на производство кај биоразградливиот текстил во литературата (Blackburn, 2005; Grishanov, 2011) и индустријата (Tencel, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020; Etsy, 2020). При рангирање на критериум употребени се сознанијата од онлајн продажните страни како и одговорите на производителите од првата етапа.

Група: можност за монтажа (анг. assembly)

Критериуми: *боење, втиснување, сечење, шиеење, преклопување (анг. coatable, stampable, cuttable, sewable, foldable)*. Рангирање: не, тешко, лесно, да (анг. no, yes, difficult, easy). Критериумот „боење“ е прсликан од критериумот за производи „разни бои“ додека критериумите „втиснување, сечење и преклопување“ се прсликани од критериумите за производи одредени како „метална-пластична лента и три слоеви“.

Според претходно одредените менливи критериуми за производот „медицинска маска“, при прсликувањето во критериуми за материјали, употребени се сознанијата од литературата за можностите на биоразградливите материјали за групата монтажа (Blackburn, 2005; Grishanov, 2011).

Рангирањето за критериумите е одредено според сознанијата од продажните онлајн страни на производот (Tencel, 2020; Amazon, 2020; Alibaba, 2020; Etsy, 2020), како и одговорите на производителите од првата етапа.

Група: Карактеристики на отпорност (анг. *resistance properties*)

При пресликување од критериумите за производи во критериумите за материјали, искористени се истите поими. Меѓутоа, обработените рангирања за критериумите во групата „карактеристики на отпорност“ за критериумите за материјали „отпорност на електрицитет, отпорност на ветер, отпорност на вода, отпорност на влага, отпорност на бактерии, отпорност на UV зрачење, отпорност на висока температура, отпорност на прашина, отпорност на лупење“ придонесоа во поединечно презентирање на истите. За разлика од класификацијата за групата отпорност кај претходните производи, каде се употребени фамилијарните групи при рангирање на истите. Кај производот „медицинска маска“ освен класификацијата на традиционалните текстилни материјали, во литературата и онлајн платформите се употребуваат и дополнителни описи како ниско, средно и високо (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011). Истиот начин на класифицирање се употребува и при рангирање на критериумите за групата „карактеристики на отпорност“.

Критериум: *отпорен на електрицитет (анг. static resistant)*.

Рангирање: не, да, слично на полиестер (слабо), слично на памук (добро), слично на вискоза (многу добро) (анг. no, yes, similar to polyester (poor), similar to cotton (good), similar to viscose (very good)). Зголемената употреба на синтетичките влакна во текстилната индустрија, доведува до електростатично полнење при употреба на материјалот и таа зависи од отпорноста на електрицитет (Hearle и Morton, 2008). При рангирањето на овој критериум употребени се сознанијата од онлајн платформите (Trinitykck, 2020; Tencel, 2020) за својствата на традиционалните материјали во текстилната индустрија.

Критериум: *отпорен на ветер (анг. wind resistant)*.

Рангирање: не, да, ткаенина (ниско), винил (средно), мрежа (одлично) (анг. no, yes, fabric (low), vinyl (good), mesh (excellent)). Овој критериум е прилично застапен во продажните онлајн страни (Amazon, 2020; Alibaba, 2020; Etsy, 2020), за производот и истиот е пресликан во критериумите кај материјалите. За потребите при рангирањето на овој критериум, употребени се сознанијата од онлајн платформите (Trinitykck, 2020; Tencel, 2020).

Критериуми: *отпорен на вода, отпорен на влага (анг. water resistant, moisture resistant)*.

Рангирање: не, да, слично на вискоза (слабо), слично на памук (добро), слично на полиестер (многу добро) (анг. no, yes, similar to viscose (poor), similar to cotton (good), similar to polyester (very good)). Во литературата за текстилната индустрија, опфатени се својствата за апсорбирање и отпорност на течности и влага. Според одредените критериуми за производи, критериумите отпорен вода и влага се пресликуваат и кај менливите критериуми на материјалите. Во овој сегмент, рангирањето е одредено според особините кои ги покажуваат традиционалните материјали во текстилната индустрија од најслаба отпорност кон најдобра (Grishanov, 2011).

Критериум: *отпорен на бактерии (анг. bacteria resistant)*.

Рангирање: слично на полипропилен (слабо), слично на волна (просечно), слично на свила (добро), слично на памук (одлично) (анг. similar to polypropylene (poor), similar to wool (fair), similar to silk (good) similar to cotton (excellent)). Исто како кај претходните производи (чаша за еднократна употреба и туба за кармин) според карактеристиките на овој производ, критериумот „отпорност на бактерии“ се рангира според брзината на разградување. Заради можноста на разградување кај материјалите, критериумот го одредува начинот и брзината при разградување, според асоцијацијата со традиционалните текстилни материјали. Рангирањето е одредено според сознанијата добиени од литературата за критериумот (Sinclair, 2015).

Критериум: *отпорен на UV зрачење (UV (ultraviolet light) resistance)*

Рангирање: не, да, слично на памук (просечно), слично на полипропилен (добро), слично на полиестер (одлично) (анг. similar to cotton (fair), similar to polypropylene (good), similar to polyester (excellent)). Овој критериум е преликан од можноста на производот и истиот е одреден според можните својства на биоразградливите материјали. Дел од материјалите во текстилната индустрија се отпорни на UV зрачење и во зависност од својствата имаат брзо или бавно разградување (Bunsell, 2018). Претходно, според карактеристиките на овој производ како неменлив критериум е наведена стерилизацијата која може да се изведе на следните начини: пара со водороден пероксид, UV (ултравиолетни зраци), влажна топлина, сува топлина и озонски гас. Заради можноста за употреба на UV (ултравиолетни зраци), како еден од начините за стерилизација, во групата (карактеристики на отпорност) овој критериум е одреден како менлив. Рангирањето за критериумот е одредено според сознанијата добиени од онлајн платформата за материјалите во текстилната индустрија (Trinitykck, 2020).

Критериум: *отпорен на висока температура (анг. high temperature resistance)*.

Рангирање: не, да, слично на полиестер (слабо), слично на памук (добро), слично на вискоза (многу добро) (анг. similar to polyester (poor), similar to cotton (good), similar to viscose (very good)). Главниот фокус при анализа на овој критериум се поставува на промените во физичките својства на текстилните материјали при висока температура (Sinclair, 2015). Затоа при рангирањето употребени се сознанија со помош на асоцијации за веќе познатите текстилни материјали со најниска и највисока отпорност (Trinitykck, 2020).

Критериум: *отпорен на прашина (анг. dust resistant)*.

Рангирање: не, да, слично на вискоза (слабо), слично на памук (добро), слично на полиестер (многу добро) (анг. no, yes, similar to viscose (poor), similar to cotton (good), similar to polyester (very good)). Критериумот се однесува на можноста за незадржување на прашина или нечистотиите на текстилните материјали. Во литературата полиестерот се наведува како најдобар материјал во текстилната индустрија кој има висока отпорност кон прашина и нечистотии (Hearle и Morton, 2008). При рангирање на овој критериум искористени се

сознанијата од онлајн платформата која се бави со својствата на текстилните материјали (Trinitykck, 2020).

Критериум: *отпорен на лупење (анг. pilling resistant)*.

Рангирање: не, да, слично на полиестер (слабо), слично на памук (добро), слично на вискоза (многу добро) (анг. similar to polyester (poor), similar to cotton (good), similar to viscose (very good)). Лупењето на текстилниот материјал зависи од „фините влакна“ на материјалот, кои се склони кон формирање на заплеткани топчиња од ткаенината (Grishanov, 2011). Рангирањето е одредено според сознанијата во литературата за својствата на текстилните материјали (Grishanov, 2011).

Група: Ергономија (анг. ergonomic)

Критериум: *густина (анг. density)*.

Рангирање: полипропилен (0.9 g/cm³), акрил (1.16 g/cm³), полиестер (1.38 g/cm³), памук (1.54 g/cm³) (анг. polypropylene (0.9 g/cm³), acrylic (1.16 g/cm³), polyester (1.38 g/cm³), cotton (1.54 g/cm³)). Според сознанијата добиени во литературата и онлајн страните потребни за материјалите во текстилната индустрија, критериумот густина е пресликан од критериумот тежина (според одредените критериуми за производот). Густината директно делува на тежината, затоа ткаенината со стаклени влакна која има густина од 2.56 g/cm³ ќе има поголема тежина додека, полиетиленот со густина 0.92 g/cm³ ќе има помала тежина (Hearle & Morton, 2008). Рангирањето е одредено според густината кај ткаенините, од најниска кон највисока (Trinitykck, 2020).

Критериум: *еластичност (анг. elasticity)*.

Рангирање: полиестер (слабо), најлон (добро), памук (многу добро), лен (одличен) (анг. polyester (poor), nylon (good), cotton (very good), flax (excellent)). Критериумот „еластичност“ е пресликан од критериумот за производи „еластична кука за уши“. Во литературата еластичноста се објаснува како својство на враќање на првичната форма при деформација на телото (Hearle и Morton, 2008). Според тоа, при рангирањето на овој критериум искористени се класификациите на традиционалните ткаенини од литературата и онлајн платформите (Hearle и Morton, 2008; Trinitykck, 2020).

Критериум: *дебелина (анг. thickness)*.

Рангирање: 6 μm (свила), 15 μm (памук), 70 μm (дебела волна)) (анг. 6 μm (silk), 15 μm (cotton), 70 μm (thick wool)). Критериумот „дебелина“ е пресликан од критериумот за производи „заштита“, која зависи од бројот на слоевите или дебелината на материјалот. Дебелината на ткаенината зависи од дијаметарот на нивните влакна и единица мерка за истата е микроми (μm) (Grishanov, 2011). Дијаметарот на влакната има влијание врз удобноста употребата на ткаенината. На пример, изборот на ткаенина со подебели влакна може да предизвика бодликав осет при контакт на материјалот со кожата (Bishop et al., 1997).

Рангирањето на овој критериум е одреден според сознанијата добиени од литературата за материјалите во текстилната индустрија (Grishanov, 2011).

Критериум: *јакост на предиво* (анг. *strength (yarn)*).

Рангирање: тенко предиво, средно предиво, густо предиво (анг. *thin yarn, medium yarn, thick yarn*). Критериумот „јакост на предиво“ е пресликан од критериумот за производи „издржливост“, која зависи од јакоста на материјалот. Јакоста на предивото зависи од структурата на влакното (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011). Во зависност од нивната структура односно нивото на испреплетување на влакната, јакоста се класифицира на тенко, средно и густо (Grishanov, 2011).

Критериум: *лизгав* (анг. *slippery*)

Рангирање: слично на памук (слабо), слично на полипропилен (добро), слично на најлон (многу добро), слично на полиестер (одлично) (анг. *similar to cotton (poor), similar to polypropylene (good), similar to nylon (very good), similar to polyester (excellent)*). Критериумот „лизгавост“ е пресликан од критериумот за производи „удобност“, кој е поврзан со дополнителни тактилни особини. Во литературата критериумот „лизгавост“ се објаснува како коефициент на триење помеѓу влакната и кожата (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011). Меѓутоа, заради употребата на овој критериум како „лизгавост“ помеѓу дизајнерите (Kesteren, 2008; Karana, 2009; Karana et al., 2014; Ashby и Johnson, 2014) истиот се пресликува од критериумот коефициент на триење. Рангирањето на критериумот е одреден според онлајн платформата според класификацијата за коефициент на триење кај текстилните материјали (Trinityckc, 2020).

Критериум: *топлина* (анг. *warmth*)

Рангирање: слично на кожа, слично на полиестер, слично на памук, слично на волна (анг. *similar to leather, similar to polyester, similar to cotton, similar to wool*). Критериумот „топлина“ е пресликан од критериумот за производи „удобност“. Предводена од сознанијата за карактеристиките на претходните производи (чаша за еднократна употреба, туба за кармин), критериумот „топлина“ е поврзан со термичката спроводливост (Ashby и Johnson, 2014). Дополнително, во онлајн платформите кои ги обработуваат карактеристиките на влакната овој критериум исто така се дефинира како „термичка ефикасност“ (анг. *thermal effusivity*). При рангирањето на критериумот искористени се класификациите за критериумот од литературата и онлајн платформите (Hearle и Morton, 2008; Thermalanalysis lab., 2020).

Критериум: *пери-носи* (анг. *wash and wear*).

Рангирање: не се пере, слично на вискоза (слабо), слично на памук (добро), слично на полиестер (многу добро) (анг. *not washable, similar to viscose (poor), similar to cotton (good), similar to polyester (very good)*). Критериумот „пери-носи“ е пресликан од критериумот за производи „хигиена“, која зависи од одржувањето на производот. Во литературата критериумот се објаснува како процес каде, некои ткаенини имаат тенденција да се вратат побргу во

првобитната состојба по перењето, а кај други овој процес е побавен или воопшто го нема (Grishanov, 2011). Според тоа, истите се рангираат според традиционалните текстилни материјали во индустријата (Grishanov, 2011).

Група: естетски карактеристики (анг. *aesthetical*)

Критериум: *мекост* (анг. *softness*).

Рангирање: слично на полиестер (слабо), слично на памук (добро), слично на вискоза (многу добро) (анг. *similar to polyester (poor), similar to cotton (good), similar to viscose (very good)*). Критериумот е пресликан од менливиот критериум за производи „мека ткаенина“. Во литературата овој критериум се одредува како едно од најбитните тактилни карактеристики при одлучување за материјалот од страна на потрошувачот (Hearle и Morton, 2008; Grishanov, 2011; Bunsel, 2018). Рангирањето е одредено според сознанијата добиени од литературата за основните карактеристики на текстилните материјали (Grishanov, 2011).

Критериум: *мазност* (анг. *smoothness*).

Рангирање: мазно, непериодична грубост, периодична грубост, слично на памук (слабо), слично на вискоза (добро), слично на полиестер (многу добро) (анг. *smooth, non periodic roughness, periodic roughness, similar to cotton (poor), similar to viscose (good), similar to polyester (very good)*). Критериумот „мазност“ е пресликан од критериумот за производи „неиритирачки материјал“. Заради нивната структура, како и потребата од сознанијата за биоразградливите материјали, во претходните производи (чаша за еднократна употреба и туба за кармин) критериумот „мазност“ е обработен од „грубост“ заради класификацијата кај тврдите материјали. Според сознанијата од литературата, кај ткаенините рангирањето се обработува според класификација на критериумот „мазност“ (Grishanov, 2011).

Критериум: *сјајност* (анг. *lustre (soft glow)*)

Рангирање: слично на памук (слабо), слично на вискоза (многу добро), слично на полиестер (многу добро) (анг. *similar to cotton (poor), similar to viscose (very good), similar to polyester (very good)*). Критериумот „сјајност“ е пресликан од критериумот за производи „разни бои“. Начинот на боење и мазната површина кај ткаенините делува и на сјајноста, која се споменува како една од битните карактеристики во литературата и онлајн платформите. Помазната површина рефлектира повеќе светлина од немазната и на овој начин се создава повисок сјај (Sinclair, 2015). За рангирањата на критериумот, употребени се сознанијата од литературата од карактеристиките на текстилните материјали (Grishanov, 2011).

Критериум: *униформност* (анг. *uniformity*)

Рангирање: слично на памук (слабо), слично на полиестер (добро), слично на вискоза (многу добро) (анг. *similar to cotton (poor), similar to polyester (good), similar to viscose (very good)*). Критериумот „униформност“ е пресликан од критериумот за производи „одговара на секое лице“. Униформноста кај влакната не се одразува само на изгледот, туку и на јачината, растегливоста, сјај и отпорност на абење (Bunsel, 2018). Од друга страна, неуниформноста на

волнените влакна доведува до повисока густина (Bunsel, 2018). Според тоа, при рангирањето, употребени се асоцијациите за текстилните материјали од неуниформни кон униформни класификации (Grishanov, 2011).

Критериум: *обновување на стутканост* (анг. *crease recovery*).

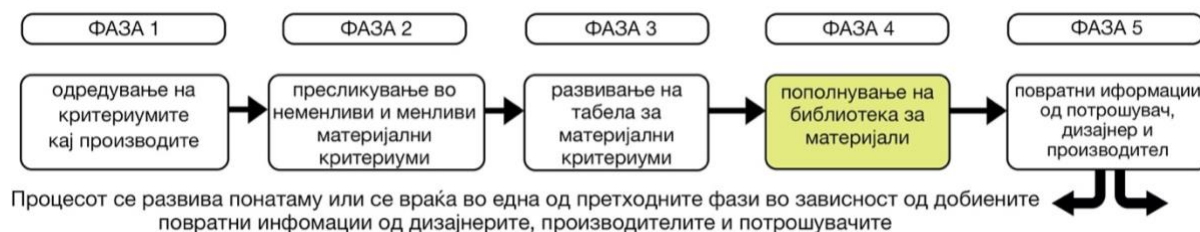
Рангирање: слично на памук (слабо), слично на вискоза (слабо), слично на полиестер (многу добро) (анг. *similar to cotton (poor), similar to viscose (poor), similar to polyester (very good)*). Критериумот „обновување на стутканост“ е пресликан од критериумот за производи „лесно одржување“. Обновувањето на стутканоста кај ткаенините се однесува на враќањето на првобитната структура при свиткување на материјалот (Hearle и Morton, 2008). Класификацијата на овој критериум според традиционалните текстилни материјали е употребена и при рангирањето.

Критериум: *мирис* (анг. *odor*).

Рангирање: без мирис, горко, слатко, природен, непријатен, низок интензитет, висок интензитет (анг. *odorless, bitter, sweet, natural, unfavorable, low intensity, high intensity*). Критериумот „мирис“ е пресликан од критериумот за производи „без мирис“. Исто како кај претходните производи (чаша за течност, туба за кармин), критериумот за производот медицинска маска е одреден според карактеристиките на биоразградливите материјали. При рангирање на овој критериум, употребени се сознанијата од класификацијата во литературата (Karana, 2009, стр. 110; Ashby и Johnson 2014, стр.84) и фразите при употреба на зборот мирис во онлајн речникот (Powerthesaurus, 2020).

4.4. Пополнување на библиотека (одредување на биоразградливи материјали според спроведеното истражување)

Во четвртата фаза од методата ДВКП, се пополнува библиотеката со биоразградливи материјали, според претходно спроведеното истражување и податоците добиени од производителите од втората етапа (слика 4-6).



Слика 4-6. Четврта фаза од методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Првичното истражување именувано како „компарација“ овозможи препознавање на новите биоразградливи материјали, областа на употреба и нивните произведувачи и истражувачи. Како што беше објаснето во претходните поглавја, за одредените производи (чаша

за течност, туба за кармин и медицинска маска) кои се земаат како пример за ова истражување, контактирани се вкупно 25 производители и истражувачи на биоразградливи материјали. Од нив, 11 овластени лица дадоа опис за одредените неменливи менливи критериуми кај нивните материјали. Овие описи помогнаа при одредување на индикатори кај неменливите критериуми (табели 4-10, 4-11 и 4-12) и оформување на рангирање кај менливите критериуми на материјалите (табели 4-13, 4-14 и 4-15).

Во втората етапа, по втор пат контактирани се сите 25 производители и истражувачи на биоразградливи материјали. Со комуникација продолжија оние производителите и истражувачите кои дадоа опис за критериумите во првата етапа. *Од нив, во втората етапа со комуникација продолжија 5 производители и 1 истражувач, пополнувајќи ги формуларите за 7 материјали (Jeremiah Dutton - Trifilon, Meggie Sullivan – Crème design, Sicher Emma – Free University of Bolzano (Unibz, peel to peel), Lucien Kerisit – Kerhea., Roy Visser – Avantium.com, Esa Hallinen – ArcbioX).*

Во оваа етапа, искористени се сознанијата од одредените индикатори и рангирања во претходното поглавје и пратени во форма на табели на производителите. Кај неменливите критериуми, побарано е од овластените лица на биоразградливите компании за одредените производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска) да ги потврдат одредените индикатори според особините на нивниот материјал. Од друга старана, кај менливите критериуми побарано е од овластените лица на биоразградливите материјали да ги обележат соодветните рангирања за нивните материјали кај одредените производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска). Пример, доколку материјалот кој го произведуваат производителите за чаша за една употреба е просирен, тогаш во групата „естетски карактеристики“ за критериумот „транспарентност“ треба да го обележат рангирањето одредено како „просирен“.

Во прилог 2, преставена е комуникацијата од втората етапа со Jeremiah Dutton од компанијата Trifilon (реализирана на 21.09.2020) за материјалот ТБ (анг. trifilon biolite – ТВ).

Со одредени производители, комуникацијата е продолжена во неколку етапи заради разјаснување на дел од критериумите и пронаоѓање на заедничка терминологија кај истите. Кај критериумите во кои има промени при нивното дефинирање или рангирање, начинот и причината е објаснета во претходните поглавја (одредување на индикатори кај неменливите критериуми и одредување на рангирања кај менливите критериуми). Пример, во првата етапа, во групата „карактеристики на отпорност“ за менливиот критериум „отпорен на бактерии“ класификацијата беше обработена според сознанијата од литературата за фамилијарните групи (Ashby и Johnson 2014). Меѓутоа, производителите во своите брошури објаснуваат дека: некои биоразградливи материјали се разградуваат побрзо од полимери а побавно од природните материјали. Ова сознание беше посочено и од одговорното лице на Avantium (2020) и според

истото, во процесот на рангирање на менливите критериуми се доделија и дополнителни можности за критериумот (слично на природни материјали (брзо), слично на полимер (низ години) и слично на полимер (сто години)).

Добиените податоци од производителите и осознаените информации од литература, каталози и онлајн платформи за биоразградливи материјали, се обработени и презентирани во табели (прилог 3, 4 и 5). Како што е наведено и претходно, за неменливите критериуми производителите дадоа одобрување според особините на нивните биоразградливи материјали и истите не се презентирани во прилозите. Додека, за рангирањето на менливите критериуми, производителите го пополнија формуларот кој им е доделен во форма на табела (пример: табели 4-13, 4-14 и 4-15). Заради подобра прегледност, во прилозите за ова поглавје, презентирани се само одговорите на производителите според менливите критериуми за материјалите.

За производот, чаша за еднократна употреба, приложени се следните материјали:

(Прилог 3)

Тиква (анг. gourd/pumpkin)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Meggie Sullivan од компанијата Crème design.

Хартија (анг. paper)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од литературата (Ashby, 2012; Sonmez и Ozden, 2018) и информациите добиени од каталозите на производителите (Echoecho (Duni), 2020).

Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. polylactic acid -PLA)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Lucien Kerisit од компанијата Kerhea.

Полихидроксиалканоати (ПХА) (анг. polyhydroxyalkanoates - PHA)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Lucien Kerisit од компанијата Kerhea.

Полиетилен 2,5 фурандикарбоксилат (ПЕФ) (анг. polyethylene 2,5-furandicarboxylate - PEF)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Roy Visser од компанијата Avantium.

За производот, туба за кармин, приложени се следните материјали:

(Прилог 4)

ТБ (анг. trifilon biolite – ТБ)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Jeremiah Dutton од компанијата Trifilon.

Картон (анг. cardboard)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од литературата (Ashby, 2012; Sonmez и Ozden, 2018) и информациите добиени од каталозите на производителите (Echoecho, 2020).

Arcbiox

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Esa Hallinen од компанијата Arctic Biomaterials.

Био целулоза (анг. microbial cellulose)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според одговорите на Emma Sicher, Faculty of Design and Art, Free University of Bolzano (Unibz, peel to peel)

За производот – медицинска маска, приложени се следните материјали:

(Прилог 5)

Памук (анг. cotton)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од литературата (Grishanov, 2011).

Ткаенина од бамбус (анг. bamboo fabric)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од литературата (Hussain et al., 2015) и онлајн платформите за текстилни материјали (Sewport, 2020; Natural life magazine, 2020).

Tencel lyocell

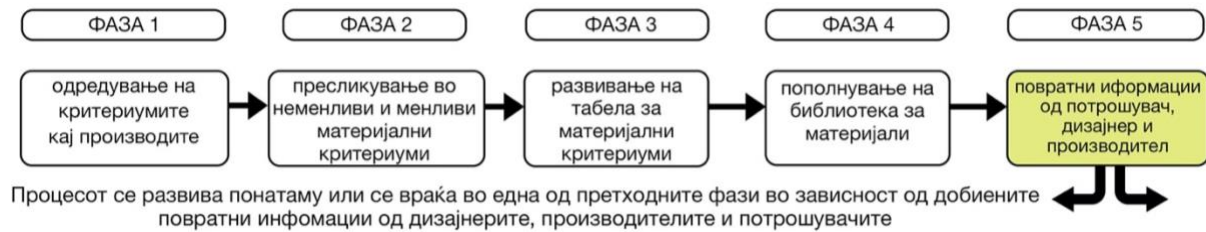
Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од онлајн платформите за текстилни материјали (Tencel, 2020; Tencel clothing, 2020).

Лен (анг. linen)

Податоците за неменливи и менливи критериуми се одредени според сознанијата од онлајн платформите за текстилни материјали (Sewport, 2020; Love your clothes, 2020; Textile fashion study, 2020).

4.5. Симулација на методата за преземање на повратни информации

Во петата фаза е изработена процедурата за начинот на добивање повратни информации од потрошувачот, дизајнерот и производителот (слика 4-7).



Слика 4-7. Петта фаза од методата ДВКП (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

Овој дел всушност го објаснува начинот на распределба на вредностите кои се употребени во рангирањето на менливите критериуми и се прилагодени според потребите на информациската платформа за материјали (ИПМ). Редоследот при распределувањето на вредностите кај менливите критериуми, би овозможила полесна комуникација при вреднување на истите од страна на потрошувачот, дизајнерот и производителот. Постапка за употреба на ИПМ од страна на корисникот е објаснета во следното поглавје (креирање на ИПМ). За потребите на петтата фаза, во ова поглавје е објаснета процедурата за распределување на вредностите само кај менливите критериуми, бидејќи индикаторите кај неменливите критериуми не се вреднуваат.

Во претходното поглавје, одредени се индикаторите и рангирањата на неменливите и менливите критериуми на материјалите, според методата дизајн воден од карактеристиките на производот. Во овој процес, од одредувањето на неменливите и менливите критериуми на производитите, па се до одредување на индикаторите и рангирањата на неменливите и менливите критериуми кај материјалите употребени се табели (од 4-4 до 4-15). Преставувањето на критериумите во табели, помогна во подобра прегледност при пресликување на истите од производи кон материјали. При процесот на одредување на индикаторите кај неменливите критериуми и рангирањето кај менливите критериуми употребени се сознанијата од литературата за развој на информациска платформа. При оформување на концептот на ИПМ, главниот фокус е насочен кон корисникот односно првенствено кон дизајнерот. Според добиените сознанија во литературата во врска со „мерење и пресликување“ начинот на обработување и презентирање на вредностите при рангирање кај менливите критериуми на материјалите се обработени на следниот начин:

Во процесот на оформување на концептот за ИПМ, во литературата пребарани се информациите во врска со „мерење и пресликување“ на атрибутите за развој на платформи и прашалници. Во основа, постојат 4 типа на мерења при рангирање на атрибути: номинални, ординални, интервални и пропорционални (анг. nominal, ordinal, interval and ratio) (Stevens,

1946). Номиналното рангирање се однесува на критериумите кои немаат поврзаност, ординалното покажува својство на редослед на вредностите, интервалното се користи за анализа на варијабилните вредности и пропорционалното мерење користи квантитативни вредности (Stevens, 1946).

По одредувањето на вредностите во рангирањето за секој критериум поединечно, забележано е дека кај менливите критериуми за материјалите постои можност за употреба на номинално и ординално рангирање. Кај одредени критериуми нема поврзаност помеѓу рангираните вредности и затоа се употребува номиналното рангирање. Пример: кај критериумот „звук“ рангирањата како „тап“ или „нејасен(на)“ немаат поврзаност и затоа се одредени според редоследот во приложената литература. Додека кај критериумите кои припаѓаат во групата „отпорност“ има можност за употреба на ординално рангирање и затоа фамилијарните групи на материјалите се преставени од најнеотпорен кон најотпорен.

Вредностите во рангирањата доделени како „не“ и „да“ припаѓаат на номиналното рангирање и заради неповрзаноста нема потреба од одредување на редослед. За потребите на информациската платформа во која се бара можност и за ординално рангирање, првично е поставена вредноста „не“ и потоа „да“. Ваквиот начин на редослед поставен заради поврзаноста на вредноста „да“ со следните вредности кои се доделени во рангирањето. Пример, за критериумот „отпорност на вода“ доделени се критериумите: „не“ на прва позиција, „да“ во втора позиција која понатаму продолжува со вредностите кои се доделуваат според сличноста на традиционалните материјали, според интензитетот на отпорност (слично со природни материјали, слично со полимери, слично со керамика, слично со метал). Овие вредности припаѓаат на бинарната скала и за „не“ се доделува бројот 1, додека за „да“ се доделува бројот 2. Бинарната скала се употребува во софтвер инженерството, за доделување на два броја (0 и 1) кои ги означуваат вредностите кои треба да се предвидуваат (обележани со бројот 1) и вредностите кои не треба да се предвидуваат (обележани со бројот 0) во мерењата (Cochrane, 2012). Вредностите кои не се предвидуваат во мерењата се означуваат со „не знам“ или „не се применува“ и истите не се земаат во предвид во истражувањето (Qualtrics, 2021). Според целта на платформата, која всушност би овозможила пребарување на соодветни материјали во побрзо време, во зависност од критериумите кои ги рангира корисникот/дизајнерот, доделена е и вредноста „не ме интересира“ (анг. I don't care) преку доделување на вредноста 0. Оваа вредност е доделена при развој на ИПМ.

Дополнително, во процесот за одредување на редослед кај рангираните вредности, употребувајќи ги наведените сознанија за „мерење и пресликување“ доделени се и нумерички вредности од 1 до 7. Нумеричките вредности на табелите (4-13, 4-14 и 4-15) се доделени заради полесниот пристап при пресликување на податоците од ексел во програмите за креирање на ИПМ.

5. Креирање информациска платформа за материјали (ИПМ)

5.1. Објаснување на целта на платформата

Информациската платформа за материјали (ИПМ) е алатка која нуди соодветни материјали според карактеристиките на одредениот производ како и преференциите на дизајнерот. За таа цел, во рамките на оваа докторска теза, изработен е софтверски прототип за да се симулира начинот на развој и употреба на информациската платформа преку претходно претставените примери (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска).

Софтверскиот прототип е развиен во соработка со професионален софтверски инженер (Танер Селим од компанијата Gameforge), што го прави истиот современ и надградлив. Софтверскиот инженер е задолжен за имплементација на софтверскиот дел во прототипот (начините за градбата на прототипот, примероци на објекти изведени од наведените класи, методи за пребарување и меѓусебно пресликување на рангирањата на критериумите), додека концептот за начин на употреба и визуелниот приказ во овој дел е заеднички.

Придонесот од оваа соработка е основа во интеграцијата на дизајнот и информациските технологии, каде главната цел е да се испита погодноста на предложениот метод за дизајн воден од карактеристиките на производот при изборот на еколошки прифатливи материјали.

При оформување на концептот за ИПМ, фокусот е поставен првично кон одредување на аспектите и технологиите кои се потребни за формирање на софтверски прототип на платформата. Софтверски прототип (анг. software prototype) подразбира недовршена верзија од софтверски програм и се употребува за да се добие информација за поуспешно развивање на целосниот проект (Mcclendon et al., 1996). Поаѓајќи од ова сознание, во ова поглавје разработен е концепт за развој на софтверски прототип според сознанијата и податоците презентирани во табелите (4-13, 4-14 и 4-15) и прилозите (3, 4 и 5) со вредностите за одредените материјали. Добиените параметри во претходните поглавја овозможува креирање на симулација при употреба на ИПМ и истата е објаснета преку предвидените аспекти за креирање на софтверскиот прототип.

Најпрво се земени во предвид два битни аспекта при креирање на софтверска алатка. Овие аспекти се однесуваат за одвојување на алатките за ажурирање и алатките за пристап до податоци.

Административна страна (анг. the administrative backend) и,
Корисничка страна (анг. the user frontend)

Административна страна е одговорна за чување и организирање на податоци кои се обработуваат во позадина, додека корисничката страна е оној дел кој е достапен за комуникација со корисникот (Thapliyal, 2016). Врз база на претходните сознанија за индикаторите и рангирањата кај неменливите и менливите критериуми, со цел да се опфатат и двата аспекти (административна и корисничката страна) на платформата, обработени се следните точки:

- Начин на употреба (анг. use cases)
- Употребена технологија (анг. used technology)
- Креирање податоци (анг. data modeling decisions)
- Процес на пребарување (анг. the searching process)
- Начин на употреба

5.1.1. Начин на употреба

Според претходно наведените аспекти (преден дел и заден дел) за начинот на употреба за ИПМ, одредени се два начина на употреба кај ИПМ.

Обезбедувач (анг. provider)

Обезбедувачот во ИПМ ја врши дејноста преку манипулација со податоци. Манипулација со податоци е јазик кој се употребува за вметнување, бришење и обновување на податоците во дата базата (Chatham, 2012). Кај ИПМ, обезбедувачот има функција на вметнување, отстранување или обновување на материјали, додавање и обновување на критериуми на материјали, производи, критериуми на производи и креирање на поврзувања помеѓу материјали, критериуми на материјали и критериуми на производи.

Корисник/дизајнер

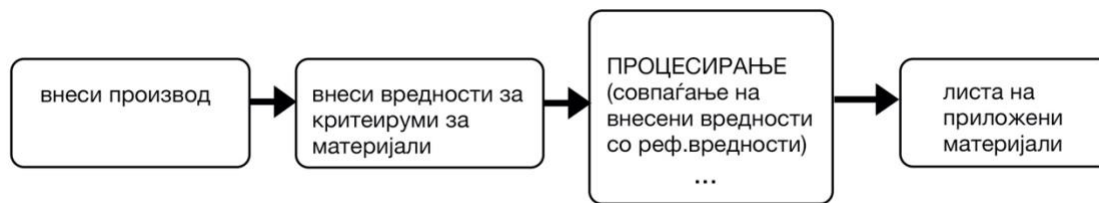
Корисникот/дизајнерот комуницира со информациската платформа преку развиениот преден дел. Корисникот/дизајнерот ја употребува информациската платформа на следните начини:

Чекор 1: Бирање на производ за кој е потребен соодветен материјал.

Чекор 2: Разгледување на неменливите критериуми кои се потребни за производот и одредување на менливите критериуми според дизајнот на производот.

Чекор 3: Добивање на соодветни материјали според претходните чекори.

На слика 5-1 е престапен визуелен приказ за основната функција на софтверскиот прототип според целите за развој на ИПМ.



Слика 5-1. Визуелен приказ за основната функција на софтверскиот прототип (преработено од: Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

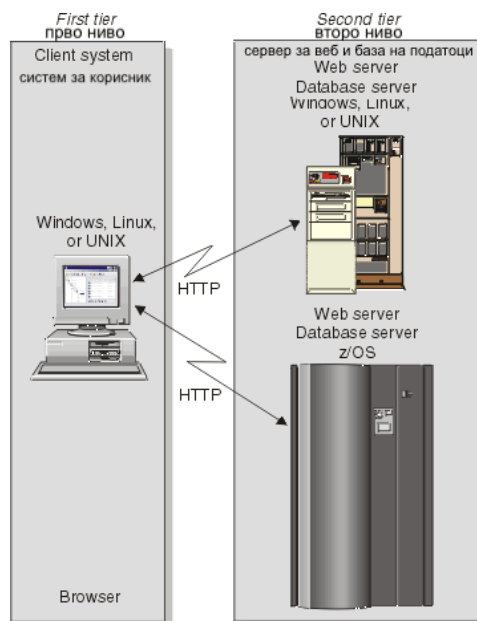
Визуелниот приказ за начинот на работа на софтверскиот прототип е реализиран според потребните чекори кои треба да ги преземе корисникот при употреба на истата и основната функција каде се извршува процесирање односно совпаѓање на внесените вредности и референтните вредности на материјалните критериуми. Според тоа, во следната табела 5-1, е приложен детален преглед за потребите при изработка на страните за софтверскиот прототип, каде се приложени потребните информации за внесување на податоци и резултатите според истите.

Табела 5-1. Детален преглед за предвидените страни кај софтверскиот прототип

Потребни информации за корисникот при активирање на платформата	
Прва страна	
▪	име на платформата
▪	наведени производи – можност за избор на производите
Втора страна	
▪	име на производот
▪	наведени неменливи критериуми
▪	наведени менливи критериуми со вредности за рангирање
	- можност за избор на вредностите кај рангирањата на менливите критериуми за материјалите
▪	копче за пребарување
Трета страна	
▪	резултати од пребарувањето
	- приказ на материјали

5.1.2. Употребена технологија

ИПМ има за цел да се развие како едукативна алатка симулирајќи го начинот на работа на дизајнерот при одредување на материјали за анализираните производи. Според тоа, при одредување на технологијата за развој на платформата, употребени се сознанијата од архитектонските карактеристики на веб базираните апликации (IBM knowledge center, 2021).



Слика 5-2. Поврзување на податоците (корисник и база) во дводелна архитектура (анг. two-tier architecture), (IBM knowledge center, 2021)

Во дводелната архитектура (анг. two-tier architecture), на прво ниво се наоѓаат информациите за корисникот, додека на второто ниво се складираат податоците во базата на податоци и истите се достапни и приспособливи за употреба во веб апликацијата (IBM knowledge center, 2021). База на податоци е збир на податоци кои се зачувуваат во компјутерот, и истите се организирани според можноста на полесен пристап (Code academy, 2021). Според одредениот концепт на употреба, како и преземените информации за поврзувањето на податоците според нивото на одредената архитектура, во продолжение објаснети се употребените технологии (програмски јазици) за развој на софтверскиот прототип за симулација на ИПМ.

Во оваа насока за подобро преставување на потребната технологија при развој на софтверскиот прототип, креирана е табела која ги прикажува употребените програмски јазици за административната страна, корисничката страна и база на податоци (табела 5-2).

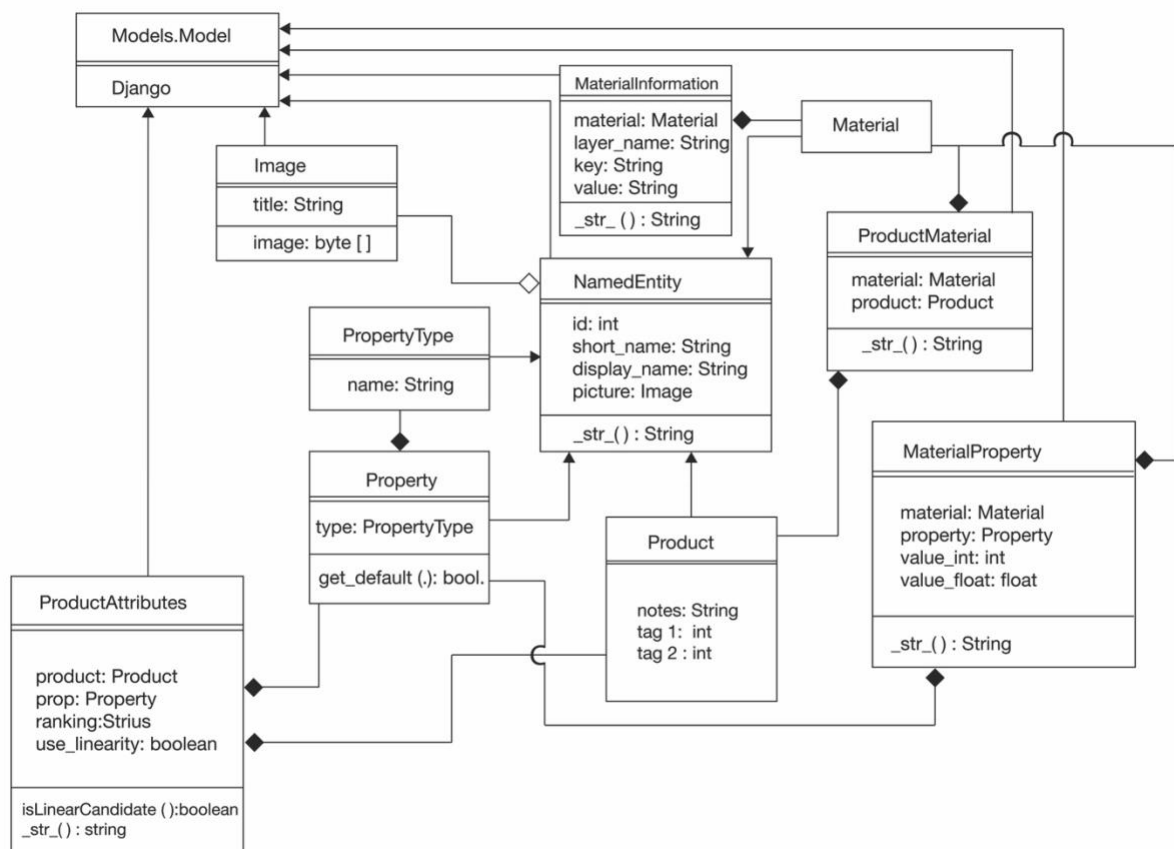
Табела 5-2. Програмски јазици и веб рамка за ИПМ

Архитектура на апликацијата	Предна страна (анг. front-end)	Задна страна (анг. back-end)	База на податоци (анг. database)
Програмски јазици и веб рамка	HTML	Python 3	SQLparse
	CSS	Django	SQLite
		IPython	
		Pillow	

Детален опис за применетите програмски јазици е даден во поглавјето 5.4 (дополнителни информации за употребени програмски јазици).

5.1.3. Креирање податоци

По оформување на концептот за софтверскиот прототип, одлуките за моделирање и одлуките за употребена технологија се развиваа истовремено во зависност од поставените цели. Како примарен предизвик кај одлуките за моделирање податоци е одржување на рамнотежа помеѓу функционалност и намалување на комплексноста при поврзување на податоците. За оваа намена, според методата дизајн воден од карактеристиките на производот, изработен е дијаграм (слика 5-2) на ентитет - релација на класи (EP дијаграм) (анг. entity relationship diagram (ERD)). Овој дијаграм се употребува за дизајнирање на база за податоци и е составен од симболи и поврзувања кои даваат приказ за главните класи во базата и меѓусебните поврзувања (Visual paradigm, 2021). Приложениот EP дијаграм ги прикажува се класите и нивните релации. Поради терминологијата која се применува во софтверскиот инженеринг, дијаграмот е изработен на англиски јазик. Во објаснувањето за дијаграмот, се приложени и англиските и македонските термини. Заради полесниот начин на следење, при пресликување на класите од англиски во македонски јазик, истите се одредени според терминологијата употребувана во методата ДВКП.



Слика 5-3. Дијаграм за релации на класи според целите на ИПМ

Класа преставува објект од реалниот свет, препознатлив по неговите карактеристики. Тој може да содржи еден или повеќе атрибути според кои се идентификува, од кои, некои го сочинуваат т.н. примарен клуч. Примарниот клуч го прави секој запис во дадената класа уникатен. Релацијата се употребува за поврзување на 2 класи и истата може да содржи свои атрибути. При моделирање на релациите се употребува кардиналноста која преставува максимален број на поврзувања помеѓу класите и истите се обележани на следниот начин: еден-на (спрема) - еден (1), еден - на (спрема) - многу (1:N), многу - на (спрема) - многу (N:M) (Agile data, 2003). Дополнителен аспект во ЕР дијаграмот е генерализацијата и специјализацијата на класите, каде една класа може да ги наследи атрибутите на друга класа и обратно.

Наведените аспекти се изработени според наведените сознанија од платформата и истите се прилагодени според целите за креирање софтверски прототип за ИПМ. На презентираниот ЕР дијаграм, прикажани се класите, нивните релации и кардиналноста. По изработувањето на ЕР дијаграмот, класата и нивните атрибути се дефинирани поединечно во папката (анг. file) models.py употребувајќи го програмскиот јазик Python, на следниот начин:

- *Име: Именуван ентитет (анг. NamedEntity)*

Тип: апстрактна основа, наследена од модел (веќе дефиниран ентитет - во програмот Django, кој што ги моделира табелите во база). Во програмот Django, секоја класа која наследува од класата Models.Model е всушност табела во базата. Апстрактната основа подразбира дека следните класи мора да се наследат од таа табела.

Опис: оваа апстрактна класа е надредена (анг. parent) над другите ентитети кои имаат улога на прикажување информации кон корисникот. Именуваниот ентитет го одредува начинот на прикажаната информација.

Атрибути на класата:

- Идентификација (identification – ID): автоматското зголемување овозможува генерирање на единствен број при секое вметнување на одреден запис. На овој начин се одредува идентификацијата на класата.

- Скратено име: наведување на тип на податок со максимална дозволена должина до 25 карактери. Се користи како алтернатива за идентификација на класата.

- Име за прикажување: наведување на тип на податок кој е прикажан на корисникот.

- Слика: поле во кое е предвидено поставување на слика за приказ на класата.

Пример на објект од класата:

- Идентификација: бр.5

- Скратено име (фраза) и име на прикажување за материјал (фраза): Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. PLA)

- Скратено име (фраза) и име на прикажување за производ (фраза): чаша за еднократна употреба

- Слика: визуелен приказ и име на материјалот: Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. PLA)

○ *Име: Производ (анг. Product)*

Тип: класата е наследена од класата: именуван ентитет.

Опис: оваа класа ги содржи потребните информации за производите. Изработен е во форма на табела и секој ред содржи по еден производ.

Атрибути на класата:

- Поле за текст, дизајниран за поврзување на влезните информации од страна на корисникот со класата.

Пример на објект од класата:

Поле за текст: чаша за еднократна употреба.

○ *Име: Групи (анг. PropertyType)*

Тип : класата е наследена од Models.Model (табела во базата).

Опис: класата е задолжена за одредување само на групите кои ги содржуваат неменливите и менливите критериуми за материјалите. Истиот се поврзува со класата именувана како критериуми за материјали според групи.

Атрибути на класата: име со максимум должина до 25 карактери.

Пример на објект од класата:

Естетски карактеристики/сјајност.

○ *Име: Критериуми за материјали според групи (анг. Property)*

Тип: моделот наследува од класата: именуван ентитет.

Опис: Класата ги одредува неменливите и менливите критериуми за материјали според одредените групи. Оваа класа се поврзува со класата критериуми за материјали.

Атрибути на класата: тип. Во ова поле се користи надворешен клуч и ја одредува кардиналноста еден-на (спрема)-многу (1:N) од класата критериуми според групи кон класата групи.

Мета дефиниција: секое поле е одредено како единствен во својата класа според име, тип и група.

Пример на објект од класата:

Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. PLA)/ естетски карактеристики/ сјајност

○ *Име: Критериуми за производ (анг. ProductAttributes)*

Тип: класата е наследена од Models.Model (табела во базата).

Опис: Класа која се употребува за пресликување на класите неменливи и менливи критериуми за материјали според производи. Според сознанијата од методата (ДВКП) во класата се доделени индикатори и рангирања кај секој критериум за материјали. Записите за индикатори и рангирање во табелата се доделени според секој критериум за материјали кај производите „поединечно“.

Дополнително при доделување на индикаторите и рангирањата, предвидена е и можноста за линеарно пребарување² (анг. linearity search feature) (ТУР, 2021).

Атрибути на класата:

- Кардиналност – еден-на (спрема)-многу (1:N) пресликување од производ.
- Кардиналност– еден-на (спрема)-многу (1:N) пресликување од критериуми за материјали според производ
- Индикатори и рангирање – се употребува JSON кој служи како формат за складирање и размена на податоци, читливи од страна на корисникот (ЕСМА, 2017).

Неменливи – Се внесува во полето неменливи.

Менливи – Се внесува вредноста во полето за рангирање.

Приказ на рангирање – вредностите се подредени според изработените табели според ДВКП методата.

Пример на објект од класата:

Чаша за еднократна употреба/ естетски карактеристики/ сјајност

- *Име: Материјали (анг. Material)*

Тип: класата е наследена од класата: именуван ентитет

Опис: Класа во која се одредени материјалите

Атрибути на класата: само наследува записи

Пример на објект од класата:

Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. PLA))

- *Име : Критериуми за материјали (анг. MaterialProperty)*

Тип: класата е наследена од Models.Model (табела во базата).

Опис: Класа која ги пресликува материјалите во критериуми и ги поврзува индикаторите и рангирањата за секоја вредност од класата критериум за производ.

Атрибути на класата:

- Кардиналност пресликана од класата материјали со еден-на (спрема)-многу (1:N).
- Кардиналност пресликана од класата критериуми за материјали според групи.
- Доделена вредност (анг. value integer). Вредноста е доделена како целосен број според одредениот редослед по табелите (4-13, 4-14 и 4-15)
- Мета дефиниции: секоја вредност е доделена поединечно во полињата (материјал, вредност, група)

Пример на објект од класата:

Полимлечна киселина (ПЛА) (анг. PLA))/ естетски карактеристики/ сјајност/ сјаен - 7

² Линеарното пребарување е метод за барање на целна вредност во табелата. Секвенционално го проверува секој елемент од списокот за целната вредност се додека не се најде соодветно преклопување.

- *Име: Материјали според производ (анг. ProductMaterial)*

Тип: класата е наследена од модел.

Опис: класа која е одреден како помошник при пресликување на производи во материјали. Секој запис во табелата одредува кој материјал би бил соодветен за одредениот производ.

Атрибути на класата:

- Материјал – поле во кои се пресликуваат материјалите со кардиналност еден-на (спрема)-многу (1:N).

- Производ - поле во кои се пресликуваат производите со кардиналност еден-на (спрема)-многу (1:N).

- Мета дефиниции: секоја вредност е доделена поединечно во полињата (производ, материјал)

Пример на објект од класата:

Чаша за еднократна употреба/ Полимлечна киселина (ПЛА)(анг. polylactic acid (PLA))

5.1.4. Процес на пребарување

Во овој дел е објаснет процесот на пребарување на материјалите според влезните податоци на корисникот како и претходно одредени аспекти при развојот на софтверскиот прототип. Пребарувањето како функција се извршува со помош на програмските јазици Python 3, Django и I Python, каде податоците за наредбите `compute (request)` и `compute_material (product, attributes)` се обработуваат во документите именувани како `views.py` и `computer.py`.

Основни функции за пребарување се:

- `Compute (request)` е наредба која се обработува во документот `views.py`.

Оваа функција ги прима влезните записи од страна на корисникот со документот `views.py` а потоа ги пренесува на документот `computer.py` за понатамошна обработка. Влезните записи кои ги прима и пренесува овој документ се информациите за одредениот производ и обележаните вредности кај менливите критериуми за пронаоѓање на соодветниот материјал. Дополнителна функција која се употребува во овој документ е филтрирањето на доделените вредности кај менливите критериуми. Пример, доколку вредноста „не ме интересира“ е обележана за одредениот критериум, тогаш тој не се зема во предвид. Документот `views.py` овозможува комуникација корисникот на следниот начин.

1. По најава на корисникот на платформата, на главната страна се наведуваат производите кои се внесени во класата производи.

2. При избор на производ, корисникот преминува на следната страна во која се приложени неменливите и менливите критериуми за материјали според производот.

3. Неменливите критериуми се приложени за да се даде основна информација за индикаторите на овие критериуми на материјалите кај производот, додека за менливите критериуми корисникот има можност да одбере вредности од приложените рангирања.

4. По одредување на менливите критериуми од страна на корисникот, со одбирање на копчето „пребарај“ на следната страна се наведуваат соодветни материјали за производот.

- Compute_material (product, attributes) е наредба која се обработува во документот computer.py според следниот алгоритам:

1. При избор на производ, одредениот запис се презема од класата производ.
2. Се преземаат материјалите кои се претходно внесени во табелата за одредениот производ (пример: за производот чаша за една употреба, во табелата одредени се материјалите: тиква, ПЛА, ПХА, ПЕФ и хартија). Тука се употребени релациите од класите материјали и материјали според производ.
3. Се преземаат критериумите за материјали според одредените материјали со употреба на релацијата од класата критериуми за материјали.
4. Се креира листа именувана како „ResultList“ каде се складираат соодветните материјали според производ.
5. За секој запис за материјали според производ се даваат наредбите за:

- Преземи ги сите критериуми за одредениот материјал (M).
- За секој менлив критериум (K) е изработен:

Можност за линеарност³ при секое рангирање за критериум (Whitaker, 2017). Пребарување на вредностите во рангирањата на менливите критериуми. По одредување на можноста за линеарност, се проверуваат вредностите од рангирањата кои може да се пресликуваат од записите на класата критериуми за производ. Тука се употребува логиката на непрецизност (анг. fuzzy logic) која се занимава со расудување кое не е прецизно, туку приближно (Constantin, 1995). Како пример за неопределено расудување се употребува правилото АКО - ТОГАШ, како: АКО „променлива“ E, „својство“ ТОГАШ „дејство“ (Zadeh, 1968). Пример за употреба на логиката на непрецизност во оваа процедура е: ако обележаната вредност е „не“ тогаш е „не“, но ако обележаната вредност е „да“ тогаш може да се предвидат и вредностите „тешко“ и „лесно“. Исто така, ако обележаните вредности се „тешко“ и „лесно“ тогаш се предвидува вредноста „да“. Доколку е избрана вредноста која нема можност за употреба на линеарност, тогаш се проверува дали избраната вредност се пресликува со записите во одредените класи.

- Доколку кај секоја вредност за критериумите постои пресликување (без разлика дали се применува линеарност) во тој случај се пребарува соодветниот материјал и се додава во листата именувана ResultList. Оние материјали кои не се пресликуваат со вредностите на рангирањето не се земаат во предвид.

³ Линеарноста во софтверското инженерство се употребува доколку зависната променлива е директно пропорционална со независната променлива.

6. Ако листата за складирање на материјали е полна, тогаш критериумите кај материјалите се прсликани со критериумите кај производите. Доколку листата на материјали е празна, во тој случај ни еден критериум од материјалите не е прсликан во критериумите кај производите.

5.2. Тестирање и обновување на софтверскиот прототип според целите на ИПМ

При тестирање на првата верзија на софтверскиот прототип, препознаените забелешки се наведени во табела 5-3. Табелата е изработена според целите кои се одредени во делот на потребите за корисник/дизајнер од претходното поглавје (табела 5-1).

Табела 5-3. Забелешки за првата верзија на софтверскиот прототип

Потребни информации за корисникот при активирање на платформата	
Прва страна	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ име на платформата ✓ ▪ наведени производи – можност за избор на производите ✓ 	
Втора страна	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ име на производот ✓ ▪ наведени неменливи критериуми ✓ забелешка: потребни промени во приказот (графичка преработка) ▪ наведени менливи критериуми со вредности за рангирање ✓ - можност за избор на вредностите кај рангирањата на менливите критериуми за материјалите ✓ забелешка: потребни промени во приказот (графичка преработка) ▪ копче за пребарување ✓ забелешка: потребни промени во приказот (графичка преработка) 	
Трета страна	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ резултати од пребарувањето ✗ забелешка: системот го прикажува оној материјал кој има 100% совпаѓање на одредените вредности од рангирањето и референтните вредности на материјалот - приказ за соодветниот материјал ✗ забелешка: потребен е подетален приказ на резултатите од пребарувањето и дополнителна опција за добивање на подетални информации за соодветниот материјал 	

Според одредените забелешки од првата верзија на софтверскиот прототип, во следната етапа обновени се следните аспекти:

- Графичка преработка на втората страна од платформата.

Во овој дел, графичкиот изглед е обновен според потребите за полесна употреба од страна на корисникот. За оваа намена искористени се сознанијата (тип, фонт, боја, копче, итн.) од онлајн платформите кои се базираат на систем за пребарување на материјали (Dupont, 2021; Material district, 1998-2021; Matmach, 2021).


Во првата тест верзија на софтверскиот прототип, забележано е дека има доволен број на критериуми кои доколку не се соодветно поставени, може да го заморат корисникот при вреднување на истите. За таа цел, при поставување на критериумите и нивните вредности за рангирање на страниците, предвидено е намалување на информации, знаци, симболи итн. и придржување само кон конкретните податоци.

- Системска преработка за приказ на резултати (трета страна)

Во овој дел, забележани се две забелешки кои не ги задоволуваат целите на ИПМ, која треба да го симулира човечкиот начин на одлучување. Првата забелешка се однесува на начинот на обработка на влезните информации и прикажување на резултатите за соодветниот материјал. По избирање на вредностите за рангираните менливи критериуми, истите мора да се пресликуваат со 100% соодветност со преземените записи од класата, за да се прикаже материјалот кој одговара на влезните параметри. Со оглед дека има многу критериуми, веројатноста на преземање на соодветниот материјал како резултат е многу мала. Поради тоа, одлучено е да се извршува поврзување на избраните вредности од страна на корисникот со сите можни материјали за одредениот производ и да се даде приказ за процентуалното совпаѓање со вредностите на материјалите.

Втората забелешка која е наведена во табела 5-3, се однесува на потреба од дополнителна опција за добивање повеќе информации за приложените материјали како резултат од направениот избор од страна на корисникот. По разгледување на резултатите од соодветните материјали според процентуално совпаѓање, на корисникот потребно му е да му се овозможи опција за подетален преглед за секој материјал поединечно. Деталната анализа за секој материјал, би помогнала во процесот на тестирање на соодветноста на материјалот со одредената задача при процесот на дизајнирање. При преземање на резултатите за соодветните материјали, корисникот има можност да одбере материјал за кој би сакал/а да добие повеќе информации.

На слика 5-4 е претставен еден пример за материјалот ПЛА, кој е изработен според основните карактеристики на материјалите (општа, техничка, естетска и еколошка) (Ashby и Johnson, 2014). За подобар преглед, овие карактеристики се подредени во 4 групи, дополнети со уште една група која дава информација за корисничкото искуство на материјалот. Податоците за наведените карактеристики се обработени според информациите добиени од литературата и онлајн платформите (Ashby и Johnson, 2002; Hemmert, 2010; Ashby, 2012; Ramon, 2013; Ashby и Johnson, 2014 и Material district, 1998-2021). Податоците за групата во која се наведени карактеристиките за корисничкото искуство се изработени според искуствата на дизајнерите (пример: образование, традиција, емоции итн.) како и неговото/нејзиното искуство, обука и знаење во врска со конкретниот материјал.

 <p>PLA (Polylactic acid)</p> <p>Сликата е преземена од: PLA @www.kerhea.com</p>	<p>технички карактеристики</p> <p>точка на топење: 157-170 °C температура на инјекционо пресување: 178-240 °C отпорност на оган: нема сознание УВ отпорност: умерена отпорност на гребнатинки: добра тежина: средна отпорност на хемикалии: средна</p> <p>други карактеристики: - добра бариера - нестабилен при температурни разлики - нерастворлив во вода</p> <p>(Ashby and Johnson, 2014; material district, 2021)</p>	<p>естетски карактеристики</p> <p>сјајност: сјајна транспарентност: 50-100% структура: затворена текстура: мазна јакост: средна температура: средна звук: слаб мирис: нема</p> <p>(material district, 2021)</p>	<p>еколошки карактеристики</p> <p>биоразградлив компостабилен во индустриски компостери можност за рециклирање можност за депонирање</p> <p>вградена енергија: 49-54 MJ/kg CO2 отисок: 3.4-3.8 kg/kg употреба на вода: 100 -300 L/kg еколошки индикатор: 278 milipoint/kg енергија на леенење: 15.4-17 MJ/kg емисија на CO2 при леенење: 1.15-1.27 kg/kg енергија за екструдирање: 5.7 - 6.3MJ/kg Емисија на CO2 при екструдирање: 0.43 - 0.47 kg/kg</p> <p>(Ashby, 2012)</p>	<p>корисничко искуство</p> <p>компанијата Sun chips ги тргна од прожба нивните производи кои беа спакувани во опаковки од ПЛА материјал, заради несаканиот звук при употреба</p> <p>(Kyle Van Hemmert, 2010)</p> <p>има сјајна и мазна површина. При печатење на 3Д печатач пушта убав и благ мирис</p> <p>на висока температура, материјалот се деформира - исто како касета заборавена во возило</p> <p>(Ramon, 2013)</p>
<p>основни карактеристики</p> <p>цена: 2 еур/кг употреба: медицина, текстил, опаковки, електроника и земјоделство. начин на производство: дување во калап, инјекционо пресување, екструдирање, термообликување и 3Д печатење. (Ashby and Johnson, 2014)</p>				

Слика 5-4. Предлог - начин за презентирање дополнителни информации за материјалот ПЛА (Selim, Lazarevska, Kandikjan, Sidorenko, 2019)

5.3. Финален изглед

По спроведеното тестирање и утврдените забелешки, за подобрување на начинот на употреба на софтверски прототип, доработени се следните аспекти:

1. Графичка преработка на првата страница (фонт, големина и боја).
2. Обработка на резултати според најблиска процентуална застапеност на влезните критериумите (избирани од страна на корисникот) и референтните критериуми (записи од база на податоци).

На пример, кај производот „чаша за еднократна употреба“, доколку корисникот избере вредности кои во најголем број се совпаѓаат со вредностите за еден тип на материјал во класата за материјали, (пример: ПЛА (анг.)) тогаш се прикажува процентуалното совпаѓање на овие вредности (пример: ПЛА (анг. polylacticacid - PLA) - 63%). Процентуалното совпаѓање на вредностите се приложени за секој материјал по производ од најголемо кон најмало совпаѓање на вредностите. Пример: според избраните вредности резултатот со најголемо совпаѓање на вредностите може да се прикаже на следниот начин: ПЛА– 63%; ПХА – 56%; ПЕФ– 50%, хартија - 40 % и тиква (анг. gourd) - 38% .

Доколку има 100% совпаѓање на внесените и референтните вредности, тоа подразбира дека материјалот има блиски својства со оние кои ги избрал корисникот/дизајнерот. Во тој случај, дизајнерот има можност да направи детален преглед во делот за дополнителни информации за материјалите (објаснета во точка 3 од ова поглавје) или да се консултира со производителот на прикажаниот материјал.

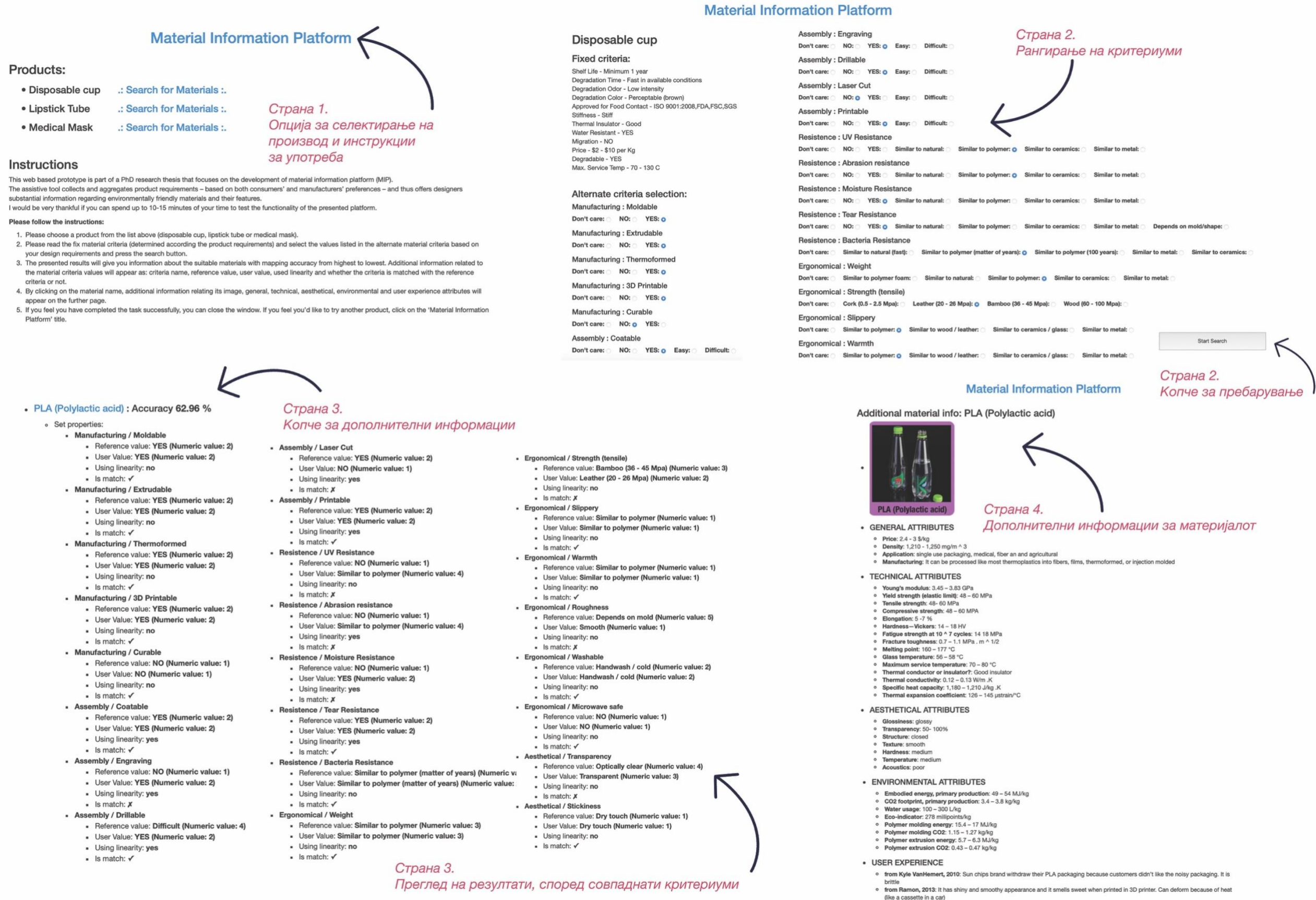
Дополнително, при прикажување на соодветниот материјал со вредностите во проценти, за да се распознаат оние вредности кои се совпаѓаат и останатите кои не се совпаѓаат, се дава детален преглед на страната за резултати. Во деталниот преглед се приложени вредностите според критериуми. Овие вредности се приложени по:

- име на критериум
- внесен запис од страна на корисникот
- референтен запис според вредноста одредена за материјалот
- употребена линеарност (не, да (доколку да, со кои вредности) и
- совпаѓање на вредностите (да или не)

На овој начин, корисникот има можност да го дознае точниот процент на совпаѓање кај избраните вредности на критериумите и референтните вредности за критериумите на материјалите од базата на податоци. Исто така, корисникот има можност да ги разгледа вредностите за секој критериум поединечно и да дознае дали е употребена линеарност. Најбитно, корисникот преку овој начин на употреба на софтверскиот прототип, може да направи детална споредба за вредностите кои се совпаѓаат според избраните вредности и референтните вредности за критериумите кај материјалите.

3. Како што е наведено и во делот за забелешките, дополнителна можност која треба да се даде на корисникот е опција за подетален преглед за секој материјал поединечно. По преземање на резултатите со највисокиот и најнискиот процент на совпаѓање кај критериумите на материјалите, додадена е и опција за дополнителни информации за оној материјал кој би бил интересен за корисникот/дизајнерот. Страните за дополнителни информации за материјалите се изработени според предлог (Слика 5-4) за презентирање на материјалите преку групирање на карактеристиките во пет групи (општа, техничка, естетска, еколошка и корисничкото искуство).

На слика 5-5, приложен е пример од финалниот изглед на софтверскиот прототип за ИМП и начинот на употреба според активностите на корисникот и добиените резултати.



Слика 5-5. Пример од финалниот изглед на софтверскиот прототип за целите на информациската платформа

Во приложениот пример, објаснета е постапката за избор на материјалот според критериумите на избраниот производ од понудената листа на производи. Прототипот за платформата е изработена на англиски јазик заради можноста за понатамошна евалуација од страна на домашни и странски дизајнери.

За да се објасни постапката презентирана на слика 5-5, изработено е сценарио во кое дизајнерот има задача да дизајнира чаша за еднократна употреба која би била и еколошки прифатлива. Постапката за дадениот пример е следна:

При најавување на страната, дизајнерот одредува еден од производите во понудената листа за производи. При одредување на производот чаша за еднократна употреба, на следната страна се прегледуваат неменливите критериуми и нивните индикатори кои играат одлучувачка улога при одредување на можните биоразградливи материјали за предвидениот производ. Неменливите критериуми и нивните индикатори за материјали претставуваат информативен податок за есенцијалните вредности кои ги поседува секој биоразградлив материјал во библиотеката.

За доделените менливи критериуми кај материјалите се поставени и рангирани вредности кои се доделени според карактеристиките на производот. Корисникот има можност да ги означи/штиклира потребните вредности од рангирањата според концептот за дадената задача. Во овој сегмент, дизајнерот има можност да ги разјасни конкретните менливи критериуми за материјалите и да ги вреднува нивните вредности. Според тоа, тој/таа има целосен и организиран приказ при рангирање на вредностите. По внесувањето на вредностите кај менливите критериуми, истите се совпаѓаат со референтните вредности од материјалите во библиотеката (база на податоци).

На следната страна се наведени сите материјали според точниот процент на совпаѓање и истите се рангираат од највисок кон најнизок процент. За конкретниот пример, највисокиот процент на совпаѓање е прикажан за материјалот ПЛА со вклопување од 62.96%. Дополнително, на истата страна има можност и да се разгледаат и проверат сите материјали кои се додадени во библиотеката и нивниот процент на совпаѓање. Ова е потребно, бидејќи преку проверка на резултатите од точниот процент на совпаѓање, дизајнерот може да одлучи кој менлив критериум му е побитен од другиот. Пример, можноста за боење на материјалот му е побитна од можноста за миеење на истиот, и на тој начин се овозможува повторно рангирање на вредностите според веќе одредени приоритети меѓу критериумите.

Исто така, при одредување на еден од материјалите од понудените на третата страна, се активира опцијата која се насочува на четвртата страна, која нуди можност на дополнителни информации за материјалот. Како што беше и претходно наведено во делот на забелешките, на корисникот му се нуди можноста за дополнително информирање за карактеристиките (општа, техничка, естетска, еколошка и корисничкото искуство) на материјалите и визуелниот приказ на истиот.

5.4 Дополнителни информации за употребени програмски јазици

Python 3 (обновена верзија од Python) е примарниот програмски јазик кој се употребува во задната/серверската страна на платформата. Овој програмски јазик е одреден заради неговата соодветност при креирање на софтверски прототип. Python се употребува при креирање на софтверски прототип бидејќи неговата синтакса и семантика покажува ефикасност кај малите едноставни системи (Hasselbring, 2000). По одредувањето на примарниот програмски јазик, според претставените табели во претходните поглавја (табели 14, 15 и 16), пребарани се начините за дефинирање на опис на податоци (анг. data definition layer). Јазик за дефинирање на опис на податоци е синтакса за создавање на вредности во базата за податоци како на пример: табели, вредности и корисници (William, 1978). Во овој дел употребувајќи ги можностите на програмските јазици Python 3 и Django создаден е каталог во кој се дефинирани податоците за табели, вредности и корисници кој е објаснет во поглавјето 5.1.4.

Django е веб рамка со отворен пристап која е заснована на програмскиот јазик Python. Оваа веб рамка се употребува во софтверскиот прототип заради можноста за прилагодување на компонентите модел-шаблон-приказ (анг. model-template-view (MTV)), (Open Genus IQ, 2021). Django во софтверскиот прототип има семантичка функција на издвојување на компоненти како: конекција, база, сервер и да ги одреди според потребите на компонентите модел-шаблон-приказ. Компонентата модел комуницира со базата на податоци и се справува со истите, компонентата шаблон се справува со начинот на презентирање на податоците до корисникот и компонентата приказ ги подредува податоците кои ќе бидат презентирани. (Open Genus IQ, 2021). Од овој аспект, веб рамката Django е избрана како алатка за горенаведените функции, заради вградениот ОРМ систем (анг. object-relational mapping - ORM system) кој овозможува лесна интеграција со системи за управување со релациона база на податоци (анг. Relational DataBase Management Systems (RDBMS)⁴ (Code academy, 2021). Во овој сегмент вградениот ОРМ систем овозможува конвертирање на податоци помеѓу некомпатибилни системи употребувајќи програмски јазици кои се базирани на ОПП (анг. object-oriented programming - OOP), каде концептот на објектот (анг. object) се одредува како податок (Hibernate, 2021). Дополнителна причина за употреба на овој јазик е и лесниот начин на инсталирање и поставување во системи кои се поврзани локално или преку интернет.

IPython (интереактивен Python) е командна школка (анг. command shell) за интерактивно сметање на повеќе програмски јазици (Perez, 2012). Оваа командна школка е употребена во софтверскиот прототип заради можноста која ја нуди при отстранување на грешки (анг.

⁴ Системи за управување со релациона база на податоци (RDBMS) е програм кој овозможува креирање, ажурирање и управување со релациона база на податоци.

debugging), прилагодување на својствата на материјалот и нивното пребарување при развој на прототипот (Shen, 2014).

Pillow (Python Imaging Library) е библиотека која обезбедува ефикасно преставување и обработување на слики во дата базата (Clark, 2011). При изработување на прототипот оваа алатка е употребена за вметнување на слики од материјалите што би овозможило подобро визуелно преставување на истите.

SQLparse е невалидирачки (non-validating) SQL разложувач (анг. parser) за програмскиот јазик Python (Pury, 2021). Разложување (анг. parser) како термин во софтверското инженерство се употребува за анализирање на низа карактери со цел да ги поврзе синтаксичките единици според основните правила во граматиката (Dictionary, 2021). Во развиениот прототип, анализаторот се употребува преку програмскиот јазик Django со вградениот ORM систем за да комуницира со нивото на база на податоци од ИПМ.

SQLite е примарниот систем за управување со релациона база на податоци во софтверскиот прототип наменет за потребите на ИПМ. Функцијата на SQL базите на податоци е да ги задоволат поставените барања за чување и организирање на податоците. Тие се ориентирани кон релациите кои во овој случај се всушност табелата за складирање на податоци. Табелата која се сочинува од колона (која преставува поле) и редица (која преставува запис) може да биде поврзана со друга табела со помош на надворешни клучеви или заеднички колони. Овој систем на чување и организирање податоци е избран заради дополнителната функцијата „надвор од кутијата“ (анг. out of the box) која подразбира дека истиот не е во корелација корисник-сервер, туку е вметнат во инсталацијата на програмскиот јазик Django.

HTML (Hypertext Markup Language) е програмски јазик кој се употребува за презентирање на потребните податоци на корисникот (W3, 2021). Во развиениот прототип, овој јазик се употребува за презентирање на табелите обработени на ексел (табели 11, 12, 13, 14, 15 и 16) и овозможување за влезни параметри на корисникот при употребата на истиот. Со помош на програмскиот јазик HTML и алатката за дизајнирање (Photoshop CS) приказот на ИПМ е обработена за полесна употреба (анг. user-friendly) од страна на корисникот.

CSS (Cascading style sheets) е јазик за стилови и се употребува при средување на текст, големина, боја овозможувајќи подобра прегледност и класификација на документот (Developer, 2005). Оваа алатка се употребува за класифицирање текстот подготвен за имињата на материјалите и нивните критериуми кои даваат дополнителна информација за истите.

6. Заклучоци и идни препораки

6.1. Ограничувања во истражувањето

При истражување и имплементација на докторскиот труд, одредени ограничувања и потешкотии се забележани во два дела од истиот.

Првото ограничување се однесува за можноста на собирање информации во врска со биоразградливите материјали. При изработување на истражувањето, именувано како „компарација“ (табела 3-1), од третото поглавје, се пронајдени производителите на биоразградливите материјали. Поголемиот дел од производителите кои беа контактирани, не дадоа одговор на поставените прашања во врска со атрибутите на биоразградливите материјали. Ова се должи на процесот на развој на нивниот материјал кој се уште е во фаза на тестирање според оние производители кои одговорија на воспоставената комуникација. Како заклучно сознание од овој процес на комуникација, може да се забележи дека: дел од производителите одговорија на прашањата, дел од нив пратија каталози со образложение дека сеуште се во процес на развој на материјалот, а дел воопшто не одговорија на поставените прашања за нивните материјали. За потребите на истражувањето, во предвид се земени само оние материјали за кои се добиени конкретни одговори од производителите и за оние кои се пронајдени одговори според литературата (во овие податоци се вклучени и информациите од добиените каталози). Според овие ограничувања, за потребите на докторската теза, се одредени и изработени само дел од пронајдените материјали од приложеното истражување „компарација“.

Дополнително ограничување во овој процес, беше постапката на собирање информации, каде се појавуваше доцнење на комуникација од страна на производителите. Според тоа, се одолговлекуваше и процесот на формирање библиотека која е поврзана со податоците на материјалите.

Второто ограничување се однесува на делот креирање на софтверскиот прототип за ИПМ. Процесот на креирање софтверски прототип беше голем предизвик во областа на индустрискиот дизајн, имајќи предвид дека припаѓа во дигиталната технологија. Заради непознатите аспекти од начинот за развој на софтверски прототип врз база на изработената метода ДВКП, во имплементацијата на овој дел се соработуваше со софтверски инженер. Добиените насоки од стручното лице, како и сознанијата од литературата, помогнаа во процесот на креирање на софтверскиот прототип. Ограничувањето од овој аспект се однесуваше на потребата за повторување на процесот (креирање и тестирање) во неколку етапи според можностите на дигиталната технологија. Од друга страна, искуството кое се стекна во процесот на креирање дигитална симулација за методата ДВКП, придонесе во подобро разбирање на интеграцијата на индустрискиот дизајн во дигиталната технологија.

6.2. Заклучоци и препораки за идни истражувања

Општи согледувања за првата фаза од истражувањето

Имајќи во предвид дека материјалите играат клучна улога при развој на производите, изработувањето на материјалните критериуми во трудот е неопходен за достигнување успех во пазарот на производи кое е под влијание на дизајнерските преференции, потребите на потрошувачите и барањата на производителите. За оваа цел, во рамките на докторскиот труд одредени се две фази. Во првата фаза обработена е методата која има за цел да предложи материјали според карактеристиките на производот и втората фаза која е задолжена за креирање на дигитална алатка за симулација на првата фаза.

Зголемената еколошка свест при употреба на производите, нивното отстранување, како и се построгите регулативи наложени како дел од владините политики, ја потенцираат замената на традиционалните материјали (кои преставуваат закана за човештвото и околината) со еколошки прифатливите материјали. Во овој интерактивен процес, дизајнерот ја има улогата на балансирање на потребите на производителот и барањата на потрошувачот. Затоа, процесот на развивање на производ и фазата за избор на соодветен материјал треба да бидат меѓусебно поврзани според одредени правила. Препознаената аналогија за изборот на материјалот според дефиниран производ посочува кон пресликување на материјалните атрибути кон особините на производот. Добиените атрибути во материјалот, понатаму се класифицираат како неменливи и менливи критериуми за да му овозможат на дизајнерот поконкретен пристап од аспект на погодност, олеснителност и сигурност.

Истражувањето за овој дел е изработено во првата фаза од докторскиот труд, како метода именувана „дизајн воден од карактеристиките на производот“.

Придонесот од развиената метода, дизајн воден од карактеристиките на производот (ДВКП) се препознава во следните области:

Обратен тек на активности при избор на соодветни еколошки материјали

Сознанијата од референтните примери за избор на соодветен материјал при дизајнирање на производ, се базираат првично на информациите за атрибутите на материјалите и според истите се одредува нивната намена кај производите. Понудената метода, ДВКП во рамките на докторскиот труд е покомплексен меѓутоа поттикнува дополнителни можности и предизвици при дизајнирање производ со непознати материјали. *Заради информативниот пристап за критериумите на производите и материјалите, методата ДВКП има можност да се употребува и како едукативна алатка при дизајнирање на производи.* Притоа, овозможувајќи му на дизајнерот да стекне сознанија за потребните критериуми кои се однесуваат на карактеристиките на производите и материјалите.

Одредување на терминологија која е препознатлива за дизајнерите

Како што е наведено во претходните поглавја, употребената терминологија од страна на дизајнерите при опишување на производи и материјали, се разликува од инженерските. Според литературата и разменетите искуства со дизајнерите, инженерите употребуваат квантитативни вредности, додека дизајнерите се служат со квалитативни вредности при рангирањето на материјалите. За оваа цел, како дополнителен предизвик се појави потребата за воспоставување усогласена терминологија при опис на критериумите, индикаторите и рангирањата кај новите еколошки материјали. Во процесот на одредување усогласена терминологија помеѓу дизајнерите, употребени се сознанијата од воспоставената комуникација со дизајнерите и начинот на употреба на истите во литературата и онлајн платформите наменети за дизајнери. Интеграцијата на препознаената аналогија од литературата и онлајн платформите помогнаа во оформување на терминологијата препознатлива за дизајнерите. Употребената терминологија при доделување на индикатори и рангирани вредности кај неменливите и менливите критериуми, се базира на асоцијации со веќе препознатливи материјални групи. Искуството кое го споделуваат дизајнерите во врска со материјалите се сведува на употребување асоцијативен концепт на опишување кај непознатите материјали. Употребата на овој начин на опис кај критериумите, го насочува дизајнерот кон подобро разбирање на карактеристиките на новите материјали.

Пронаоѓање нови биоразградливи материјали при пополнување на библиотеката за материјалите

Имајќи во предвид дека истражувањето е насочено кон развој на ДВКП методата преку примери од областа на еколошки прифатливи производи, како дополнителен предизвик се појави можноста за истражување на новите еколошки материјали. За таа цел, најпрво се пребарани материјалите кои припаѓаат во опсегот на еколошки прифатливи материјали, а по одредувањето на истите како биоразградливи, пребарани се информации за нивните производители. Залагањата од страна на дел од констатираните производители, помогнаа во препознавањето на критериумите на новите материјали, како и пополнувањето на библиотеката во четвртата фаза од методата ДВКП.

Општи согледувања за втората фаза од истражувањето

Според наведените сознанија од претходната фаза, креиран е пристап за класификација на материјалите, кој се базира на карактеристиките на производите и нуди соодветни алтернативи за еколошки прифатливи материјали. Овој пристап е понуден како основа за креирање на концепт кој би служел како едукативна алатка во форма на ИПМ. Во процесот на селекција на соодветниот материјал, предложената алатка има за цел да наликува на чинот на човечкото одлучување која во овој труд е предложена како ИПМ.

За оваа намена, како пример се земени три производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска), обработени според методата ДВКП и симулирани во софтверскиот прототип како дел од целите на ИПМ.

Со цел да се испита функционалноста на ИПМ, изработениот софтверски прототип е приложен во електронска форма на следната страна : <http://mip.tanerius.com>.

Софтверскиот прототип е наменет за тестирање на функционалноста на ИПМ, при пребарување на соодветните биоразградливи материјали за понудените производи.

По тестирање на прототипот, како придонес во сценариото за употреба се препознаваат следните аспекти:

Организиран приказ

Организираниот приказ на неменливите и менливите критериуми за секој одреден производ, кој овозможува прегледност и координација при работа со повеќе критериуми. На овој начин, дизајнерот има поголема способност за дејствување, при дадена можност за споредување на критериумските вредности во еден целосен приказ.

Апстрактно ниво за избор на материјали

Поаѓајќи од методата ДВКП па се до имплементацијата на прототипот, целта на едукативната алатка е да го симулира човечкото одлучување. Во реалниот процес на одлучување, соодветниот материјал се бира според карактеристиките на дизајнот, но заради безбројните комбинации и начини, оптимално решение не постои. Според тоа, во оние фази на дизајнот каде дизајнерот ги бира есенцијалните карактеристики на производот односно во ова истражување „материјали“, се употребува можноста на „нагодување“. Со цел, да се добие посоодветен материјал кој ги задоволува барањата на обработениот концепт од почетната фаза на производот. Според тоа, при избор на материјал со помош на алатката, се овозможува појасна прегледност и организација, каде дизајнерот во понатамошната постапка има можност да ги анализира влезните и референтните вредности на менливите критериуми. Во оваа комбинаторика, тој/таа може да направи отстапки за да не оди стриктно со дадените податоци, туку да се прецизираат вредностите од критериуми кои се битни до некаде. Тука може да се повтори примерот кој е наведен во претходното поглавје. Пример: можноста за боење на материјалот му е побитна од можноста за миење на истиот, и на тој начин му се овозможува на дизајнерот да подразмисли за своите барања за да добие поблиски и побрзи резултати од алатката.

Препораки за идни истражувања

Како резултат на предложената метода ДВКП, изработен е софтверски прототип кој има намена да симулира начин на работење според целите на ИПМ за одредените производи (чаша за течност, туба за кармин и медицинска маска). Дополнително, имајќи во предвид дека во рамките на овој труд се опфатени еколошките материјали како предлози за наведените критериуми, предложената платформа има потенцијал да се приспособи за изработка на понатамошни материјални групи и нивни критериуми. По приспособување на платформата за изработка на понатамошни материјални групи и нивни критериуми, се предлага тестирање на функционалноста од страна на домашни и меѓународни дизајнери. Препораките добиени од страна на дизајнерите ќе имаат за цел да ја прикажат желбата за употреба на овој тип на едукативна алатка при бирање на соодветни материјали за нивните производи.

Платформата има потенцијал да служи како алатка првенствено за индустриските дизајнери, истражувачите и производителите бидејќи штеди време, во тек е со новите информации и дава попрецизни резултати. Овој пристап има потенцијал да се развие во платформа за информации од отворен карактер (анг. open source) при што информациите може да се соберат од различни ресурси и од богатото искуство на дизајнерите. На овој начин, дизајнерите би имале можност да добијат дополнителни информации за корисничкото искуство со новите материјали која преставува клучен сегмент при дизајнирање со непознати материјали.

7. Користена литература

- Acaroglu, L. (2020) Quick Guide to Sustainable Design Strategies. Преземено на 07, 2020 од: [https://medium.com/disruptive-design/quick-guide-to-sustainable-design-strategies-641765a86fb8]
- Adriaanse, A. (1993) Environmental policy performance indicators, Netherlands Ministry of Housing, spatial planning and the environment, The Hague.
- Agile data (2003) How do I model relationships. Преземено на 09, 2020 од: [http://www.agiledata.org/essays/umlDataModelingProfile.html#Relationships]
- Alibaba (2020) Online marketplace platform. Преземено на 03, 2020 од: [https://alibaba.com]
- Amazon (2020) Online marketplace platform. Преземено на 03, 2020 од: [https://amazon.com]
- Arctic Biomaterials (2021) ArcbioX material. Преземено на 01, 2021 од: [https://abmcomposite.com]
- Ashby, M. (1999) Material selection in mechanical design. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2002). Materials and design: The art and science of material selection in product design. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2014). Materials and design: The art and science of material selection in product design. Second edition. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Ashby, M., (2005). Materials selection in mechanical design-Butterworth-Heinemann.
- Ashby, M., (2012). Materials and the Environment. Eco-informed Material Choice. Butterworth Heinemann.
- Avani catalog (2020). Преземено на 08, 2020 од: [https://www.avanieco.com]
- Avantium (2021) PEF material. Преземено на 1, 2021 од: [https://www.avantium.com]
- Aydin, O., Emon, B., Cheng, S., Hong, L., Chamorro, P.L., and Saif, M.T.A. (2020). Performance of Fabrics for Home-Made Masks Against the Spread of Respiratory Infections Through Droplets: A Quantitative Mechanistic Study. medRxiv preprint. [DOI.org/10.1101/2020.04.19.20071779]
- Baranova, M., (2019). Beyond plastic. Master of Arts Thesis. Aalto University. Преземено на 10, 2020 од: [https://aaltoodoc.aalto.fi/handle/123456789/39289?show=full]
- Baroncini, E, A., Yadav S, K., Palmese, G, R., Stanzione J, F. (2016). Recent advances in bio-based epoxy resins and bio-based epoxy curing agents. Journal of applied polymer science. [DOI.org/10.1002/app.44103]
- Bastioli, C. (2005). Handbook of Biodegradable Polymers. Rapra Publishing. England.
- Bishop, D., Shen, J., Heine, E and Hollfelder, B. (1997). Reducing wool prickle by enzyme processing, 213th American Chemical Society Conference of Enzyme Applications in Fibre Processing, San Francisco, USA, 13–17 April.
- Biograde (2020). Cellulose-soft wood. Преземено на 10, 2020 од: [https://fkor.com/en/brands/biograde-3/]
- Blackburn, R, S. (2005). Biodegradable and sustainable fibres. Woodhead publishing limited. England.

Bohanec, M., Rajkovič, V. (1990). DEX: an expert system shell for decision support, *Sistemica*, Vol. 1(1), 1990, 145–157. [[url.http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/Sistemica90.pdf](http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/Sistemica90.pdf)]

Bralla, J, G. (1996). *Design for Excellence*. 1st edition, McGraw-Hill.

Brelli (2020). Brelli umbrella. Преземено на 11, 2020 од: [<https://www.thebrelli.com>]

Bunsell, A, R. (2018). *Handbook of Properties of Textile and Technical Fibres*, Second Edition- Woodhead Publishing.

CDC (2020) U.S. Centers for Disease Control and Prevention. Use of Masks to Help Slow the Spread of COVID-19. Преземено на 10, 2020 од: [<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/diy-cloth-face-coverings.html>]

Chatham, M. (2012). *Structured Query Language By Example - Volume I: Data Query Language*. Lulu.com. England

Cochrane, R. (2012). *Scale and Arpeggio Resources: A Guitar Encyclopedia*. Big noise publishing, London. Преземено на 01, 2021 од: [<https://archive.org/details/ScaleAndArpeggioResourcesAGuitarEncyclopedia/page/n1/mode/2up>]

Code academy (2021). What is a Relational Database Management System? Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.codecademy.com/articles/what-is-rdbms-sql>]

Constantin, V, A. (1995). *Fuzzy logic and NeuroFuzzy applications explained*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR.

Clark, A. (2011). Pillow. Преземено на 01, 2021 од: [<https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>]

Cross, N. (2000). *Engineering Design Methods: Strategies for product design*. 3rd ed. Chichester: John Wiley and Sons.

Craftingplastics (2020). Strach based PLA and PHA. Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.craftingplastics.com>]

Crème design (2021). Gourds. Преземено на 01, 2021 од: [<http://cremedesign.com/product/gourds>]

Designson.ideo (2020). Designs on- packaging. Преземено на 07, 2020 од: [<https://designson.ideo.com/issue/packaging/>]

Developer (2005). Learn to style HTML using CSS. Преземено на 12, 2020 од: [<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/CSS>]

Design Council (2005). The “double-diamond” design process model. Преземено на 05, 2019 од: [<https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>]

Designboom (1999). Designboom, source for architecture, design and art magazine. Преземено на 09, 2020, од: [<https://www.designboom.com>]

Dezeen (2006) Online platform for for architecture, design and art. Преземено на 09, 2020, од: [<https://www.dezeen.com>]

Dictionary (2021). Parsing terminology. Преземено на 01 2021 од: [<https://www.dictionary.com/browse/parsing?s=ts>]

Dupont polymer advisor (2015). Online polymer advisor tool. Преземено на 06, 2019 од:
[<http://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/polymer-advisor-thermoplastics.html>]

Dryflex TPE (Hexpoltppe). Dryflex TPE. Преземено на 09, 2020 од: [<https://www.hexpol.com>]

Eco-echo catalog (2020). Преземено на 09, 2020 од: [<https://www.duni.com>]

Eco-Bussines (2011) Frito Lay manager outlines saga of the loud PLA Sun Chip bag. Преземено на 10, 2020 од: [<https://www.eco-business.com/news/frito-lay-manager-outlines-saga-of-the-loud-pla-sun-chip-bag/>]

Ecoware (2020). Algae. Преземено на 10, 2020 од: [<https://ecoware.in>]

ECMA (2017). The JSON data interchange syntax. Преземено на 01, 2021, од : [<https://www.ecma-international.org/publications-and-standards/standards/ecma-404/>]

Ellen MacArthur Foundation (2019). Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change. Преземено на 05, 2020, од: [www.ellenmacarthurfoundation.org/publications]

European-bioplastics (2020) European standard, EN 13432 or EN 14995 Преземено на 04, 2020 од: [<https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/standards/>]

European Parliament and of the Council on cosmetic products (2009) Regulation (EC) No 1223/2009 of the european parlament and of the council. Преземено на 05, 2020, од: [<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex:32009R1223>]

European Parliament and of the Council (2018) Commision staff working document-Impact assesment. Reducing Marine Litter: action on single use plastics and fishing gear. Преземено на 05, 2020 од: [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1591478921648&uri=CELEX:52018SC0254>]

Etsy (2020) Online marketplace platform. Преземено на 06, 2020 од: [<https://etsy.com>]

FDA (2020) Packaging & Food Contact Substances (FCS). Преземено на 06, 2020 од: [<https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/packaging-food-contact-substances-fcs>]

FDA (2019) CFR - Code of Federal Regulations Title 21. Преземено на 05, 2020 од: [<https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=878.4040>]

FDA (1999). US food and drug administration (2017) Code of Federal Regulations Sections for Cosmetics Labeling. Преземено на 7, 2020 0д: [<https://www.fda.gov/media/70788/download>]

Garvin, D, A. (1984) What does product quality mean? Преземено на 05, 2020 од: [http://www.oqrm.org/English/What_does_product_quality_really_means.pdf]

Giudice, F., La Rosa, G., Risitano, A., (2006). A Product Design for the Environment, A Life Cycle Approach. Florida, USA: CRC Press.

Granta design (2020) Standard tool for materials selection. Преземено на 07, 2020 од: [<https://grantadesign.com/teachingresource/industrial-design/>]

Grishanov, S. (2011) Structure and properties of textile materials. Woodhead Publishing Limited.

- Grun, C. (2016) Six data visualization that explain the plastic problem. Преземено на 12.2018 од:
[\[https://www.dw.com/en/six-data-visualizations-that-explain-the-plastic-problem/a-36861883\]](https://www.dw.com/en/six-data-visualizations-that-explain-the-plastic-problem/a-36861883)
- Freddi, A., & Salmon, M. (2018). Design principles and Methodologies. Cham, Switzerland, Springer International publishing.
- Hammond, A., Adriaanse, A., Rodenburg, E., Bryant, D., Woodward, R. (1995) Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Development. World Resources Institute, Washington, DC, 50 pp.
- Hasselbring, W. (2000) Programming Languages and Systems for Prototyping Concurrent Applications. CM Computing Surveys, Vol. 32, No. 1. Преземено на 01, 2021 од:
[\[http://eprints.uni-kiel.de/14607/1/ACMCS2000.pdf\]](http://eprints.uni-kiel.de/14607/1/ACMCS2000.pdf)
- Hasso Plattner Institute of Design at Stanford (2009). Design thinking process. Преземено на 04.2019 од:
[\[https://dschoolold.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf\]](https://dschoolold.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf)
- Hearle, J, W, S., Morton, W. E. (2008) Physical Properties of Textile Fibres. Woodhead Publishing Ltd.
- Hemmert, K, V. (2010). Potato chip technology that destroys your hearing. Преземено на 04, 2018 од: [\[https://gizmodo.com/5616427/sunchips-new-100-compostable-bag-is-hilariously-ear-damagingly-loud\]](https://gizmodo.com/5616427/sunchips-new-100-compostable-bag-is-hilariously-ear-damagingly-loud)
- Huang, S.H., Kuo, T.C. and Zhang, H.C. (2001) Design for manufacture and design for 'X': concepts, applications, and perspectives. Computers & Industrial Engineering, Vol. 41, No. 3, pp. 241-260.
- Hussain, U., Younis F, B., Usman, F., Hussain, T. and Ahmed, F. (2015) Comfort and Mechanical Properties of Polyester/Bamboo and Polyester/Cotton Blended Knitted Fabric. Journal of Engineered Fibers and Fabrics 61 Volume 10, Issue 2.
- Hwang, C., & Yoon, K. (Eds.) (1981) Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. A State-of-the-Art Survey. Berlin, Springer Science and Business Media.
- Hibernate (2021) What is Object/Relational Mapping? Преземено на 01, 2021 од:
[\[http://hibernate.org/orm/what-is-an-orm/\]](http://hibernate.org/orm/what-is-an-orm/)
- IBM (2010) Dr. Watson. Преземено на 08, 2020 од: [\[https://www.ibm.com/watson\]](https://www.ibm.com/watson)
- IBM knowledge center (2021) Architectural characteristics of web-based applications. Преземено на 01, 2021 од:
[\[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPEK_11.0.0/intro/src/tpc/db2z_architectureofwebapplications.html\]](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPEK_11.0.0/intro/src/tpc/db2z_architectureofwebapplications.html)
- Javapoint (2021) Entity relationships diagrams. Преземено на 01, 2021 од:
[\[https://www.javatpoint.com/software-engineering-entity-relationship-diagrams\]](https://www.javatpoint.com/software-engineering-entity-relationship-diagrams)

- Jambeck, J, R. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347 (6223), 768-771
[DOI: 10.1126/science.1260352]
- Juniper seed (2020) Paperboard material. Преземено на 08, 2020 од:
[<https://juniperseedmercantile.com>]
- Karana, E., Hekkert, P., Kandachar, P. (2007). Material consideration in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. Elsevier. *Materials and Design* 29 (2008) 1081–1089. [DOI:10.1016/j.matdes.2007.06.002]
- Karana, E. (2009). Meanings of materials (Unpublished PhD dissertation). Delft University of Technology. Netherlands. Преземено на 08, 2020 од:
[<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A092da92d-437c-47b7-a2f1-b49c93cf2b1e>]
- Karana, E., Pedgley, O. and Rognoli, V. (2014) *Materials Experience. Fundamentals of Materials and Design-Butterworth-Heinemann.*
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54.
- Kassam, A., (2020). More masks than jellyfish: coronavirus waste ends up in ocean. Преземено на 03, 2020 од: [<https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/08/more-masks-than-jellyfish-coronavirus-waste-ends-up-in-ocean>]
- Keeney, R, L & Raiffa, H. (1975). *Decision Analysis with Multiple Conflicting Objectives, Preferences and Value tradeoffs* (Preface, Chapters 1 & 2), IASCA Преземено на 04, 2020 од
[<http://pure.iiasa.ac.at/375/1/WP-75-053.pdf>]
- Keeney, R, L. (1982). *Decision Analysis: An Overview Operations Research*, Vol. 30, No. 5. (Sep. - Oct., 1982), 803-838. Преземено на 04, 2020 од
[<https://web.stanford.edu/class/cee115/wiki/uploads/Main/Schedule/OverviewDA.pdf>]
- Kershaw, P, J. (2015) *Biodegradable plastics and marine litter misonceptions, concerns and impacts on environments.* UNEP GPA.
- Kerhea (2021) PLA and PHA bottles. Преземено на 01, 2021 од: [<https://kerhea.com>]
- Kesteren, I.,(2008) *Selecting materials in product design.* Delft University of Technology. Netherlands. Преземено на 05, 2020 од:
[<https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A23ad12d6-f7a3-485b-be42-797256b9e5bc>]
- Khan, S. (2017) France bans plastic cups, plates and cutlery. Independent news Преземено на 03, 2018 од: [<https://www.independent.co.uk/news/world/europe/france-bans-plastic-cups-plates-cutlery-energy-transition-for-green-growth-a7313076.html>]
- Konda, A., Prakash, A., Moss, A., Schmoltdt, M., Grant, G, D., and Guha, S., (2020) Aerosol Filtration Efficiency of Common Fabrics Used in Respiratory Cloth Masks. *XX ACS Nano* 2020, 14, 5, 6339–6347. [DOI.org/10.1021/acsnano.0c03252]

Lazarevska, M, A., Fischer, N., Haarstrick, A., Munnich, K. (2009). A multi-criteria decision making conceptual approach to optimal landfill monitoring. In 85-96. R. De Amicis et al. (eds.), Geospatial Visual Analytics for Environmental Security. Springer.

Liquidwood (AESOP) (2020). Liquidwood. Преземено на 08, 2020 од: [<https://www.aesop-technologies.com/en/liquidwood/what-is-liquidwood/>]

Leonas, K. and Jones, C, R. (2003). The Relationship of Fabric Properties and Bacterial Filtration Efficiency for Selected Surgical Face Masks. Journal of textile and apparel, technology and management.

Love your clothes (2020) Linen fabric. Преземено на 04, 2020 од: [<https://www.loveyourclothes.org.uk/guides/fabric-focus-linen>]

Madehow (2020) Online manufacturing platform. Преземено на 03, 2020 од: [<http://www.madehow.com>]

Makedonskiinfo (2020) Digitalen recnik na makedonskiot jazik. Преземено на 08, 2020 од [<http://drmj.eu>]

Material district (1998-2021) Online platform for innovative materials. Преземено на 06, 2020 од: [materialdistrict.com]

Material connexion (2001-2021) A New York based materials information. Преземено на 08, 2018 од: [<http://www.MaterialConnexion.com>]

Matmatch (2018) Materials search platform. Преземено на 03, 2019 од: [<https://matmatch.com>]

Merriam-webster (2020) Online dictionary. Преземено на 06, 2020 од: [merriam-webster.com]

Meursing, M.(2015) Sustainability inspired materials selection app for designers (Master thesis). Delft University of Technology. Netherlands. Developed as IDEMAT dataset. Преземено на 03, 2019 од: [<http://idematapp.com>]

Mcclendon M, C., Regot, L., Akers, G. (1996) The Analysis and Prototyping of Effective Graphical User Interfaces. Преземено на 01, 2021 од: [<http://www.umsl.edu/~sauter/analysis/prototyping/intro.html>]

Mitutoyo (2020). Quick guide to surface roughness measurement. Преземено на 06, 2020 од: [https://www.mitutoyo.com/wp-content/uploads/2012/11/1984_Surf_Roughness_PG]

Moretta (2018) Review of material and manufacturing process selection criteria. Ecobulk report. Преземено на 06, 2020 од: [<https://www.ecobulk.eu/wpcontent/uploads/2018/12/D2.3-Material-and-manufacturing-process-selection-criteria.pdf>]

National academic press (2006) Characteristics of Respirators and Medical Masks. Преземено на 09, 2020 од: [<https://www.nap.edu/read/11637/chapter/4>]

Natural life magazine (2020) Bamboo textiles. Преземено на 08, 2020 од: [http://www.naturallifemagazine.com/0904/bamboo_textiles.htm]

Natureworks (2020). Ingeo. Преземено на 11, 2020 од: [<https://www.natureworksllc.com>]

NPCS Board of Consultants & Engineers (2014) Disposable Products Manufacturing Handbook.

- Open Genus IQ (2021). Model View Controller (MVC) and link with Django (MTV). Преземено на 01, 2021 од: [<https://iq.opengenus.org/model-view-controller-django/>]
- OVDesigns (2020). Coffee polymer. Преземено на 09, 2020 од: [<http://www.ovdesigns.nl>]
- Ramon (2013). PLA vs ABS plastics. Преземено на 08, 2018 од: [<https://3dinsider.com/pla-vs-abs-plastic-pros-cons/>]
- Rognoli, V., Salvia G., & Levi, M. (2011) The aesthetic of interaction with materials for design: The bioplastics' identity. DPPI'11 - Designing Pleasurable Products and Interfaces, Proceedings. [DOI:10.1145/2347504.2347540]
- Romero, J, C, R., Pardo-Ferreira, M,C., García,J,A,T., and Castro, SC. (2020) Disposable masks: Disinfection and sterilization for reuse, and non-certified manufacturing, in the face of shortages during the COVID-19 pandemic. SafSci. doi: 10.1016/j.ssci.2020.104830.
- Schneider ,G., Gohla, S., Schreiber, J., Kaden, W., Schonrock, U., Schmidt, H., Kuschel, A., (2012) Skin Cosmetics. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. [DOI:10.1002/14356007.a24_219]
- Selim, I., Lazarevska, M, A., Kandikjan, T., Sidorenko, S (2019). "Multi-attribute material information platform." In N.A.G.Z. Börekçi, D. Jones, F. Korkut, D. Özgen Koçyıldırım (Eds.), Proceedings of DRS Learn X Design 2019 Fifth International Conference for Design Education Researchers: Insider Knowledge. [DOI: 10.21606/learnxdesign.2019.17032]
- Selim, I., Kandikjan, T., Lazarevska, A., Mladenovska, D. (2018). Adaptation of ID thinking process to the demands of biodegradable plastics. poster presentation. In Gredit 2018 conference (pp.161), 22-25 March 2018. Skopje, Macedonia. [http://www.benainfo.net/gredit/doc/Book_of_Abstracts-GREDIT2018.compressed.pdf]
- Sewport (2020) The properties of bamboo fabric. Преземено на 08, 2020 од: [<https://sewport.com/fabrics-directory/bamboo-fabric>]
- SGS (2020) Certified client directory. Cosmetic packaging migration. Преземено на 07, 2020 од: [www.sgs.com/en/news/2013/04/cosmetic-packaging-migration-how-to-interpret-and-comply-with-eu]
- Shen, H. (2014). Interactive notebooks: Sharing the code. Nature. 515 (7525): 151–152. [DOI:10.1038/515151a]
- Shellworks (2020) Sea food waste. Преземено на 09, 2020, од: [<https://www.theshellworks.com>]
- Sicher, E., (2021) Peel to peel. Microbial cellulose. Преземено на 01, 2021 од: [<https://frompeeltopeel.tumblr.com>]
- Simplify3D (2020) Filament properties table. The properties of bamboo fabric. Преземено на 04, 2020 од: [<https://www.simplify3d.com/support/materials-guide/properties-table/>]
- Sinclair, R. (2015) Understanding Textile Fibres and Their Properties: What is a Textile Fibre? Materials, Design and Technology. Woodhead Publishing Series in Textiles. [DOI.org/10.1016/B978-1-84569-931-4.00001-5]

Sivertsen, C., Haegens, M., Rietmeijer, S., & Amorim, D, J, N., (2017). Skip: The learning lamp, Course Report, Department of Industrial Design, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. Преземено на: 20.08.2018 од: [<https://www.drhu.eu/reports/2017-DIII-Skip.pdf>]

Sonmez, S., & Ozden, O (2018) Barrier properties of paper and cardboard. Gecekitapligi. Ankara.

Stevens, S. (1946). On the Theory of Scales of Measurement. *Science*, 103(2684), 677-680.
Преземено на 01, 2021 од: [<http://www.jstor.org/stable/1671815>]

Sulapack (2020) woodchips. Преземено на 08, 2020 од: [<https://www.sulapac.com>]

Pahl, G., and Beitz, W. (1996). *Engineering Design. A Systematic Approach*, 2nd edition, London. Springer.

Paramasivam, V., & Senthil, V. (2009). Analysis and evaluation of product design through design aspects using digraph and matrix approach. *Int J Interact Des Manuf*, 3:13–23.

Pauget É (2020) Coronavirus waste ends up in ocean Преземено на 08, 2020 од: [<https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/08/more-masks-than-jellyfish-coronavirus-waste-ends-up-in-ocean>]

Pedgley, O. (2010). Invigorating industrial design materials and manufacturing education. *METU JFA* 2010 (27:2), 339-360. [DOI: 10.4305/METU.JFA.2010.2.19]

Performativedesign (2020). Innovative design tools for architects and engineers. Преземено на 07, 2020 од: [performativedesign.com]

Perez (2012). The IPython notebook: a historical retrospective. Преземено на 12, 2020 од: [<http://blog.fperez.org/2012/01/ipython-notebook-historical.html>]

Platt, D. K., (2007). *Biodegradable Polymers. Market Report*-Smithers Rapra Press.

Priestman Goodie. Cork. Преземено на 07, 2020 од: [<https://www.priestmangoode.com>]

Tencel (2020). Fabric produced from wood. Преземено на 04, 2020 од: [<https://www.tencel.com/about>]

Tencel clothing (2020). About tencel clothing. Преземено на 09, 2020 од: [<https://learn.eartheasy.com/guides/tencel-clothing/>]

Textile fashion study (2020). Linen fiber – physical and chemical properties of linen fiber. Преземено на 09, 2020 од: [<http://textilefashionstudy.com/linen-fiber-physical-and-chemical-properties-of-linen-fiber/>]

Thapiyal, V. (2016). Difference Between Frontend and Backend MVC – Joomla!tuts". Преземено на 01, 2021 од: [<https://web.archive.org/web/20161230230237/http://joomlatuts.net/joomla-2-5/87-how-backend-model-view-controller-mvc-works-in-joomla/98-difference-between-frontend-and-backend-mvc>]

The conversation (2020). Coronavirus face masks: an environmental disaster that might last generations forever. Преземено на 09, 2020 од: [<https://theconversation.com/coronavirus-face-masks-an-environmental-disaster-that-might-last-generations-144328>]

The guardian (2020) More masks than jelly fish: coronavirus waste ends up in ocean. Преземено на 09, 2020 од: [<https://www.theguardian.com/environment/2020/jun/08/more-masks-than-jellyfish-coronavirus-waste-ends-up-in-ocean>]

Thermalanalysis lab. (2020) What is thermal effusivity? Преземено на 11, 2020 од: [<https://thermalanalysislabs.com/thermal-effusivity-2/>]

Thompson R.C, Moore.J.C, Saal.V.S and Swan.S.H (2009) Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, The Royal Society journal.

Trifilon biolite (2021). TB material. Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.trifilon.com>]

Trinitykck (2020) Online designed charts for businesses. Преземено на 06, 2020 од: [www.trinitykck.org]

TYP (Teach yourself python) (2021). Linear or Sequential Search. Преземено на 02, 2021 од: [https://www.teachyourselfpython.com/challenges.php?a=01_Solve_and_Learn&t=7-Sorting_Searching_Algorithms&s=02a_Linear_Search]

UPM formi (2021). Eco-Ace biocomposite. Преземено на 01, 2021 од: [www.upmformi.com]

Visual paradigm (2021). What is Entity Relationship Diagram (ERD). Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.visual-paradigm.com/guide/data-modeling/what-is-entity-relationship-diagram/>]

Visionpack (2021). Aluminum VS Plastic Lip Gloss Containers, Which Type of Containers Should I Use. Преземено на 11, 2021 од [<https://www.visionpack.com/blog/aluminum-vs-plastic-lip-gloss-containers-which-type-of-containers-should-i-use/>]

Verlinden, T. (2015). Industrial design. Innovating the future. Преземено на 04, 2019 од: [<http://www.researchinlanders.be/en/thematic-papers/industrial-design/>]

W 3 (2021). 4 Conformance: requirements and recommendations. Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.w3.org/TR/REC-html40-971218/conform.html#deprecated>]

Wasara (2020). Bamboo and bagasse pulp. Преземено на 08, 2020 од: [<https://wasara.jp>]

Webstaurantstore (2003-2021). Types of disposable cups. Преземено на 01, 2021 од: [<https://www.webstaurantstore.com/guide/610/types-of-disposable-cups.html>]

William, O, T. (1978). The Codasyl Approach to Data Base Management. Wiley.

Whitaker, J, C. (2017). The RF Transmission Systems Handbook. Electronics Handbook Series. CRC Press.

Whitehead, T. J. (2015). Enhancing new product development in low income economies (Unpublished PhD dissertation). Loughborough University, Loughborough, England. Преземено на 04, 2019 од: [<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/17477/3/Thesis-2015-Whitehead.pdf>]

World Design Organization (2015). At the 29th General Assembly in Gwangju (South Korea), the Professional Practice Committee unveiled a renewed definition of industrial design. Преземено на: 10.10.2018 од [<http://wdo.org/about/definition/>]

- Yanko design (1999). Online platform for product design, technology, automotive, sustainable design.
Преземено на 09, 2020 од:[<https://www.yankodesign.com>]
- Yoe, C. (2002). Trade-Off Analysis Planning and Procedures Guidebook U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources.U.S. pp.29-50 Преземено на 09, 2020 од:
[<https://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/02-R-2.pdf>]
- Zadeh, L, A. (1968). Fuzzy algorithms. Information and Control. 12 (2): 94 102.
[DOI:10.1016/S0019-9958(68)90211-8]

Прилози

Прилог 1

Начин на комуникација со производители за биоразградливи материјали.

Пример од комуникацијата со Jeremiah Dutton од Trifilon.

(прва етапа)

Dear Trifilon team ,

My name is Indji Selim, I am a teaching assistant at Faculty of architecture and design in Skopje/Macedonia and interested in your

See More

I would kindly ask for information related to the following attributes (you can answer with yes, no or medium or no information for the related attribute). Note: Additionally I would need an information about your company in order to cite them properly in my publications. I would really appreciate if you contribute to my work.

3D printed - no
moulded - yes
extruded - yes
coatable - yes
stampable - no
drillable - yes
laser cut - yes
high temp.resistant - no
low temp.resistant - yes
chemical resistant - yes
water resistant - yes
moisture resistant - yes
oil resistant - yes
gas resistant - yes
odour resistant - yes
bacteria resistant - yes
light resistant - no
degradation time - depends on environmental conditions. Trifilon Switch = industrial compostable (<60 days)
degradation odour - minimal
degradation colour - dark organic
weight - light
elasticity - minimal
hardness - 70-90 shore D
toughness - moderate
slippery - similar to PP
warmth - similar to ABS
strenght - moderate
glossiness - BioLite/Revo = glossy, Switch = matte
reflectiveness - moderate
transparency - no
roughness - mainly depends on tooling
fluorescent - no
stickyness - no
odour - none
sound - moderate

Jeremiah Dutton
Mobile
Email:

www.trifilon.com

The logo for Trifilon, featuring the word "trifilon" in a lowercase, sans-serif font. Above the letter 'i' is a stylized green leaf-like shape.

Прилог 2

Начин на комуникација со производители за биоразградливи материјали.

Пример од комуникацијата со Jeremiah Dutton од Trifilon.

(втора етапа)

Одговорите од страна на производителот се обележани во третата колона (со плава боја) од табелата.

Dear Jeremiah,

I hope you are doing well in these current times.

I have contacted you couple of months ago regarding the needed information about your materials attributes and you were kind to send me the needed feedback.

Since, I am at the stage of completing my PhD, I would kindly ask for additional feedback, regarding the table attached within this email.

Based on my method, the table presents the attributes and their values according the understanding of industrial designers. The first column presents the application group of the material, the second presents the material attributes, the third column presents the values added according your answers in our previous mail integrated with the familiar description of designers and the last column (4th) presents the relevant options (answers) of the material attribute values.

I would kindly ask for checking the answers in the third column and filling the unfilled ones with the chosen answers form the 'option' column.

Thank you for contributing to my work,

Inci Selim

Application	TRIFILON BIOLITE	Values added according feedback	Options:
Manufacturing	molded	yes	no/yes
	extruded	Yes	no/yes
	thermoforming	No	no/yes
	softening	No	no/yes
	hardening	No	no/yes
Assembly	printable	Yes	no/ yes/easy/difficult
	drillable	Yes	no/ yes/easy/difficult
	laser cut	Yes	no/ yes/easy/difficult
	coatable	Yes	no/ yes/easy/difficult
	UV coatable	Yes	no/ yes/easy/difficult
	glueable	Yes	no/ yes/easy/difficult
Resistance properties	engraving	Yes	no/ yes/easy/difficult
	water resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	moisture resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	oil resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	dust resistant	Similar to Polymer	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	high temp. resistant	No	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	low temp. resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	odor resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	bacteria resistant	Yes	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	light resistant	No	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
Ergonomical	shrinkage resistant	similar to polymer	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	weight loss resistant	similar to polymer	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	scratch resistant	similar to polymer	no/ yes/ similar to natural/ polymer/ ceramics/ metal
	weight	Similar to natural	Similar: polymerfoam/natural/polymer/ceramics/ metal
	strength (tensile)	Similar to leather (20-26) Mpa	cork (0.5-2.5) Mpa/ leather (20-26) Mpa/ bamboo (36-45) Mpa/wood (60-100) Mpa
	hardness	similar to polymer	similar to polymer foam/ natural/ polymer/ non-tech ceramics/ metal/ tech-ceramics
	stiffness	similar to natural	flexible/ similar: polymer/ natural /ceramics/ metal/stiff
	slippery	similar to polymer	similar to polymer/ wood-leather/ ceramics-glass/ metal
	warmth	similar to polymer	similar to polymer/ wood-leather/ ceramics-glass/ metal
	roughness	depends on tooling	Smooth/ non periodic roughness/ periodic roughness/ depends on tooling/ depends on mold
Aesthetical	massiveness	Massive	Massive/ airy/ hollow
	glossiness	Semi-gloss	dead matte/ matte/ eggshell/ semi-gloss/ full gloss/ mirror/ depends on mold
	reflectiveness	moderate 30%-50%	non-reflective, low 10%-30%, moderate 30%-50%, reflective 50%-70%, high 70%-100%
	transparency	opaque	opaque, translucent, transparent, optically clear
	stickiness	Dry-touch	dry touch, waxy feel, sticky after time, sticky from liquid, sticky from low. temp, sticky from high. temp
	odor	odorless	odorless, bitter, sweet, natural, unfavorable, low intensity, high intensity
sound	dull	muffled, dull, sharp, resonant, ringing, low pitched, high pitched	

Прилог 3

Пополнување на библиотека (одредување на биоразградливи материјали според спроведеното истражување)

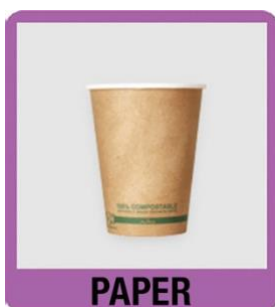
За производот, чаша за еднократна употреба, приложени се следните материјали:

Тиква (анг. gourd/pumpkin)



ТИКВА (GOURD/PUMPKIN)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	не	1
ЗД печатење	да	2
обновување	не	1
боење	не	1
можност за гравирање	не	1
дупчење	да	2
ласерско сечење	не	1
печатење	да	2
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на абење	да	2
отпорност на влага	не	1
отпорност на кинење	не	1
отпорност на бактерии	слично на природни мат. (брзо)	1
тежина	слично на полимерни пени	1
јакост на истегнување	дрвена плута (0.5-2.5 Мра)	1
лизгавост	слично на дрво/кожа	2
топлина	слично на дрво/кожа	2
грубост	непериодична грубост	2
можност за миење	не	1
микробранова печка	не	1
сјајност	целосен(на) мат	1
транспарентност	непросирен(на)	1
лепливост	сув допир	1
вкус	слатко	3
мирис	природен(на)	4
звук	тап	1

Хартија (анг.paper)



ХАРТИЈА (PAPER)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	не	1
термообликување	да	2
ЗД печатење	не	1
обновување	не	1
боење	да	2
можност за гравирање	да	2
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
печатење	да	2
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на абење	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на кинење	зависи од калап/форма	7
отпорност на бактерии	слично на природни мат. (брзо)	1
тежина	слично на полимерни пени	1
јакост на истегнување	дрвена плута (0.5-2.5 Мра)	1
лизгавост	слично на дрво/кожа	2
топлина	слично на дрво/кожа	2
грубост	зависи од алатките	4
можност за миење	не	1
микробранова печка	да	2
сјајност	зависи од калапот	7
транспарентност	непросирен(на)	1
лепливост	сув допир	1
вкус	не воочлив(а)	1
мирис	природен(на)	4
звук	тап	1

Полимлечна киселина (ПЛА) (анг.Polylactic acid - PLA)



ПЛА (Polylactic acid-PLA)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	да	2
ЗД печатење	да	2
обновување	не	1
боење	да	2
можност за гравирање	не	1
дупчење	тешко	4
ласерско сечење	да	2
печатење	да	2
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на абење	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на кинење	да	2
отпорност на бактерии	слично на полимери (низ години)	2
тежина	слично на полимери	3
јакост на истегнување	бамбус (36-45 Мра)	3
лизгавост	слично на полимери	1
топлина	слично на полимери	1
грубост	зависи од калапот	5
можност за миење	рачно/ладна вода	2
микробранова печка	не	1
сјајност	зависи од калапот	7
транспарентност	бистар(а)	4
лепливост	сув допир	1
вкус	не воочлив(а)	1
мирис	низок интензитет	6
звук	резонантен(на)	4

Полиетлинен 2,5 фурандикарбоксилат (ПЕФ) (анг. Polyethylene 2,5-furandicarboxylate – PEF)



ПХА (Polyhydroxyalkanoates-ПНА)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	да	2
ЗД печатење	да	2
обновување	не	1
боење	да	2
можност за гравирање	не	1
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
печатење	да	2
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на абење	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на кинење	да	2
отпорност на бактерии	слично на полимери (низ години)	2
тежина	слично на полимери	3
јакост на истегнување	кожа (20-26 Мра)	2
лизгавост	слично на полимери	1
топлина	слично на полимери	1
грубост	зависи од калапот	5
можност за миење	машинско перење	4
микробранова печка	не	1
сјајност	зависи од калапот	7
транспарентност	пропушта светлина	2
лепливост	сув допир	1
вкус	низок интензитет	5
мирис	низок интензитет	6
звук	нејасен(на)	2

Полихидроксиалканоати (ПХА) (анг. Polyhydroxyalkanoates – PHA)



ПЕФ (Polyethylene 2,5-f.b)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	да	2
ЗД печатење	да	2
обновување	не	1
боење	да	2
можност за гравирање	не	1
дупчење	да	2
ласерско сечење	не	1
печатење	да	2
отпорност на UV зрачење	слично на природни мат.	3
отпорност на абење	слично на природни мат.	3
отпорност на влага	слично на природни мат.	3
отпорност на кинење	слично на природни мат.	3
отпорност на бактерии	слично на полимери (низ години)	2
тежина	слично на полимери	3
јакост на истегнување	дрво (60-100 Мра)	4
лизгавост	слично на полимери	1
топлина	слично на полимери	1
грубост	зависи од алатките	4
можност за миење	рачно/топла вода	3
микробранова печка	не	1
сјајност	целосен(но) сјај	5
транспарентност	просирен(на)	3
лепливост	сув допир	1
вкус	не воочлив(а)	1
мирис	без мирис	1
звук	висок тон	7

Прилог 4

Пополнување на библиотека (одредување на биоразградливи материјали според спроведеното истражување)

За производот, туба за кармин, приложени се следните материјали:

ТБ (анг. trifilon biolite – ТВ)



ТБ (TRIFILON BIOLITE)	менливи критериуми	вредност
обликување во капап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	не	1
омекнување	не	1
стврдување	не	1
печатење	да	2
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
боење	да	2
UV боење	да	2
можност за лепење	да	2
можност за гравирање	да	2
отпорност на вода	да	2
отпорност на влага	да	2
отпорност на масло	да	2
отпорност на нечистоти	слично на полимери	4
отпорност на висока темп.	не	1
отпорност на ниска темп.	да	2
отпорност на мирис	да	2
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на собирање	слично на полимери	4
отпорност на нам. тежина	слично на полимери	4
отпорност на гребнатинки	слично на полимери	4
тежина	слично на природни мат.	2
јакост на истегнување	кожа (20-26 Мра)	2
јакост	слично на полимери	4
цврстина	слично на природни мат.	3
лизгавост	слично на полимери	1
топлина	слично на полимери	1
грубост	зависи од алатките	4
масивност	масивен(на)	1
сјајност	полу-сјаен	4
рефлективност	средна (30%-50%)	3
транспарентност	непросирен(на)	1
лепливост	сув допир	1
мирис	без мирис	1
звук	нејасен(на)	2

Картон (анг. cardboard)



КАРТОН (CARDBOARD)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	не	1
термообликување	да	2
омекнување	да	2
стврднување	да	2
печатење	да	2
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
боење	да	2
UV боење	да	2
можност за лепење	да	2
можност за гравирање	да	2
отпорност на вода	слично на природни мат.	3
отпорност на влага	слично на природни мат.	3
отпорност на масло	слично на природни мат.	3
отпорност на нечистотии	слично на природни мат.	3
отпорност на висока темп.	слично на природни мат.	3
отпорност на ниска темп.	слично на природни мат.	3
отпорност на мирис	слично на природни мат.	3
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на собирање	не	1
отпорност на нам. тежина	не	1
отпорност на гребнатинки	не	1
тежина	слично на полимерни пени	1
јакост на истегнување	кожа (20-26 Мра)	2
јакост	слично на природни мат.	1
цврстина	слично на полимери	2
лизгавост	слично на дрво/кожа	2
топлина	слично на дрво/кожа	2
грубост	мазен(на)	1
масивност	масивен(на)	1
сјајност	целосен(на) мат	1
рефлективност	без рефлексија	1
транспарентност	непросирен(на)	1
лепливост	сув допир	1
мирис	природен(на)	4
звук	тап	1

Arcbiox



ARCBIOX	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	да	2
омекнување	не	1
стврднување	не	1
печатење	да	2
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
боење	да	2
UV боење	да	2
можност за лепење	не	1
можност за гравирање	да	2
отпорност на вода	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на масло	да	2
отпорност на нечистотии	да	2
отпорност на висока темп.	да	2
отпорност на ниска темп.	да	2
отпорност на мирис	да	2
отпорност на UV зрачење	да	2
отпорност на собирање	да	2
отпорност на нам. тежина	да	2
отпорност на гребнатинки	да	2
тежина	слично на природни мат.	2
јакост на истегнување	дрво (60-100 Мра)	4
јакост	слично на полимери	3
цврстина	слично на полимери	2
лизгавост	слично на полимери	1
топлина	слично на полимери	1
грубост	зависи од калапот	5
масивност	масивен(на)	1
сјајност	полу-сјаен	4
рефлективност	без рефлексија	1
транспарентност	непросирен(на)	1
лепливост	сув допир	1
мирис	без мирис	1
звук	нејасен(на)	2

Био целулоза (анг. microbial cellulose)



БИО ЦЕЛУЛОЗА (MICROBAL CELLULOSE)	менливи критериуми	вредност
обликување во калап	да	2
екструдирање	да	2
термообликување	да	2
омекнување	да	2
стврднување	да	2
печатење	да	2
дупчење	да	2
ласерско сечење	да	2
боење	да	2
UV бојење	да	2
можност за лепење	тешко	4
можност за гравирање	тешко	4
отпорност на вода	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на масло	не	1
отпорност на нечистотии	да	2
отпорност на висока темп.	слично на природни мат.	3
отпорност на ниска темп.	да	2
отпорност на мирис	не	1
отпорност на UV зрачење	не	1
отпорност на собирање	не	1
отпорност на нам. тежина	да	2
отпорност на гребнатинки	не	1
тежина	слично на природни мат.	2
јакост на истегнување	кожа (20-26 Мра)	2
јакост	слично на природни мат.	2
цврстина	флексибилен(на)	1
лизгавост	слично на дрво/кожа	2
топлина	слично на дрво/кожа	2
грубост	мазен(на)	1
масивност	масивен(на)	1
сјајност	целосен(но) сјај	5
рефлективност	рефлективен(а) (50%-70%)	4
транспарентност	пропушта светлина	2
лепливост	сув допир	1
мирис	природен(на)	4
звук	тап	1

Прилог 5

Пополнување на библиотека (одредување на биоразградливи материјали според спроведеното истражување)

За производот – медицинска маска, приложени се следните материјали:

Памук (анг. cotton)



ПАМУК (СОТТОН)	менливи критериуми	вредност
плетено	да	2
ткаено	да	2
модерно предење	да	2
боење	да	2
втиснување	да	2
сечење	да	2
шиеење	да	2
преклопување	да	2
отпорност на електрицитет	слично на памук (добро)	4
отпорност на ветер	ткаенина (ниско)	3
отпорност на вода	слично на памук (добро)	4
отпорност на влага	слично на памук (добро)	4
отпорност на бактерии	слично на памук (одлично)	4
отпорност на UV зрачење	слично на памук (просечно)	3
отпорност на висока темп.	слично на памук (добро)	4
отпорност на прашина	слично на памук (добро)	4
отпорност на лупење	слично на памук (добро)	4
густина	памук (1.54 g/cm ³)	4
еластичност	памук (многу добро)	3
дебелина	15 μ m (памук)	2
јакост на предиво	густо предиво	3
лизгав	слично на памук (слабо)	1
топлина	слично на памук	3
пери-носи	слично на памук (добро)	3
мекост	слично на памук (добро)	2
мазност	слично на памук (слабо)	4
сјајност	слично на памук (слабо)	1
униформност	слично на памук (слабо)	1
обновување на стутканост	слично на памук (слабо)	1
мирис	без мирис	1

Ткаенина од бамбус (анг. bamboo fabric)



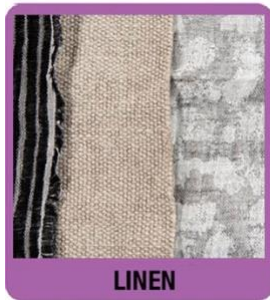
БАМБУС (BAMBOO FABRIC)	менливи критериуми	вредност
плетено	да	2
ткаено	да	2
модерно предење	да	2
боење	да	2
втиснување	да	2
сечење	да	2
шиење	да	2
преклопување	да	2
отпорност на електрицитет	слично на вискоза (многу добро)	5
отпорност на ветер	да	2
отпорност на вода	не	1
отпорност на влага	слично на вискоза (слабо)	3
отпорност на бактерии	слично на волна (просечно)	2
отпорност на UV зрачење	слично на полипропилен (добро)	4
отпорност на висока темп.	слично на полиестер (слабо)	3
отпорност на прашина	слично на памук (добро)	4
отпорност на лупење	слично на полиестер (слабо)	3
густина	акрил (1.16 g/cm ³)	2
еластичност	лен (одличен)	4
дебелина	6 μm (свила)	1
јакост на предиво	средно предиво	2
лизгав	слично на памук (слабо)	1
топлина	слично на волна	4
пери-носи	слично на полиестер (многу добро)	4
мекост	слично на вискоза (многу добро)	3
мазност	мазно	1
сјајност	слично на полиестер (многу добро)	3
униформност	слично на полиестер (добро)	2
обновување на стутканост	слично на полиестер (многу добро)	3
мирис	без мирис	1

Tencel lyocell



TENCEL LYOCCELL	менливи критериуми	вредност
плетено	да	2
ткаено	да	2
модерно предење	да	2
боење	да	2
втиснување	да	2
сечење	да	2
шиење	да	2
преклопување	да	2
отпорност на електрицитет	да	2
отпорност на ветер	винил (средно)	4
отпорност на вода	слично на вискоза (слабо)	3
отпорност на влага	да	2
отпорност на бактерии	слично на памук (одлично)	4
отпорност на UV зрачење	слично на полипропилен (добро)	4
отпорност на висока темп.	слично на памук (добро)	4
отпорност на прашина	слично на памук (добро)	4
отпорност на лупење	слично на памук (добро)	4
густина	полипропилен (0.9 g/cm ³)	1
еластичност	лен (одличен)	4
дебелина	6 μm (свила)	1
јакост на предиво	густо предиво	3
лизгав	слично на полиестер (одлично)	4
топлина	слично на полиестер	2
пери-носи	слично на памук (добро)	3
мекост	слично на вискоза (многу добро)	3
мазност	мазно	1
сјајност	слично на памук (слабо)	1
униформност	слично на вискоза (многу добро)	3
обновување на стутканост	слично на памук (слабо)	1
мирис	без мирис	1

Лен (анг. linen)



ЛЕН (LINEN)	менливи критериуми	вредност
плетено	да	2
ткаено	да	2
модерно предење	да	2
боење	тешко	4
втиснување	да	2
сечење	да	2
шиење	да	2
преклопување	да	2
отпорност на електрицитет	да	2
отпорност на ветер	да	2
отпорност на вода	не	1
отпорност на влага	не	1
отпорност на бактерии	да	2
отпорност на UV зрачење	да	2
отпорност на висока темп.	да	2
отпорност на прашина	да	2
отпорност на лупење	да	2
густина	памук (1.54 g/cm ³)	4
еластичност	полиестер (слабо)	1
дебелина	15 μm (памук)	2
јакост на предиво	густо предиво	3
лизгав	слично на најлон (многу добро)	3
топлина	слично на памук	3
пери-носи	слично на памук (добро)	3
мекост	слично на памук (добро)	2
мазност	мазно	1
сјајност	слично на вискоза (многу добро)	2
униформност	слично на памук (слабо)	1
обновување на стутканост	слично на памук (слабо)	1
мирис	без мирис	1