

маг. инж. Мима Кръстева Пенкова

**ИЗСЛЕДВАНЕ НА ФАКТОРИТЕ ОПРЕДЕЛЯЩИ ИЗБОРА НА
ТЕХНОЛОГИЧНИ МЕТОДИ ЗА УСТОЙЧИВО ПРОИЗВОДСТВО НА
СПОРТНО-ФУНКЦИОНАЛНИ ОБЛЕКЛА**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен
„ДОКТОР“

Докторска програма
„Технология на шевното производство“

Научни ръководители:
доц. д-р инж. Диана Райчева Балабанова

доц. д-р инж. Магдалена Цветанова Павлова

Ямбол
2026 г.

Дисертационният труд се състои от увод, цел и задачи, пет глави, общи изводи, научно-приложни и приложни приноси, библиография и четири приложения – общо 263 страници. Използваната литература включва 473 литературни източници. От тях, 11 са на кирилица и 462 на латиница. Дисертацията съдържа 99 фигури и 15 таблици. Номерата на включените в автореферата фигури, таблици и цитирания съвпадат с тези в дисертационния труд.

Дисертационният труд е обсъден и насрочен за защита на заседание на катедра „Машинно инженерство“ към факултет „Техника и технологии“ при Тракийски университет – Стара Загора, състояло се на 16.06.2026г

Защитата на дисертационния труд ще се състои на2026 г. от..... часа в зала, на университета, на открито заседание пред научно жури, назначено от ректора на Тракийски университет.

Материалите на докторанта са на разположение на заинтересованите в катедра „Машинно инженерство“.

Автор: маг. инж. Мима Кръстева Пенкова:

Тема: „Изследване на факторите определящи избора на технологични методи за устойчиво производство на спортно-функционални облекла “.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Спортно-функционалните облекла са клас от функционалното облекло, проектирани и разработени за оптимизиране на антропометричните и физиологичните показатели. То е най-гъвкавият и динамично развиващ се клас в текстилната и шевна индустрия. Проектирането му е сложен и итеративен процес, базиран на обективна оценка на потребителски изисквания. Този вид облекла трябва да отговарят на специфични изисквания като физиологични (включващи терморегулацията, дишаемостта и управлението на влагата), биомеханични (осигуряващи динамиката на движенията), ергономични (свързани с антропометричното съответствие, конструкцията и комфорта) и психологични (отговарящи за субективното усещане за комфорт, естетика и увереност).

Текстилната и шивашка индустрия са едни от най-замърсяващите индустрии в световен мащаб, което провокира водещите брандове да инвестират в устойчив продукт и устойчива производствена система.

От видовете спортно-функционални облекла, якетата и елеците се характеризират с най-голямо асортиментно и моделно разнообразие. Те обединяват най-новите технологични разработки, актуални са през всички сезони на годината, използват се не само от спортисти, а за дейности на открито, за отдых и за ежедневно облекло. В тази връзка изследването на факторите, определящи избора на технологични методи за устойчиво производство на спортно-функционални облекла е актуален въпрос и правилното му решаване определя качеството и ефективността на производството.

Цел на дисертационния труд:

Усъвършенстване на технологичните процеси при изработване на спортно-функционално облекло чрез прилагане на ключови фактори за устойчивост и минимизиране на екологичния отпечатък от производство и потреблението му.

За постигане на целта се решават следните **задачи**:

1. Да се анализират факторите за устойчивост на производството на спортно-функционални облекла и се направи оценка на значимостта им.
2. Да се анализират видовете материали и технологии, осигуряващи изработване на устойчиво спортно функционално облекло.
3. Да се проучи мнението на специалисти относно факторите за устойчивост.
4. Да се разработи устойчив метод за проектиране на спортно- функционални якета.
5. Да се проектират авторски модели на спортно-функционални якета, чрез разработения метод.
6. Да се разработи устойчив метод за организация на технологичните процеси при производството на спортно-функционални якета.
7. Да се разработи технологична документация за производство на спортно-функционални якета.
8. Провеждане на експерименти и отчитане на резултатите от прилагането на разработения метод за организация на технологичните процеси при производството на спортно-функционални якета.

Обект на изследването

Технологичните процеси за производството на спортно-функционално облекло.

Предмет на изследването

Факторите, осигуряващи устойчивост на облеклото и производството му.

Методи за изследване

- Провеждане на интервюта, анкетно проучване, клъстерен анализ и анализ на главните компоненти за проучване и анализ на фактори, които осигуряват устойчивост на облеклото и фактори, определящи избора на технологичен метод за устойчиво производство на облекло;
- Изследване с методите анализ на главните компоненти и анализ на съответствията на взаимовръзките между основни характеристики на спортното-функционалното облекло, на взаимовръзките между видовете изолационни пълнежи, както и между техни характеристики.

Научна новост

- Установени са ключови фактори за осигуряване на устойчивост на спортно-функционалното облекло и тяхната значимост при избора на технологичен метод за производството му.
- Създаден е нов подход за проектиране на технологичните процеси и генериране на технологична документация за устойчиво производство на високотехнологично спортно-функционално облекло.
- Разработена е методика за създаване на техническата документация за изработване на устойчиви спортно-функционални якета, чрез интегриране на принципа на модулното облекло.
- Разработен е нов дигитален инструмент – уеб приложение, чрез което се проектират персонализирани модулни спортно-функционални якета за дейности на открито и се генерират технологични последователности за производството им, на базата на предварително дефинирани технологични карти.

Приложимост и полезност

Направеното изследване и оценка на факторите и разработения кратък списък с ключови фактори, предоставя научнообоснован избор за вземане на информирани управленски и технологични решения. Получените знания за функционалните характеристики на изолационните пълнежи са полезни и могат да се прилагат за обосновка на прецизия им подбор при проектирането на нови моделни варианти на спортно-функционалните якета. Разработената нова методика за създаване на техническа документация за производство на устойчиво модулно облекло, въвежда изисквания към дизайна и процесите. Разработената технологична документация за изработване на моделите, осигурява възможност за внедряване на моделите в масовото производство на облекло.

Апробация

Резултати от дисертационния труд са представени на международни научни конференции, организирани от Тракийски университет – Стара Загора, Факултет „Техника и технологии“ – Ямбол и Факултетът по машинно инженерство към Политехническия университет в Тирана.

Публикации

Резултатите от работата си по дисертационния труд са представени в 4 публикации, от които:

- 1 статия в издание, реферирано и индексирено в Scopus;
- 3 статии в българско научно списание с научно рецензиране;
- Всички публикации са на английски език
- Във всички публикации докторантът е първи автор

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава Първа. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

В глава първа е проведено проучване на 347 наши и чужди източници, отнасящи се за развитието на функционалното и спортно-функционалното облекло и за развитието на концепцията за устойчивост в шивашката индустрия. Анализирани са факторите за устойчивост, техническите иновации и дигиталната трансформация в шевната индустрия. Изследван е асортимента на спортно-функционалните облекла на 10 избрани марки произвеждащи такива облекла през периода 2021-2025 година. Проведено е изследване и на категориите спортно-функционални якета и елечи през периода 2021-2025 г. Анализирани са тенденциите в продуктовото развитие на асортимента на спортно-функционалните облекла, якетата и елечите. Определени са целта и задачите на дисертационния труд.

1.13. Изводи от направеното литературно проучване

Създаването на спортно-функционално облекло, води до качествени промени на представянето на хората, подобрявайки тяхната физическата активност, комфорт и безопасност, чрез интегриране на специфични текстилни и дизайнерски решения. Установените категории на функционалните облекла в проучените литературни източници, предостави възможност да се допълни класификацията им с нова категория - „всекидневна функционално облекло“, която да обединява облеклата, предназначени за ежедневна употреба, но с добавена функционалност. В проучените литературни източници е установена тенденция на утвърждаване на концепцията за устойчивото развитие. Научните изследвания, относно устойчивия преход в текстилната индустрия, са установили, че гарантирането на защита на работниците и околната среда изисква прилагане на високи стандарти и прозрачност в производствените практики, за което са приети редица международно признати стандарти и сертификати. В проучените литературни източници устойчивото производство в текстилната индустрия се разглежда като съвкупност от практики, чрез които се минимизират негативното въздействие върху околната среда. Установено е, че съществуват редица предизвикателства пред шевната индустрия в България при прехода от линейна към кръгова икономика. Наблюдава се пряка зависимост между осведомеността на потребителите относно устойчиви материали и практики и желанието им за закупуване на устойчива мода. Установено е, че все повече потребители ценят дълготрайността на облеклата, възможността за поправка и екологичната им сертификация. Наблюдава се, че Висшето образование в България все още не е напълно интегрирало устойчивото развитие в учебните програми, а повечето програми, свързани с устойчивост, не са обвързани с Целите на ООН. Установено е, че автоматизацията на производствените процеси, дигитализацията и симулирането допринасят за повишаване на ефективността, качеството и за намаляване на текстилните отпадъци. В научната литература са публикувани изследвания на приложенията на високотехнологичния сектор в модната индустрия, чрез които се намаляват отпадъците и се увеличава енергийната ефективност, както и различни производствени практики и системи, чрез които се цели постигане на устойчиво управление на производствените процеси. Наблюдава се тенденция за налагане на концепцията за адаптивна мода, която предлага нов начин на мислене за облеклото, както и като ефективен метод срещу модела на „бързата мода“. Установено е, че устойчивостта в спортно-функционално облекло има смисъл само, ако запази своите високи физиологични показатели (терморегулация, дишаемост, управление на влагата, UV защита). Налице е преход от масово производство към персонализирано, съвременният потребител търси облекло, съобразено с неговата специфична анатомия и комфорт, въпреки по-високата цена.

Установено е, че с най-бързи темпове на развитие и най-голямо приложение през периода 2021-2025 година е спортно-функционалното облекло.

Налице е тенденция за прогрес през последното десетилетие на сектора на якетата и елеците, особено на тези които са предназначени за дейности на открито (outdoor) и в спортен стил. Установява се постоянна тенденция на представяне на якетата с изолация от естествени материали. Якетата и елеците са артикулите с най-висока техническа сложност в продуктовото разнообразие. Елеците заемат сравнително нисък дял от 4%, но често използват същите материали (лицев плат, изолационни материали, хастар и др.), както при якетата. Те са междинна категория, която често се свързва с многослойно обличане, характерно при дейности на открито (outdoor).

Глава Втора. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ФАКТОРИТЕ, ФОРМИРАЩИ УСТОЙЧИВОСТ НА ПРОИЗВОДСТВОТО НА ОБЛЕКЛА

Изследването на факторите, формиращи устойчивост на производството на облекла е проведено в два последователни етапа. Първият етап включва изследване на професионалните гледни точки на специалисти от модния и текстилен сектор, относно основните фактори, генериращи устойчивост, направено с цел да се подпомогне формулирането и прилагането на ефективни стратегии за преход към устойчиво производство. Във вторият етап е направено изследване и оценка на значимостта на факторите, осигуряващи устойчивост на продуктите и процесите при производството на облекла.

2.1. Изследване на възприятията на специалисти относно устойчивото развитие в модния и текстилен сектор в България.

За да се идентифицират основните предизвикателства, възприятия и възможности на текстилната и модна индустрия в България относно устойчивостта, от гледна точка на специалисти, е направено емпирично изследване, посредством интервюта с експерти, представители на шевни фирми от България.

Таблица 2.1. Локации на специалистите участвали в интервютата и тяхната локация

Специалист	Локации на фирмите	Географски координати WGS84)
S1	Трявна, България	42.8767N, 25.4988E
S2	Ямбол, България	42.4842N, 26.5035E
S3	Благоевград, България	42.0119N, 23.0897E
S4	Бургас, България	42.5048N, 27.4626E
S5	Пловдив, България	42.1354N, 24.7453E
S6	Пловдив, България	42.1354N, 24.7453E
S7	Хасково, България	41.9347N, 25.5556E
S8	Пловдив, България	42.1354N, 24.7453E
S9	Пловдив, България	42.1354N, 24.7453E
S10	Велико Търново, България	43.0757N, 25.6172E
S11	Асеновград, България	42.0082N, 24.8773E

Анализирани са мненията им относно теми, като устойчиви предизвикателства, ролята на потребителите, сътрудничество между организации, технологичен напредък, образователни процеси и лична ангажираност.

За да се идентифицират повтарящи се модели и групи със сходни възприятия, са приложени клъстерен анализ и анализ на главните компоненти, които позволяват диференцирането на специалистите според концептуална и географска близост. Въпросите в интервютата са структурирани в седем основни теми и разкриват редица зависимости между географското местоположение, организационната култура и личната мотивация на интервюираните.

Проведени са общо 11 интервюта с експерти, част от които са собственици на избраните фирми, а останалите заемат ръководни позиции в тях. Имената на специалистите са кодирани от S1 до S11, локациите и географското разположение на фирмите са показани в таблица 2.1.

2.1.4. Резултати от проведеното изследване

След обработка на получените резултати се установи, че дадените от специалистите отговори на зададените въпроси, могат да се групират в седем подтеми на основните теми с въпроси.

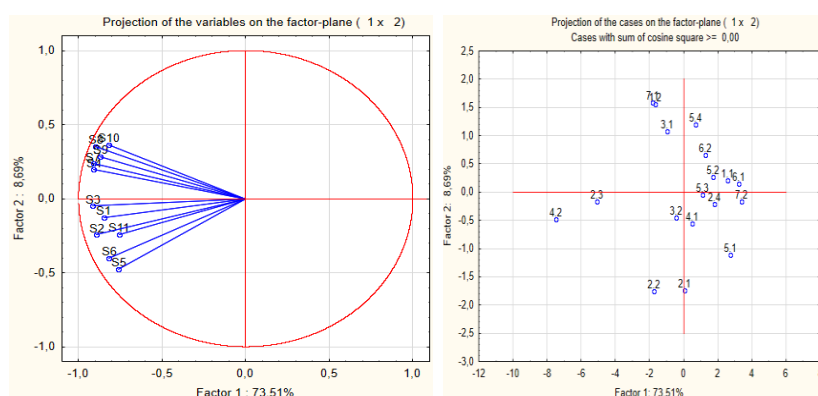
От анализа на резултатите от клъстерния анализ може да се обобщи, че локацията на експертите има роля, но не е единственият фактор, който формира възприятията им по поставените теми, влияния оказват организационната култура, професионалният опит и личните приоритети на участниците.

2.1.6. Резултати от анализа на главните компоненти (PCA)

Направен е анализ на главните компоненти, резултатите от който са представени на фигура 2.5.

Получените резултати допълват и усъвършенстват тези от достъпната литература в областта на устойчивото развитие, като конкретизират как възприятията на специалистите от модния и текстилния сектор в България надграждат вече известни теоретични и практични модели.

Резултатите от това изследване добавят ново знание, като показват, че личната инициатива и адаптивност в нестабилна среда са възприети от специалистите дори като по-значими от институционалната подкрепа.



а) за специалисти

б) по кодове

Фигура 2.5. Анализ на главните компоненти за мненията на специалистите и групиране на подкатегориите

2.2. Изследване и оценка на значимостта на факторите, осигуряващи устойчивост продукта и на производството на облекла

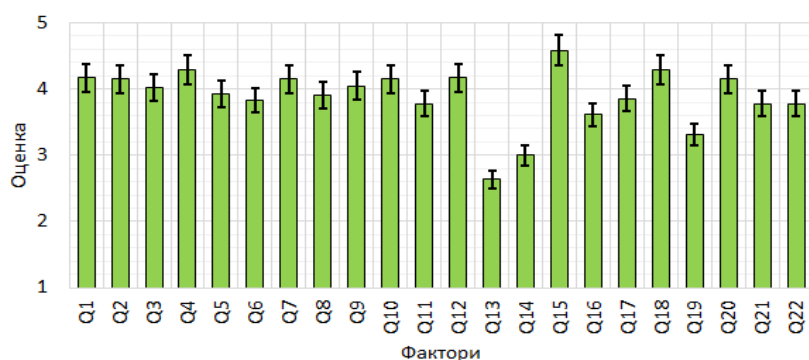
Производството на облекло е процес зависещ от множество външни и вътрешни фактори, технологични, социални и икономически. Влиянието на тези фактори е различно спрямо конкретното производство, размер на предприятието, вид на производството, местоположение и други специфични характеристики. За да бъде успешно управлението на производствения процес, се изисква постоянен анализ и оценка на влияещите фактори.

За да се отговори на това предизвикателство, се разработват различни методи, които да установят влиянието на факторите върху въздействието на производството на облекло и как то се отразява на околната среда. В тази връзка за оценяване на важността на факторите е направено анкетно-експертно проучване.

2.2.1. Метод на изследването

Изследването е проведено чрез Гугъл формуляри (Google Inc., Googleplex, Mountain View, California, U.S.), като са спазени всички изисквания на етичния кодекс на Тракийски университет – Стара Загора, България. За оценка на факторите е използвана 5-бална Ликертова скала (1-напълно не е важен до 5-напълно е важен съответния фактор) [156]. Пет-балната скала е избрана в съответствие, с препоръките, представени от Aybek et al. [27].

Факторите са оценени от 41 специалисти в областта на модната индустрия. Ликертова скала и данните от анкетното проучване са обработени с метод анализ на главните компоненти (PCA). Въпросите от анкетното проучване са организирани в два раздела. В първият са включени въпросите относно проучване на факторите, които определят производството на облекло за екологично и устойчиво; а във вторият – въпросите отнасящи се до факторите, от които зависи изборът на технологичен метод, за да бъде производството устойчиво.



(Всички данни имат статистически значима разлика при $p < 0,05$)

Фигура 2.10. Оценка на факторите, които определят производството на облекло за екологично и устойчиво

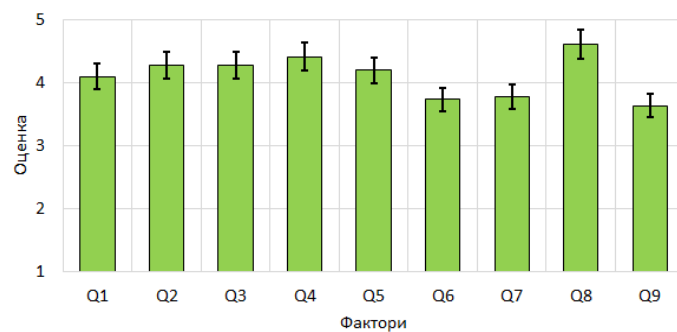
2.2.6. Анализ на резултатите от оценяването на факторите по първи раздел.

Анализиран са резултатите от оценяването на факторите по раздел 1, отнасящи се до определяне на производството на облекло за екологично и устойчиво.

На фигура 2.10 са показани резултатите от анкетното проучване.

2.2.7. Анализ на резултатите от оценяването на факторите по втори раздел.

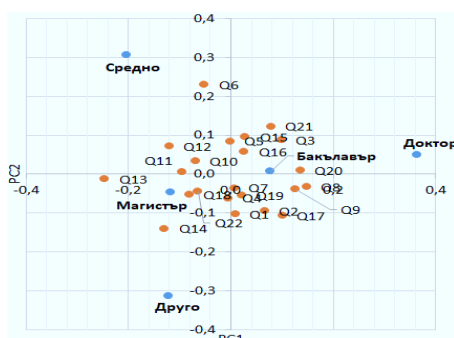
Повечето фактори са получили сравнително висока оценка, което предполага, че участниците в проучването ги считат за важни при избора на технологични решения. Въпреки високите оценки на факторите, има статистически значими различия между тях. Това показва, че някои фактори се считат за по-важни от други при вземането на решения за устойчиво производство. (фиг. 2.11).



(Всички данни имат статистически значима разлика при $p < 0,05$)

Фигура 2.11. Оценка на факторите, от които зависи изборът на технологичен метод, за да бъде производството устойчиво

2.2.8. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти, в зависимост от образователната им степен.



Фигура 2.12. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от образователната им степен

На фигура 2.12 са показани резултати за влияние на образователната степен на респондентите при оценка на факторите от първи раздел. Установява се, че различните образователни степени се разпределят в пространството и респондентите от двете най - големи образователни групи имат сходни възприятия относно различните фактори.

2.2.9. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти, в зависимост от тяхната възраст.

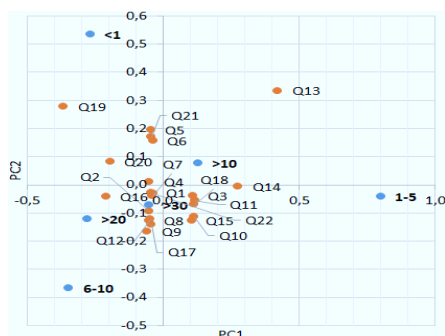
Получени са резултатите за влияние на възрастта на респондентите при оценка на факторите по първи раздел, показани на фигура 2.13. Анализът на резултатите дава знания за това как възрастта влияе върху възприятията и ценностите на експертите по отношение на конкретните фактори, които са изследвани.



Фигура 2.13. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от тяхната възраст

Установява се, че има определени различия в начина, по който различните възрастови групи оценяват факторите, но можем да потвърдим, че средните възрастови групи, които са 88% от респондентите са оценили като най - значими повече от един фактор.

2.2.10. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти, в зависимост от професионалният им опит по първи раздел.

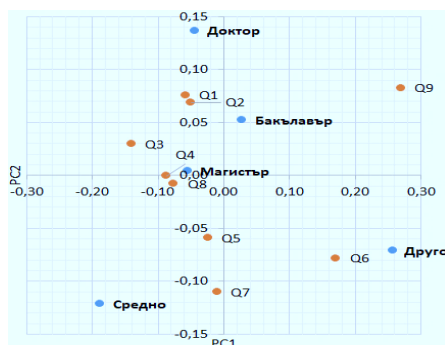


Фигура 2.14. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от техния професионален опит

Получени са нормираните стойности на осреднените оценки на респондентите по първи раздел, според техния професионален опит (фиг. 2.14). Респондентите с професионален опит по-голям от двадесет години имат почти сходни предпочитания с тези, с над тридесет годишен опит. Получени са нормираните стойности на осреднените оценки на респондентите по първи раздел, според техния професионален опит (фиг. 2.14). Респондентите с професионален опит по-голям от двадесет години имат почти сходни предпочитания с тези, с над тридесет годишен опит.

2.2.11. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти по втори раздел, в зависимост от образователната им степен.

Получени са резултатите за нормираните стойности на осреднените оценки на респондентите според тяхната образователна степен, при отговори на въпросите от втори раздел (фиг. 2.15). На основание на анализа на резултатите, се установява, че респондентите с различно образование имат различни оценки и почти няма сходство в оценяването.



Фигура 2.15. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от образователната им степен

2.2.12. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти по втори раздел, в зависимост от тяхната възраст.

Получени са резултатите за нормираните стойности на осреднените оценки на респондентите според тяхната възраст.

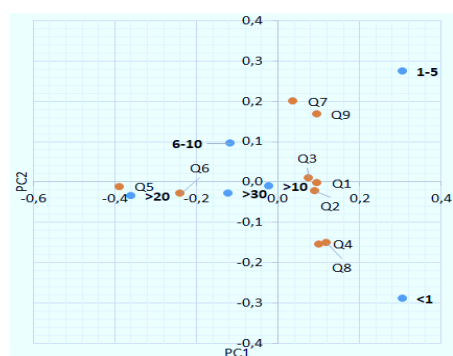


Фигура 2.16. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от тяхната възраст

Резултатите, отчитащи влиянието на възрастта на респондентите при оценка на факторите са показани на фигура 2. 16. Разликите в оценките между възрастовите групи могат да се дължат на различен професионален опит и специализация. По-младите специалисти може да са по-фокусирани върху технологичните аспекти, докато по-опитните професионалисти може да отдават по-голямо значение на традиционните фактори.

2.2.13. Анализ на резултатите от PCA на оценките на респонденти по втори раздел, в зависимост от образователната им степен.

Получени са нормираните стойности на осреднените оценки на респондентите според техния професионален опит (фиг. 2.17). Анализирано е влиянието на професионалния опит на респондентите при оценка на факторите.



Фигура 2.17. PCA на оценките на респонденти, в зависимост от техния професионален опит

2.2.14. Анализ на резултатите от отворените въпроси на респондентите.

Отворените въпроси в анкетата, насочен към идентифициране на допълнителни важни фактори, разкри ограничено разбиране на респондентите относно комплексните аспекти на производството на облекло.

Потвърждава се, че различните възрастови групи имат различни възприятия спрямо значимостта на факторите. Установява се, че образователното ниво, възрастта и професионалният опит на респондентите са взаимосвързани фактори, които оказват комплексно влияние върху възприятията на специалистите относно факторите на устойчивото облекло.

Установената разликата в оценките на факторите ни дава основание да предположим, че има специфични фактори, като по-високо образование и житейски опит, които влияят на възприятията на различните групи относно устойчивата мода.

Резултатите от изследването показват, че нито един фактор не е оценен като „изобщо не е важен“. И двете изследвания категорично подчертават професионалния опит и практическите умения като ключови фактори за устойчиво развитие. Технологичните иновации се открояват като признат фактор за устойчивост. Резултатите от анкетата показва

ясно предпочитание към цифрово управлявани машини, автоматизирани системи, особено сред младите специалисти и тези с висока квалификация. Интервютата подкрепят тази тенденция, акцентират върху ролята на технологичния напредък и модернизация. Устойчивостта се подчертава не само като технологичен, но и като организационен процес. От резултатите от емпиричните изследвания става ясно, че младите специалисти ценят дизайна на работното място, а интервютата разкриват, че различията между специалистите често произтичат от вътрешнофирмени практики и управленски подходи.

2.3. Разработване на кратък списък с фактори за осигуряване на устойчивост на производството на облекла.

На основание на анализа на резултатите от изследване и оценка на значимостта на факторите, осигуряващи устойчивост продукта и на производството на облекла е разработен е кратък списък с ключови фактори за устойчивост. Този списък отразява обобщените мнения и нагласи на респондентите, пречупени през техния образователен профил, възраст и професионален опит. Според него ключовите фактори за осигуряване на устойчивост са:

1. Минимизиране на отпадъците при производството на облеклото.
2. Подбор на използваните суровини и материали за облеклото.
3. Изискване към дизайна на облеклото той да бъде с добавени функционалности.
4. Изискване за трайност и износостойчивост на облеклото.
5. Облеклото да позволява рециклиране.
6. Дигитализация и автоматизация на производството.
7. Оптимизиране на производствените процеси.
8. Квалификацията на работниците и професионален опит.
9. Спазване на етични практики.
10. Ангажираност на потребителите.

Разработеният списък може да послужи като научна основа за вземане на информирани управленски и технологични решения.

2.4. Изводи от направените изследвания.

Най-значими фактори за осигуряване на устойчивост на производството на облекла са професионалният опит, справянето с индустриални предизвикателства, намаляване на отпадъците и квалификация на работниците. Тези факторите са възприети като най-значими за устойчиво развитие, надхвърлящи значението на кариерния път или регулаторната подкрепа. Технологичните иновации и личната инициатива са двигатели на промяната, докато ролята на образователните институции и регулаторните механизми се възприема като по-ограничена. Това подчертава необходимостта от по-силна интеграция между технологични решения, индивидуална ангажираност и институционална рамка. Наблюдава се формиране на две основни групи специалисти със сходни възприятия, като част от тях се локализируют в регионални ядра — особено в Пловдив и околностите му, което подсказва за известно влияние на географската близост върху професионалните нагласи. Изследването показва, че е необходимо по-синергично прилагане на технологични, образователни и регулаторни подходи, адаптирани към регионалния контекст и индивидуалната реалност. Факторът „Намаляване на отпадъците“ е оценен като най-значим за осигуряване на устойчиво производство на облекло. Най-високо оценен от групата на факторите, от зависи изборът на технологичен метод за да бъде производството устойчиво е „Квалификация на работниците“. Факторът „Дизайн и конструкция“ (Q1, Q2) се оценява високо от всички респонденти, особено от тези с ОНС „Доктор“ и ОКС „Бакалавър“, както и от анкетираните с по-голям опит. Това показва, че тези аспекти са важни за разбирането за устойчивост в производството на облекло. По-младите специалисти и с опит по-голям от 20г., както и респондентите с образователна степен „Магистър“ са по-фокусирани върху наличието на

шевни машини с цифрово управление, шевни машини автомати и специализирани шевни машини (Q4, Q5, Q6). Факторът „Дизайн на работното място“ (Q9) е оценен като най-малко важен от респондентите. Специалистите със средно образование и тези с по-малко опит оценяват високо „Организация на производството“ и „Дизайна на работното място (Q7, Q6), което показва, че ефективната организация е важна за изборът на технологичен метод за постигане на устойчиво производство.

Резултатите от анкетното проучване показват, че фактора „Мултифункционалност“, който визира модулните облекла, не е сред най-значимите, единствено възрастовата група по-големи от 65 г. и експертите с образователна степен „Друго“, които са малка част от общата извадка са го оценили като изключително важен. Потвърждава се, че различните възрастови групи имат различни възприятия спрямо значимостта на факторите. Установява се, че образователното ниво, възрастта и професионалният опит на респондентите са взаимосвързани фактори, които оказват комплексно влияние върху възприятията на специалистите относно факторите на устойчивото облекло. Установената разликата в оценките на факторите ни дава основание да предположим, че по-високото образование и житейски опит, влияят на възприятията им относно устойчивата мода. Резултатите от изследването показват, че нито един фактор не е оценен като „изобщо не е важен“. И двете изследвания категорично подчертават професионалния опит и практическите умения като ключови за устойчиво развитие. Технологичните иновации се открояват като признат фактор за устойчивост. Установява се ясно предпочитание към цифрово управлявани машини, автоматизирани системи, особено сред младите специалисти и тези с висока квалификация. Интервютата подкрепят тази тенденция, като акцентират върху ролята на технологичния напредък и модернизация.

Устойчивостта се подчертава не само като технологичен, но и като организационен процес. Очертават мнението на младите специалисти оценяващи важността дизайна на работното място, а от интервютата се установи, че различията между специалистите често произтичат от вътрешнофирмени практики и управленски подходи. При двата вида изследвания се установи, че образованието и регулациите се възприемат като второстепенни фактори за устойчивост. Този резултат разкрива разминаване между стратегическия потенциал на институциите и реалното им влияние върху практиката. Необходима е по-силна връзка между образователната система, индустрията и регулаторната рамка.

Мултифункционалността е оценен като ниско значим фактор от всички респонденти, с изключение на тези с по-голям професионален опит и с по-висока научна и академична степен („друго“). Макар да е важен според научната литература, в практиката този фактор все още не се възприема като приоритет. Това разминаване между теория и практика е насока за бъдещи изследвания. Разработен е кратък списък с фактори за осигуряване на устойчивост на производството на облекла, който предоставя научнообоснован избор за вземане на информирани управленски и технологични решения.

Глава Трета. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ФАКТОРИТЕ, ФОРМИРАЩИ УСТОЙЧИВОСТ НА ПРОДУКТА И ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВО НА СПОРТНО-ФУНКЦИОНАЛНИ ОБЛЕКЛА

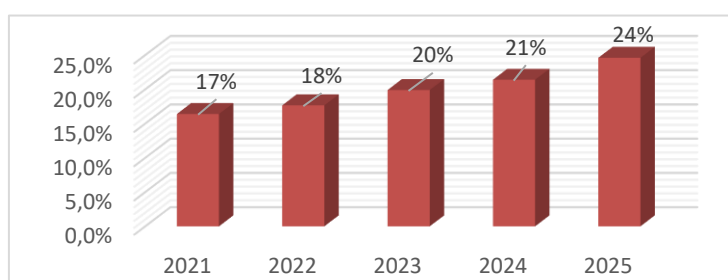
Анкетното изследване и интервютата очертават възприятието на специалистите, относно най-значимите за устойчиво производство фактори. В тази връзка, се налага да се анализира приложението на тези фактори в производството на спортно-функционални якета. Проследяването на продуктовия асортимент на якетата и елеците и продуктите им характеристики ще покаже, доколко прилаганите производствени практики съответстват на идентифицираните фактори на устойчивост.

3.1. Изследване на категориите устойчиви спортно-функционални якета и елеци

Изследван и анализиран е продуктивния асортимент на спортно-функционалните якета и елеци на 10 производители на функционални облекла, през периода 2021 – 2025 г.. Изборът да се изследват якета и елеци от богатия асортимент спортно-функционални облекла е обоснован от резултатите, получени от изследването на всички категории облекла. Те съчетават най-новите технологични разработки, актуални са през всички сезони на годината, използват се не само от спортисти, а за дейности на открито, за отдих и за ежедневно облекло. Голямото разнообразие от видове не просто модни, а облекла, които имат конкретна функция (за защита, адаптация, комфорт), дава възможност за по-задълбочен анализ.

3.1.1. Метод на изследването.

Изследването е проведено, като за периода 2021 – 2025 г. са отчетени: общия брой якета и елеци, представени по години, броя на видовете модели якета и елеци на десетте марки производители, представени по години. Общият формиран обем е 4249 броя. Продуктивният асортимент е определен и класифициран като: якета с естествена изолация (down jackets), якета със синтетична изолация (synthetic insulated jackets), хибридни якета (hybrid jackets), елеци (всички видове), ветровки/дъждобрани, поларени/мидлеър якета (midlayer), ски якета (вкл. фрийрайд, тулинг, nordic), трансформируеми (3-в-1) якета, модулни якета, градски якета (парки/oversize), технически якета (alpine jackets), якета за активни дейности (running/training jackets), софтшел якета, реверсивни якета, бомбъри, якета-ризиди, анораци, тренчкоти, пончо.



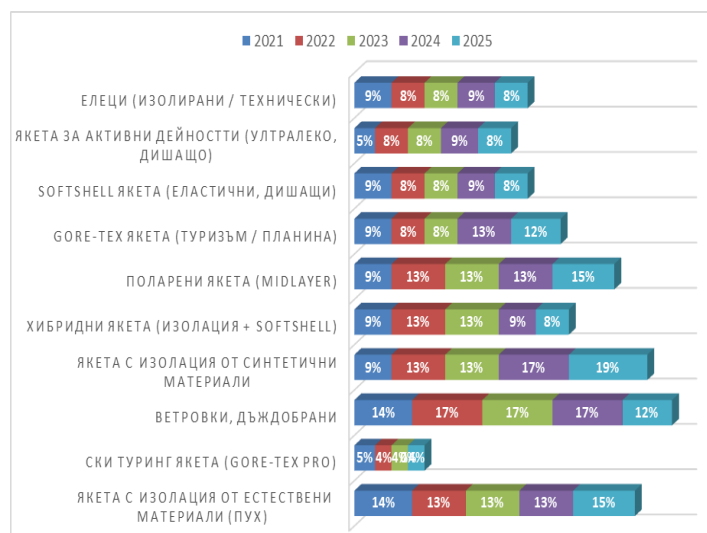
Фигура 3.1. Годишно разпределение на произведените якета и елеци от избраните производители на спортно-функционални облекла

Изследвани и анализирани са актуални модели спортно-функционални якета и елеци от колекциите на следните брандове: Löffler, Columbia, The North Face, Patagonia, Martini Sportswear, Salomon, Nike, Moncler, Arc'teryx, Helly Hansen, представени през периода 2021 - 2025 година [22, 23, 86, 87, 178, 179, 264, 265, 270, 271, 272, 284, 285, 303, 304, 334, 333, 365, 366, 368, 417, 418, 15, 90, 141, 142, 143, 190, 191, 192, 204, 321, 323, 322, 324, 327, 414, 415, 433, 439].

На фигура 3.1 е представена динамиката на изследваната продукция, предлагана от фирмите в периода 2021 – 2025 г.. Процентното разпределение за всяка година, позволява да се проследят тенденциите на спортния сегмент.

3.1.2. Изследване и анализ на видовете спортно-функционални якета и елеци, предлагани от марката Salomon за периода 2021 – 2025 година

В периода от 2021 до 2025 г. марката Salomon предлага постепенно разширяващ се асортимент от модели якета и елеци, категоризирани по тип. Продуктово разпределение за всяка категория якета и елеци от петгодишния период в [%], е представено на фиг.3.2.



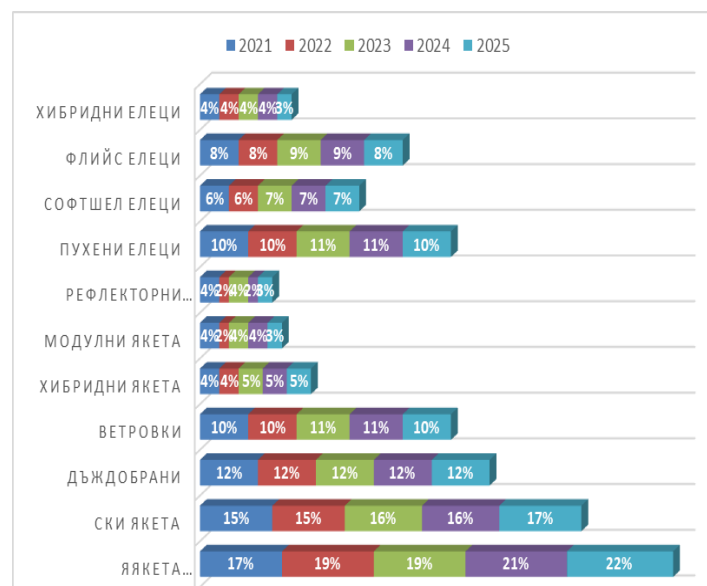
Фигура 3.2. Продуктовото разпределение на видове якета и елеци на марката Salomon за петгодишния период

3.1.3. Изследване и анализ на видовете спортно-функционални якета и елеци, предлагани от марката Helly Hansen за периода 2021 – 2025 година

През периода 2021 – 2025 г. марката Helly Hansen, последователно разширява асортимента си от модели якета и елеци. Продуктово разпределение на видовете якета и елеци на марката за петгодишния период в [%], е представено на фиг.3.3. И този бранд бележи ръст от 15% за петгодишния период.

Анализът на резултатите от изследването на продуктовото развитие на Helly Hansen за периода 2021 - 2025 г. показва ясно изразена ориентация към термоизолационни и зимни якета и елеци.

3.1.10. Изследване и анализ на видовете спортно-функционални якета и елеци, предлагани от марката Martini Sportswear за периода 2021 – 2025 година.



Фигура 3.3. Продуктовото разпределение на видове якета и елеци на марката Helly Hansen за периода 2021-2025г.

През периода 2021 – 2025 г. марката Martini Sportswear предлага стабилно разширяващо се портфолио от модели якета и елеци с ръст от над 29%. Продуктите са категоризирани по тип и функционалност, като се наблюдава ясно изразена доминация на

хибридните якета със синтетична изолация. „Хибридните якета (G-Loft®, Primaloft®)“ заемат най-голям дял през всички години – от 33% през 2021 г. до 40% през 2025 г., което ги позиционира като водеща категория.

Анализът от изследването на продуктовото развитие на Martini Sportswear за периода 2021 – 2025 г. показва ясно изразена ориентация към високотехнологични термоизолационни решения, като „хибридните якета“ бележат най-значим ръст – увеличение с над 55%. Това отразява засиленото търсене на леки, топли и дишащи якета, подходящи за активен спорт и преходни сезони. Марката се позиционира като надежден избор за спортно-техническо облекло с висока функционалност.

3.1.11. Изследване и анализ на видовете спортно-функционални якета, предлагани от марката The North Face за периода 2021 – 2025 година

Получено е процентното разпределение на асортимента от модели якета и елеци, през периода 2021 – 2025 г. на марката The North Face. От получените резултати се наблюдава ясно изразена доминация на термоизолационните категории.

Анализът на продуктовото развитие на The North Face за периода 2021 – 2025 г. показва стратегическа последователност и разширяване в ключови категории, ориентирани към термозащита и адаптивност. Градските модели и елеците запазват стабилно присъствие, особено сред потребителите, търсещи стил и практичност. Марката запазва широка гама от продукти, отговарящи на нуждите на активни и стилно ориентирани потребители.

3.2. Изследване и анализ на характеристиките на спортно-функционални якета, произведени през 2021 – 2025 г., представени в колекциите на изследваните 10 марки

В проучването са изследвани девет характеристики на якетата, всяка от които отразява конкретен технологичен избор, пряко свързан с устойчивостта, функционалността и адаптивността на спортно-функционалните облекла. Данните за анализа обхващат по 10 модела за всяка година и всяка марка, което прави 100 модела годишно и общо 500 модела за периода 2021 - 2025 г. [15, 24, 43, 46, 141, 142, 143, 321, 322, 404, 423, 305, 204, 367, 177, 180, 192, 123, 270, 199, 335, 191, 403, 415]. Отчетени са брой на избраните характеристики по вид, години и брандове. Характеристиките са видове на: лицев материал, изолационен слой, хастар, цип, качулка, подгъв, маншети, силует и джобове.

Всяка характеристика е избрана целенасочено, съобразно обвързаността ѝ с определен фактор като екологична отговорност, адаптивност и модулност, функционалност според активността, дълготрайност и ремонтируемост. Характеристики като качулка, цип, изолация, лицев плат, представляват елементи от облеклото, чрез които могат да се демонстрират различни технологични решения, като адаптивност и персонализация. Този иновативен технологичен подход е част от устойчивото производство, като удължава живота на продукта и намалява необходимостта от нови покупки [459].

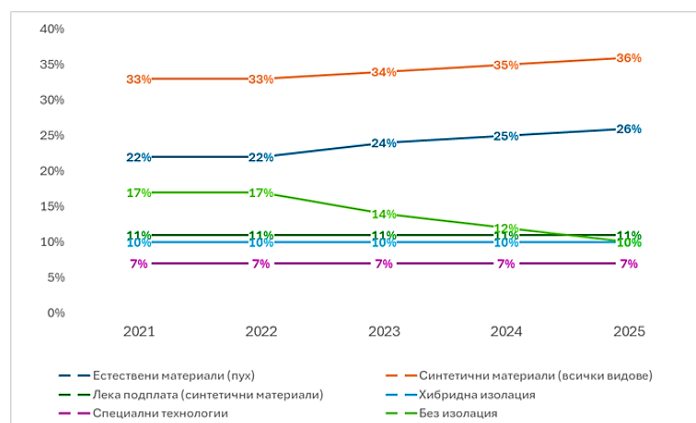
3.2.1. Изследване и анализ на изолационни материали на 10 модела якета и елеци от колекциите на десетте марки (2021 – 2025)

Изследвана и анализирана е динамиката на шест основни категории изолационни материали, използвани при изработване на спортно-функционални якета и елеци в периода 2021 – 2025 г.. Процентното разпределение на шестте основни категории изолационни материали при спортно-функционалните якета за периода 2021 – 2025 г. е представено на фиг. 3.12.

Избраните категории изолации в изследването са: „Изолация от естествени материали (пух)“, „Изолация от синтетични материали“, „Лека подплата“, „Хибридната изолация“, „Специални технологии“ и „Без изолация“.

Данните от изследването показват ясна тенденция за намаляване асортимента на якета и елеци без изолация, докато делът на якетата и елеците с изолация демонстрират

растеж. Изолации от естествени и синтетични материали увеличават дела си съответно с 18% и 9%. Най-съществената промяна е при моделите без изолация със спад от 70%, което води до тенденция към функционални, топлеефективни облекла.

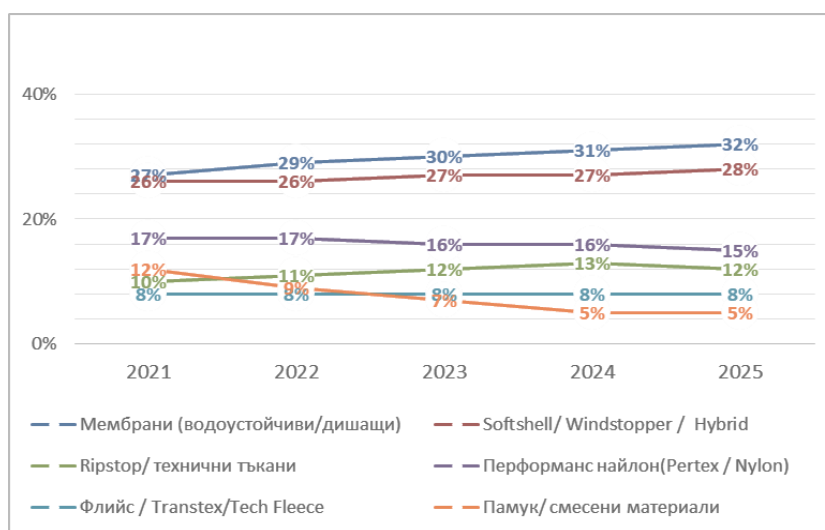


Фигура 3.12. Годишно разпределение на изолационни материал за спортно-функционалните якета

3.2.2 Изследване и анализ на видове лицеви материали на 10 модела якета и елеци от колекциите на десетте марки (2021 – 2025)

Изследвано и анализирано е процентното разпределение на шест типа лицеви материали, характерни за спортно-функционалните якета и елеци през периода 2021 – 2025 г.

Избраните категории лицеви материали в изследването са: „Мембрани (водоустойчиви/дишащи)“, „Softshell/ Windstopper / Hybrid“, „Ripstop/ технични тъкани“, „Перформанс найлон(Pertex / Nylon)“, „Флийс / Transtex/Tech Fleece“ и „Памук/ смесени материали“. Процентното разпределение на шестте основни категории лицеви текстилни материали за периода е представено на фиг. 3.13.



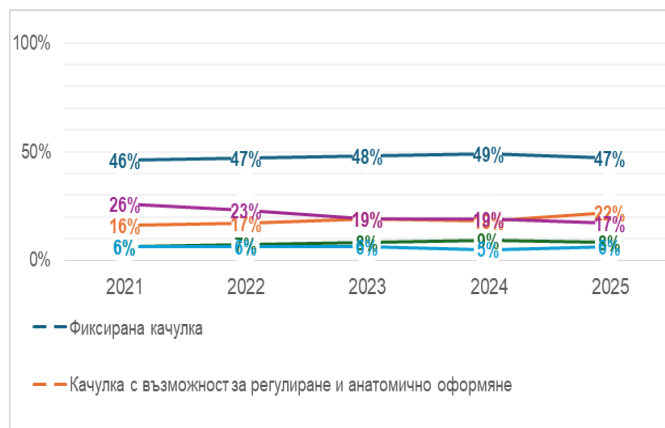
Фигура 3.13. Годишно разпределение на лицеви материали за спортно-функционалните якета

Данните от изследването показват ясна тенденция за намаляване използването на традиционните тъкани, докато делът на високотехнологичните и адаптивни лицеви материали демонстрират растеж. Анализа на данните показва ясно структурирана

трансформация на индустрията в производството на облекло за открито. Спад от 140% е показателен за намален интерес към традиционните тъкани.

3.2.9. Изследване и анализ на видове качулки на 10 модела якета и елеци от колекциите на 10 марки (2021–2025)

Изследвано и анализирано е процентното разпределение на шест типовете качулки, характерни за спортно-функционалните якета и елеци през периода 2021-2025 г. Процентното разпределение на петте основни категории качулки при спортно-функционалните якетата за периода 2021–2025 г. е представено на фиг. 3.20.



Фигура 3.20. Годишно разпределение видове качулки при спортно-функционалните якета

Избраните категории качулки в изследването са: „Фиксирана качулка“, „Качулка с възможност за регулиране и анатомично оформяне“, „Сваляема /откачаща качулка“, „Качулка със специализирана конструкция (еластична, подплатена или интегрирана висока яка)“ и „Без интегрирана качулка“.

Данните от изследването показват ясна тенденция към намаляване асортимента на якета и елеци без качулка, докато делът им с регулируема качулка с възможност за анатомично оформяне демонстрират растеж. Анализа на данните подчертават ясно изразена структурирана трансформация от опростени и статични конструкции към персонализирани и функционални решения в производството на облекло за отдих и спорт.

3.3. Изследване и анализ на устойчивите материали и технологии, използвани за производство на спортно-функционални якета през периода 2021 – 2025 г.

Изследването е проведено, като данните са събрани от официалните годишни доклади за устойчивост (Sustainability Reports) на избраните марки, официалните сайтове, корпоративни стратегии, стандартизирани – научно базирани документи, които описват оценката на жизнения цикъл на продукта (Environmental Product Declarations) и сертификационните регистри (OEKO-TEX®, bluesign®, RWS, GOTS, Higg Index). Чрез анализ на продуктови каталози, материални спецификации и информация от производители на влакна (G-Loft®, TENCEL™, SeaCell®) [24, 15, 254, 142, 415, 449, 24, 90, 191, 89, 346, 446, 46, 181, 310, 320, 369, 22, 23, 86, 87, 178, 179, 264, 265, 270, 271, 272, 284, 285, 303, 304, 334, 333, 365, 366, 368, 417, 418].

3.4. Изследване и анализ на видовете топлоизолационни пълнежи за спортно-функционални якета

Изолационните материали, влагани като пълнеж между подплатата и външната обвивка на якето, задържат топлината и минимизират топлинните загуби. За комфорта на

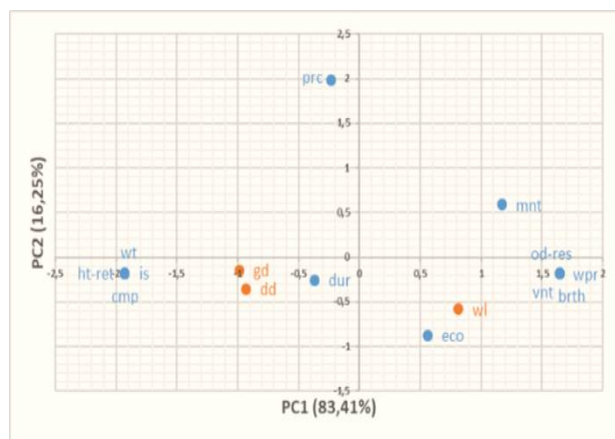
якетата за дейности на открито в студено време, основно условие е осигуряването на топлоизолация и пропускливост (въздух и вода) [198].

Изолационното яке, предназначено за дейности на открито, се носи като част от система за наслявяване и представлява последна бариера, предпазваща от екстремни метеорологични условия и осигурява комфорт и безопасност. Обикновено якето се състои от три слоя: външен водоустойчив и/или ветроустойчив слой, който осигурява защита от вятър, дъжд или сняг, вътрешен дишащ слой, който притежава свойства за отвеждане на влагата и среден изолационен слой, който задържа телесната топлина. Изборът на пълнеж за средния слой на якето е определящ фактор за формиране на редица от характеристиките на облеклото, като топлоизолация, тегло, термично съпротивление, дишаща способност, устойчивост на влага, устойчивост на носене, екологичност и др.

Избрани са 15 вида изолационни материали, представители на четири групи пълнежи. Функционалните им характеристики се сравняват по 12 избрани критерия. Целта на изследването е да се направи оценка на видовете изолационни пълнежи.

3.4.3.2. Изследване и анализ на взаимовръзката между естествени пълнежи и дванадесетте характеристики

Изследвана е взаимовръзката между три типа естествени пълнежи - гъши пух (gd), патешки пух (dd) и вълна (wl) - по отношение на 12 характеристики. Резултатите от анализа на главните компоненти (PCA) са представени на фигура 3.21. Най-силно влияние върху PC1 оказват топлозадържането, теглото и компресируемостта, докато цената, екологичността и поддръжката доминират при PC2. Гъшият и патешки пух е с ниска екологичност, вижда се от графиката, групата на пуховете е отдалечена от фактора екологичност.

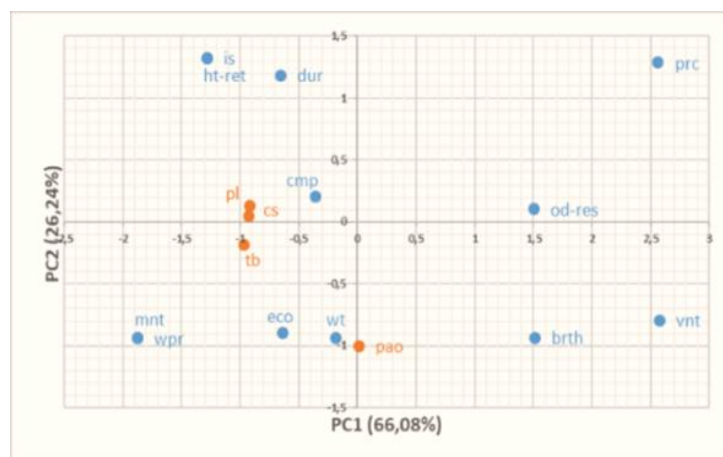


Is - изолационна способност; w- тегло; cmp – компресируемост; wpr - водо/влажностустойчивост; dur - устойчивост на носене; brth – дишаемост; prc – цена; eco – екологичност; mnt – поддръжка; od-res - устойчивост на миризми; vnt – вентилация; ht-ret – топлозадържане; gd - гъши пух; dd - патешки пух; wl - вълна (мерино, Lavalan® и др.)

Фиг 3.21. PCA на оценките на пълнежи от естествени, в зависимост от техните характеристики.

3.4.3.3 Изследване и анализ на взаимовръзката между четири типа изолации от синтетични материали и дванадесетте характеристики

Изследвана е взаимовръзката между четири типа пълнежи от синтетични материали - PrimaLoft (pl), Climashield (cs), ThermoBall (tb) и Polartec® Alpha / Octa (pao) - оценени по същите 12 характеристики, както при естествените пълнежи. Резултатите от Анализ на главните компоненти (PCA) са представени на фигура 3.22. Разделението в пространството на PC1/PC2 показва, че при синтетичните пълнежи има ясно изразени две функционални направления - топлозащита срещу активен комфорт.

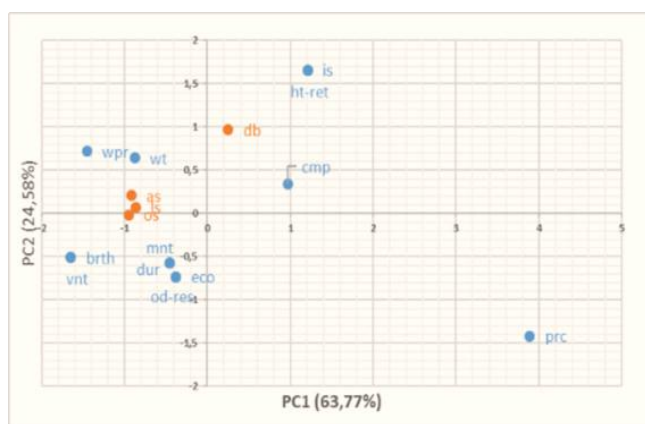


Is - изолационна способност; w- тегло; cmp – компресируемост; wpr - водо/влажностустойчивост; dur - устойчивост на носене; brth – дишаемост; prc – цена; eco – екологичност; mnt – поддръжка; od-res - устойчивост на миризми; vnt – вентилация; ht-ret – топлозадържане; pl – PrimaLoft; cs - Climashield; tb – ThermoBall; pao -Polartec® Alpha / Octa

Фиг.3.22. PCA на оценките на пълнежи от синтетични материали, в зависимост от техните характеристики

3.4.3.4. Изследване и анализ на взаимовръзката между четири типа хибридни пълнежи и дванадесетте характеристики

На фигура 3.23 са представени резултатите от Анализ на главните компоненти (PCA) на четири типа хибридни пълнежи, съчетаващи естествени и синтетични материали, като Down Blend (пух + синтетика) (db), Alpha + синтетика (as), Lavalan + синтетика (ls) и Octa + синтетика (os).



Is - изолационна способност; w- тегло; cmp – компресируемост; wpr - водо/влажностустойчивост; dur - устойчивост на носене; brth – дишаемост; prc – цена; eco – екологичност; mnt – поддръжка; od-res - устойчивост на миризми; vnt – вентилация; ht-ret – топлозадържане; db – смес от пух + синтетични материали (Down Blend); as – смес от влакна Alpha и синтетични; ls - Lavalan и синтетични; os - смес от Octa и синтетични.

Фиг. 3. 23. PCA на оценките на пълнежи от хибридни материали, в зависимост от техните характеристики

3.4.3.5. Изследване и анализ на взаимовръзката между четири типа нови технологични пълнежи и дванадесетте характеристики

Изследвана е взаимовръзката между четири типа нови технологични пълнежи, като Аерогелове (ag), Рециклирани влакна (rf), Биоматериали (bm) и Интелигентни тъкани и адаптивни изолации (sf).

Резултатите от проведенният PCA (Principal Component Analysis) показват, че пълнежите, базирани както на естествени материали, така и на иновативни технологични решения, демонстрират най-високи стойности по отношение на топлоизолационна ефективност и способност за задържане на топлина. Сред анализиранияте варианти, гъшият пух и аерогела получават най-висока обща оценка по всички приложени критерии. Това съответства и на данни от предходни научни изследвания, които потвърждават изключителната термична устойчивост на гъшия пух. Така, естествените материали продължават да заемат водеща позиция, особено при разработката на облекла, предназначени за екстремни климатични условия. Естествените материали, по-конкретно гъшият пух, показват най-добри стойности по критериите за топлозадържане, изолация и устойчивост при продължителна употреба. Те запазват своята водеща роля в приложения, изискващи максимален комфорт при екстремни условия. От друга страна, новите синтетични пълнежи демонстрират по-широка функционална вариабилност. Пълнежите от синтетичните влакна като PrimaLoft, ThermoBall и Climashield са с профил, ориентиран към висока изолационна способност и влагоустойчивост, докато иновативни структури като Polartec® Alpha / Octa се отличават със силно изразена дишаемост, ниско тегло и добра вентилация – характеристики, подходящи за активно движение и спорт.

3.5. Изследване и анализ на взаимовръзките между отделните характеристики на спортно-функционалните якета

За да се усъвършенстват или разработят нови технологични решения за постигане на устойчивост е необходимо да се идентифицират ключовите фактори, които влияят върху устойчивостта на производствените процеси. Основните характеристики, които изграждат дизайна на облеклото са силует и форма, материя и текстура, конструктивните и декоративни линии, цвят и десен, детайлите (яки, джобове, копчета, ципове и шевове и др.) и пропорциите. При формиране на дизайна на спортно функционалното облекло, елементите трябва да отговарят на допълнителни изисквания за терморегулация и дишаща способност, ергономичност и свобода на движението, защита от атмосферни влияния и тегло, както и адаптивност на детайлите.

Изследвани са взаимовръзките между ключови характеристики на дизайна на спортно функционалните якета от колекциите на избраните 10 бранда за изследвания период. Получените данни са обработени чрез статистическия метод анализ на съответствията (Correspondence Analysis, CA).

Данните за анализа обхващат по 10 модела за всяка година и всяка марка и обхваща 500 модела за периода 2021 - 2025 г.. Всички анализирани характеристики са категориални и се представят чрез честоти на срещане през изследвания период. С помощта на CA, чрез графики е представена взаимовръзката между:

- ✓ лицев материал, силует и качулка;
- ✓ силует, изолация и лицев материал;
- ✓ силует, тип цип и лицев материал;
- ✓ силует, качулка и джобове;
- ✓ подгъв, изолация и маншети;
- ✓ силует, подгъв и маншети;
- ✓ качулка, изолация и лицев материал.

Изследваните силуети са:

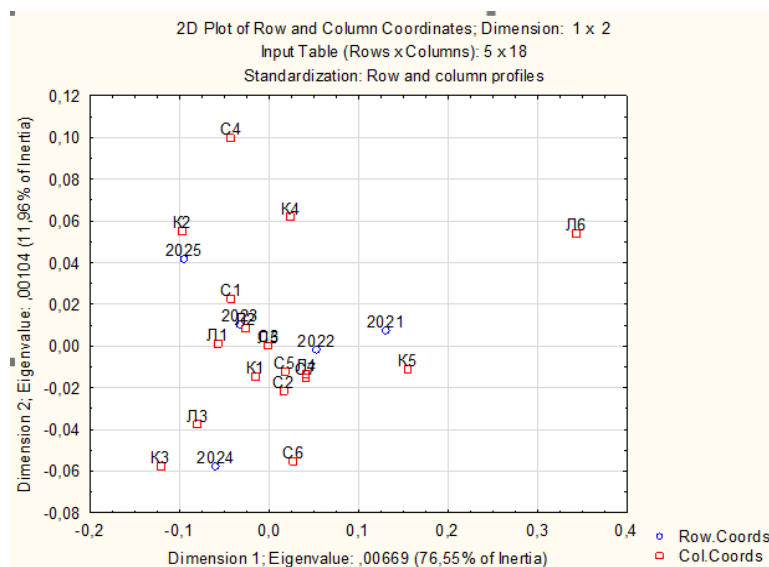
- ❖ ергономичен(C1);
- ❖ класически(C2);
- ❖ аеродинамичен(C3);
- ❖ анатомичен/технически (C4);
- ❖ втален (C5);
- ❖ свободен (C6);

❖ други/универсален (С7).

Изследваните изолационни материали са: естествени материали (пух) (И1); синтетични материали (всички видове)(И2); лека подплата (синтетични материали)(И3); хибридна изолация(И4); специални технологии (И5); без изолация (И6). Изследваните видове маншети и подгъви са: еластични маншети (М1); маншети с велкро-закопчаване (М2); регулируеми маншети с механично пристягане (М3); отворени / нерегулируеми маншети (М4). Подгъви: еластичен (П1); прав (П2); удължен (П3); подгъв с интегрирана снегозащитна бариера (П4); регулируем (П5). Изследваните видове качулки са: фиксирана качулка (К1);качулка с възможност за регулиране и анатомично оформяне (К2); сваляема /откачаща качулка (К3); качулка със специализирана конструкция (К4) и без интегрирана качулка (К5). Изследваните лицеви материали са: мембрани (Л1); софтшел (Л2); рипстоп (технически тъкани) (Л3); перформанс найлон (Pertex / Nylon) (Л4); флийс / transtex/tech fleece (Л5); памук/ смесени материали (Л6). Изследваните ципове са: централен цип с вътрешен ветрозащитен канон (Ц1); централен цип с външен защитен канон (Ц2); водоустойчив централен цип (Ц3); стандартен централен цип (Ц4); двупосочен централен цип (Ц5); скрит централен цип (Ц6); централен цип с автостопер (Ц7); централен цип с вентилационна функция (Ц8); специални дизайнерски ципове (Ц9); двупосочен водоустойчив цип с вътрешен ветрозащитен канон (Ц10); Двупосочен централен цип с външен защитен канон (Ц11).

3.5.1. Изследване и анализ на взаимовръзките между силует, качулка и лицев текстилен материал.

Резултатите от анализа на съответствията на изследваните взаимовръзки между силует (С1 – С6), качулка (К1–К5) и лицев материал (Л1-Л6), през периода 2021 - 2025 година е представен на фиг. 3.25. Резултатите от анализа показват кои комбинации са нелогични и се избягват от производителите. Нискотехнологичните материали не се прилагат при анатомичен и технически силует.



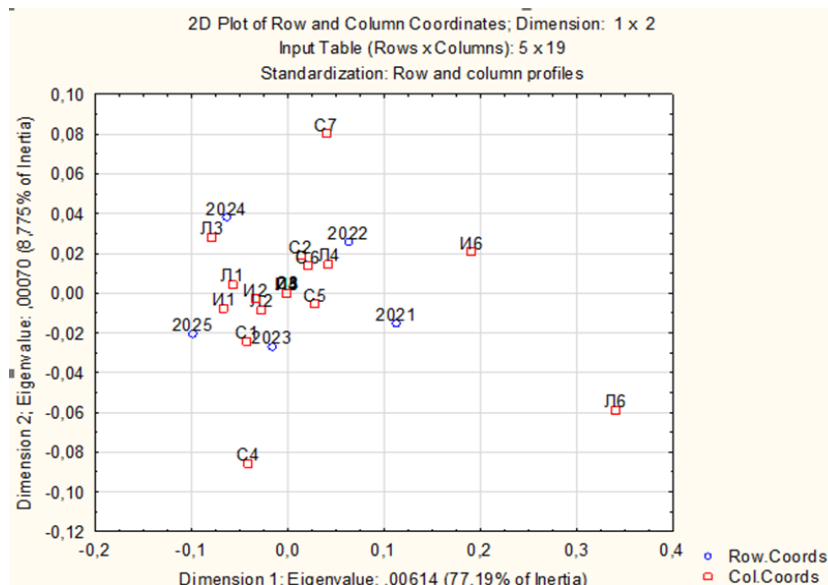
Л1-мембрани; Л2-софтшел; Л3-рипстоп (технически тъкани); Л4-перформанс найлон (Pertex / Nylon); Л5- Флийс / Transtex/Tech Fleece; Л6- Памук/ смесени материали; С1- ергономичен; С2- класически; С3-аеродинамичен; С4- анатомичен / технически; С5- втален; С6-свободен; С7- други / универсален; К1- фиксирана качулка; К2- качулка с възможност за регулиране и анатомично оформяне; К3- сваляема /откачаща качулка; К4- качулка със специализирана конструкция; К5- без интегрирана качулка.

Фигура 3.25. Взаимовръзки между лицев материал, силует и тип качулка през периода 2021-2025г.

3.5.2. Изследване и анализ на взаимовръзките между силует, изолация и лицев текстилен материал.

Резултатите от анализа на съответствията на изследваните взаимовръзки между силует (C1–C6), изолация (И1–И6) и лицев материал (Л1–Л6), през периода 2021 -2025 година е представен на фиг. 3.26.

Може да се обобщи, че избора на изолация зависи изцяло от лицевия материал и силуета. Почти не се срещат модели без изолация (И6) в анатомичен/технически силует (C4), а високотехничните лицеви материали (мембрани) се комбинират с изолации от синтетични материали.



Л1-мембрани; Л2-софтшел; Л3-рипстоп (технически тъкани); Л4- перформанс найлон (Pertex / Nylon); Л5- Флийс / Transtex/Tech Fleece; Л6- Памук/ смесени материали; C1- ергономичен; C2- класически; C3-аеродинамичен; C4- анатомичен / технически; C5- втален; C6-свободен; C7- други / универсален; И1-Естествени материали (пух); И2-Синтетични материали (всички видове); И3-Лека подплата (синтетични материали); И4-Хибридна изолация; И5-Специални технологии; И6-Без изолация.

Фигура 3.26. Взаимовръзки между лицев материал, силует и изолация през периода 2021 – 2025 г.

При зимните изолирани якета са актуални както обемните силуети така и вталените. Чрез внедряване на регулируеми конструктивни детайли (еластичен шнур със стопери) в областта на талия и подгъв обемния силует се трансформира в по втален. Тази трансформация позволява персонализиране на прилягането според предпочитанията на потребителя и намаля необходимостта от закупуване на два модела.

3.5.3. Изследване и анализ на взаимовръзките между силует, тип цип и лицев текстилен материал

Изследвани са пет времеви категории (2021 – 2025 г.) и двадесет и четири подкатегории, включващи ципове (Ц1-Ц10), силуети (C1-C7) и лицеви материали (Л1-Л6). Двете основни измерения обясняват общо 79, 08% от инерцията. Високата инерция показва стабилност на структурата. Първото измерение Dimension 1 (49.21%) разделя категориите на две групи, отразяващи еволюцията във времето. През последните две години (2024-2025г.) по-често се срещат лицеви текстилни материали с по-висока функционалност (Л1, Л3, Л4), аеродинамични (C3) и технически (C4) силуети и по-усъвършенствани видове ципове (Ц7-Ц10).

Втората група се асоциира с началния период на изследването 2021-2022 г., най-предпочитани са свободните и универсални силуети (C5-C7) комбинирани със стандартни, двупосочни централни ципове с вътрешни и/или външни канони и смесени/ универсални лицеви текстилни материали, както флийсове и найлони. Степента на конструктивни и технологични различия са отразени от второто измерение Dimension 2 (29.87%).

Функционалните материали (Л1, Л3, Л4), техническите силуети (С3, С4) и усъвършенстваните ципове (Ц7-Ц10) са отделени от класическите модели със стандартни ципове (Ц4) и универсални силуети (С7). По-специализирани комбинации са якета и елеци от технически тъкани (Л3) с аеродинамични и анатомични силуети с предпочитани стандартни, двупосочни, скрити или централни ципове с автостопер. Памучните/смесени лицеви материали са с най-ниска честота на срещане с двупосочен водоустойчив цип с вътрешен ветрозащитен канон (Ц10). Резултатите от анализирания данни доказват, че циповете от спомагателни материали в началото на периода се превръщат във функционален елемент от конструкцията на якетата. Изборът на цип е в пряка зависимост от якостните качества на лицевия материал.

3.5.4. Изследване и анализ на взаимовръзките между силует, качулка и джобове

Изследвани са пет времеви категории (2021 - 2025 г.) и двадесет подкатегории, включващи джобове (Д1-Д8), силуети (С1-С7) и качулки (К1-К5) - (фиг. 3.27).

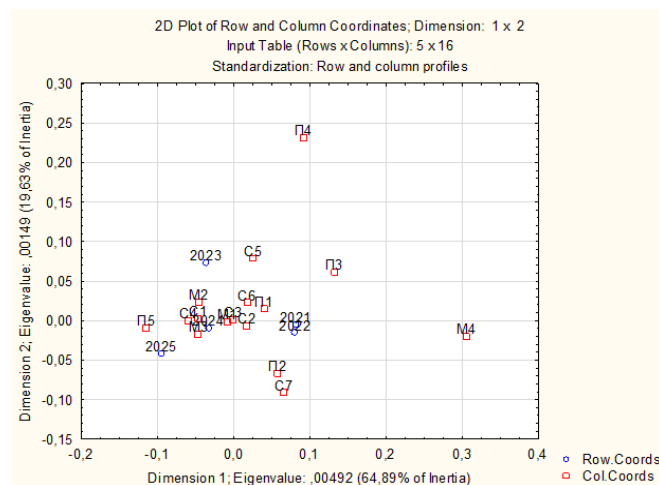
Ергономичните силуети (С1) най-често се срещат в комбинация с регулируеми и анатомични качулки (К2) и два странични джоба с един или два джоба на гърди (Д2, Д3), типична взаимовръзка за якета и елеци ориентирани към движение, с адаптивна качулка и достъпни джобове. Качулките със специализирана конструкция (К4) се срещат в комбинация с анатомичен/технически силует (С4) и два външни и един вътрешен джоб (Д4). Класическите силуети (С2) са в пространствена близост с фиксирана качулка (К1) и два странични джоба (Д1). Свободните силуети се срещат най-често с минимални или без джобове и без качулка, дизайнерско решение, при което силуета е водещ. Второто измерение (Dimension 2 - 10,26%), диференцира категориите по конструктивна сложност и функционалност. Разделя техническите силуети (С3, С4) и специализираните качулки от изчистените форми с минимален брой джобове (С7, Д7). Разкрива се конструктивната логика на продуктите, независима от времевата еволюция, уловена от първото измерение. С най-ниска чистота на срещане са ергономичния силует (С1) без качулка (К5), втален силует (С5) и джобове на гърба (Д6), аеродинамичен силует (С3) с повече от 4 джоба (Д5) и специализираните качулки (К4) с универсален силует (С7).

Тенденцията през изследвания период е от универсални класически якета и елеци към специализирани модели или свободни силуети. Конструктивната връзка между ергономичния силует, анатомичните качулки и конфигурации от джобове е ясно изразена. Несъвместимостта между аеродинамичните форми и голям брой джобове определя необходимостта от нови подходи на проектиране. Препоръчват се дизайни, които да позволяват гъвкавост при обемните джобове, без да се нарушава основната силуетна линия на модела.

3.5.5. Изследване и анализ на взаимовръзките между подгъв, изолация и маншети

Получени са резултатите от изследването на взаимовръзките между изолация (И1-И6), маншети (М1-М4) и подгъв (П1-П5) за периода 2021-2025 година. Резултатите от анализа показват, че конструирането на подгъва и маншетите зависят от вида на изолационния материал. През втората половина на изследвания период се наблюдава интеграция на високофункционални изолации с регулируеми системи при подгъв и маншети.

Докато моделите без изолация корелират с отворени/нерегулируеми подгъви и маншети. Функционалната зависимост между елементите е подчертана от несъвместимостта на снегозащитна бариера при неизолирани модели. Тези резултати аргументират необходимостта от синхронизирано проектиране на модели с термоизолационни слоеве и системи за регулиране на обема, характерни за много-функционалните облекла.

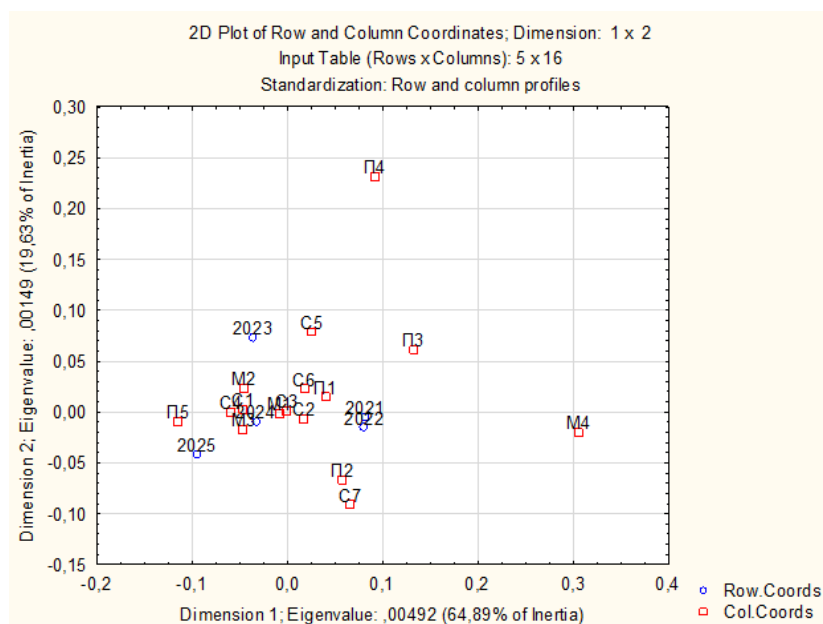


C1- ергономичен; C2- класически; C3-аеродинамичен; C4- анатомичен / технически; C5- втален; C6- свободен (oversized); C7- други / универсален; M1-Еластични маншети; M2-Маншети с велкро-закопчаване; M3-Регулируеми маншети с механично пристягане; M4-Отворени / нерегулируеми маншети; P1-Еластичен; P2-Прав; P3-Удължен; P4-Подгъв с интегрирана снеговащитна бариера; P5-Регулируем.

Фигура 3.29. Взаимовръзки между силует, маншети и подгъв през периода 2021-2025г.

3.5.6. Изследване и анализ на взаимовръзките между силует, подгъв и маншети

Резултатите от изследването на взаимовръзките между силует (C1–C6), маншети (M1–M4) и подгъв (P1–P5), през периода 2021-2025 година е представен на фиг. 3.29.



C1- ергономичен; C2- класически; C3-аеродинамичен; C4- анатомичен / технически; C5- втален; C6-свободен (oversized); C7- други / универсален; M1-Еластични маншети; M2-Маншети с велкро-закопчаване; M3-Регулируеми маншети с механично пристягане; M4-Отворени / нерегулируеми маншети; P1-Еластичен; P2-Прав; P3-Удължен; P4-Подгъв с интегрирана снеговащитна бариера; P5-Регулируем.

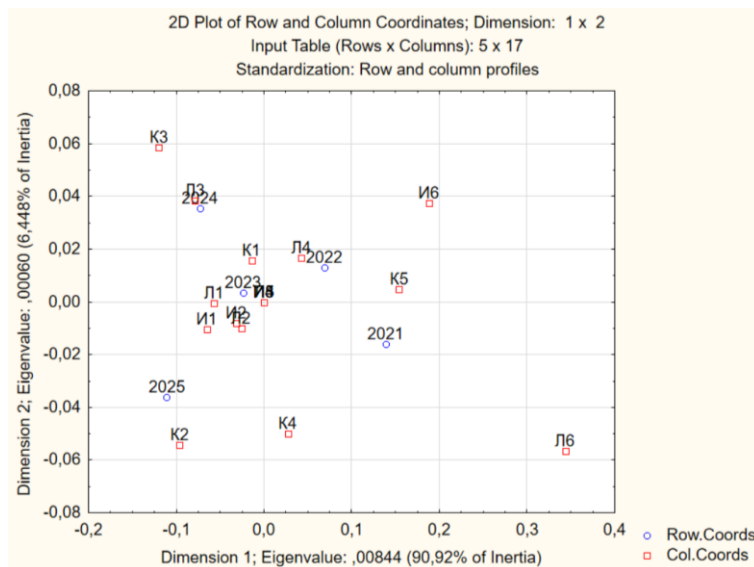
Фигура 3.30. Взаимовръзки между силует, маншети и подгъв през периода 2021 – 2025 г.

Резултатите от анализа на съответствията потвърждават, че взаимовръзките между силует, подгъв и маншети са определящ фактор за функционалността и естетическия вид на облеклото. Техническите и аеродинамични изискват адаптивни подгъви и маншети за осигуряване на ергономичност при активни дейности. Докато свободните силуети се комбинират с нерегулируеми маншети и подгъви. Адаптивността и регулируемата на

подгъвите и маншетите е характерна за персонализирани облекла и висока честотата на поява през последните години на изследвания период.

3.5.7. Изследване и анализ на взаимовръзките между качулка, изолация и лицев текстилен материал

Резултатите от анализа на съответствията на изследваните взаимовръзки между силует (К1–К5), изолация (И1–И6) и лицев материал (Л1–Л6), през периода 2021-2025 година е представен на фиг. 3.30.



Л1-мембрани; Л2-софтшел; Л3-рипстоп (технични тъкани); Л4- перформанс найлон (Pertex / Nylon); Л5- Флуйс / Transtex/Tech Fleece; Л6- Памук/ смесени материали; И1-Естествени материали (пух); И2-Синтетични материали (всички видове); И3-Лека подплата (синтетични материали); И4-Хибридна изолация; И5-Специални технологии; И6-Без изолация; К1- фиксирана качулка; К2- качулка с възможност за регулиране и анатомично оформяне; К3- сваляема /откачаща качулка; К4- качулка със специализирана конструкция; К5- без интегрирана качулка.

Фигура 3.31. Резултати от анализа на взаимовръзките между лицев материал, изолация и качулка през периода 2021 – 2025 г.

Резултатите от извършеният анализ на данни показват, че комбинациите от технически лицеви материали, изолации и анатомично оформени качулки формират най-значимия клъстер, като осигуряват висока многофункционалност и адаптивност в различни климатични условия. Балансирано съотношение поддържат якетата и елеци с изолация от синтетични материали, фиксирани качулки и лицеви материали като рипстоп и софтшел. Комбинират се материали с висока функционалност и регулируеми детайли, което води до удължаване на жизнения цикъл на модела.

3.6. Изводи от направените изследвания.

Продуктовото развитие през изследвания период показва ясна тенденция в дизайна на спортно-функционални облекла. Базовите модели в класически силуети и конвенционални материали, характерни за първите две години (2021-2022г.) се трансформират във високотехнологични конструкции, в които техническите материали и адаптивността се превръщат в стандарт през 2023-2025г. Анализът на резултатите от изследването на взаимовръзките между характеристиките на облеклото, установи зависимости между елементите, които налагат различен, нов подход при проектиране на високотехнологични спортно-функционални якета. Подборът на пълнеж за спортни и функционални якета изисква интердисциплинарен подход, знания от материалознанието, термодинамиката, ергономията и устойчивото производство. Персонализираното съобразяване на материалите с конкретния контекст е от съществено значение за

осигуряване на оптимална функционалност и висока степен на комфорт. Изборът на изолационен материал следва да бъде съобразен с предназначението на облеклото.

За якета за динамични спортове (ски, трекинг) и активно движение са препоръчителни материали като Alpha/Octa, Polartec Alpha, Octa или рециклирани влакна с дишащи обвивки. За облекла за екстремно студени, влажни или динамични условия, се препоръчва използването на PrimaLoft®, Climashield или ThermoBall, тъй като са по-надеждни в такива климатични условия. За екстремни условия и алпинизъм, за студено и сухо, подходящи изолационни материали са гъши пух или аерогел. Рециклираните или биопълнежи са алтернативи с потенциал за по-нисък въглероден отпечатък, но с варираща стабилност и експлоатационен живот. Хибридни конструкции са подходящи за якета, на които всяка зона на якето има различно натоварване (напр. гръб, гърди, подмишници), с много добри оценки по повечето показатели, но са трудни за рециклиране.

Естествените пълнежи (напр. гъши пух) се характеризират с висока топлоизолационна ефективност при ниско тегло, но са чувствителни към влага и изискват специална поддръжка. Синтетичните влакна (като полиестерни изолации), предлагат по-добра устойчивост при влажни условия и по-ниска цена, но с известни компромиси в термоизолацията при екстремни температури. Иновативни материали като аерогел демонстрират изключително ниска топлопроводност и са особено подходящи за екстремни климатични условия, въпреки че все още имат висока производствена цена. Рециклираните и биологично базирани влакна представляват устойчиви алтернативи с потенциал за по-нисък въглероден отпечатък, но с варираща стабилност и експлоатационен живот.

Резултатите от анализа на характеристиките на топлоизолационните пълнежи потвърждават, че няма универсално най-добро решение, а по-скоро оптимален избор според контекста на приложение – пасивна защита срещу студ или активно движение при умерен климат. Този подход създава основа за по-прецизен, научно обоснован подбор на материали при разработка на функционални якета, както и за бъдещо проектиране на адаптивни текстилни решения.

Анализът на резултатите от изследването на взаимовръзки между ключови характеристики на избраните модели от колекциите на 10 световно известни производители на спортни облекла, установи редица зависимости, които налагат различен подход при проектиране и изработване на спортно-функционални якета.

Продуктовото развитие през изследваният период показва ясна тенденция в дизайна на спортно функционални облекла. Базовите модели в класически силуети и конвенционални материали, характерни за първите две години се трансформират през следващите години във високотехнологични конструкции, в които техническите материали и адаптивността се превръщат в стандарт.

Резултатите от анализа на съответствията потвърждават, че взаимовръзките между характеристиките силует, подгъв и маншети са определящ фактор за функционалността и естетическия вид на облеклото. Открояват се нелогични комбинации между елементите, които могат да се избягват в бъдещи проекти. Установява се наличието на нова група спортно-функционални якета, която отговаря на съвременните изисквания за многофункционалност и устойчивост. Разкриха се възможности за персонализиране на прилягането на проектирания модел според предпочитанията на потребителя. Посочиха се зависимости между отделни елементи, определящи конструкцията им. Аргументира се необходимостта от синхронизирано проектиране на модели с термоизолационни слоеве и системи за регулиране на обема, характерни за многофункционалните облекла.

Адаптивността и регулируемата дължина на подгъвите и маншетите е характерна за персонализирани облекла, за които се наблюдава висока честотата на поява през последните години на изследвания период. Разделянето на якетата на слоеве, съобразно функциите на слоеве, дава възможност за разработване на нов метод за

проектиране на нови модели спортно-функционални якета на базата на адаптивното облекло.

Предлагането и популяризирането на многослойното облекло се очертава устойчива алтернатива за потребителя, с която отпада необходимостта от закупуване на множество якета за различна защита. Многослойното облекло удължава жизнения цикъл на изделието и осигурява възможност за рециклирането му, с което се намалява въглеродния отпечатък от производството и потреблението му.

Глава Четвърта. РАЗРАБОТВАНЕ НА УСТОЙЧИВ МЕТОД ЗА ОРГАНИЗАЦИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПРОЦЕСИ ЗА УСТОЙЧИВО ПРОИЗВОДСТВО НА СПОРТНО-ФУНКЦИОНАЛНИ ЯКЕТА.

Създаването на технологична документация за устойчив производствен цикъл на облекло предполага цялостно интегриране на факторите за устойчивост във всеки етап от процеса на разработване на продукта – от идейния проект до края на жизнения му цикъл.

4.1. Изследване на методите за проектиране и организация на технологичните процеси за производство на облекло

При производство на ново изделие се разработва техническа документация.

Съвременните изследвания в областта на шевното производство акцентират върху необходимостта от повишаване на ефективността чрез балансиране на поточни линии и оптимизация на производствените линии. За да отговорят на динамичните изисквания на пазара се подчертава нуждата от адаптивни производствени модели [83, 220, 376, 223]. Значимата ролята на технологичния пакет се подчертава и от изследването на Благова, като носител на информация за всички етапи на производство на едно изделие [466]. Модернизацията в шевното производство изисква ясно структурирани технологични документи, които да минимизират грешките и елиминират загубите [194, 239].

4.1.1. Изследване на съвременните софтуерни продукти за организация на шевното производство

Управлението на жизнения цикъл на продукта (PLM) и уеб базираните приложения за технологична документация играят ключова роля в дигиталната трансформация на модната и шевната индустрия. Тези системи подпомагат координацията между дизайн, технологична подготовка, производство и логистика, като осигуряват централизирана среда за управление на данни, материали, операции и спецификации. Въпреки широкото им разпространение, съществува значителна вариативност в техния обхват, сложност и пригодност за различни типове предприятия.

4.1.2. Анализ на изследваните уеб-базирани системи

Изследваните шестнадесет уеб-базирани системи са водещи в модната индустрия. Анализът от изследването показва, че тези системи покриват широк набор от функционалности, свързани с разработването, управлението и производството на облекло, но също разкриват съществени ограничения. Съществуващите дигитални решения рядко интегрират техническите параметри, функционалните изисквания и производствена технологична документация в единна система. Дигиталната трансформация в шевната индустрия напредва бързо, но липсват инструменти, които да поддържат сложни продуктови структури като модулните изделия. [148, 91].

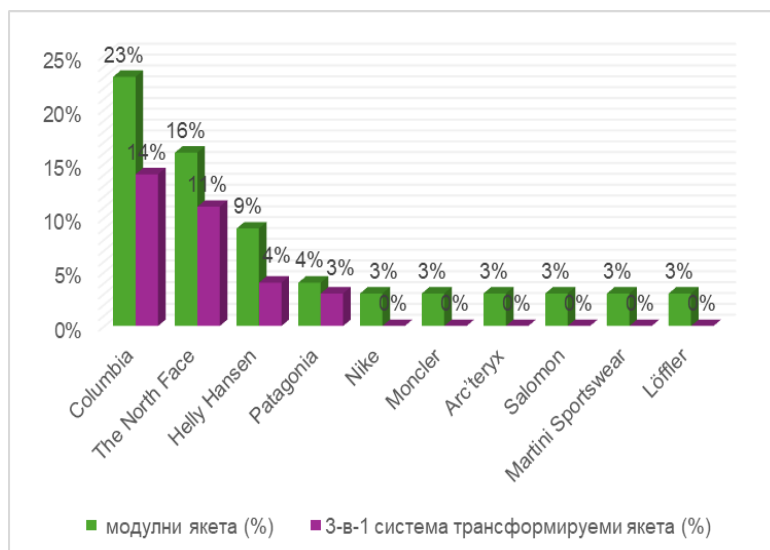
4.2. Изследване на адаптивни структури в спортно-функционалните якета като фактор за устойчивост на продукта

Адаптивния дизайн се внедрява в съвременното производство, като ефективна стратегия за удължаване на живота на облеклото и намаляване на отпадъците. Адаптивните

структури в дизайна на облеклата представляват иновативен конструктивно-технологичен метод, при който якето динамично променя своята форма, обем и функционалност. Тази трансформация се налага в отговор на физиологичните нужди на тялото при променливи климатични условия.

4.2.1 Изследване и анализ на категориите многофункционални спортни якета

Изследвани и анализирани са многофункционалните облекла участващи в продуктовете линии на 10 марки, водещи производители на спортни облекла (марките са същите, които са избрани в изследванията, провеждани по-рано на продуктовия асортимент и характеристиките). Изследването е проведено, като данните са събрани чрез ръчно преброяване на официалните сайтове на марките.



Фигура 4.1. Продуктово разпределение на трансформируеми модели (3-в-1) и модулни якета по марки за периода 2021–2025 г.

Получени са резултатите от проведеното изследване, които показват процентното съотношение на частично модулните (сваляеми качулки, подплати, ръкави, джобове, За всяка категория е отчетен брой модели, налични през периода 2021 - 2025 година [22, 23, 86, 87, 178, 179, 264, 265 270, 271, 272, 284, 285, 303, 304, 334, 333, 365, 366, 368, 417, 418, 15, 90, 141, 142, 143, 190, 191, 192, 204, 321, 323, 322, 324, 327, 414, 415, 433, 439]. Използван е програмен продукт: MS Office Ver. 2016 (Microsoft Corp., Washington, USA).регулируеми системи) и трансформируемите (Interchange/Triclimate/Zip-in системи) якета, предлагани от марките през периода 2021 - 2025 г. (фиг.4.1). Анализа на данните показва, че шест от марките подържат едва 3% модулни якета (частична модулност) и 0% от якетата тип „3 в 1“ системи, което е показателно за ориентацията на производителите към фиксирани конструкции и висока специализация. Многофункционалните якета остават иновативен микросегмент в производството на облекла за дейности на открито. Но са с постоянно присъствие през изследваният период (2021 – 2025 г.).

4.2.2. Затруднения при внедряването на модулни конструкции в производството на облекла

За разлика от стандартните облекла, производството на модулните е възпрепятствано от специфични изисквания към технологичната документация. Повишената вариативност изисква значително по-детайлна и адаптивна технологична документация. Допълнително се усложнява планирането на материалите, тъй като се увеличават детайлите. Модулните конструкции изискват:

- Варианти на сглобяване;
- Адаптивни технологични последователности;
- Специфични елементи за сглобяване;
- Динамична технологична документация;
- Висока цена;

В резултат на тези затруднения, предприятията често се сблъскват с нуждата от оптимизация на поточните линии и внедряване на цифрови инструменти за управление на вариативността. Модулния дизайн изисква технологични методи за сглобяване и разглобяване на дрехата на модули. Включително алгоритми за оптимизация и дигитални инструменти за симулация [259, 261]. Това показва, че традиционните технологични процеси не са достатъчни за управление на вариативността, присъща на модулните изделия.

4.3. Методика за създаване на техническа документация за устойчиво производство на модулни спортно-функционални якета

Направените изследвания и анализи на факторите, които осигуряват устойчивост на облеклото, на производството и на употребата му, ни дадоха основание да изберем модулния дизайн за осигуряване на устойчивост на вида спортно функционалното яке, тъй като чрез него се създава модулна система, която позволява облеклото да се разделя на независими модули. Модулите могат да бъдат заменяни, адаптирани, премахвани или реконфигурирани, което отговаря на изискванията за устойчивост чрез удължаване на жизнения цикъл на облеклото, устойчиво управление на ресурсите и намаляване на въглеродния отпечатък. Разработена е методика за създаване на техническа документация, която описва последователността на процесите, изпълнението на които осигуряват устойчивост на производството на спортно-функционални якета.

Графичното представяне на последователността на процесите за създаване на техническа документация е показано на фиг. 4.2.

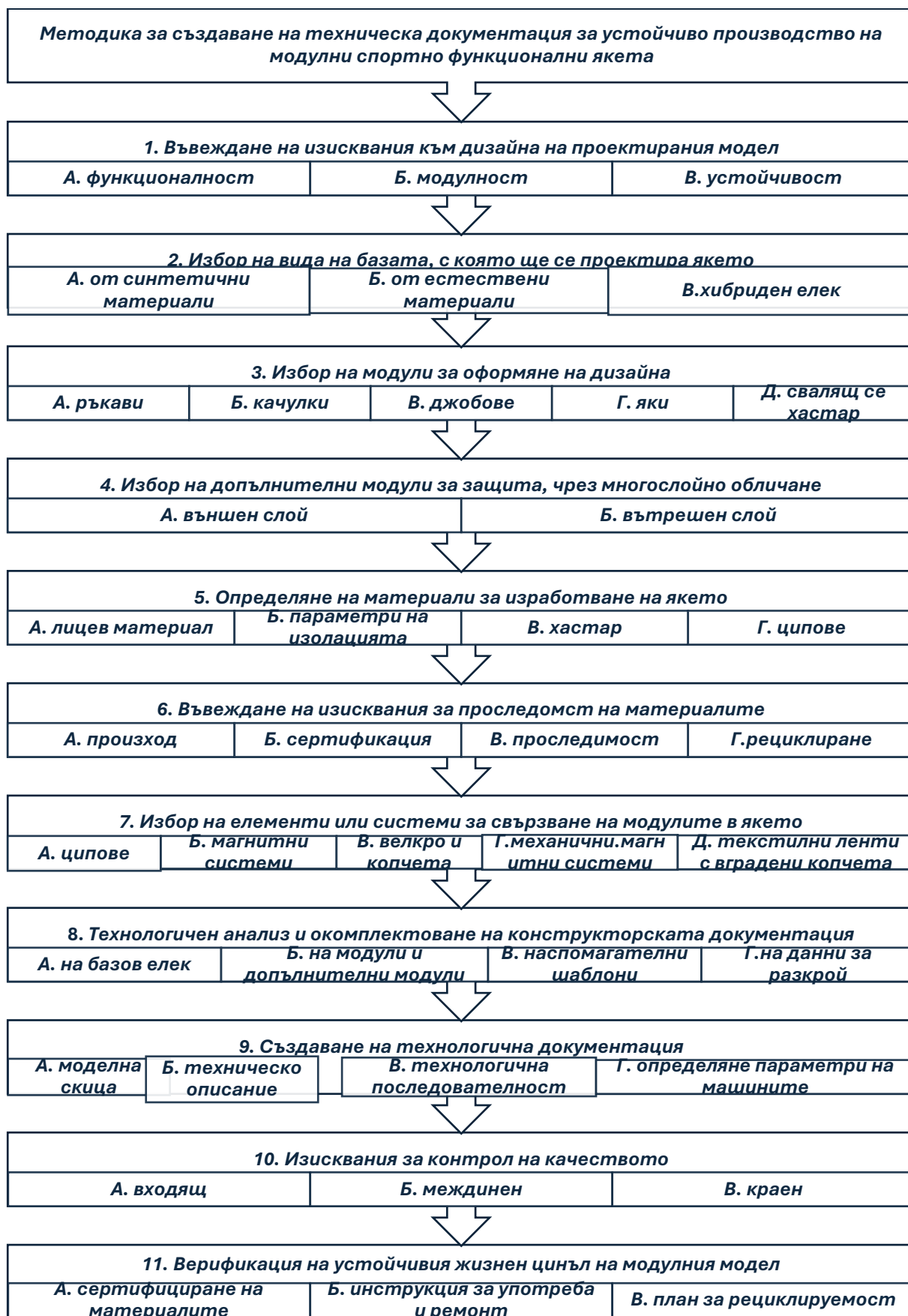
На основание на разработената методика за създаване на техническа документация за производство на устойчиво облекло е разработен е дигитален инструмент, който отразява спецификата на персонализираното модулно облекло за дейности на открито.

4.4. Разработване на уеб софтуер за проектиране на спортно-функционални якета и създаване на технологична документация за производство им

Софтуерът е създаден, с цел да оптимизира производството и осигури устойчивост на процесите. Чрез уеб базираната архитектура, системата предлага достъпност, лесно обновяване и възможност за работа от различни устройства, което я прави подходяща за съвременната дигитализирана производствена среда. Предназначението на уеб приложението е да осигури среда, в която дизайнерите, технолозите и производствените специалисти могат:

- да описват модулни изделия чрез ясно структурирани елементи и подкомпоненти;
- да създават технологични последователности, които се адаптират според избраната конфигурация;
- да управляват множество варианти на сглобяване без необходимост от дублиране на документация;
- да визуализират връзките между модулите и съответните операции;
- да намалят времето за подготовка при изделия с висока вариативност;
- да осигурят по-голяма проследимост и последователност в технологичните процеси.

Системата представлява уеб-базирана платформа, изградена от две взаимосвързани приложения, които обслужват различни групи потребители (купувачи и производители). Те работят върху обща база данни и обменят информация в реално време, но всяко приложение има специфични функции, интерфейс и ниво на достъп.



Фигура 4.2. Последователност на процесите за създаване на техническа документация

1. Въвеждане на изисквания към дизайна на проектирания модел.

Първият етап от методиката (фиг. 4.2) въвежда три основни изисквания към дизайна на новото изделие. Изпълнението и на трите ще определи проектираните изделия като подходящи за работа по тази методика. Изискванията са дефинирани както следва:

А. Функционалност на дизайна - изисква се всеки един компонент (детайл, шев, цип и др.) от проектираното изделие да има конкретна практическа приложност и да носи измерима полза, изразена чрез принципите на функционалността, а именно - ергономичност, биомеханична съвместимост с кинематиката на човешкото тяло, терморегулация, климатична защита.

Б. Модулност на дизайна - изисква се трансформируемост на изделието според нуждите на потребителя, съобразно с климатичните промени. Свързващите елементи да позволяват пълна взаимозаменяемост на отделните модули. Лесна и бърза трансформация.

В. Устойчивост на проектирания дизайн - изисква се минимизиране на замърсяването на околната среда през целия жизнен цикъл на продукта. За да се изпълнят тези условия, се проектира дизайн с нулев отпадък (zero-waste design), избор на материали от една и съща полимерна група (mono-materiality), ремонт и лесно сменящи се износени части.

2. Избор на вида на базата, с която ще се проектира якето.

Базовият модул се проектира като елек, който може да се носи самостоятелно, като междинен или външен изолиращ слой. Базата е носеща конструкция, върху която се прикачват останалите модули.

Методиката предлага избор между три основни технологични варианта за базов модел:

А. Елек с изолация от синтетични материали – това са висотехнологични материали от полимерни влакна, 100% рециклирани от отпадъци. (PrimaLoft® Gold P.U.R.E., Thermore® EcoDown). Запазват се термоизолационни свойства при намокряне, поддържат ниско тегло и висока компресивност, осигуряват бързо съхнене и устойчивост на циклично мокро третиране (пране).

Б. Елек с изолация от естествени материали – тук се включват сертифициран гъши/патешки пух с висок коефициент на запълване, видове вълна. Високо съотношение между топлинна ефективност и собствено тегло, естествена терморегулация и висока паропропускливост, антибактериални свойства и устойчивост на натрупване на неприятни миризми.

В. Хибриден елек – съчетава предимствата на предходните две технологии и панели без изолация, като се разпределят, чрез принципа на зонален боди-мапинг (Body-mapping) според анатомичните нужди. Конструкцията комбинира панели с естествена изолация (в зоните, изискващи максимално задържане на топлината, като гърдите и гърба) със синтетични влакна в участъците, предразположени към интензивно изпотяване или триене. Може да се включат и високоразтегливи, неизолирани текстилни панели в зоните на максимална динамика на движенията, което оптимизира ергономичния комфорт и терморегулацията на тялото.

3. Избор на модули за оформяне на дизайна

Следващата стъпка е избора на елементите, с добавянето на които се оформя дизайна на изделието. Тук са представени отделните компоненти, които могат да се присъединяват към избраната в етап 2 база (елек), за да формират дизайна на новото яке. Всеки избран модул трябва да притежава конструктивна автономност и стандартизиран интерфейс за свързване към базата. Дефинирани са следните пет основни групи модули, представени като избор:

А. Ръкави - те осигуряват защита на горните крайници, завършват с маншети и зони за вентилация. С присъединяването им към базовия модел, той се трансформира в яке. Интерфейса за връзка към ръкавна извивка на базата е цип (вида цип според изискванията). Предоставя се избор между следните видове: ръкави с изолация от естествени материали,

ръкави с изолация от естествени материали с маншет, ръкави с изолация от синтетични материали, ръкави с изолация от синтетични материали с маншет, хибридни ръкави.

Б. Качулки - осигуряват защита на главата и шията. Конструктивно се проектират в зависимост от вида на защитата и биват: качулка с изолация от синтетични материали, качулка с изолация от естествени материали, вградена ветроустойчива качулка в яка и водоустойчива качулка с хастар. При тях има възможност за вградени периферни и/или тилни системи за регулиране. Връзката към яката или вратна извивка се осъществява с помощта на свързващи компоненти (ципове, магнитни системи, копчета, велкро и др.).

В. Джобове – разглеждат се като самостоятелни функционални компоненти. При джобовете с ципове, възможност за лазерно изрязани отвори. Според детайла на който се прикачват, могат да бъдат за предни части, гръб, ръкави. В методиката е предоставен избор на апликиран джоб без капак и апликиран джоб с капак. Сменящите се джобове подобно на качулките имат повече възможности (велкро, магнитна система, цип, копчета) за връзка към якето.

Г. Яки - те определят терморегулационния комфорт в областта на шията, избора е между ниска яка и висока – защитна с отвор за прибиране на ветрозащитна качулка. И в двата случая по линия на вратна извивка е внедрен цип със защитен капак за свързване с избрана качулка от етап 3. В. Яката трябва да се избере още при избора на база (етап 2).

Д. Свалящ се хастар – олекотен вътрешен слой, който се проектира по контура на базовия модул. Осигурява допълнителна топлина и намалява нуждата от закупуване на нов продукт. Връзката се осъществява от вътрешната страна на якето чрез ципове, а ръкавите се свързват с гайки, копчета към лицевите ръкави. Предоставена е възможност за избор на части от топлия хастар: може да се избере само елека или елека с ръкавите, които са свързани с ципове към елека (топла подплата).

4. Избор на допълнителни модули за защита посредством многослойно обличане.

Изборът на допълнителни модули е част от концепцията за трислойното обличане (базата/средния слой е дефиниран вече в етап 2), която осигурява оптимална защита при екстремни условия. Защитата е организирана в две категории:

А. Външен слой - защитава от климатични условия (дъжд, сняг и вятър), като същевременно позволява на влагата да се отвежда навън. Този допълнителен модул представлява неизолувано тънко яке, изработено с лицев материал от трислойна мембрана, и шевове изцяло подлепени с термолента.

Б. Вътрешен слой - проектиран е с цел задържането на топлина, генерирана от тялото, и извеждане на потта навън. Отново е неизолувано тънко яке, проектирано без излишни обеми. Използват се силно дишащи и еластични текстилни материали (полар, fleece, power stretch, мерино). Осигурена е възможност за вариативност при този слой: яке с яка и яке с качулка.

5. Избор на материали за изработване. Изборът на материали е важен за издръжливостта, защитата от климатични условия, качеството на изделието и неговия екологичен отпечатък. Тук дефинираме изискванията към четирите основни материала на якето. Подборът се води от принципите на кръгова икономика.

А. Видове лицев материал (ЛМ) – първата защита от механични наранявания и климатични условия. Избора е между технически текстили с висока якост (Ripstop), мембранни системи - 2.5-слойни или 3-слойни ламинати (Sympatex®, Gore-Tex Recycled) с високи параметри на водонепропускливост, 100% механично или химически рециклиран найлон (полиамид) или полиестер, обработен с екологично крайно покритие за водоотблъскване без съдържание на вредни перфлуорирани съединения (PFC-free DWR).

Б. Параметри на изолацията – материалът, който определя термосъпротивлението на якето. За избрания вид изолация в етап 2 се предоставя техническата документация, с помощта на която се избират параметри на изолацията като плътност (обем) и тегло.

В. Видове хастар - това е материала, който се грижи за вътрешния комфорт, отвеждане на влагата. Материалите са от леки тъкани или фини плетива тип мрежа. Избора на хастар е съобразен с полимерната група на ЛТМ с цел моно-материалност.

В. Видове ципове – както за закопчаване на якето, така и за джобовете, използват се водонепропускливи (YKK AquaGuard®), скрити, спирални, метални и др.. В избора на ципове са включени и такива от рециклиран полиестер.

6. Въвеждане на изисквания за проследимост на материалите. След избора на материали е важно да въведем изисквания за верификация на суровините по четири критерия, гарантиращи устойчивост на бъдещия продукт, по отношение на тази категория:

А. Произход – технологичната документацията изисква прозрачност относно географския произход на суровините и методите на тяхното създаване. Необходимо е да се знае и първичния източник на влакна, за да се минимизира логистичния въглероден отпадък.

Б. Сертификация – за да се класифицира като устойчиво яке, в техническото досие на модела се прикачват всички сертификати, доказващи екологичния статус, например: за рециклирани материали (GRS - Global Recycled Standard), за чисти производствени процеси и безопасна работа с химикали (Bluesign® / OEKO-TEX® ECO PASSPORT), сертификати за хуманно отношение при добиването на пух и вълна, ако е избрана база от етап 2.Б,В (Responsible Down Standard (RDS) за пух и Responsible Wool Standard (RWS) за вълна.

В. Проследимост – извършва се по цялата производствена верига, от добиването на влакното до окончателното конфигуриране на готовия продукт. Методиката залага интеграцията на дигитални инструменти (дигитален паспорт на продукта, блокчейн верификация).

Г. Рециклируемост – извършва се предварителен анализ на композитния състав на материалите и тяхната пригодност за удължаване на живота им чрез рециклиране. Изчислява се процентът на примеси, и ако има нерицеклеруеми елементи, в документацията се вписват инструкции за тяхното механично или термично отстраняване.

7. Избор на елементи или системи за свързване на модулите в якето. В този етап методиката изисква дефиниране на видовете възли за свързване, които осигуряват трансформирането на якето. Към тях има изисквания, като осигуряване на експлоатационен комфорт (ергономични), визуален баланс с общата концепция за дизайна на якето (естетични), съвместимост с текстилните материали и оптимално разпределение на натрупаните слоеве, без да нарушават основните конструктивни линии (конструктивни) и дълъг експлоатационен живот на свързващите системи (функционални). За постигането на баланс между тези изисквания в методиката се предлагат следните свързващи елементи:

А. Ципове (линейни затварящи системи) - използват се за свързване на модули в зони с концентрация на напрежение и динамично натоварване. Изборът на вида цип зависи от вида на материалите и предназначението на якето.

Б. Магнитни системи - подходящи за модули с ниско натоварване. Капсулирани са в тънка гъвкава обвивка, чрез която се осъществява пришиването им към изделието.

В. Велкро и копчета - освен за свързване, се използват и за регулиране на обемите и дължините на якето.

Г. Магнитно–механични (Fidlock®) системи – тази система на свързване комбинира удобството на бързото заключване чрез магнити и издръжливостта на силен опън, защото отключването става само чрез специфично приплъзване или дърпане под определен ъгъл, като минимизира риска от случайно отключване.

Д. Текстилни ленти с вградени копчета – полиестерни ленти с фабрично фиксирани на еднакво разстояние тик-так копчета. Използват се за бързо монтиране и демонтиране на качулка, джобове, външни канони, зони за вентилация. За закрепване на вътрешни слоеве при системата на обличане „3 в 1“.

Освен свързващите елементи се използват системи за персонализиране като стопери, еластични шнурове, катарами, капси и др.. Тяхната функционалност е насочена към индивидуалната адаптивност на якето спрямо климатичните условия и специфичните потребности на потребителя.

8. Технологичен анализ и окомплектоване на конструкторската документация.

Следващ етап от методиката е технологичния анализ и окомплектоване на конструкторската документация, която да осигури единна база от документи за базовия модел, модулите и допълнителните модули.

А. Конструкторска документация на базов елек – съдържа таблица с обмерни данни, план с кройчните шаблони и план с шаблоните за капитониране на детайлите на избрания елек .

Б. Конструкторска документация на модулите – включва плановете на всички избрани и допълнителни модули.

В. Спомагателни шаблони – този план съдържа всички необходими шаблони за изделието за подготвителния производствен участък, съдържащ информация за позиционирането на джобовете, пресмотивите, бродериите и др.

Г. Данни за скрояване на детайлите на облеклото – включват дигитални планове за разкрояване, създадени на принципа на нулев отпадък, с цел оптимизиране на процеса кроене и на количеството използвани текстилни материали.

9. Създаване на технологична документация на модела. За създаването на спортно-функционално яке с високо качество е необходимо цялостно познаване на всяка технологична операция, технологичните и технически условия за правилно протичане на производствения процес, последователността им и необходимите машини и съоръжения. Тези изисквания се описват в технологичната документация. В този етап на методиката се дефинира производствения алгоритъм на изделието. Той включва визуализиране на модела (моделна скица), техническо описание, технологични последователности на изработване на детайлите и съединяването им, както и определянето на необходимите машини. Тъй като става въпрос за персонализирано модулно облекло, работата на технолога тук е много по-сложна, отколкото при масовото производство. Тук се създава технологична документация за всеки модул на адаптивното спортно-функционално яке, проектирано като комбинация от модули и материали. При избора на потребителя в етапи 2, 3, 4 и 5, автоматично се компилират само избраните материали, база, модули и допълнителни модули. След което се генерират избраните материали, техническа скица, технологично описание и технологичните последователности, които съответстват на избраната от потребителя конфигурация. Документацията включва:

А. Моделна (техническа) скица - двуизмерно изображение на базовия елек, модулите (ръкави, качулки и др.) и допълнителните модули (вътрешен и външен слой (яке) от многослойното обличане). Моделния вариант съдържа изгледи на предна част, на гръб на базата и на допълнителните модули, както и индивидуални скици на модулите. Върху скицата графично са отбелязани местата на видимите шевове, позициите на джобовете, системите за регулиране. Тя служи за визуално ориентиране на специалистите.

Б. Техническо описание – описани се материалните, конструктивните и естетическите характеристики на модела и вида на силуета. Дава се подробна информация за състава на материалите, заедно с техните технически параметри, вида на закопчаването, вида на джобовете и вида на свързващите системи.

В. Технологична последователност - изготвена е в табличен вид, където се описва точното наименование на операцията, символа характерен за съответната операция, вида на работата (ръчна, машинна, влаготоплинна обработка (ВТО)) и времето за изработване на дадената операция. Ако работата е на машинна се посочва вида на машината (УМ, СМ) и вида на бодовия ред, който тя образува, съгласно ISO (международен стандарт за единна класификация на бодовете по вид, клас и подклас).

В разработената нова методиката класическата технологична последователност е заменена с алгоритъм за генериране на адаптивна технологична последователност осигуряваща производството на персонализирано модулно спортно-функционално яке.

Г. Определяне на машините параметри – спортно-функционалното яке изисква специфични технологии на съединяване на детайли, обосновани от иновативните материали и текстил, от които се изработват и множеството функции, които изпълняват. Методиката изисква да се разпишат точните параметри на машините и на работните им органи, избрани в етап 9.В. Те зависят пряко от избора на материали, направен от потребителя в етап 5. Указва се гъстота на бода за съединителни и лицеви шевове, дебелина, покритие и форма на върха и на заточването на острието на иглата. Избират се технически приспособления за автоматизация на шевните процеси, както и спецификацията на оборудването за влаготоплинна обработка. За бързо и качествено изпълнение на отделните операции е важно да се избере и шевна машина с подходящия транспорт. За процесите по запечатване на конструктивните шевове с термо-ленти, технологът дефинира точните физични променливи на оборудването: температура на нагрявания елемент, работно налягане на пресоващите ролки и линейна скорост на подаване. Тези параметри се калибрират индивидуално спрямо температурата на топене на полимерната група на избраните материали.

10. Изисквания за контрол и качество. Връхното облекло, се характеризира с повишена производствена и технологична сложност, съчетана със висок интензитет на влагания труд. Като следствие от това, процесите по последваща корекция или дефектна репарация се усложняват. В тази връзка, методиката повишава изискванията за контрол, като внедрява тристепенна система за качество:

А. Входящ контрол – Проверяват се всички материали, като размери, количество и дефекти по материалите.

Б. Междинен контрол – Този контрол се извършва на поточната линия, между шевните операции. Проверяват се всички шевове, джобове за функционалност, симетрия, ако лицевия материал е мембрана се проверява качеството на залепване на шевовете. Измерват се дължините на системите за свързване, за да се гарантира заменяемостта им.

В. Краен контрол – извършва се при напълно завършено изделие. Измерват се обмерните данни на якето, провеждат се физически тестове за функционалност (откопчаване и закопчаване на яке, ръкави, качулки, джобове, топла подплата). Извършва се цялостна визуална проверка с техническата скица.

11. Верификация на устойчивия жизнен цикъл на модулния модел. Тази проверка гарантира, че якето следва изискванията на кръговата икономика по време на целия си експлоатационен и следексплоатационен живот.

А. Сертифициране на материали – проверяване на всички екологични сертификати на вложените материали, дефинирани в точка 6. Издаване на сертификационен лист на готовото яке.

Б. Инструкция за употреба и ремонт – разработване на подробно ръководство за потребителя, което указва правилните режими на пране и сушене на модулното яке. При повреда на даден детайл (ръкав, джоб), инструкцията описва как потребителя да замени само този детайл, вместо да изхвърля цялото яке.

В. План за рециклируемост – Техническо предписание, което указва точния състав и структура на дрехата за улеснение на центровете за вторична преработка. Благодарение на заложената моно-материалност (точка 5), планът дефинира стъпките за пълно химично или механично рециклиране на якето, превръщайки го обратно в суровина за нови текстилни нишки.

На основание на разработената методика за създаване на техническа документация за производство на устойчиво облекло е разработен е дигитален инструмент, който отразява спецификата на персонализираното модулно облекло за дейности на открито.

4.4. Разработване на уеб софтуер за проектиране на спортно-функционални якета и създаване на технологична документация за производство им

Софтуерът е създаден, с цел да оптимизира производството и осигури устойчивост на процесите. Чрез уеб базираната архитектура, системата предлага достъпност, лесно обновяване и възможност за работа от различни устройства, което я прави подходяща за съвременната дигитализирана производствена среда. Предназначението на уеб приложението е да осигури среда, в която дизайнерите, технолозите и производствените специалисти могат: да описват модулни изделия чрез ясно структурирани елементи и подкомпоненти, да създават технологични последователности, които се адаптират според избраната конфигурация, да управляват множество варианти на сглобяване без необходимост от дублиране на документация, да визуализират връзките между модулите и съответните операции, да намалят времето за подготовка при изделия с висока вариативност, да осигурят по голяма проследимост и последователност в технологичните процеси.

4.4.1. Техническа и алгоритмична структура на уеб-приложение за генериране на технологична документация (технологични последователности) за производство на спортно-функционално облекло

Разработеното уеб-приложение реализира цялостен поток за конфигуриране на продукт (елек/многослойна екипировка), приемане на клиентски поръчки и автоматично генериране на технологични последователности за производство на база предварително дефинирани технологични карти.

Системата е съвместима с интеграция към ERP/MES/PLM чрез REST слоеве или обмен на файлове. Поръчките могат да се създават автоматично от ERP заявки; технологичните последователности да се синхронизират с PLM/документни хранилища; статутът „приключена поръчка“ да тригерира задание към MES. Възможно е и внедряване на BPMN-модели за по-детайлно оркестриране (например проверки, одобрения, ескалации), както и надграждане към Industry 4.0 сценарии: запис на технологиите в централен Knowledge Base, IoT-събития за старт/стоп на операции и т.н. [221, 1, 398]. Технически, използваните инструменти (Flask, SQL Alchemy, Alembic) са достатъчно леки, за да работят on-prem на стандартен сървър в мрежата на предприятието, и достатъчно стандартизирани, за да се включат към съществуваща SOA/микросервизна архитектура [155, 42].

4.5. Изводи от направените изследвания:

От анализът на резултатите, получени от изследването на адаптивните категории в продуктивния асортимент на избраните марки се установи, че многофункционалните облекла не са масов продукт, а се позиционират като микросегмент. Мнозинството от изследваните марки (60%), избягват сложните адаптивни конструкции, като са ориентирани към традиционните модели. Установеното постоянно присъствие (от 3%) през изследвания период (2021 – 2025 г.) на частично модулни якета, доказва, че този вид якета не са временна модна тенденция, а устойчива категория. Адаптивният дизайн се прилага като иновативен и устойчив подход към кръговата икономика. Ниският процентен дял на произведените адаптивни якета при по-голямата част от изследваните брандове, разкрива огромен потенциал за нови разработки.

Предложен е нов подход за проектиране на технологичните процеси, като е разработена методика за създаване на технологична документация за устойчиво производство на високотехнологично спортно-функционално облекло, чрез интегриране на ключовите фактори за устойчивост и принципа на модулното облекло. В разработената нова методиката, класическата технологична последователност е заменена с алгоритъм за генериране на адаптивна технологична последователност. Структурирането на

документацията спомага за оптимизиране на времевите и материалните ресурси. Това повишава производителността на труда и минимизира престоите, доказвайки, че устойчивият дизайн може да бъде и икономически рентабилен за предприятията. Разработената методика доказва, че внедряването на адаптивни облекла изисква стандартизация на съединителните системи. Въвеждане на параметри за връзките между елементите (модули) премахва риска от технологични грешки и гарантира съвместимост между компонентите. Предложеният методически подход за технологично проектиране не е ограничен само до един конкретен модел яке. Изградената рамка е изключително гъвкава и отворена за надграждане и може да служи като универсален стандартен алгоритъм за разработване на цели продуктови линии от адаптивно и многофункционално спортно облекло.

След анализа от изследването на съществуващите дигитални системи, се установи че нито една от тях не поддържа технологичните зависимости, необходими за адаптиране на производствения процес към променливи комбинации от модули. Проведените изследвания, ни дават основание да твърдим, че бъдещето на модната индустрия е свързано с персонализация, адаптивност и дигитално управление на изделия с по-голяма вариативност. Въпреки, че модулните облекла са микросегменти, те идеално се вписват в концепцията за устойчивост. Това позволява убедително да се аргументира необходимостта от нови дигитални инструменти, поддържащи тяхната технологична сложност.

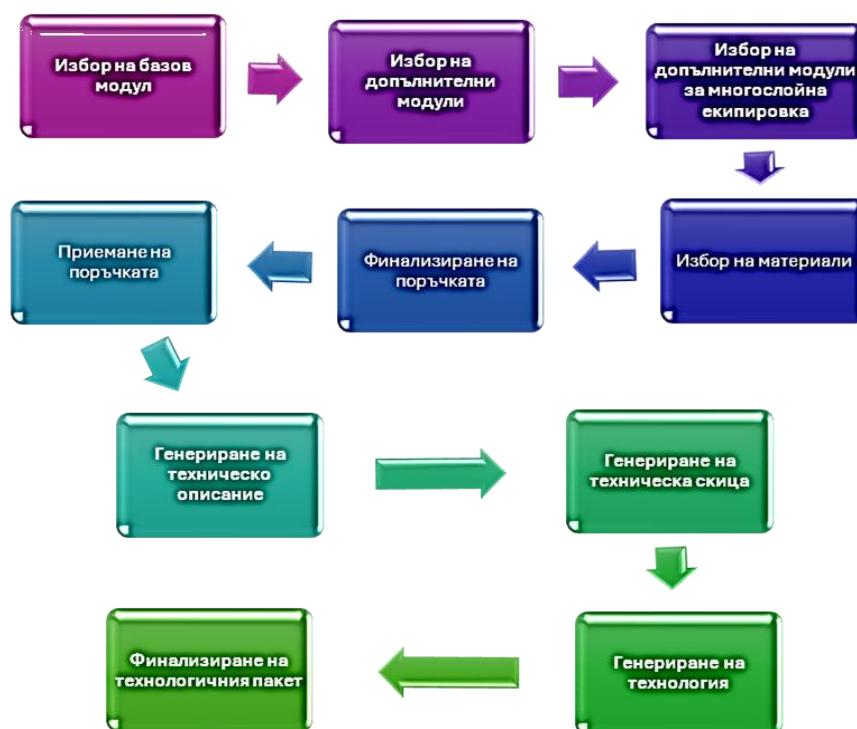
Въз основа на създадената методика за разработване на техническа документация за производство на устойчиво облекло е разработен е дигитален инструмент, който отразява спецификата на персонализираното модулно облекло за дейности на открито. Уеб-базираната платформа е изградена от две взаимосвързани приложения, които обслужват различни групи потребители (купувачи и производители). Те работят върху обща база данни и обменят информация в реално време, но всяко приложение има специфични функции, интерфейс и ниво на достъп. Разработената веб система позволява поръчките да се създават автоматично от ERP заявки; технологичните последователности да се синхронизират с PLM/документни хранилища; статутът „приключена поръчка“ да тригерира задание към MES. Осигурена е възможност за внедряване на BPMN-моделни за по-детайлно оркестриране (например проверки, одобрения, ескалации), както и надграждане към Industry 4.0. Възможностите на веб приложението за автоматизираното сглобяване на технологични последователности намалява подготвителното време за специалиста. Вместо ръчно да търси и комбинира файлове, той получава консистентен документ, валидиран спрямо правилата за избор. Освен това се минимизира вероятността от грешки: съвпадения 1:1 елиминират неправилни или стари версии на технологични документации.

Глава Пета. АРХИТЕКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ НА УЕБ-БАЗИРНА СИСТЕМА ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА ДОКУМЕНТАЦИЯ ЗА УСТОЙЧИВО ПРОИЗВОДСТВО НА СПОРТНО-ФУНКЦИОНАЛНИ ЯКЕТА

Разработено е веб приложение, което да осигури среда за дизайнери, технолози и производствени специалисти, в която да описват чрез ясно структурирани елементи и подкомпоненти модулни изделия, да създават технологични последователности, адаптиращи се според избраната конфигурация, да управляват множество варианти на сглобяване избягвайки необходимостта от дублиране на документация, да визуализират връзките между модулите и съответните операции, да намалят времето за подготовка при изделия с висока вариативност, осигурявайки по-добра проследимост на технологичните процеси.

5.1. Визуално представяне на етапите, структуриращи веб системата

С цел да се представят в детайли възможностите на уеб системата в реална работна среда е разработена последователност-сценарий, демонстриращ работата с приложението., показан на фиг. 5.1..



Фигура 5.1. Логическо визуализиране на етапите, структуриращи уеб-системата

Структурната схема от фигурата показва функционалната логика, практическа приложимост и потенциал за оптимизация на процеси. Цикълът на работа на системата започва от конфигурирането на модулното облекло до генерирането на технологичния пакет. Комбиниране на базови и допълнителни модули и генериране на материална спецификация и документация е от съществено значение за фирмата производител.

5.2. Структура, интерфейс и принципи на работа на приложение за потребители

Едната част на приложението предоставя интерфейса, чрез който потребителят взаимодейства със системата. Осигурява се удобство, прозрачност и персонализирано изживяване. Основните характеристики на този слой включват:

- интерактивен интерфейс за избор;
- визуално представяне на основните модули и кратко описание;
- визуално представяне на допълнителните модули и кратко описание;
- избор на материали и кратко описание;
- създаване на поръчка – системата генерира заявка, която се изпраща към производственото приложение;
- профил и история на поръчките.

5.2.1. Визуално представяне на основни модули и кратко описание

Основните базови модули, представени в приложението са три елека. Проектирани са три различни модела елечи, в различен силует, конструкция и с различна изолация, които формират конструктивната основа за разработената модулна система. Включени са интегрирани точки за модулност (ципове, магнити, елици и копчета), позволяващи добавяне на функционални елементи като джобове, качулки, топли подплати и ръкави. Процесът на

визуализация включва прилагането на ИИ базирани инструменти за генериране на първоначални моделни варианти [317, 151, 281].

Конструктивната логика на трите модела елеци, допуска интегриране на различни видове термоизолация без промяна в конструкцията и силуета. Всеки от моделите може да бъде конфигуриран със синтетична или естествена изолация, в зависимост от функционалните изисквания на потребителя.

Тази вариативност позволява различно изживяване и избор на различни допълнителни модули.



а) Визуализация на предна част - елек с изолация



б) Визуализация на гръб - елек с изолация

Фигура 5.2. Визуализация на моделен вариант №1 на елек



а) Визуализация на предна част - елек с изолация



б) Визуализация на гръб - елек с изолация

Фигура 5.3. Визуализация на моделен вариант №2 на елек



а) Визуализация на предна част – хибриден елек



б) Визуализация на гръб – хибриден елек

Фигура 5.4. Визуализация на Моделен вариант №3 на елек

- **Моделен вариант №1 - елек с пълнеж от естествени материали (гъши/ патешки пух, пух от гага, вълна):** Базовият модул №1 (фиг. 5.2) е класически, леко втален силует, позволявайки интеграция на допълнителни модули за сезонни конфигурации.

Изолацията осигурява висока топлина при минимално тегло, отлична компресируемост и естествена терморегулация. Подходящи лицеви материали са тъкани с висока плътност, найлонови, леки технически, полиестерни микрофибърни тъкани с водоотблъскващи покрития (DWR). Подходящ е за сухи, зимни и преходни климатични условия. Препоръчва се на потребители, които търсят максимален комфорт, естествена терморегулация и висок клас изолация.

- **Моделен вариант №2 - елек с пълнеж от синтетични текстилни материали (Thinsulate, Primaloft):** Базовият модул №2 (фиг. 5.3) е свободен силует, позволяващ интеграция на допълнителни модули за създаване на сезонни модели. Предложената изолация запазва топлината при висока влажност, тя представлява устойчив материал, лесен за поддръжка и подходящ за интензивна употреба. Характеризира се с висока устойчивост, функционалност и бързо съхнене. Подходящи лицеви материали, за комбиниране с този вид изолация са Ripstop тъкани, технически с водоотблъскващи покрития (DWR), найлонови, софтшели и др. Подходящ за интензивна употреба и променливи климатични условия. За потребители с активен начин на живот, условия на градска мобилност, активности на открито и променлива влажност.
- **Моделен вариант №3 - хибриден елек със синтетична изолация и детайли от флийс:** Хибридният базов модул (фиг. 5.4) е в полувтален силует и осигурява възможност за интеграция на допълнителни модули за сезонни конфигурации. Конструктивната логика е ориентирана към функционално зонироване. Изолационните материали се разпределят според термичните нужди на тялото. Този модел се характеризира със стратегически разположени панели от различни материали за оптимизиране на изолацията и дишаемостта.



а) моделен вариант № 1 на внедрена качулка с хастар и изолация



б) моделен вариант № 2 на качулка с естествена изолация (гъши пух)



в) моделен вариант № 3 на качулка без хастар и изолация



г) моделен вариант № 4 качулка със синтетична изолация

Фигура 5.5. Визуализация на допълнителни модули – видове качулки

Визуално представяне на модули

Приложението предоставя възможност за избор на моделни варианти на качулки (фиг. 5.5), на ръкави (фиг. 5.6), на яки (фиг. 5.7), на джобове (фиг. 5.8) и на топла подплата.

Персонализирането на базовия модел към специфичните нужди, стил и функционални предпочитания се осъществява чрез избора на допълнителни модули.



а) моделен вариант №1 на ръкав с изолация от естествени материали



б) моделен вариант № 2 на ръкав с изолация от естествени материали и маншет



в) моделен вариант № 3 на ръкав с изолация от синтетични материали



г) моделен вариант № 4 на ръкав с изолация от синтетични материали и маншет



д) моделен вариант № 5 на хибриден ръкав с изолация от синтетични материали и частичен маншет

Фигура 5.6. Визуализация на допълнителни модули – видове ръкави

Те дават възможност за създаване на индивидуално конфигурирано изделие, различно от масовото.

Мултифункционалността позволява на якето да бъде адаптирано към променлив климат, сезонност, активност и удължава жизнения цикъл на изделието. Потребителя може да надгражда базовия модел чрез модули, намалявайки разходите в дългосрочен план.

Подмяната или добавянето на модули намалява текстилните отпадъци, а емоционалната стойност увеличава вероятността дрехата да бъде използвана по-дълго. Визуално представяне на моделни варианти на допълнителни елементи на многослойно обличане и транспортна торба.



а) моделен вариант №1 на яка с отвор за прибиране на качулка с естествена (пух) изолация



б) моделен вариант № 2 на яка с отвор за прибиране на качулка със синтетична изолация

Фигура 5.7. Визуализация на допълнителни модули – видове яки



а) моделен вариант №1 на външно пришит джоб (ПЧ)



б) моделен вариант № 2 на външно пришит джоб с капак (ПЧ)



в) моделен вариант №3 на външно пришит джоб тип "мехче" (ръкав, гръб)



г) моделен вариант № 4 на външно пришит джоб тип "мехче" с капак (ръкав, гръб)

Фигура 5.8. Визуализация на допълнителни модули – видове външно пришити джобове

На фигури 5.9, 5.10 и 5.11 са визуализирани елементи на многослойно обличане. Комбинирането на отделни слоеве с различни функционални характеристики, осигурява

оптимален комфорт, терморегулация и адаптивност към променяща се климатична среда. Конфигурационните възможности са разширени отвъд базовия елек (междинен слой), като позволява избор на: вътрешен слой, външен слой и транспортна торба.



а) моделен вариант №1 топла подплата (елек)



б) моделен вариант №1 топла подплата (ръкав)

Фигура 5.9. Визуализация на допълнителни модули – топла подплата



Фигура 5.10. Визуализация на Моделен вариант на „транспортна торба“

Всеки слой изпълнява специфична функция в общата структура на облеклото. Те са организирани в слоеве в определена последователност и работят синергично. Вътрешният слой (яке с яка или качулка без изолация и хастар, фиг. 5.11. а-г) – регулира микроклимата около тялото и отвежда влагата. Междинният слой (конфигурации на базовия елек) – осигурява термична изолация и топлинен баланс. Външния слой (яке от мембрана, фиг. 5.11. д-е) – контролира пропускливостта на въздух и влага чрез специални отвори, предпазва от вятър, дъжд и механични въздействия. Потребителят има възможност да добавя или премахва слоеве според нуждите си и климатичните условия.

5.2.2 Визуално представяне на интерфейса на приложението за потребителска конфигурация на елек

За да се разберат функциите на всеки модул от потребителя, е описан като тип изолация, конструктивни особености и предназначение. Тази секция отразява принципите на модулния дизайн. Добавянето или премахването на модули според нуждите на потребителите отразява удължения цикъл на облеклото.

Конфигурация на елек

Модули

- ☒ Ръкав с изолация от синтетични материали, вълна
- ☐ Ръкав с изолация от синтетични материали, вълна и маншет
- ☐ Ръкав с изолация от естествени материали (пух) и маншет
- ☐ Ръкав с изолация от естествени материали (пух)
- ☒ Хибриден ръкав със синтетична изолация
- ☒ Качулка с изолация от синтетични материали, вълна
- ☐ Качулка с хастар без изолация
- ☐ Качулка с изолация от естествени материали (пух)
- ☒ Вградена ветроустойчива качулка в яка
- ☒ Топла подплата елек
- ☐ Топла подплата ръкав
- ☐ Гарнитура за качулка от Еко пух
- ☒ Яка с вградена качулка с изолация от синтетични материали, вълна
- ☐ Яка с вградена качулка с изолация от естествени материали (пух)
- ☐ Външно пришит джоб тип "мехче" с капак (ръкав, гръб)
- ☐ Външно пришит джоб с капак (елек)
- ☒ Външно пришит джоб (елек)
- ☐ Външно пришит джоб (гръб елек, ръкав)

Допълнителни елементи за многослойна екипировка

- ☒ Яке с яка без изолация (вътрешен слой)
- ☐ Яке с качулка без изолация (вътрешен слой)
- ☒ Яке от PTFE или TRU мембрана (последен, външен слой от многослойно облекло)
- ☐ Транспортна торба

Фигура 5.12. Начален екран за потребителска конфигурация

5.3. Структура, интерфейс и принципи на работа на приложение за фирмата-производител.

Връзката между приложението за потребители и приложението за производство е ключов фактор от цялостната архитектура на модулната система. Първото изпълнява ролята на конфигуратор, чрез който се избира базов модел (елек), допълнителни модули и материали. Второто подпомага производствения процес, като адаптира технологичните последователности към индивидуалната конфигурация, без необходимост от ръчна намеса или допълнително технологично проектиране.

След финализиране на поръчката, системата генерира технологични последователности за производство на база предварително дефинирани такива. При получаване на поръчката системата извършва съпоставяне между избраните от потребителя модули и наличните технологични последователности в база данни. Наличните технологични последователности за изработване на съответните модули са подредени в таблици.

Връзката между двете приложения осигурява висока степен на автоматизация. Премахва риска от грешки при предаване на информация и производството на персонализирани облекла е възможно в рамките на стандартизирана технологична среда.

Приложението за производството е замислено в помощ на технолозите, за да се намали масовото производство и да се увеличи производството на модулни облекла.



а) моделен вариант на яке с яка без изолация (вътрешен слой) - ПЧ



б) моделен вариант на яке с яка без изолация (вътрешен слой) - гръб



в) моделен вариант на яке с качулка без изолация (вътрешен слой) - ПЧ



г) моделен вариант на яке с качулка без изолация (вътрешен слой) - гръб



д) моделен вариант на яке от PTFE или TRU мембрана (последен слой от многослойно облекло) предна част



е) моделен вариант яке от PTFE или TRU мембрана (последен слой от многослойно облекло) гръб

Фигура 5.11. Визуализация на допълнителни модули за многослойно обличане

5.3.1. Избор на базов модул, материали и допълнителни модули

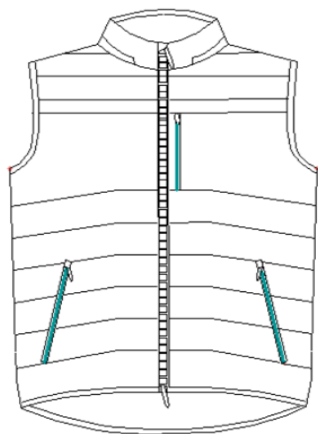
Потребителят избира базов модул (елек) от приложението за потребители. В случая потребителят може да избира между трите модела елечи. Всеки един от моделите може да бъде изработен с всички видове изолационни материали, съдържащи се в системата. Тя зарежда конструктивната информация и визуализира основните характеристики на избрания модул: моделен вариант №2 - „Елек с изолация от синтетични материали“ (фиг. 5.2). След което преминава към избора на допълнителни модули от секция „Модули“.

5.3.2. Генериране на технологична документация

5.3.2.1. Техническо описание, скица и технологична последователност за изработване на моделен вариант №2 - елек с изолация от синтетичен материал „PrimaLoft“

- Техническо описание на модела от фиг. 5.25

Мъжкият елек е свободен силует, изработен от лицев текстилен материал – „Pertex[®], Quantum[®]“, изолация от синтетичен материал и 100% рециклиран полиестерен хастар. Предните части са симетрични спрямо закопчаването, реализирано по линия на предна среда с двупътен цип. На дясна носима предница е прекачен вътрешен канон с гараж. По линия на вратна извивка е прикачена права яка, с внедрен цип и капак за прекачване на качулка. Предниците са от три части, като между раменни платки и средна част са внедрени капаци с цип за закопчаване на функционални джобове. На лява предна част в областта на гърдите е изработен вертикален прорязан джоб с видим цип и гараж. В областта под талията на лява и дясна ПЧ са изработени наклонени вертикални прорязани джобове с видим цип и гараж (фиг. 5.25. а) .Гърбът се състои от три части като долната платка е с удължение по линия на подгъва. На 10 см. от подгъва в ляв страничен шев е внедрен цип с капак за закопчаване на функционален джоб(фиг. 5.25.б) . Всички детайли на елека са капитонирани с фигурни бодове редове. По линия на ръкавни извивки са прикачени скрити ципове за прекачване на ръкави.



а) скица на предна част - елек



б) скица на гръб - елек

Фигура 5.25. Моделен вариант №2 – елек с изолация от синтетичен материал „PrimaLoft“

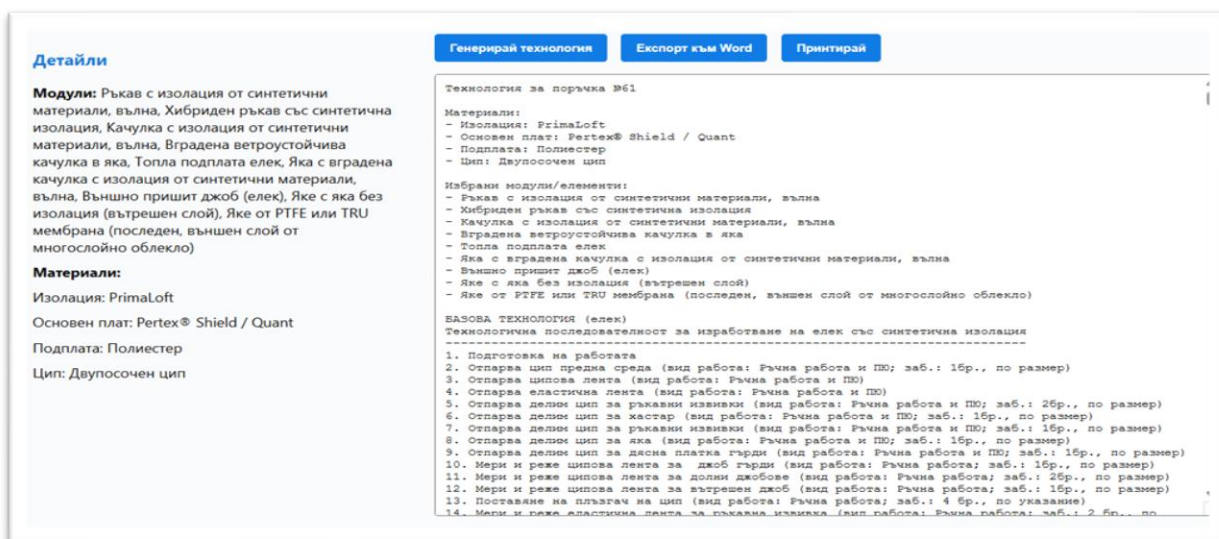
Детайлите на хастара конструктивно следват детайлите на лицевата част на елека. Вътрешната част на елека е оформена с мостри и детайл по форма за вратна извивка на гръб. По линия на съединителния шев между хастара и мострите е пришит цип за прекачване на подвижна топла подплата. На дясна носима предна част на хастар е изработен вертикален джоб с цип. По линия на подгъва, електът е оформен с еластична лента.

5.3.2.2. Техническо описание, скица и технологична последователност на изработване на моделен вариант №3 на ръкав с изолация от синтетичен материал - „PrimaLoft“

- Техническо описание на моделен вариант от фиг. 5.26

Ръкавите са от три части с анатомична форма. Изработени от лицев текстилен материал - „Pertex®, Quantum®“, изолация от синтетичен материал - „PrimaLoft“ и 100% рециклиран полиестерен хастар. Средната част на ръкава се състои от две части съединени с напречен шев, горната част е капитонирана с фигурни бодове редове. На ляв ръкав в преден надлъжен шев е внедрен джоб със „скрит“ цип. На десен ръкав в преден надлъжен шев е внедрен цип с капак за закопчаване на апликиран джоб (апликиран джоб с капак). Детайлите на хастара конструктивно следват детайлите на лицевата част на ръкавите. По линия на ръкавни извивки са прекачени ципове за закопчаване към елек. Подгъва е оформен с еластична лента.

Приложението автоматично генерира на екрана Технологична последователност за изработване на моделен вариант №3 – ръкави с изолация от синтетичен материал „PrimaLoft“ (фиг. 5.27). Интерфейса представя структурна информация за операциите и техните параметри.



Фигура 5.27. Екран на технологична последователност за изработване на ръкав с изолация от синтетични материали

5.3.2.5. Техническо описание, скица и технологична последователност на изработване на моделен вариант № 3 – внедрена качулка без хастар и изолация

- Технологично описание на модела от фиг. 5.32

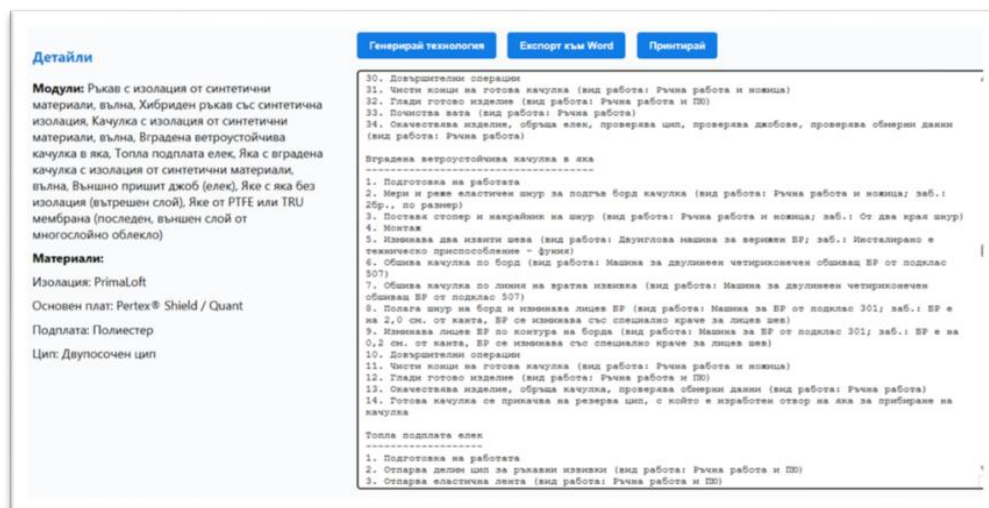


а) скица на предна част качулка

б) скица на гръб качулка

Фигура 5.32. Моделен вариант №3 – внедрена качулка без хастар и изолация

Интерфейса представя структурна информация за операциите и техните параметри.

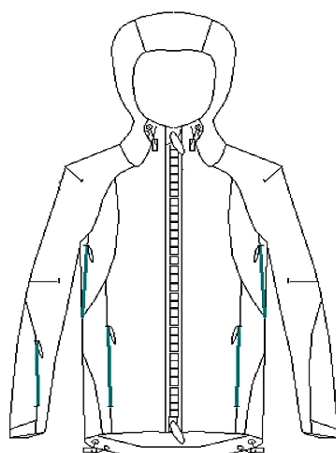


Фигура 5.33. Екран на технологична последователност за изработване на „Вградена водоустойчива качулка без хастар и изолация“

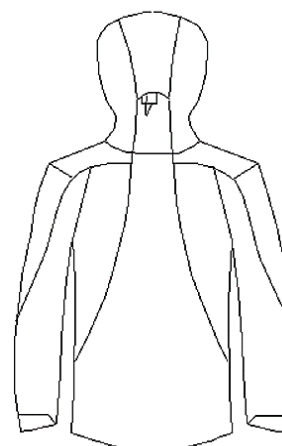
5.3.2.10. Техническо описание, скица и технологична последователност на изработване на моделен вариант №3 - яке от PTFE или TRU мембрана (последен слой от многослойно облекло)

- Техническо описание на модела от фиг. 5.42

Якето е прав силует, изработено от мембрана GORE-TEX® Performance Shell. Лицевият материал позволява ефективно отвеждане на влагата на вън и запазва част от естествената дишаемост на якето. Закопчаването е по линия на предна среда, реализирано с двупътен водоустойчив цип. Горната лява и дясна предни части са оформена с платки под форма. Долната част на ПЧ е разделена от надлъжни шевове в които са внедрени джобове с водоустойчиви ципове. В областта на подмишечния участък са реализирани вентилационни отвори с ципове за регулиране на телесната температура и подобряване на циркулацията на въздуха.



а) скица на предна част яке



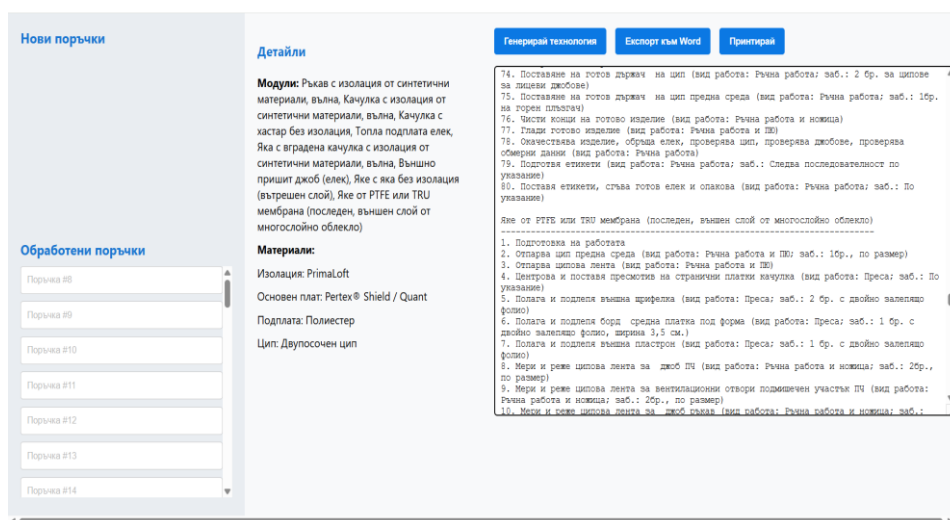
Б) скица на гръб яке

Фигура 5.42. Моделен вариант на яке с лицев текстилен материал - мембрана

По линия на вратна извивка е вградена двойно регулируема качулка. В подгъва на преден кант на качулката и в средна хоризонтална част са оформени тунели с еластичен

шнур, капси и механизъм за регулиране. Ръкавите са с реглан форма с два пенса по линия на лакътен шев. Оформени с конструктивни срязвания, на десен ръкав в лакътен шев е внедрен джоб с цип. По линия на вътрешен шев в областта на подгъва, към задната част на ръкавите е вмъкната щрифелка под форма, закопчаваща се с лепилна лента тип „велкро“, осигурявайки регулиране на подгъва. Гърбът е удължен и е оформен с две симетрични диагонални платки и средна част. Подгъва на якето е оформен тунел с внедрен еластичен шнур, капси и механизъм за регулиране. На лява ПЧ от вътрешната страна на якето е апликиран джоб с цип. Всички шевове от вътрешна част на якето са апликирани със термоактивна лепилна лента.

Приложението автоматично генерира на екрана технологична последователност за изработване на моделен вариант на „Яке от PTFE или TRU мембрана (последен слой от многослойно облекло)“ (фиг. 5.43). Интерфейса представя структурна информация за операциите и техните параметри.



Фигура 5.43. Екран на технологична последователност за изработване на „Яке от PTFE или TRU мембрана (последен слой от многослойно облекло)“

5.4. Приложение на уеб системата и методиката за създаване на техническа документация за производство на спортно-функционално яке.

На основание на разработената методика за създаване на техническа документация за производство на устойчиво облекло и предложени нов дигитален инструмент за проектиране, отразяващ спецификата на персонализираното модулно облекло е изработено модулно яке с адаптивната конструкция, включваща свалящи се два вида ръкави, качулка и джобове с капаци. Моделният вариант и модулите са представени на фигура 5.46. Компонентите, изграждащи конструкцията на якето могат да бъдат заменяни, адаптирани, премахвани или реконфигурирани.

Качулката на якето може да се снее, да се замени с друга или да се прибере в отвора на яката (фиг. 5.46. Б и фиг. 5.46. В). Ръкавите могат да се свалят, като адаптират якето в елек или да се заменят с друг вид ръкав, изработен от друг текстилен материал, чрез ципове (фиг. 5.46. А и фиг. 5.46. Д). Апликираните джобове с капаци се свързват към якето с ципове, лепилна лента тип «велкро» и магнитни интерфейси (фиг. 5.46. Г и фиг. 5.46. Д). Централното закопчаване е с двупътен цип и външен пластрон, който функционира като допълнителен модул за защита от климатични условия (фиг. 5.46. А и фиг. 5.46. Д). По линия на талия и подгъв са внедрени еластични шнурове с регулиращи механизми, които позволяват персонализиране (фиг. 5.46. Б и фиг. 5.46. В). Маншетите са регулируеми с помоща на щрифелки и копчета (фиг. 5.46. Д).

Изработено е високотехнологично яке, което може да се адаптира към различни климатични условия и да се персонализира, като заменя нуждата от няколко подобни

изделия. С това се изпълняват изисквания за устойчивост на облеклото и се намалява ненужното производство на облекла.



Фигура 5.46. Модулно яке с адаптивна конструкция за дейности на открито

5.5. Изводи:

Разработена е уеб базирана система, която генерира в реално време технологичната документация, необходима за производство на проектираното спортно-функционално яке или елек. Чрез примерен сценарий на избор на конфигурация на яке от потребител е демонстрирана работа на системата в производствена среда. Краткото време за подготовка на технологичната документация и редуцираният риск от грешки определят разработката като значимо практическо решение за постигане на устойчиво производството на модулни облекла. Представянето на базовите елеци, модулите и допълнителните модули с триизмерна визуализация, дава възможност на потребителя да сравнява различни варианти в реално време. Тази визуализация подобрява значително качеството на процеса на персонализация и улеснява избора на модулни конфигурации. Автоматичното генериране на технологична документация, гарантира че всички производствени етапи са ясно дефинирани и подсигурени, съобразно с избраната конфигурация на якето.

Разработената нова уеб система е дигитален инструмент, който да бъде внедрен в производство. Разработеното уеб-приложение за модулно облекло и реализираната функционалност показват, че уеб технологиите могат успешно да подържат динамични конфигурации и приложението му демонстрира, че дигиталните технологии предоставят ефективна среда за визуализиране, конфигуриране и персонализиране на модулни елементи в облеклото. Производството на модулни спортно-функционални якета и елеци, подкрепено от дигитален инструмент, стимулира персонализираното потребление и съдейства за по-устойчиви практики, чрез намаляване на ненужното производство.

Основни изводи от изследването

1. Проведено е изследване на тенденциите в развитието на асортимента на спортно-функционалните облекла за периода 2021 – 2025 година. Направен анализ на различните видове изделия. Доказан е прогрес и устойчиво предлагане на якета и елеци, предназначени

за дейности на открито. Резултатите са представени в процентни съотношения в таблици и графики.

2. Изследвани са класификациите на функционалните облекла. Анализирани са видовете категории. Дефинирана и предложена е нова категория към функционалните облекла.

3. Изследвани са факторите, формиращи устойчивост на производството на облекла. Направен е анализ на възприятията на специалисти относно устойчивото развитие в модния и текстилния сектор в България. Резултатите са представени в таблици и графики.

4. Проведено е изследване на значимостта на факторите, осигуряващи устойчивост на облеклото и производството му. Направен е анализ на оценката за значимост на различни фактори за устойчивост. Направен е анализ на резултатите от оценките на респондентите, в зависимост от професионалният опит, възраст и образование. Резултатите са представени в таблици и графики.

5. Разработен е кратък списък с ключови фактори, чрез изпълнението на които се осигурява устойчивост на производството на облекла. Списъкът предоставя научнообоснован избор за вземане на информирани управленски и технологични решения;

6. Проведено е изследване на развитието на асортимента на спортно-функционалните якета, предлагани от 10 подбрани производители за периода 2021-2025 година. Направен е анализ на различните категории спортно-функционални якета предлагани от всяка марка за пет годишния период. Резултатите са представени в процентно отношение в таблици и графики. Установява се, че базовите модели в класически силуети се трансформират във високотехнологични конструкции, при които използването на адаптивността и техническите материали се превръщат в стандарт.

7. Изследвани са характеристиките на спортно-функционалните якета, произведени през 2021 – 2025 година, представени в колекциите на 10 избрани производители. Направен е анализ на видовете изолационни материали, лицеви платове, хастари, ципове, качулки, подгъви, маншети, силуети и джобове. Определени са водещите елементи на дизайна и влиянието им за осигуряване на устойчивост и функционалност на облеклото. Резултатите са представени в таблици.

8. Проведено е изследване на развитието на прилаганите устойчиви материали и технологии, използвани за производство на спортно-функционални якета през периода 2021 – 2025 г.. Направен е анализ на нови иновативни материали и технологии, които се налагат от всяка една от десетте избрани фирми, и с които се формира цялостен прогресивен подход към устойчивост. Резултатите са представени в таблици.

9. Проведено е изследване на видовете топлоизолационни пълнежи за спортно-функционални якета. Направен е анализ на различните видове топлоизолационни материали за облекло и техните характеристики. Направен е анализ на взаимовръзките между различните видове изолационни материали и техните характеристики. Резултатите са представени в таблици и графики. Доказа се, че няма универсално решение, а по-скоро оптимален избор на пълнеж, зависещ от приложението на облеклото – пасивна защита срещу студ или активно движение при умерен климат. Чрез този подход за избор на топлоизолационен материал се създава основа за прецизен, научно обоснован подбор на материали при проектиране и изработване на функционални и адаптивни якета.

10. Проведено е изследване на характеристиките, изграждащи дизайна на спортно-функционални якета. Направен е анализ на взаимовръзките между различните елементи. Установени са зависимости, чрез които се формира различен подход, подходящ за проектиране и изработване на устойчиви спортно-функционални облекла. Получените резултати са представени в таблици и графики.

11. Изследвани са методите за проектиране и организация на технологичните процеси за производство на облекло. Направен е анализ на съвременните софтуерни продукти за организация на шевното производство. Установи се, че не се предлагат уеб приложения,

които да отговарят на специфичните изисквания за проектиране и управление на процесите при изработване на модулно облекло.

12. Проведено е изследване на категориите многофункционалните спортни якета. Анализирани са тенденциите в развитието на модулните якета и трансформируемите три в едно модели, предлагани през последните пет години. Установено е постоянно присъствие през изследвания период на частично модулни якета и се доказва че те са устойчива категория в асортимента. Резултатите, в процентно съотношение, са представени в таблици и графики.

13. Разработена е нова методика за създаване на техническа документация за производство на устойчиво облекло. Избран е модулният дизайн за осигуряване на устойчивост на спортно-функционалното облекло, чрез който се създава модулна система, позволяваща облеклото да се разделя на независими самостоятелни модули.

14. Методиката въвежда изисквания към дизайна или процесите във всеки неин етап, които са определени от ключовите фактори за устойчивост. Изпълнението на последователността от разработената методика улеснява производителите и им осигурява устойчивост на процесите на проектиране и изработване на спортно-функционално облекло.

15. Предложеният методически подход за технологично проектиране, представлява гъвкава и отворена за надграждане рамка, която ще послужи като универсален алгоритъм за разработване на цели продуктови линии от адаптивно и многофункционално спортно облекло.

16. Разработени са модулни конструкции за спортно-функционални якета, предоставящи възможност за конфигуриране на повече от 320 моделни варианти. Моделите се създават от три базови елека, чрез съвместяване на детайли и елементи с различни характеристики. Техническо описание и скици на модулите са представени в таблици и графики.

17. Разработена е технологична документация за проектираните модулни конструкции, която осигурява възможност за внедряване на моделите в масовото производство на облекло. Резултатите са представени в таблици и графики.

18. Разработен е уеб софтуер за проектиране на спортно-функционални якета и за генериране на технологични последователности за производството им, на базата на предварително дефинирани технологични карти. Разработен е сценарий за визуализиране на работата му, представен чрез таблици и графики.

19. Разработеният дигитален инструмент отразява спецификата на персонализираното модулно облекло за дейности на открито. Уеб базираната платформа е изградена от две взаимосвързани приложения, които обслужват различни групи потребители (купувачи и производители). Те работят върху обща база данни и обменят информация в реално време, но всяко приложение има специфични функции, интерфейс и ниво на достъп.

20. Разработена уеб базирана система генерира в реално време технологична документация необходима за производство на проектираното изделие. Краткото време за подготовка на технологичната документация и редуцираният риск от грешки определят разработката като значимо практическо решение за осигуряване на устойчиво производството на модулни облекла.

21. Разработеният дигитален инструмент за проектиране и изработване на модулни спортно-функционални якета и елеци стимулира персонализираното потребление и съдейства за по-устойчиви практики, чрез намаляване на ненужното производство.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Научно-приложни приноси

1. Установени са ключови фактори за устойчивост и тяхната определяща роля при проектиране на технологичните процеси за устойчиво производство на високотехнологично спортно-функционално облекло.

2. Получени са нови знания относно взаимовръзките между основни характеристики на спортното облекло, които определят конкретни правила при проектирането на устойчиви спортно-функционални якета.

3. Предложен е нов подход за проектиране на технологичните процеси и генериране на технологична документация за изработване на високотехнологично спортно-функционално облекло.

4. Получени са знания за функционалните характеристики на изолационните пълнежи, които обосновават прецизен подбор на тези материали при проектиране на спортно-функционалните якета.

Приложни приноси

1. Анализирани са приложенията на видовете, характеристиките, устойчивите материали и технологии за изработване на спортно-функционални якета в съвременната модна индустрия.

2. Предложен е подход за изграждане на модел на високотехнологично спортно-функционално яке и е разработена методика за създаване на техническата документация за изработването му, чрез интегриране на принципа на модулното облекло.

3. Създадено е уеб приложение за проектиране на спортно-функционални якета и създаване на технологична документация за производство им.

4. Предложени са повече от 320 моделни варианта на спортно-функционални якета, в различни силуети, създадени от три базови елека, чрез съвместяване на детайли и елементи с различни характеристики, които могат да бъдат внедрени в масовото производство на облекло.

5. Разработена е технологична документация за изработване на моделите спортно-функционални якета.

ПУБЛКАЦИИ

1. Penkova, M., Kazlacheva, Z., Dineva, P., Ilieva, J., Zurlava, E., Zlatev, Z. (2026). *An Investigation of the Factors Forming a Sustainable Transition in the Fashion Sector in Bulgaria*. In: Guxho, G., Spahiu, T.K., Xhafka, E., Gjeta, A., Sulejmani, A. (eds) *Proceedings of the Joint International Conference: 5th Conference on Engineering and Entrepreneurship and 11th Textile Conference. ITC-ICEE 2025. Lecture Notes on Multidisciplinary Industrial Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-11085-5_27

2. Penkova M., Z. Zlatev, D. Balabanova. *Factors that influence sustainable clothing manufacturing*, ARTTE Vol. 12, No. 4, 2025 ISSN 1314-8788 (print), ISSN 1314-8796 (online), doi: 10.15547/artte.2024.04.002, pp.205-224.

3. Penkova M., D. Balabanova. *Comparative analysis of types of thermal-insulation fillers for sport functional jackets*. ARTTE Vol. 13, No. 1, 2025 ISSN 1314-8788 (print), ISSN 1314-8796 (online), doi: 10.15547/artte.2025.01.006, pp.46-52.

4. Penkova M., D. Balabanova. *Analysis of the interrelationships between key design characteristics of sports functional jackets*. ARTE Vol 14 No. 1, 2026, ISSN 1314-8788 (print), ISSN 1314-8796 (online), doi: 10.15547/artte.2025.01.006, pp. 1-16.

УЧАСТИЕ В НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОЕКТИ

1. Участие в работния колектив на научноизследователски проект 1 ФТТ/ 2024 „Изследване и разработване на дизайнерски подходи за бавна мода“, финансиран от средствата, отпускани целево от Държавния бюджет за присъщата на Тракийски университет научна дейност.

2. Участие като асоцииран партньор в международен проект 2024-01-DE01-KA220-HED-000253935 TexUnite – Service Learning on Sustainability in Textile and Fashion Education, съфинансиран по програма Еразъм+.

A STUDY OF THE FACTORS DETERMINING THE CHOICE OF TECHNOLOGICAL METHODS FOR THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF FUNCTIONAL SPORTSWEAR

PhD Thesis Summary

PhD Candidate: Mima Krasteva Penkova

Functional sportswear is a class of functional clothing designed to improve physical performance, provide physiological comfort, and protect the body from climatic or mechanical influences during sports, outdoor exercise, or active daily activities. Unlike other categories of functional clothing, aesthetics are also an important criterion in this area. The design of high-tech clothing is a complex and iterative process based on an objective assessment of the user's requirements. High-tech clothing must meet specific requirements that include satisfying a number of properties, such as: physiological (including thermoregulation, breathability, and moisture management); biomechanical (ensuring movement dynamics); ergonomic (related to anthropometric compliance, construction, and comfort); and psychological (responsible for the subjective feeling of comfort, aesthetics, and confidence). Over the past decade, the fashion industry has developed at a tremendous pace, contributing to a serious environmental problem. The textile and clothing industry are one of the most polluting sectors in the world, which is provoking leading brands to invest in sustainable products and production systems. Sports and functional clothing, which combines high technical requirements with everyday use, poses particular challenges for manufacturers in terms of the choice of technologies and materials. Among the types of sports and functional clothing, jackets and vests are characterized by the largest assortment and variety of models. They combine the latest technological developments, are relevant in all seasons and are used not only by athletes, but also for outdoor activities, recreation and everyday wear. High-tech clothing is extremely complex in terms of design and production. In this regard, the study of the factors determining the choice of technological methods for sustainable production of sports and functional clothing is an extremely relevant topic, and its proper consideration determines the quality and efficiency of production.

The object of research in the doctoral thesis is the factors that determine the choice of technological methods for the sustainable production of sports and functional clothing, as well as the development of a sustainable approach to designing models and creating technological documentation for the production of modular sports and functional jackets for outdoor activities.

The aim of the doctoral thesis is to improve the technological processes in the production of sports and functional clothing by applying key factors for sustainability and minimizing the ecological footprint of its production and consumption.

The perceptions of specialists regarding sustainable development in the Bulgarian fashion and textile sector were studied. Their opinions on topics such as sustainability challenges, consumer roles, inter-organizational cooperation, technological progress, educational processes, and personal commitment were analyzed. The results of this study contribute new knowledge, revealing that personal initiative and adaptability in an unstable environment are perceived by specialists as even more significant than institutional support.

A study and assessment of the significance of factors ensuring product sustainability in clothing production were conducted. These factors were evaluated by 41 specialists in the field of fashion industry. The survey data were processed using the principal component analysis (PCA) method. Based on the analysis of these results, a concise list of key factors for sustainability research was developed. This list outlines the summarized opinions and statements of the respondents, categorized by their educational background, age, and professional experience.

The product range of sports-functional jackets and vests of 10 manufacturers of functional clothing, produced in the period 2021 - 2025 was studied and analyzed. Current models of sports-functional jackets and vests from the collections of the following brands were studied and

analyzed: Löffler, Columbia, The North Face, Patagonia, Martini Sportswear, Salomon, Nike, Moncler, Arc'teryx and Helly Hansen, presented in the period 2021 - 2025.

The study focuses on nine different jacket features, each reflecting a specific technological choice directly related to sustainability, functionality and adaptability. These features are face material, insulation layer, lining, zipper, hood, hem, cuffs, silhouette and pockets. Each element has been purposefully selected to take into account broader factors such as environmental responsibility, adaptability, modularity, activity-specific functionality, durability and maintenance. A study and analysis of sustainable materials and technologies used for the production of sports-functional jackets between 2021 and 2025 by ten selected sportswear manufacturers was conducted. An analysis of the types of thermal insulation fillers for sports-functional jackets was conducted, focusing on their functional characteristics. Fifteen types of insulation materials were selected, representing four different filler groups. Their functional characteristics were compared according to 12 selected criteria. Based on this study, an assessment of the analyzed filler materials and recommendations for their justified choice are provided. The interrelationships between the key design features of sports-functional jackets from the collections of the 10 selected brands for the study period were studied and analyzed. The obtained data were processed using the statistical method of correspondence analysis (CA). The purpose of this study is to investigate the hidden dependencies between the design elements of sports-functional clothing, to determine the extent to which they influence production practices, and to establish their significance in implementing a transition to sustainability in the textile industry.

The methods for designing and organizing technological processes in clothing production have been studied. An analysis of modern software products for organizing sewing production was conducted. It was established that there are no web applications that meet the specific requirements for designing and managing processes in the production of modular clothing. Trends in the development of modular jackets and transformable 3-in-1 models offered over the past five years were analyzed. A consistent presence of partially modular jackets was established during the research period, proving them to be a sustainable category in the assortment. A new methodology for creating technical documentation for the production of sustainable clothing has been developed. Modular design was chosen to ensure the sustainability of sports-functional clothing, creating a system that allows garments to be divided into independent, standalone modules. Modular structures for sports-functional jackets have been developed, providing the possibility to configure more than 320 model variants. These models are created from three basic vests by combining details and elements with different characteristics. Technical descriptions and sketches of the modules are presented in tables and graphs. Technological documentation has been developed for the designed modular structures, facilitating the implementation of these models into mass clothing production. The results are presented in tables and graphs.

A web-based software has been developed for the design of sports-functional jackets and for the generation of technological sequences for their production, based on predefined technological maps. A scenario has been developed for visualizing its work, presented through tables and graphs. The developed digital tool reflects the specifics of personalized modular clothing for outdoor activities. The web-based platform is built from two interconnected applications that serve different groups of users (buyers and manufacturers). They work on a common database and exchange information in real time, but each application has specific functions, interface and access level.

A developed web-based system generates in real time technological documentation necessary for the production of the designed product. The short time for the preparation of technological documentation and the reduced risk of errors define the development as a significant practical solution for ensuring the sustainable production of modular clothing.

The developed digital tool for designing and manufacturing modular sports-functional jackets and vests stimulates personalized consumption and contributes to more sustainable practices by reducing unnecessary production.