

УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАЦИОНАЛНО И СВЕТОВНО СТОПАНСТВО

Факултет „Управление и администрация“
Катедра „Управление“

Внедряване на система за управление на строителни отпадъци чрез дигитални решения

Автореферат

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

по професионално направление
3.7 "Администрация и управление"

научна специалност: „Управление“

Докторант: Ралица Христова Кушева

Научен ръководител: проф. д-р Матилда Александрова-Бошнакова

София, 2023 г.

Дисертационният труд е обсъден и допуснат до публична защита на редовно заседание на катедрен съвет на катедра „Управление“ на Университета за национално и световно стопанство, включващо членове на катедрата, състояло се на 02.05.2023 г. Авторът на дисертационния труд е докторант на самостоятелна подготовка в катедрата.

Публичната защита на дисертацията е насрочена за 18.09.2023 г., от 13:00 часа в зала на УНСС.

Материалите по защитата са публикувани на интернет-страницата на Университета за национално и световно стопанство и са на разположение на интересуващите се в сектор „Научни съвети и конкурси“ и на интернет страницата на УНСС – София.

СЪДЪРЖАНИЕ

1.	Обща характеристика на дисертационния труд.....	4
1.1	Актуалност и значимост на изследването	4
1.2	Обект на изследването	5
1.3	Цел и задачи на изследването	6
1.4	Хипотеза на изследването.....	7
1.5	Методика на изследванията	7
1.6	Приноси на труда	35
1.7	Обем и структура на дисертацията.....	7
2.	Кратко изложение на дисертационния труд	8
2.1	Въведение.....	8
2.2	Глава I: Състояние на проблема	8
2.3	Глава II: Методика на изследването	15
2.4	Глава III: Представяне и анализ на резултати от изследване. Разработване на прототип на системата.....	21
2.5	Заключения	36
3.	Списък на публикациите по темата на дисертационния труд ...	38

1. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1.1 Актуалност и значимост на изследването

Макар че понятието „устойчивост“ е познато още от миналия век, то придобива все по-ключова роля и значение в почти всички сектори на модерната икономика и развитие в последното десетилетие, като се превръща в „добра практика“ както за частния, така и за публичния сектор. Примерите за устойчиви практики и решения в строителството също набират скорост и влияние, макар и за момента устойчивото строителство да е навлязло като стратегия по-дълбоко в САЩ и страните в западна Европа, отколкото у нас. В частност това включва и устойчивото управление на строителните отпадъци, т.е. планирано и устойчиво изхвърляне, рециклиране и влагане на строителните отпадъци в бъдещи проекти.

Спрямо настоящата българска нормативна уредба минимум 70% от строителните отпадъци в страната следва да бъдат оползотворени като ресурс до 2020 г. Националният план за управление на отпадъците запазва крайната цел за рециклиране и друго оползотворяване и в следващия програмен период 2021-2028 г. Един от аргументите на настоящото изследване цели да докаже, че този процент може да бъде значително увеличен при наличието на подходяща стратегия за устойчиво управление, отчетност и контрол.

Същевременно, като страна-членка на Европейския съюз, България е вече въввлечена в международни дискусии относно така наречената кръгова икономика, която концепция увеличава популярността си сред останалите страни-членки на съюза. В контекста на настоящето разбиране какво представлява тази кръгова икономика, сектори като строителния, които налагат използването на огромно количество ресурси и материали и съответно генерирането на значително количество отпадъци, са от най-пряко засегнатите, ако тази концепция влезе в практическо приложение на национално ниво. В допълнение, нуждата да се запознаят участниците в процеса с практическите и финансови ползи от

оптимизирането на процедурите и от трансформирането, продаването или закупуването на строителни материали (от отпадъци) се очаква да доведе до по-висока възприемчивост за такъв тип практики, както доказва вече моделът в други европейски държави. По този начин, настоящото изследване ще допринесе не само в академичен аспект към темата за строителните отпадъци, но също така би могло да послужи и чрез своите практически заключения и предложени нововъведения под формата на работещ прототип на дигитална система за управление на строителни отпадъци, който впоследствие може да се разшири и превърне в действаща система или приложение.

1.2 Обект на изследването

Обект на изследването представляват процесите по управление на строителните отпадъци на територията на България, ролята и отговорностите на различните участници, както и взаимовръзките между тях. В частност, това включва разглеждане предимно на недостатъците, липсите и проблемите в сегашните процедури по управление и оползотворяване на тези отпадъци, както и нагласите на самите участници в процеса и тяхното желание за намиране и използване на по-оптимизирана система и методи. Следователно, изследването се съсредоточава в своята емпирическа и аналитична част върху разглеждане и обосноваване на възможностите за дигитализация на процеса по управление на строителните отпадъци и върху анализирането на аргументите „за“ този подход на дигитализация като най-подходящ и необходим за попълване на липсите и затрудненията на участниците при успешното управляване на отпадъците.

Планирано е да се обобщят и генерализират основните аспекти на процеса по управление на строителни отпадъци и също така да се обоснове нуждата от дигитализация в глобален план, а не конкретно за определен вид строително-инвестиционни проекти и/или обекти или единствено фокусирайки се на национално или местно ниво. По този начин по-лесно и акуратно може да се изведе общовалидна и практическа рамка за оптимизиране на този процес,

която да е приложима в различни видове контекст и за различни проектви цели.

1.3 Цел и задачи на изследването

Целта на настоящия дисертационен труд е изследване на съществуващите методи, прилагани в процеса по управление на строителни отпадъци и разработване на практически прототип на система за дигитализация и оптимизация на тези методи. Системата ще е насочена предимно към тези отпадъци, които са предназначени за материално оползотворяване и влагане в бъдещи строителни обекти.

Може да се каже, че под „материално оползотворяване“ се разбират всички дейности по оползотворяване на строителни отпадъци с изключение на изгаряне с оползотворяване на енергия и преработването в материали, които се използват като гориво, спрямо тълкуванието на закона за управление на отпадъците (ЗУО). В настоящото изследване по-подробно се разглеждат отпадъци от бетон, тухли, керемиди, тъй като е установено, че те представляват голям дял от общото количество строителни отпадъци, но същевременно имат значително голям потенциал за материално оползотворяване.

За изпълнението на поставената цел са изпълнени следните задачи:

- Сравнителен анализ на съвременни методи и съществуващи дигитални системи за управление на строителни отпадъци в други страни;
- Изучаване на нагласите в управлението на строителни отпадъци на участниците в инвестиционното проектиране;
- Изследване процесите по управление на строителни отпадъци, които са обект на дигитализация;
- Представяне на разработен практически прототип на електронна система за управление на строителни отпадъци в България;
- Верификация на прототипа в практиката.

1.4 Хипотеза на изследването

Основната хипотеза на този дисертационен труд е, че с прилагането на дигитални решения при сепарирането, разделното събиране и третирането на строителните отпадъци, ще се постигне оптимизация на процеса на управление на строителните отпадъци, ще се повиши възможността за тяхното материално оползотворяване и използването на рециклираните материали като ресурс в инвестиционните проекти, както и ефективността на участниците в инвестиционния процес, с което ще се допринесе съществено към опазването на околната среда и прилагане на принципите на кръговата икономика в строителството за постигане на устойчиво развитие на сектора в България.

1.5 Методика на изследванията

В методологичен план разработката се основава на аналитични и емпирични методи на изследване. Използвани са съвкупности от изследователски подходи и методи (количествени и качествени, въпросници, интервюта, експертни оценки) и инструменти. Чрез тях изясняваме същността на изследователския проблем и анализираме състоянието на изследвания предмет и обект.

Информацията е събрана чрез преглед на публикации в престижни международни научни списания в областта на управлението на строителните отпадъци; книги, включително дисертации и монографични издания на водещи автори в областта на управлението на строителните отпадъци; доклади, представени на научни конференции, онлайн ресурси и др. Основен източник на информация за апробация на изследователските въпроси са проведените емпирични изследвания.

1.6 Обем и структура на дисертацията

Структурният план на настоящия дисертационен труд е разделен на 4 ключови раздела /от които 3 отделни глави / и 5 броя приложения /анекси/.

Сумарно, този труд съдържа:

- 162 страници
- 12 таблици
- 49 графики и фигури
- 112 използвани литературни източници, които се делят по следния начин:
 - 29 източници на български език
 - 83 източници на английски език

2. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

2.1 Въведение

Във въведението към дисертационния труд се съдържа изложение на предмета на изследването, неговото теоретично, практическо и социално значение. Посочени са целите и обхвата на анализа, идентифицирани са задачите на изследването и са изброени проблемните въпроси, които са предмет на изследване за доказване на поставената научна теза.

2.2 Глава I: Състояние на проблема

Изложено е състоянието на проблема, като са анализирани нормативната уредба и основополагащите принципи, отнасящи се към процесите по управление на строителните отпадъци в България, съвременни методи и тенденции за управление на строителни отпадъци в Европа, като са разгледани конкретни примери от европейски държави, които вече са въвели дигитални решения за оптимизиране на тези процеси.

Новият „Национален план за управление на отпадъците 2021-2028 г.“ отбелязва в секцията, отнасяща се за строителни отпадъци, че в България действа „общо и специфично законодателство, а също така и стратегически план за управление на строителните отпадъци, като са поставени конкретни количествени цели за поетапно достигане до 2020 г. на подготовка за повторна употреба, рециклиране и оползотворяване“. Основните нормативни актове и директиви на ниво национално и европейско законодателство, които са действащи в България, са Закон за устройство на Територията (ЗУТ), Закон за управление на отпадъците (ЗУО), Наредба за управление на строителни отпадъци и влагане на рециклирани

строителни материали (НУСОВРСМ) и Европейска Директива 2008/98/ЕО.

За управление на строителните отпадъци е възприет принципът „замърсителят плаща“, на базата на който се приема, че тези лица, които замърсяват околната среда чрез създаването, допринасянето и/или притежаването на отпадъци, са задължени да покрият всички разходи за управлението на отпадъците по начин, който не застрашава допълнително или вреди на околната среда и обществото. В частност за строителните отпадъци, възложителят на СМР / премахване на строеж е длъжен да финансира и управлява изцяло правилното и законосъобразно третиране на строителните отпадъци.

Същевременно, Регламент 305/2011 за строителните продукти поставя като 7мо основно изискване към строежите „устойчиво използване на ресурсите“, като предвижда „създаването на хармонизирани стандарти за строителни продукти и регламентираще получаването на европейски технически одобрения“. На основанието на принципа за „устойчиво развитие“, голяма част от процеса по третиране на строителните отпадъци би трябвало да залага повече на тяхното оползотворяване, с други думи, рециклиране и влагане в бъдещи проекти, отколкото тяхното депониране. По този начин се оптимизира не само благосъстоянието на околната среда и обществото, но също така и икономическото развитие и умното използване на природните ресурси.

Още един от основополагащите принципи, които си струва да бъдат разгледани в тази теоретична рамка, е принципът „най-добрите налични техники, не изискващи прекомерни разходи“ (НДНТНПР). Според този принцип, трябва да се подходи критично спрямо оценката на различните алтернативи при вземането на решения за управление на строителните отпадъци, които да опазват както околната среда, така и да могат да бъдат приложение на практика на разумна цена. В този случай, йерархията на управление на отпадъците представлява удобен метод за извършването на този сравнителен анализ за поставянето на оценка на различните алтернативи.

Фиг. 1 обобщава отговорностите на различните участници инвестиционни строителни проекти спрямо управлението на строителните отпадъци.



Фиг. 1. Задължения на участниците в строителния процес за СО.

Източник: собствено проучване

В частност, **Наредбата за управление на строителните отпадъци и влягане на рециклирани строителни материали**, за по-кратко наричана НУСОВРМ, е основно определяща за ПУСО. Въпреки това, още при въвеждането на наредбата през 2012 г., критиците отбелязват, че за разлика от подобни, вече утвърдени наредби, за НУСОВРМ не е уточнено кой би трябвало да дава тълкуване, което създава допълнителни проблеми, особено при евентуални и належащи изменения на наредбата и при възникнали въпроси и проблеми, които би трябвало да се отправят към съответен адресат или тълкувател.

Новият програмен период 2021-2028 г. включва така наречения „Национален план за управление на отпадъците 2021-2028 г.“, който предвижда подобряване на процеса и повишаване на количеството на рециклирани и оползотворени отпадъци, включително и на строителните отпадъци. Според заключенията от анализи, които са представени накратко в текста на този план, България е отбелязала напредък в този аспект, особено откъм строителни отпадъци, но въпреки това голяма част от отпадъците, които продължават да се депонират, биха могли вместо това да бъдат рециклирани и оползотворени, като документът дори признава, че „има достъпни технологии за рециклиране, но няма достатъчен капацитет за рециклиране на строителни отпадъци“.

Едновременно с това, друг основен проблем, изложен в плана се отнася до липсата на национална информационна система за тези строителни отпадъци („образуваните, рециклираните, оползотворените и депонираните“), което от своя страна представлява огромна пречка за намиране и използване на данните за тези строителни отпадъци.

Друг свързан проект по тази тематика е „Подобряване на данните за кръгова икономика – отпадъци от опаковки и строителни отпадъци“, който вече е одобрен и предаден на НСИ (Националният статистически институт) за изпълнение. Целите на този проект, част от новия програмен период, спрямо строителните отпадъци са следните – „подобряване на наличността и качеството на данните на статистиката на строителните отпадъци чрез увеличаване на обхвата на проучването с административни/статистически данни; развитие на експериментални сметки за строителни отпадъци и отпадъци от разрушаване съгласно Регламент № 691/2011“. Темата и обхватът на проекта са изключително актуални в рамките на настоящата европейска законодателна и политическа обстановка на национално ниво и на ниво ЕС, тъй като идеята за кръговата икономика става все по-общоприета, както ще бъде изложено в секцията за добри практики от ЕС и страни-членки на ЕС.

Въпреки така изложените нормативни актове, които покриват повечето етапи от процеса по управление на строителните отпадъци, фрагментарният характер на нормативната уредба, както и липсата на добре осъществяван практически контрол представляват основните и най-належащи проблеми за разрешаване. Контролът по имплементирането и правилното изпълнение на тези нормативни актове подлежи на реформация и оптимизация. Сравнен с други по-оптимизирани процеси за управление на различни видове отпадъци, за което отговарят специализирани лица, управлението на строителните отпадъци, както беше уточнено по-горе, се осъществява от възложители, проектанти, строители, изпълнители на разрушаване и строителен надзор.

Същевременно, сложните връзки и отговорности, застъпващи се между лицата от различните групи, включени в процеса на управление на строителните отпадъци, подсказват липсата на ефективен контрол и оптимално управление на процеса. За тези лица дейностите по правилното управление на строителните

отпадъци представляват по-скоро съпътстваща и понякога неясна дейност, поради което не са редки нарушенията на законодателните наредби. Същевременно, съпоставяйки този процес с еквивалентите му в редица други европейски държави, веднага изпъква нуждата от намиране на по-ефективно и дългосрочно решение на тези проблеми, което настоящият труд цели да представи под формата на предлагането на прототип на дигитална платформа. Такъв тип дигитално решение, което вече е успешно разработено и приложено в редица европейски страни, би спомогнало за оптимизацията на процеси и взаимовръзки между отговорните лица и групи, включително и по-ефективен контрол и проследимост, както и по-висок процент на усвояване, рециклиране и влагане на строителни отпадъци в бъдеще.

От рационална гледна точка, България следва стъпките на по-развитите европейски държави, като на този етап повечето рециклирани материали на територията на страната включват тези, които по-лесно се поддават на преработка, и за които впоследствие се очаква да има достатъчно пазарно търсене, за да оправдае разходите по процеса на рециклиране. За сравнение, в Европа вече съществува голямо разнообразие от видове материали, преработени от строителни отпадъци, както и множество високотехнологични съоръжения и инсталации, които целят все по-оптимизираното и рентабилно оползотворяване на тези отпадъци.

Друг проблем, който често се посочва като значим от практикуващите в сектора, се отнася до липсата на мобилни инсталации за извършване на рециклирането за разлика от страни като Швейцария и Франция, където съществуват площадки, но инсталациите за разтрошаване на материалите са мобилни, а не фиксирани. По думите на инж. Стефан Кинарев от КИИП: „Сега у нас дори да бъде заложено в проекта на строежа, което е задължително, не се знае дали ще може да бъдат намерени планираните количества бързо, а не след един месец при строителен сезон от 4-5 месеца. И се налага да се отиде до най-близката кариера и да се вземе нов“. Също така, по негови думи, в България не са направени или закупени промивни инсталации, които са нужни специфично при натрошаването на бетона, когато се образува голямо количество прах. Така, въпреки изявеното желание на някои фирми да вложат рециклирани строителни отпадъци или да

предложат остатъчните материали на рециклатори, поради липсата на достатъчно ефективна технологична база, работещата система за рециклиране в западноевропейските страни все още не може да се приложи напълно и в България.

Правейки обзор на съвременната рамка на управлението на строителните отпадъци в страните от ЕС, могат да бъдат идентифицирани редица лидери в оползотворяването и рециклирането на строителни отпадъци – държави като Белгия и Холандия. До момента, двадесет страни-членки са обявили достигнатия таргет от 70% оползотворени строителни отпадъци, което е общоевропейска, макар и не задължаваща цел, за изминалата 2020 г. Имайки предвид, че в категорията на количество отпадъци, строителните отпадъци представляват най-големия поток в ЕС, това е изключително позитивен статистически извод. Въпреки това, не трябва да се забравя, че този таргет от 70% включва и така наречената практика backfilling (използване на строителни отпадъци в насипи), която сама по себе си не допринася за развитието на кръгова икономика и също така има изключително големи различия между таргетите, постигнати от различните страни-членки.



Фиг. 2. Степени на рециклиране на ниво ЕС, разделени по категории. Степента на рециклиране на СО представлява 88%, което е най-напредналата тенденция в рамките на ЕС.

Източник: European Commission, “Circular economy action plan”, 2020

В тази връзка, България повече се доближава до страни като Китай в процеса си на управление на строителните отпадъци отколкото до лидерите на ниво ЕС в тази насока. Както в Китай, така и в България липсва по-целенасочена държавна инициативност и политика. Следователно, от дотук разгледаните добри практики на другите страни-членки в ЕС, България би могла да възприеме както умели държавни инициативи, така и полезни бизнес решения. По-конкретно държавната инициатива в развиването на политики и наредби, които окуражават вместо да възпират по-умното управление на строителните отпадъци и в частност създаването на платформи, които позволяват предлагането и закупуването на рециклирани материали. Също така, съществуващата нормативна уредба в България е изключително фрагментирана и недоразвита по отношение на строителните отпадъци, като това служи единствено да създава повече неяснота за участниците в строителния процес и да ги отказва от търсенето и създаването на иновативни и частни инициативи и практики с цел по-ефективното употребяване на строителните отпадъци. Също така, тази фрагментираност на законодателната рамка води до неопределеност и неизясненост спрямо ролите и отговорностите на различните участници в процеса по управление на строителните отпадъци, и много често води до ненужно и неправилно прехвърляне на отговорност или освобождаване от такава, защото това е по-лесният и евтин начин – най-вече изхвърлянето в депа, легални или не. За сравнение, в повечето страни в западна Европа отговорността за управление на строителните отпадъци е ясно определена и разпределена и това от своя страна води до много по-ефективно изхвърляне или повторна употреба на тези отпадъци.

Не на последно място, съществуващите дигитални решения в държави членки на ЕС, които са постигнали високи цели на оползотворяване на рециклиране на строителни отпадъци, са разнородни и насочени към определен сегмент от целия процес и дават решение на конкретен проблем. С други думи, тези решения не целят да се дигитализира целия процес, като се централизира и контролира от една-единствена организация, което би довело до повече неефективност и проблеми, а вместо това отделни бизнеси или нетърговски организации специализират в дадена сфера. Например, тази сфера може да бъде определянето на прогнозно

количество отпадъци на етап проектиране или пък сертифициране на материали от селективно разрушаване на сгради, или създаване и поддържане на бази данни на търговци, които рециклират строителни материали или предлагат на пазара вече рециклирани такива. По този начин се създават икономически обосновани бизнес модели около тези проблеми, което води до по-успешно оптимизиране на цялостния процес и въпреки че на повърхността това звучи като по-фрагментирана опция отколкото централизирането в единна система, то емпиричният опит доказва, че при частните инициативи бизнес моделите работят по-добре отколкото държавния бюрократичен подход, който в повечето случаи е по-тромав и не усъвършенствен. Вместо това, при частните инициативи и стратегии водещи са желанията и нуждите на пазара, като това води до известна степен на оптимизирано саморегулиране от страна на този пазар и участниците в такива процеси следват рационалната и високоефективна логика на пазарните принципи и правила вместо на по-консервативните и негъвкави форми на управление при държавните администрации.

2.3 Глава II: Методика на изследването

Втора глава представя практическите и емпирични методи на изследването, които са насочени предимно към бизнес инструменти за оценяване на средата, възможностите и пречките пред въвеждането на дигитални решения в тази сфера.

SWOT анализът цели да обобщи силните и слабите страни на дадена бизнес идея, както и възможностите и заплахи (или рисковете) пред осъществяването ѝ на практика. В конкретния случай, този анализ се отнася за стратегическото внедряване на система за управление на строителните отпадъци в България. Самата абревиатура включва четири основни елемента:

- **Strengths** (плюсове) – силните страни или ключовите компетенции на бизнес концепцията или дадена бизнес организация
- **Weaknesses** (минуси) – обратно, слабите страни на идеята или разработката
- **Opportunities** (възможности) – това са възможностите за стратегическо развитие на даден бизнес продукт или бизнес идея; също така могат да се имат предвид определени фактори от така

наречения ПЕСТ анализ, друг бизнес инструмент, който изследва политически, икономически, социокултурни и технологични фактори и среди

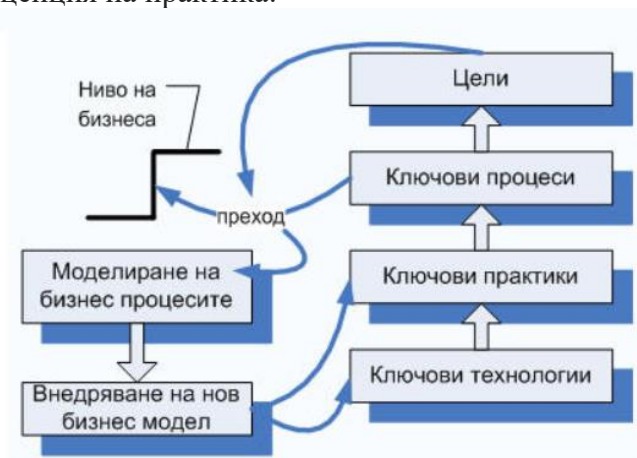
- Threats (заплахи) – това включва рискове и/или опасности пред възприемането или осъществяването на идеята

В мнозинството случаи, SWOT анализ се прилага за конкретна организация (както показва долната фигура), и самият инструмент еволюира от такава концепция, но напоследък е адаптиран и за ползване при стартиране на нова бизнес идея, бизнес модел или продукт/услуга на пазара или при преоценяването и оптимизирането на вече съществуващи такива с цел повторно въвеждане на пазара под различен облик или с различна маркетингова насоченост и цел. Тъй като в конкретния случай става въпрос за ново решение (под формата на дигитален продукт), който тепърва ще бъде въведен и поради липса на преки конкуренти в тази област поне в България, анализирането се ръководи от неизпълнените нужди на клиентите (наречено “latent demand”, или „скрито търсене“), като някои от тези нужди все още са неосъзнати и една от целите на новия продукт е да увери потребителите, че биха извлекли полза от употребата му именно защото той ще задоволи тези техни професионални нужди. Представен в по-структуриран вид, този вид анализ се ръководи от факторите във вътрешната и външната среда на дадена организация, проект или продукт/услуга. По този начин, влиянията от вътрешната среда се разглеждат и разпределят в отделенията на таблицата за силни и слаби страни, докато въздействията от външната среда съответно се формулират и отнасят към възможностите и заплахите за организацията или дадения проект.

Един от другите основни аналитични методи е така нареченият **cost-and-benefit analysis (анализ на съотношението разходи-ползи)**, който намира все по-широко приложение в бизнес практиката и дори и в процеса на вземане на решения от държавни институции. Целта на този метод е да представи (най-често в графичен и/или табличен формат за по-лесно сравнение) ползите и разходите, които имплементирането на определена концепция, проект, продукт, идея, процес, иновация, би генерирало за организацията или други заинтересовани страни. Въпреки че често се среща използването на финансови индикатори (напр.

очаквани приходи или разходи), в някои ситуации този анализ може да се приложи и към измерването на нематериални и нефинансови показатели като нивото на удовлетвореност на служителите на дадена организация или на клиентите на нейните продукти или услуги.

Моделирането на бизнес процеси е друг практически метод, който се използва за схематичното представяне на дадени процеси и дейности в една организация, като основната цел е тези процеси да бъдат анализирани, подобрени и, доколкото позволява естеството на работа на самата организация, автоматизирани или поне оптимизирани по подобен начин. Тази практика е често срещана както в бизнес мениджмънт средите, така и в системното инженерство и реално не съществуват пречки пред прилагането на тази методология в която и да е сфера или индустрия. Моделът тип „флоу“ (от англ. flow – поток) по-долу показва как първоначалното моделиране на бизнес процеси представлява необходима стъпка в развитието на даден бизнес и/или проект-идея, като след това е възможно да се обмисли и актуализира новият бизнес модел или концепция. След като се изследват ключовите технологии, практики и процеси, както и като се направи сравнение на целите спрямо практичната им постижимост, може отново да се пре-моделират бизнес процесите и чак тогава да се премине към внедряване на новата концепция на практика:



Фиг. 3. Цикъл на моделиране на бизнес процеси.

Предложеното дигитално решение в това проучване цели да покаже как моделирането на процеса по управление на строителните отпадъци може да ускори времето на разделяне, изхвърляне и/или оползотворяване (продаване или повторна употреба) на отпадъците, как могат да се намалят разходите в този процес, което конкретно обозначава ситуация с по-малко изхвърлени и ненужни отпадъци в легални или нелегални депа и създаването на по-оптимизиран и ефективен пазар за повторната употреба на такива отпадъци. По този начин, чрез използването на МБП, се очаква да спечелят не само компаниите, натоварени със задачата да управляват строителните отпадъци, но и всички други участници в този процес, които бяха споменати в предишната глава.

Базирайки се на начина, по който се провеждат тези процеси в повечето български строителни компании, предложеното дигитално решение използва МБП подхода, за да представи схематично процесите по управление на строителните отпадъци в два различни сценария. Единият от тези представя ситуация, в която се изисква план за управление на строителните отпадъци (ПУСО) за съответния проект, докато в другия ПУСО не е необходим. Чрез това схематично представяне участниците в процеса могат да придобият по-добро разбиране за силните и слабите страни в текущите си процеси, сравнявайки ги с предложените алтернативи. Прилагането на МБП цели да онагледят общите стъпки в съществуващите процеси по управление на строителните отпадъци, които са фиксирани от българската нормативна уредба, и да послужи като база за надграждане на тези схематично изобразени процеси в блок-схеми и диаграми, които да бъдат заложили в изпълнението на една от задачите на настоящото изследване – разработването на прототип на дигитална система за управление на строителните отпадъци.

Моделирането на целевите групи всъщност е синоним на анализирането и подбирането на категориите потребители на даден продукт или услуга, които биха извлекли най-голяма и директна полза от подобряването и оптимизирането на даден процес (в случая, резултат от имплементирането на МБП метода). От изключителна важност е предварително да се определят точно

целевите групи, тъй като предложеното решение трябва да бъде съвместимо с техните нужди и очаквания и релевантно спрямо техните процеси и практики. Най-добрата тактика при създаването и промотирането на нов продукт/услуга на пазара се състои в това, да се представи на правилния сегмент през правилното време и да се рекламира на правилното място, като преди това създателите се допитват до извадка от своята избрана целева група и се опитат да разберат нуждите, очакванията, нагласи и текущите проблеми на тези потребители, за да могат да адаптират своя продукт/услуга, така че да задоволи тези нужди.

От общия възможен набор на емпирични изследователски методи и инструменти бе предпочетено **анкетирането**, или изпращането на въпросници до предварително селектирани участници в изследването. Причината за този избор се корени в предимствата на анкетирането като проучвателен метод, а именно универсалността на въпросите и отговорите, което позволява по-лесно събиране, разчитане и обобщаване на данните. Анкетата позволява по-голяма свобода и анонимност на участниците, те разполагат с достатъчно време да отговорят в удобен за тях момент без да бъдат ограничени от време и срок; анкетата не изисква влагане на много ресурси като време и срок, тъй като се провежда във виртуална среда. Като недостатък на този метод може да посочи фактът, че анкетата не включва т. нар. отворени въпроси, т.е. анкетираните са ограничени в повечето случаи до краен брой опции, от които трябва да изберат. Въпреки това, за целите на това проучване, се очаква, че получените отговори ще помогнат на изследвателя да си създаде отправна точка за текущите тенденции и нагласи спрямо управлението на строителни отпадъци в България. Участниците в тази анкета бяха избрани по няколко основни критерия: представители са на едни от най-големите български строителни фирми или на фирми, занимаващи се с инвестиционно проектиране и същите фирми са активни в българския строителен сектор от поне 5 години. Големи компании бяха избрани поради факта, че те имат най-дългосрочен и богат опит с управлението на строителни отпадъци по формализиран и официален начин за разлика от по-големия брой средни и малки компании в страната. Контактите на тези участници бяха взети чрез изследване на регистъра на проектантските бюра към 16.10.2020 г. от Камарата на

инженерите в инвестиционното проектиране (КИИП) и от списъка с редовни членове в сайта на Камарата на строителите в България (КСБ). Общият брой на запитаните се равнява на сто и петдесет (150) фирми, от които сто и пет (105) изпратиха обратно своите отговори, а от другите така и не се получи обратна връзка дали са получили или успели да прегледат анкетата.

Макар че **структурираните интервюта** често наподобяват въпросниците, те притежават друг тип предимства и недостатъци. В частност, полу-структурираните и неструктурираните интервюта не следват изцяло предначертан план и набор от въпроси, а позволяват по-голяма свобода в отговора на интервюираните. При интервютата, които се провеждат в писмен вид, липсва елементът на влияние на интервюиращия върху самия процес, тъй като той е по-скоро праволинеен. Тоест, интервюиращият изпраща въпросите си на избраните участници в интервюто и те – в удобно за себе си време и място – изпращат обратно отговорите си, като комуникацията между двете страни е сведена до минимум от въпроси и отговори и за разлика от анкетата, интервюиращия праша и допълващи и уточняващи въпроси след първия изпратен имейл, като, разбира се, интервюираните са свободни да не отговори, ако не желае.

Делфи може да се характеризира като **метод** за структуриране на групов комуникационен процес, така че процесът да е ефективен, като позволява на група от индивиди да се справят със сложен проблем. Използван като техника за прогнозиране, Делфи следва основна структура. Анонимно респондентите (подбрани експерти в дадена област) предлагат отговори на поредица от въпроси – като вероятността за настъпване на събитие или датата във времето, когато събитието ще се е случило. След това се генерира съвкупност от отговорите и се връща обратно към групата, понякога с обосновка за отговорите. След това на респондентите се дава възможност да преразгледат (т.е. повторно анкетиране) отговорите си въз основа на получената обратна връзка или да запазят своя по-ранен отговор. Процесът на итерация и контролирана обратна връзка продължава до достигане на предварително определена резултат (напр. брой повторения, консенсус, потвърдено несъгласие и стабилност на резултатите).

2.4 Глава III: Представяне и анализ на резултати от изследване. Разработване на прототип на системата

В трета глава са представени резултатите от практическите методи на изследването, както и разработения авторски прототип на дигитална система, разработен в изпълнение на една от поставените изследователски задачи. Подбрани са за дискусия примерните модули, екрани и функционалности, които изследователят счита за базисни и нужни на този етап на разработка на платформата.

На базата на традиционната структура на SWOT анализа е изведена Табл. 1, представяща силни страни, слаби страни, възможности и заплахи пред стратегическото внедряване на електронна система за управление на строителните отпадъци в България:

Силни страни: <ul style="list-style-type: none">• Достъпен език и интерфейс, бързо обучение• Систематизирана документация, създаване и архивиране на важни документи• Широка приложимост и адаптираност за всякакви сценарии• Намаление на разходите, свързани с изчисляването на прогнозни количества СО• Лесно е да се поддържат многоезични версии• Може да се моделира върху работещи решения от други страни• Благоприятно влияние върху околната среда чрез намаляване количеството отпадъци	Слаби страни: <ul style="list-style-type: none">• Нужна е първоначална финансова инвестиция както за дигиталното приложение, така и за обучението на кадри• Липса на интеграция със съществуващите системи за проектиране, което изисква ръчно прехвърляне на данни
Възможности: <ul style="list-style-type: none">• Липса на конкуренция в България	Заплахи: <ul style="list-style-type: none">• Липса на законови регулации,

<ul style="list-style-type: none"> • Съществува интерес за подобен инструмент, особено от страна на бизнес сферата • Улесняване работата както на администрацията, така и на бизнеса • Намаляване на броя на проблемни ситуации и неразрешими казуси, както и на времето за разрешаването им • Подобряване комуникацията между различните участници в процеса • Доказана ефективност на подобни дигитални решения в други европейски страни <p>Може лесно да се включи в обучението на ученици и студенти</p>	<p>които да регламентират въвеждането на подобен инструмент на практика</p> <ul style="list-style-type: none"> • Липса на квалифицирани служители и на нужните умения за боравене с приложението <p>Предполагаемо нежелание или недоверие от страна на участниците в процеса към иновативни и дигитални решения</p>
--	--

Табл. 1. Проведеният SWOT анализ в табличен вид.

Източник: собствено проучване

Надграждайки над и обобщавайки резултатите от предходния SWOT анализ, сравнителният анализ между ползите и разходите показва ясно предпочитание към създаването и внедряването на новата дигитална система, защото ползите надхвърлят разходите както по количествено, така и по качествено влияние. На базата на всички изследвания, проведени досега, следният анализ на ползи и разходи беше създаден и обобщен в графична форма (Табл. 2), като първата част от таблицата сумира ползите и кои от лицата в строителния процес биха извлекли най-голяма и/или пряка изгода от тези подобрения, докато втората показва в обобщен вид основните категории разходи (като някои от тях могат да се интерпретират като „недостатъци“ или „пречки“), които биха затруднили или дори възпрепятствали въвеждането на новата система в експлоатация:

ПОЛЗИ	ЗАИНТЕРЕСОВАНИ УЧАСТНИЦИ В ПРОЦЕСА
Намаляване на количеството депонирани отпадъци	Строителни фирми, транспортни фирма, общини
Улеснена комуникация между участниците в процеса	Всички участници в строително-инвестиционния процес
Намаляване на разходите, свързани с време и съгласуване на процедури в процеса	Възложители, проектанти, строители, общини
Финансови изгоди от продажба на СО	Строителни фирми, възложители
Ползи за околната среда и обществото	Общини, общество
РАЗХОДИ, ПРЕЧКИ	ЗАИНТЕРЕСОВАНИ УЧАСТНИЦИ В ПРОЦЕСА
Време и ресурси, отделени за разработка и подобряване на прототипа	Създател на прототипната система
Обучение за работа със системата	Общини, всички участници в строително-инвестиционния процес
Тестване на валидността и ползата от системата	Създател на прототипната система, QA testers (лица, които да тестват прототипа)
Недоверие към системата	Всички участници в строително-инвестиционния процес
Нежелание за промяна и възприемане на дигитален подход в	Всички участници в строително-инвестиционния процес

Табл. 2. Събирателна таблица на ползите и разходите (недостатъци пречки) от внедряването на нова дигитална система за управление на СО в България.

Източник: собствено проучване

Моделирането на бизнес процеси в контекста на концептуализирането на новата дигитална система включва всички основни процеси в строителната практика по управление на строителните отпадъци спрямо спецификите на българската обстановка и на българското законодателство. Следвайки възприетия в България принцип „Замърсителят плаща“, ЗУТ също разписва задължения и отговорности на участниците в процеса. При строежите, за които се изисква ПУСО процесите са много, а взаимовръзките между участниците – сложни. По-малко на брой са процесите за строежи, за които не се изисква ПУСО. При тях обаче също трябва да се спазват изискванията за разделно събиране на строителните отпадъци и предаването им на лица, притежаващи документ по чл. 35 на ЗУО. В този случай, дори когато няма да се изпълняват цели за материално оползотворяване на строителните отпадъци, може да се окаже, че предаването на строителните отпадъци за рециклиране и подготовка за повторна употреба е икономически по-изгодно от това да се предават за депониране.

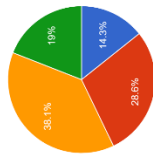
При анализиране на последователността от процесите по управление на строителните отпадъци, се установява, че както между лицата от различните групи, така и между лицата от една група, съществуват сложни взаимовръзки, които затрудняват контрола и възпрепятстват ефективното управление на строителните отпадъци. Тоест, както беше изложено по-горе, една от страните – публичния или частния сектор – не може да вземе решение или да промени процедура, която съответно да не повлияе и на другата страна.

За целите на това проучване, двете основни целеви групи, към които е насочен разработеният прототип на дигиталното решение в следваща глава, са строителните проектантите от една страна и самите строителни компании от друга.

От проведеното първо емпирично изследване (анкетно проучване) е установено, че голяма част от респондентите не са

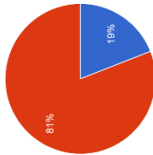
добре (или са частично) запознати с отговорностите на различните участници в процеса по управление на строителните отпадъци; липсват знания и компетентност по отношение на дейностите по управление на строителните отпадъци, включително и на високо управленско равнище. Като основна причина да не се влагат рециклирани строителни материали в строежи се откроява липсата на доверие в качеството на предлаганите материали на пазара; липсва и система с данни за наличието на рециклирани строителни материали (видове, свойства, цени), която да улеснява влягането им в строежите. Резултатите от проведените анкети потвърждават хипотезата на изследването за необходимост от въвеждане на електронна система за управление на строителните отпадъци.

От колко време работите в строителния сектор?



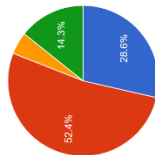
Да
Не

Участвали ли сте в обучение по управление на строителните отпадъци?



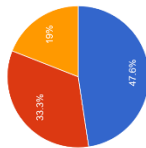
Точно прогнозиране и управление на отпадъците, които се генерират от строителство и разрушаване е проблем за строителния сектор в България.

Налично съм съгласен
Съгласен съм
Не съм сигурен
Не съм съгласен
Изобщо не съм съгласен



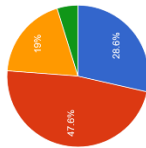
Количеството отпадъци, които се генерират при строителство, ремонт и разрушаване, биха могли да се оползотворяват по-ефективно

Налично съм съгласен
Съгласен съм
Не съм сигурен
Не съм съгласен
Изобщо не съм съгласен



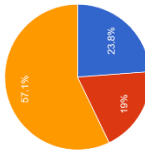
Има недостиг на леснодостъпна информация и обучения за управление на строителните отпадъци в България

Налично съм съгласен
Съгласен съм
Не съм сигурен
Не съм съгласен
Изобщо не съм съгласен



Влагате ли рециклирани строителни материали във Вашите строително-инвестиционни проекти?

Да, защото са икономически по-изгодни
Да, защото съм задължен
Не

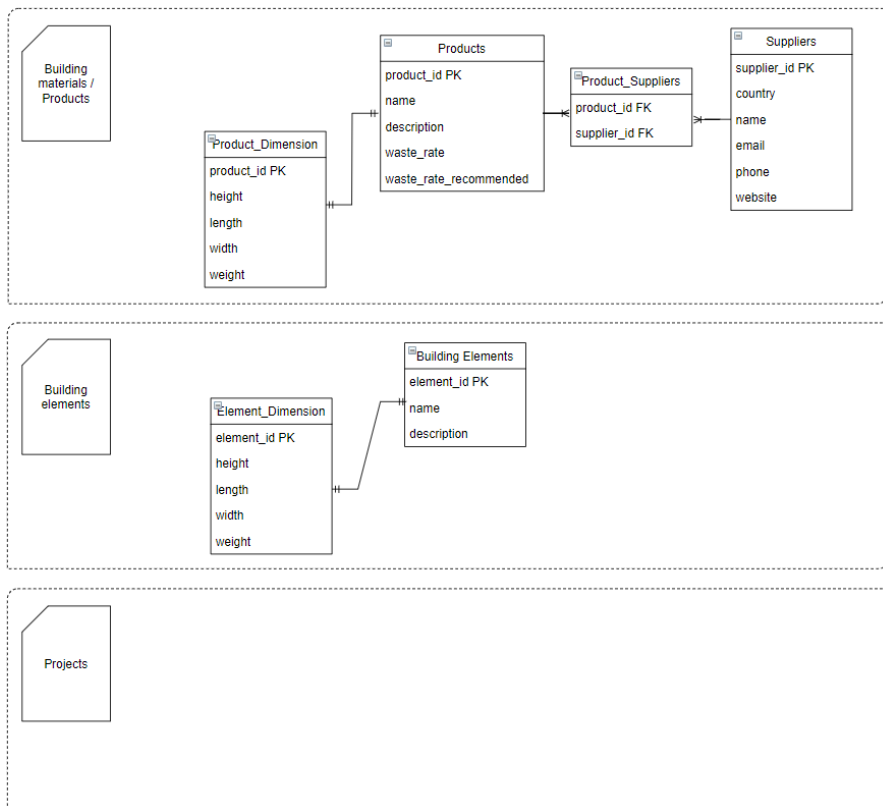


Фиг. 4. Отговори на 6 от въпросите в анкетното проучване. Източник: собствено проучване

За да се затвърдят хипотезите на настоящето изследване, че съществува нужда от дигитализиране на процеса по управление на строителните отпадъци, както и да се получат конкретни насоки относно специфични нужди и изисквания към подобна система и да се оценят нейните полезност и приложимост в практиката, е проведено допълнително проучване сред експерти от строителния сектор в България или т. нар. експертна оценка по метода Делфи. За участници в проучването са избрани 10 големи проектантски и строителни организации с богат опит в строително-инвестиционни проекти, някои от които вече взеха участие в предишните емпирични изследвания. Основните резултати от това проучване включват:

- Звеното от процеса, което би имало най-големи ползи от своевременна дигитализация, е прогнозното изчисляване на количество генерирани строителни отпадъци на етап проектиране;
- Експертите посочват като най-често влагани рециклирани материали натрошени отпадъци за влагане в обратни насипи поради законово задължение, но анализа на резултатите показва също така, че намират финансови стимули (най-често по-ниски крайни цени) на рециклирани тухли, керемиди и бетон (тук е пояснено също така, че такива финансови стимули са на лице по-скоро при работа по международни проекти, от което може да се заключи, че доставчиците на тези материали на оперират на българския пазар);
- На въпроса колко вероятно е да предприемат въвеждане на система за управление на строителните отпадъци в своите организации до няколко години, средната оценка на експертите е „вероятно“, като тук половината от тях са посочили възможността да дигитализират договорните отношения с фирмите превозвачи на строителни отпадъци и търговци на рециклирани строителни материали, както и да заменят настоящия процес по изчисляване на прогнозно количество отпадъци с по-ефективен такъв.

На база на изведените резултати от проведените проучвания е създаден прототип на електронна система за управление на строителните отпадъци, състоящ се от два основни модула – Модул 1 за изчисляване на прогнозно количество строителни отпадъци и Модул 2 – База данни за рециклирани строителни материали (PCM). На фиг. 5 е изобразена структурата на базите данни, които са бъдат заложени в системата и нейния прототип.



Фиг. 5. Блок-схема на базата данни за прототипната система.

Източник: собствено проучване

Схемата на базата се състои от 3 основни секции или под-базы – строителни материали/продукти, сградни елементи и проекти. Тези отделни елементи са смислово разграничени, но въпреки това имат връзки помежду си и се използват и в двата основни модула на прототипната система. Целта на това

диференциране е основно улесняване на поддържането на базата данни след като прототипната система е пусната в употреба. По този начин, при възникването на промени в структурата или съдържанието на базата, ще може по-лесно да се нанесе корекция в една от секциите без да бъдат засегнати другите.

Първата секция, отнасяща се към строителните материали/продуктите съставлява базата данни на строителни материали с информация, предоставена от съответния производител. Тази база е изградена от следните таблици:

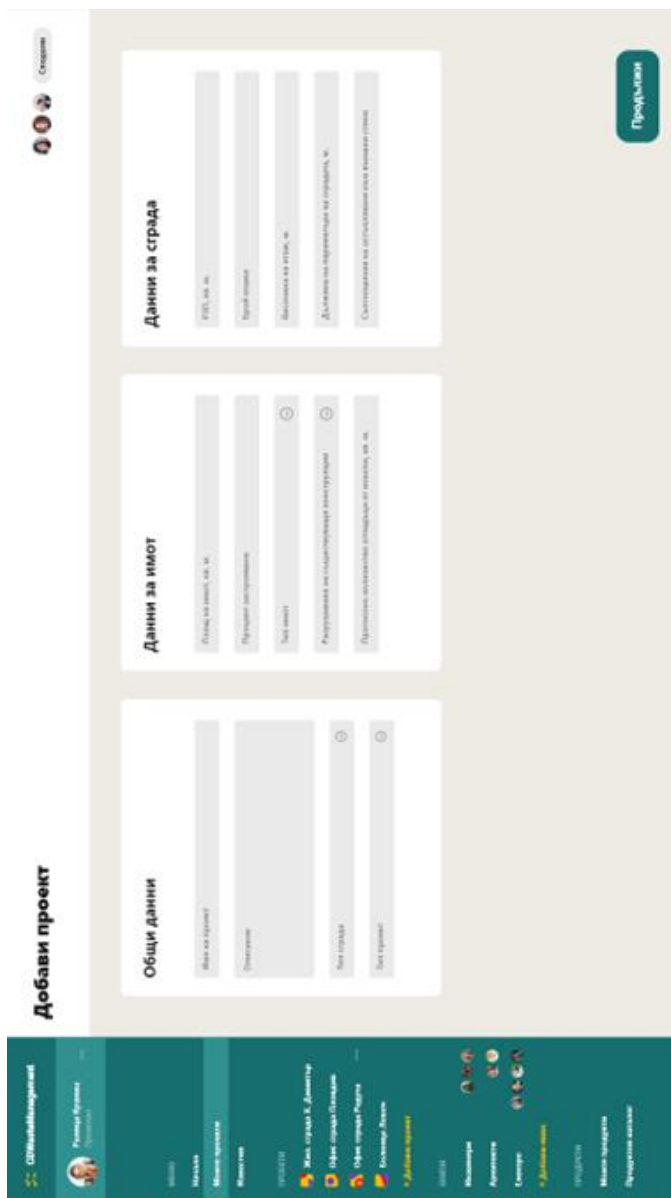
- продуктови характеристики /Product_Dimension/
- продукти /Products/
- продуктови доставчици /Product_Suppliers/
- доставчици /Suppliers/

Връзката между първите две таблици – тази на дименсиите /Product_Dimension/ и тази на самите продукти /Products/ – е от тип 1:1, тъй като е прието, че един конкретен продукт ще се съотнася само към един списък от дименсии. Самата таблица Продукти съдържа и информация относно очаквано и препоръчано ниво на разходна норма, според продуктивния каталог на фирмите производители. Именно тази информация стои в основата на изчисления на прогнозното количество отпадъци за определен сграден елемент или сумарно по категория отпадък.

Втората секция е отделена на сградните елементи и основно представлява база данни за предефинирани сградни елементи, напр. греди, колони, плоча. Тази блок схема е по-опростена от предишната, тъй като са нужни единствено две основни таблици – една за самите сградни елементи по класификация /Building_Elements/ и тази на техните или дименсии /Element_Dimension/. По подобен начин и алгоритъм за изчисляване, като този заложен в първата секция, може да се сумират характеристиките на елементите по съответния елемент, и така да се изведе общото количество на всички основни сградни елементи.

Третата секция представлява база данни на всички проекти, които са вкарани в системата от самите потребители. Тя съдържа цялостната информация за проект като локация, тип обект, дата на създаване и т.н. На този етап на конфигуриране на прототипната

система, не е заложена подробна схема на тази база, тъй като тя е стандартизирана и не е нужна за целите на изследването.



Фиг. 6. Примерна екранна снимка от прототипа на системата:
Функционалност „Добави проект“

Източник: собствено проучване



Фиг. 7. Примерна екранна снимка от прототипа на системата:
 Функционалност „Продуктов каталог“

Източник: собствено проучване

За да се затвърдят хипотезите, развити в предните глави от дисертационния труд, основно в областта на допускането, че избраните потребителски групи (проектанти и строители) ще имат директни ползи от прилагането на системата в професионалната практика, бяха проведени редица тестове сред представителна извадка от тези групи. Верификацията на прототипа в практиката включва два основни етапа – провеждане на функционално и потребителско тестване, от една страна, и отстраняване на неизправности, от друга.

Функционалното тестване се прилага, когато дадена операция има конкретен резултат. Тества се дали резултата отговаря на първоначално заложените изисквания. За всеки компонент на системата са създадени тестови сценарии със зададени параметри – стъпки за провеждане на теста и очаквани резултати. Някои от тестваните функционалности са:

- Регистрация на нов потребител в системата;
- Добавяне на нов проект;
- Търсене на РСМ по категория.

В таблица 3 са представени тестовите сценарии за тези три функционалности. Проведените тестове са успешни и верифицират, че функционалностите работят в съответствие със заложените изисквания.

При потребителското тестване се тества дали интерфейсът на системата е достатъчно разбираем. Това включва:

- Лесна навигация - безпроблемно преминаване от един екран в друг;
- Изписване на системно съобщение при успешно извършени действия;
- Изписване на системно съобщение при грешки, включително информирание на потребителя за грешно въведени или липсващи данни.

При потребителското тестване на прототипа е установено, че не всички действия, предвидени да се извършват в системата, отговарят на горните условия. Една от откритите забележи е, че при функционалността за търсене на продукти в базата данни за

рециклирани строителни материали (Модул 2), потребителят има възможност да филтрира резултатите от търсенето по категория (код на отпадък). Въпреки че функционалния тест не открива забележки, т.е. филтрирането по категория работи успешно и резултатите от търсенето съответстват на избраната категория, селектирането на определена категория не предизвиква никаква промяна в интерфейса на системата, напр. удебеляване на шрифта или маркиране. Това води до неяснота за потребителя, тъй като няма визуален начин, по който той да разбере, че системата е отговорила на неговото действие.

Този тип забележки се категоризират като минимални, тъй като те не нарушават функционалностите на системата и очакваните действия могат да бъдат извършвани въпреки тях. Затова те ще бъдат отстранени при изработването на следващата версия на системата.

Описание на функционалност	Тестови сценарий	Стъпки за тестване на функционалност	Тестови данни	Очакван резултат
Регистрация на нов потребител в системата	ТС-1: Задължителни полета	1. Няма въведен и данни в полетата 2. Натиска не на бутон „Регистрация“	n/a	Знак (*) се показва в задължителните полета
Регистрация на нов потребител в системата	ТС-2: Валидация на имейл адрес	1. Въвежда не на валидни имейл адреси 2. Натиска не на бутон	test22@gmail.com	Потребителят получава линк за верификация и може да верифицира

		„Регистрация“		а имейл адреса си
Добавяне на нов проект	ТС-3: Нов запис се създава в системата за всеки нов добавен проект	1. Попълване на всички задължителни полета с валидни данни 2. Натискаме на бутон „Запази“	п/а	Нов проект е създаден в меню „Моите проекти“
Търсене на РСМ по категория	ТС-4: Показаните резултати от търсенето съответстват с ключовите думи	1. Въвеждаме на валидна ключова дума 2. Натискаме на бутон „Enter“	п/а	Изведените резултати от търсенето съдържат цялата ключова дума или част от нея
Търсене на РСМ по категория	ТС-5: Общият брой на резултатите от търсенето се изписва на екрана	1. Въвеждаме на валидна ключова дума 2. Натискаме на бутон „Enter“	п/а	На екрана се изписва текст „(X) резултати“ X съответства на броя на резултатите от търсенето

Табл. 3. Тестови сценарии на основни функционалности на система за управление на строителните отпадъци (прототип.)

2.5 Приноси на труда

Настоящата дисертация си бе поставила за цел да изследва хипотезата дали в българския строителен сектор към този етап съществува и необходимост от оптимизиране на процеса по управление на строителни отпадъци. След проведения литературен обзор в комбинация с емпирични изследвания по този въпрос, заключението е, че поради спецификите на фрагментираната действаща законодателна наредба по тази тема, както и затрудненото изпълняване на съответните задължения от участниците в строителния процес, най-логичната стъпка към подобряване на цялостния управленски процес на строителните отпадъци би била създаването на дигитална система (на този етап разработена до степен на завършеност дигитален прототип), която да адресира недостатъците в реалните процедури. Основните приноси, които могат да бъдат изведени в процеса на достигане и доказване на тази хипотеза, са следните:

1. Дисертационният труд прави обстоен обзор на българската законодателна наредба, както и на релевантни европейски директиви и протоколи, като описва същността на тези законови рамки особено по отношение на управлението на СО.
2. Направен е литературен обзор на добрите практики от редица други европейски държави, които биха могли да послужат за пример на България, като в обзора се залага на действащи и доказани идеи като например дигитализирането на етапи от процеса по управление на СО.
3. Проведени са две емпирични изследвания с цел събиране на първични данни (и поради липса на подходяща, вторична информация по темата) с представители на водещи компании в българския строителен сектор и на тази основа са изведени съществени препоръки за

усъвършенстване на дейностите в изследваните направления.

4. Разработен е дигитален прототип на система, която би улеснила и оптимизирала процеса по управление на СО в България, като са обяснени алгоритмите и блок схемите, по които е конфигуриран.
5. Направена е верификация на прототипа в практиката чрез провеждане на функционални и потребителски тестове сред представители на целевите му групи потребители с цел отстраняване на неизправности и подобряване на качеството.

2.6 Заключение

На преден план в глобалния и в частност западноевропейския строителен сектор изпъкват иновативни феномени и понятията като „кръгова икономика“, „устойчиво развитие“ и „еко-устойчива философия/практики“. Прилагането на тези концепции на практика все повече се застъпва от засега не обвързващи европейски протоколи и планове, но се очаква в близко бъдеще да се премине към нов тип работни нагласи и философия тип „кръгова икономика/развитие“, както и към имплементирането на нови практики, придържащи се към принцип на „кръговратността“. Едно от основните предизвикателства пред внедряването на кръговата икономика в Европа и в частност в България остава нуждата от запазване на пазарните принцип за конкурентоспособност и намаляване на разходите.

Рециклирането и повторното влагане на строителни продукти става възможно, ако отговорят на определени критерии или се случват в определени ситуации:

- запазване качеството и стойността на отклонените материали и отпадъци
- запазване на действието

- прилагане на тези практики по държавните и регионални планове и директиви на отделните администрации

Някои страни (като Белгия и Холандия) предлагат добри примери и практики за по-пълноценно оползотворяване на строителните отпадъци, които и България може да приложи. Причините, поради които тези практики са успешни в двете страни, се дължат на спазването на тези два принципа:

- предоставяне на свобода на действие и инициативност на частни организации и фирми във въвеждането на новите практики (разбира се, в хармония и съвместни действия с отговорните административни органи и законодателни наредби);
- дигитализирането на отделни етапи от процеса по управление на строителните отпадъци.

Ситуацията в строителния сектор в България е различна от тази в по-развитите страни-членки, като тук основните проблеми при оптимизирането на процеса на управление на строителните отпадъци се свеждат до:

- Фрагментацията на нормативната уредба между следните наредби и закони – ЗУТ, ЗУО, НУСОВРСМ и различни европейски директиви с незадължителен характер и които не са достатъчно специфични и обстойни;
- Амбициозните таргети на планове и протоколи, които обаче се разминават с действителността, където липсват практически насоки и препоръки;
- Липсата на контрол и регулации, което от своя страна води до формално спазване на законите;
- Незапознатостта и липсата на информация относно съществуващите инсталации за преработка и оползотворяване на строителни отпадъци.

Въпреки тази ситуация и въпреки че участниците признават, че точното прогнозиране на строителните отпадъци е проблематично, се наблюдава и мнението сред тях, че строителните отпадъци могат

да бъдат успешно повторно използвани в бъдещи проекти, което от своя страна сочи, че при повече запознатост и информираност, те биха били склонни да приложат тази добра практика и в проектите, по които работят. Така нареченият bottom up (отдолу нагоре) подход би бил най-подходящ, а именно позволяването на частни инициативи да се опитат да решат проблема от своя страна, което после да доведе до верижна реакция и да усили натиска върху държавата за промяна на законодателната рамка и на създаването на релевантни и работещи механизми за регулация и контрол.

Предложеното прототипно, дигитално решение може да попълни липсите в процеса по управление, и да позволи на участниците да правят по-информирани решения и да подобрят комуникацията помежду си в хода на имплементиране на строителните проекти спрямо аспекта строителни отпадъци.

3. СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Кушева, Р. „Необходимост от дигитализиране на процеса по управление на строителните отпадъци – изучаване на нагласите на участниците в сектора“, Икономически и Социални Алтернативи, Том 29, Брой 1, 2023
2. Kusheva, R., “ Contemporary methods and trends in construction waste management”, Vanguard Scientific Instruments in Management, Volume 1(18), 2022.
3. Kusheva, R., „Change management methods within the implementation of a digital tool for construction waste management. EcoProekt EOOD case study“, International Conference “Circular Economy: Opportunities and Challenges”, Tirana, Albania, 2022.

UNIVERSITY OF NATIONAL AND WORLD ECONOMY

Faculty of Management and Administration
Department of Management

Implementation of a construction waste management system via digital solutions

Official summary

of Dissertation for obtaining an educational and scientific degree
"doctor"

in the professional direction
3.7 "Administration and management"

with the scientific field of: "Management"

PhD student: Ralitsa Hristova Kusheva

Supervisor: prof. dr. Matilda Alexandrova-Boshnakova

The dissertation was discussed and admitted to public defense at a regular meeting of the Departmental Council of the Department of Management of the University of National and World Economy, including members of the Department, held on 02.05.2023. The author of the dissertation is an independent doctoral student in the Department.

The public defense of the dissertation is scheduled for 18.09.2023, at 13:00 in the _____ of the UNWE.

The defense materials are published on the website of the University of National and World Economy and are available to those interested in the sector "Scientific Councils and Competitions" and on the website of the UNWE - Sofia.

CONTENTS

1.	General characteristics of the dissertation	4
1.1	Relevance and significance of the study	4
1.2	Object of the study	5
1.3	Aim and objectives of the study	6
1.4	Research hypothesis	7
1.5	Research methodology	7
1.6	Contributions of the work.....	35
1.7	Scope and structure of the dissertation.....	7
2.	Brief outline of the thesis	8
2.1	Introduction	8
2.2	Chapter I: State of the problem	8
2.3	Chapter II: Research Methodology.....	15
2.4	Chapter III: Presentation and analysis of research findings. Development of a prototype system.....	21
2.5	Conclusions	36
3.	List of publications on the topic of the thesis	38

4. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE DISSERTATION

4.1 Relevance and Significance of the Study

While the concept of "sustainability" has been around since the last century, it has become increasingly central and important in almost all sectors of the modern economy and development in the last decade, becoming a "best practice" for both the private and public sectors. Examples of sustainable practices and solutions in construction are also gaining momentum and influence, although for the moment sustainable construction has penetrated as a strategy more deeply in the US and countries in Western Europe than in this country. In particular, this includes the sustainable management of construction waste, i.e. the planned and sustainable disposal, recycling and incorporation of construction waste into future projects.

According to the current Bulgarian legislation, at least 70% of construction waste in the country should be recovered as a resource by 2020. The National Waste Management Plan maintains the final target for recycling and other recovery in the next programming period 2021-2028.

At the same time, as a member state of the European Union, Bulgaria is already involved in international discussions on the so-called circular economy, a concept that is growing in popularity among other EU member states. In the context of the current understanding of what this circular economy is, sectors such as the construction sector, which require the use of a huge amount of resources and materials and therefore the generation of a significant amount of waste, are among the most directly affected if this concept is put into practice at national level. In addition, the need to make the actors involved aware of the practical and financial benefits of streamlining procedures and of transforming, selling or buying construction materials (from waste) is expected to lead to a higher take-up for this type of practice, as the model in other European countries already demonstrates. Thus, this research will not only contribute in an academic aspect to the topic of construction waste, but could also serve through its practical conclusions and proposed

innovations in the form of a working prototype of a digital construction waste management system, which could then be expanded and turned into an operational system or application.

4.2 Object of the study

The object of the study is the processes of construction waste management on the territory of Bulgaria, the roles and responsibilities of the different actors as well as the interrelationships between them. In particular, this involves looking primarily at the shortcomings, gaps and problems in the current procedures for managing and recovering this waste, as well as the attitudes of the actors themselves and their desire to find and use a more optimised system and methods. Therefore, the research focuses in its empirical and analytical part on examining and justifying the possibilities of digitising the construction waste management process and on analysing the arguments for this digitisation approach as the most appropriate and necessary to fill the gaps and difficulties of the actors in successfully managing waste.

It is planned to summarize and generalize the main aspects of the construction waste management process and also to justify the need for digitalization on a global scale, rather than specifically for a certain type of construction and investment projects and/or sites or focusing only on the national or local level. In this way, a generally valid and practical framework for optimising this process can be more easily and accurately derived that is applicable in different types of context and for different project purposes.

4.3 Aim and objectives of the study

The aim of this dissertation is to investigate the existing methods applied in the construction waste management process and to develop a practical prototype of a system for digitalization and optimization of these methods. The system will primarily target those wastes that are intended for material recovery and incorporation into future construction projects.

It can be said that "material recovery" refers to all recovery activities of construction waste except incineration with energy recovery and processing into materials to be used as fuel, according to

the interpretation of the Waste Management Act (WMA). In this study, concrete, brick, tile waste is considered in more detail, as it has been found to represent a large proportion of the total amount of construction waste, but at the same time has a significantly high potential for material recovery.

In order to achieve the set objective, the following tasks were completed:

- Comparative analysis of modern methods and existing digital systems for construction waste management in other countries;
- Studying the attitudes in construction waste management of participants in investment design;
- Investigating construction waste management processes that are subject to digitisation;
- Presentation of a developed practical prototype of an electronic system for construction waste management in Bulgaria;
- Verification of the prototype in practice.

4.4 Hypothesis of the study

The main hypothesis of this dissertation is that the application of digital solutions in the separation, separate collection and treatment of construction waste will optimize the process of construction waste management, increase the possibility of their material recovery and the use of recycled materials as a resource in investment projects, as well as the efficiency of the participants in the investment process, thus contributing significantly to environmental protection and the implementation of the principles of circular

4.5 Research methodology

Methodologically, the development is based on analytical and empirical research methods. A mix of research approaches and methods (quantitative and qualitative, questionnaires, interviews, expert evaluations) and instruments are used. Through them we clarify the nature of the research problem and analyze the state of the research subject and object.

The information was gathered by reviewing publications in prestigious international scientific journals in the field of construction

waste management; books, including dissertations and monographs by leading authors in the field of construction waste management; papers presented at scientific conferences, online resources, etc. The main source of information for the validation of the research questions is the empirical studies conducted.

4.6 Scope and Structure of the Dissertation

The structural plan of this dissertation is divided into 4 key sections / including 3 separate chapters / and 5 appendices / annexes /.

In sum, this work contains:

- 162 pages
- 12 tables
- 49 graphs and figures
- 112 literature sources used, which are divided as follows:
 - 29 sources in Bulgarian
 - 83 sources in English

5. BRIEF OUTLINE OF THE THESIS

5.1 Introduction

The introduction to the dissertation contains a statement of the subject of the research, its theoretical, practical and social significance. The aims and scope of the analysis are stated, the tasks of the research are identified and the problematic issues that are the subject of research to prove the set scientific thesis are listed.

5.2 Chapter I: State of the problem

The state of the problem is presented by analyzing the regulatory framework and the underlying principles related to the construction waste management processes in Bulgaria, modern methods and trends for construction waste management in Europe, and by examining specific examples from European countries that have already implemented digital solutions to optimize these processes.

The new "National Waste Management Plan 2021-2028" notes in the section relating to construction waste that Bulgaria has "general and specific legislation in place, as well as a strategic plan for the management of construction waste, with specific quantitative targets

set to achieve a phased approach to preparing for reuse, recycling and recovery by 2020". The main regulations and directives at national and European legislation level that are in force in Bulgaria are the Law on Spatial Planning (LZP), the Law on Waste Management (LWM), the Ordinance on Construction Waste Management and Recycled Construction Materials Injection (NWMRCM) and the European Directive 2008/98/EC.

For the management of construction waste, the polluter pays principle is adopted, based on which it is assumed that those persons who pollute the environment by creating, contributing to and/or possessing waste are obliged to cover all costs of waste management in a way that does not further endanger or harm the environment and society. For construction waste in particular, the developer of a construction / demolition project is required to fully fund and manage the proper and lawful treatment of construction waste.

At the same time, Regulation 305/2011 on construction products sets as the 7th basic requirement for construction "sustainable use of resources", providing for "the establishment of harmonised standards for construction products and regulating the obtaining of European technical approvals". On the basis of the principle of 'sustainable development', much of the treatment of construction waste should rely more on its recovery, in other words, recycling and incorporation into future projects, than on its disposal. This not only optimises the well-being of the environment and society, but also economic development and the smart use of natural resources.

Another of the underlying principles worth considering in this theoretical framework is the principle of 'best available techniques not involving excessive costs' (BATNR). According to this principle, a critical approach must be taken to the evaluation of different alternatives in making decisions on construction waste management that are both environmentally sound and can be implemented in practice at a reasonable cost. In this case, the waste management hierarchy provides a convenient method for carrying out this comparative analysis to place a value on different alternatives.

In particular, **the Construction Waste Management and Recycled Building Materials Input Ordinance**, for short referred to as the CWMRMP, is the main determinant of the CEMP. However, since the introduction of the Ordinance in 2012, critics have noted that, unlike similar, already established Ordinances, the NWMWMS does

not specify who is supposed to provide interpretation, which creates additional problems, especially in the event of possible and pressing amendments to the Ordinance and when questions and issues arise that should be referred to an appropriate addressee or interpreter.

The new programming period 2021-2028 includes the so-called "National Waste Management Plan 2021-2028", which provides for improving the process and increasing the amount of recycled and recovered waste, including construction waste. According to the conclusions of the analyses briefly presented in the text of this plan, Bulgaria has made progress in this aspect, especially with regard to construction waste, but nevertheless much of the waste that continues to be landfilled could instead be recycled and recovered, the document even acknowledging that 'recycling technologies are available but there is insufficient capacity to recycle construction waste'. At the same time, another major problem outlined in the plan relates to the lack of a national information system on this construction waste ('generated, recycled, recovered and landfilled'), which in turn presents a huge obstacle to finding and using data on this construction waste.

Another related project on this topic is "Improving data on circular economy - packaging waste and construction waste", which has already been approved and submitted to the NSI (National Statistical Institute) for implementation. The objectives of this project, which is part of the new programming period, in relation to construction waste are the following - "to improve the availability and quality of construction waste statistics data by increasing the coverage of the survey with administrative/statistical data; development of experimental accounts for construction and demolition waste according to Regulation 691/2011". The topic and scope of the project is highly relevant within the current European legislative and policy environment at national and EU level, as the idea of circular economy is becoming more widely accepted, as will be outlined in the section on good practices from the EU and EU member states.

In spite of the above-mentioned legal acts, which cover most stages of the construction waste management process, the fragmented nature of the legal framework as well as the lack of well-implemented practical control represent the main and most pressing problems to be solved. The monitoring of the implementation and proper enforcement of these regulations needs to be reformed and optimised. Compared to

other more optimised processes for managing different types of waste, which are the responsibility of specialised entities, the management of construction waste, as specified above, is carried out by developers, designers, builders, demolition contractors and construction supervision.

At the same time, the complex relationships and responsibilities overlapping between the different groups involved in the construction waste management process suggest a lack of effective control and optimal management of the process. For these actors, the activities of proper construction waste management are rather ancillary and sometimes obscure activities, which is why breaches of legislative provisions are not rare. At the same time, comparing this process with its equivalents in a number of other European countries, the need to find a more effective and long-term solution to these problems immediately stands out, which this paper aims to present in the form of proposing a prototype digital platform. This type of digital solution, which has already been successfully developed and implemented in a number of European countries, would help to optimise processes and relationships between responsible parties and groups, including more effective control and traceability, as well as higher rates of uptake, recycling and embedding of construction waste in the future.

From a rational point of view, Bulgaria is following in the footsteps of more developed European countries, and at this stage most recycled materials on the territory of the country include those that are easier to process and for which it is expected that there will be sufficient market demand to justify the costs of the recycling process. By comparison, in Europe there is already a wide variety of types of materials recycled from construction waste, as well as a host of high-tech facilities and installations that aim at the increasingly optimised and cost-effective recovery of this waste.

Another issue that is often cited as significant by practitioners in the sector relates to the lack of mobile installations to carry out the recycling, unlike in countries such as Switzerland and France where sites exist but the installations for crushing the materials are mobile rather than fixed. "Now in our country, even if it is included in the construction project, which is mandatory, it is not known whether the planned quantities can be found quickly, and not after one month in a construction season of 4-5 months. And having to go to the nearest

quarry and get a new one." Also, he said, no washing plants have been made or purchased in Bulgaria, which are needed specifically for concrete crushing when a large amount of dust is generated. Thus, despite the expressed willingness of some companies to put recycled construction waste or to offer the residual materials to recyclers, due to the lack of a sufficiently efficient technological base, the recycling system in Western European countries cannot yet be fully applied in Bulgaria.

Reviewing the current framework for construction waste management in EU countries, a number of leaders in the recovery and recycling of construction waste can be identified - countries such as Belgium and the Netherlands. So far, twenty Member States have announced that they have reached the target of 70% construction waste recovery, which is an EU-wide, albeit not binding, target for the year 2020. However, it should not be forgotten that this 70% target also includes the so-called practice of backfilling (using construction waste in stockpiles), which does not in itself contribute to the development of a circular economy, and there are also extremely large differences between the targets achieved by different Member States.

In this respect, Bulgaria is more similar to countries like China in its construction waste management process than to the EU leaders in this field. Both China and Bulgaria lack more targeted government initiatives and policies. Therefore, from the good practices of other EU member states reviewed so far, Bulgaria could adopt both skilful government initiatives and useful business solutions. In particular, government initiative in developing policies and regulations that encourage rather than discourage smarter management of construction waste and, in particular, the creation of platforms that enable the supply and purchase of recycled materials. Also, the existing regulatory framework in Bulgaria is extremely fragmented and underdeveloped with regard to construction waste, which only serves to create more confusion for construction actors and discourage them from seeking and creating innovative and private initiatives and practices to use construction waste more efficiently. Also, this fragmentation of the legislative framework leads to ambiguity and lack of clarity regarding the roles and responsibilities of the different actors involved in the construction waste management process, and very often leads to unnecessary and incorrect transfer of responsibility or exemption from such responsibility because it is the easier and cheaper

way - especially disposal in landfills, legal or not. By comparison, in most countries in Western Europe, responsibility for managing construction waste is clearly defined and allocated, and this in turn leads to much more efficient disposal or reuse of this waste.

Last but not least, existing digital solutions in EU Member States that have achieved high recovery targets for construction waste recycling are heterogeneous and target a specific segment of the whole process and provide a solution to a specific problem. In other words, these solutions do not aim to digitise the whole process by centralising and controlling it by a single organisation, which would lead to more inefficiencies and problems, but instead individual businesses or non-commercial organisations specialise in a particular area. For example, this could be the determination of estimated waste quantities at the design stage, or the certification of materials from selective demolition of buildings, or the creation and maintenance of databases of traders who recycle building materials or market already recycled ones. In this way, economically sound business models are created around these issues, leading to a more successful optimisation of the overall process, and although on the surface this sounds like a more fragmented option than centralisation in a single system, empirical experience proves that for private initiatives business models work better than the state bureaucratic approach, which in most cases is more cumbersome and unsophisticated. Instead, private initiatives and strategies are driven by the desires and needs of the market, leading to a degree of optimised self-regulation by that market, and the actors in such processes follow the rational and highly efficient logic of market principles and rules rather than the more conservative and inflexible forms of governance of public administrations.

5.3 Chapter II: Research Methodology

Chapter 2 presents the practical and empirical methods of the research, which are mainly focused on business tools for assessing the environment, opportunities and obstacles to the introduction of digital solutions in this area.

SWOT analysis aims to summarize the strengths and weaknesses of a business idea, as well as the opportunities and threats (or risks) to its implementation in practice. In this case, this analysis refers to the strategic implementation of a construction waste

management system in Bulgaria. The abbreviation itself includes four main elements:

- Strengths - the strengths or core competencies of a business concept or a business organization
- Weaknesses - conversely, weaknesses of the idea or development
- Opportunities - these are the possibilities for the strategic development of a business product or business idea; also certain factors can be considered from the so-called PEST analysis, another business tool that examines political, economic, socio-cultural and technological factors and environments
- Threats - this includes risks and/or dangers to the adoption or implementation of the idea

In the majority of cases, SWOT analysis is applied to a specific organization, and the tool itself has evolved from such a concept, but recently it has also been adapted for use in launching a new business idea, business model or product/service on the market or in re-evaluating and optimizing existing ones in order to reintroduce them to the market under a different guise or with a different marketing focus and objective. Since in this case we are talking about a new solution (in the form of a digital product) that has yet to be introduced and due to the lack of direct competitors in this area, at least in Bulgaria, the analysis is guided by unmet customer needs (called "latent demand"), some of these needs are still unconscious and one of the objectives of the new product is to assure users that they would benefit from using it precisely because it will satisfy these professional needs. Presented in a more structured way, this type of analysis is guided by factors in the internal and external environment of an organisation, project or product/service. Thus, influences from the internal environment are considered and allocated to the strengths and weaknesses compartments of the table, while influences from the external environment are formulated and related to opportunities and threats for the organization or given project, respectively.

One of the other main analytical methods is the so-called **cost-and-benefit analysis**, which is increasingly used in business practice and even in the decision-making process of government institutions. The purpose of this method is to present (usually in graphical and/or tabular format for easier comparison) the benefits and costs that the implementation of a certain concept, project, product, idea, process,

innovation, would generate for the organization or other stakeholders. Although it is more common to use financial indicators (e.g. expected revenues or costs), in some situations this analysis can also be applied to the measurement of intangible and non-financial indicators, such as the level of satisfaction of an organisation's employees or customers of its products or services.

Business process modelling is another practical method that is used to schematically represent an organisation's processes and activities, with the main aim being to analyse, improve and, as far as the nature of the organisation itself allows, automate or at least optimise these processes in a similar way. This practice is common in both business management circles and systems engineering, and there are no real barriers to applying this methodology in any field or industry. The "flow" model below shows how initial business process modelling is a necessary step in the development of a business and/or project-idea, and it is then possible to consider and update the new business model or concept. Once the key technologies, practices and processes have been explored, and the objectives have been compared against their practical achievability, the business processes can be re-modelled again and only then move on to putting the new concept into practice.

The proposed digital solution in this study aims to show how modelling the construction waste management process can accelerate the time of separation, disposal and/or recovery (selling or reuse) of waste, how costs can be reduced in this process, which specifically denotes a situation with less discarded and unnecessary waste in legal or illegal landfills and the creation of a more optimized and efficient market for the reuse of such waste. Thus, through the use of MBW, not only the companies tasked with the management of construction waste are expected to benefit, but also all the other actors involved in this process that were mentioned in the previous chapter.

Based on the way these processes are carried out in most Bulgarian construction companies, the proposed digital solution uses the MBP approach to present schematically the construction waste management processes in two different scenarios. One of these presents a situation where a Construction Waste Management Plan (CWMP) is required for the project, while in the other a CWMP is not required. Through this schematic representation, process participants can gain a better understanding of the strengths and weaknesses in their current

processes by comparing them to the proposed alternatives. The application of the MBP is intended to illustrate the common steps in the existing construction waste management processes that are fixed by the Bulgarian legislation, and to serve as a basis for building on these schematically depicted processes in flowcharts and diagrams to be embedded in the implementation of one of the tasks of this research - the development of a prototype digital construction waste management system.

Target group modelling is actually synonymous with analysing and selecting the categories of users of a product or service who would benefit most directly from the improvement and optimisation of a process (in this case, the result of implementing the MBP method). It is of utmost importance to identify the target groups precisely in advance, as the proposed solution must be compatible with their needs and expectations and relevant to their processes and practices. The best tactic when creating and promoting a new product/service in the market is to present it to the right segment at the right time and advertise it in the right place, and before doing so, the creators consult a sample of their chosen target group and try to understand the needs, expectations, attitudes and current problems of these consumers so that they can adapt their product/service to meet these needs.

From the total possible set of empirical research methods and instruments, the **survey**, or sending questionnaires to pre-selected research participants, was preferred. The reason for this choice is rooted in the advantages of surveys as a research method, namely the universality of the questions and answers, which allows for easier collection, reading and aggregation of data. The survey allows for greater freedom and anonymity of the participants, they have enough time to respond at their convenience without being constrained by time and deadline; the survey does not require a lot of resources in terms of time and deadline as it is conducted in a virtual environment. A disadvantage of this method is that the survey does not include so-called open-ended questions, i.e. respondents are limited in most cases to a finite number of options from which they have to choose. However, for the purpose of this study, it is expected that the responses received will help the researcher to establish a baseline of current trends and attitudes towards construction waste management in Bulgaria. The participants in this survey were selected according to a

few main criteria: they are representatives of some of the largest Bulgarian construction or investment design firms and the same firms have been active in the Bulgarian construction sector for at least 5 years. Large companies were chosen due to the fact that they have the longest and most extensive experience with construction waste management in a formalised and formalised way, unlike the larger number of medium and small companies in the country. The contacts of these participants were taken by researching the register of design offices as of 16.10.2020 from the Chamber of Engineers in Investment Design (CIE) and from the list of regular members on the website of the Bulgarian Chamber of Builders (BCB). The total number of respondents equates to one hundred and fifty (150) firms, of which one hundred and five (105) sent back their responses and no feedback was ever received from the others as to whether they received or were able to review the survey.

Although **structured interviews** often resemble questionnaires, they have other advantages and disadvantages. In particular, semi-structured and unstructured interviews do not follow an entirely predetermined plan and set of questions, but allow for greater freedom in the interviewee's response. Interviews that are conducted in writing lack the element of the interviewer's influence on the process itself, as it is rather linear. That is, the interviewer sends his questions to the selected interviewees and they - at a convenient time and place for themselves - send back their answers, with communication between the two parties kept to a minimum of questions and answers and, unlike a survey, the interviewer also sends follow-up and clarifying questions after the first email has been sent and, of course, the interviewee is free not to answer if he does not wish to.

Delphi can be characterized as a **method of** structuring a group communication process so that the process is effective, allowing a group of individuals to tackle a complex problem. Used as a forecasting technique, Delphi follows a basic structure. Anonymously, respondents (selected experts in a field) offer answers to a series of questions - such as the probability of an event occurring or the date in time when the event will have happened. A set of responses is then generated and fed back to the group, sometimes with justification for the answers. Respondents are then given the opportunity to revise (i.e., resurvey) their responses based on the feedback received or to keep

their earlier response. The process of iteration and controlled feedback continues until a predetermined outcome is reached (e.g., number of repetitions, consensus, confirmed disagreement, and stability of results).

5.4 Chapter III: Presentation and analysis of research results. Development of a prototype system

Chapter three presents the results of the practical methods of the research, as well as the developed prototype of a digital system, developed in fulfillment of one of the set research tasks. Selected for discussion are the sample modules, screens and functionalities that the researcher considers basic and necessary at this stage of platform development.

On the basis of the traditional structure of the SWOT analysis Table. 1, presenting strengths, weaknesses, opportunities and threats to the strategic implementation of an electronic construction waste management system in Bulgaria:

<p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Accessible language and interface, fast learning ● Systematic documentation, creation and archiving of important documents ● Wide applicability and adaptability for any scenario ● Reducing costs associated with the calculation of CO ● It is easy to maintain multilingual versions ● Can be modelled on working solutions from other countries ● Beneficial impact on the environment by reducing waste 	<p>Weaknesses:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Initial financial investment is needed for both the digital application and the training of staff ● Lack of integration with existing design systems, requiring manual data transfer
<p>Opportunities:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Lack of competition in Bulgaria ● There is interest in such a tool, 	<p>Threats:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Lack of legal regulations to regulate the

<p>especially from the business sector</p> <ul style="list-style-type: none"> • Facilitating the work of both administration and business • Reducing the number of problematic situations and unsolvable cases, as well as the time to resolve them • Improving communication between the different actors involved in the process • Proven effectiveness of similar digital solutions in other European countries <p>Can be easily incorporated into the training of school and university students</p>	<p>introduction of such an instrument in practice</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lack of qualified staff and the necessary skills to handle the application <p>Presumed reluctance or mistrust of innovative and digital solutions by the process participants</p>
--	---

Tab. 1. SWOT analysis in tabular form.

Source: own research

Building on and summarising the results of the previous SWOT analysis, the comparative benefit-cost analysis shows a clear preference for the creation and implementation of the new digital system because the benefits outweigh the costs in both quantitative and qualitative impact. Based on all the research conducted so far, the following benefit-cost analysis has been created and summarised in graphical form (Table 2), with the first part of the table summarising the benefits and which of the parties in the construction process would benefit most and/or directly from these improvements, while the second shows in summary form the main cost categories (some of which can be interpreted as 'disadvantages' or 'obstacles') that would hinder or even prevent the new system from being put into operation:

HELP	STAKEHOLDERS IN THE PROCESS
-------------	------------------------------------

Reducing the amount of landfilled waste	Construction companies, transport companies, municipalities
Facilitated communication between process participants	All participants in the construction and investment process
Reduce time and reconciliation costs in the process	Employers, designers, builders, municipalities
Financial benefits from the sale of CO	Construction companies, contracting authorities
Environmental and societal benefits	Municipalities, society
COSTS, OBSTACLES	STAKEHOLDERS IN THE PROCESS
Time and resources spent on prototype development and improvement	Creator of the prototype system
Training for working with the system	Municipalities, all participants in the construction and investment process
Testing the validity and usefulness of the system	Creator of the prototype system, QA testers (persons to test the prototype)
Distrust of the system	All participants in the construction and investment process
Reluctance to change and adopt a digital approach in the SO management process	All participants in the construction and investment process

Table 2. Summary table of benefits and costs (disadvantages and obstacles) of implementing a new digital CRM system in Bulgaria.

Source: own research

The business process modelling in the context of the conceptualisation of the new digital system includes all the main processes in construction waste management practice according to the specificities of the Bulgarian setting and Bulgarian legislation. Following the "Polluter Pays" principle adopted in Bulgaria, the LMA also spells out the obligations and responsibilities of the participants in the process. In the case of constructions requiring a SWMP, the processes are many and the interrelationships between the participants complex. There are fewer processes for works that do not require an EMP. However, they also have to comply with the requirements for separate collection of construction waste and handing it over to persons holding a document under Article 35 of the MSW Act. In this case, even if no material recovery targets for construction waste are to be met, it may prove to be more economically viable to send construction waste for recycling and preparation for re-use than to send it for landfill.

In analysing the sequence of construction waste management processes, it is found that there are complex interrelationships between both the different groups and the same group that make it difficult to control and prevent the effective management of construction waste. That is, as outlined above, one party - public or private - cannot make a decision or change a procedure that does not also affect the other party.

For the purpose of this study, the two main target groups for the developed prototype of the digital solution in the next chapter are the construction planners on the one hand and the construction companies themselves on the other.

The first empirical study (questionnaire survey) found that a large proportion of respondents were not well (or partially) aware of the responsibilities of the different actors in the construction waste management process; there was a lack of knowledge and competence regarding construction waste management activities, including at a high management level. Lack of confidence in the quality of materials available on the market is highlighted as a major reason for not incorporating recycled construction materials in construction; there is also a lack of a data system on the availability of recycled construction materials (types, properties, prices) to facilitate their incorporation in construction. The results of the surveys confirm the study's hypothesis

of the need to introduce an electronic construction waste management system.

In order to confirm the hypotheses of the present study that there is a need for digitalization of the construction waste management process, as well as to obtain concrete guidance on specific needs and requirements for such a system and to assess its usefulness and applicability in practice, an additional survey among experts from the construction sector in Bulgaria or the so-called Delphi expert assessment was conducted. Ten large design and construction organisations with extensive experience in construction and investment projects, some of which had already participated in the previous empirical studies, were selected as participants in the study. The main results of this study include:

- The link in the process that would benefit most from timely digitisation is the estimation of the amount of construction waste generated at the design stage;
- Experts point to crushed waste as the most commonly used recycled material for incorporation into reverse embankments due to a legal obligation, but the analysis of the results also shows that they find financial incentives (most often lower end prices) for recycled bricks, tiles and concrete (it is also clarified here that such financial incentives are more likely to be present when working on international projects, from which it can be concluded that suppliers of these materials operate on the Bulgarian market);
- When asked how likely they were to undertake the introduction of a construction waste management system in their organisations within a few years, the average assessment of the experts was 'likely', with half of them citing the possibility of digitising contractual relationships with construction waste carriers and recycled building materials traders, and replacing the current process of calculating estimated waste quantities with a more efficient one.

Based on the results of the studies, a prototype of an electronic construction waste management system has been developed, consisting of two main modules - Module 1 for the calculation of the estimated amount of construction waste and Module 2 - Recycled Construction Materials (RCM) Database. ure 1 shows the structure of the databases to be embedded in the system and its prototype.

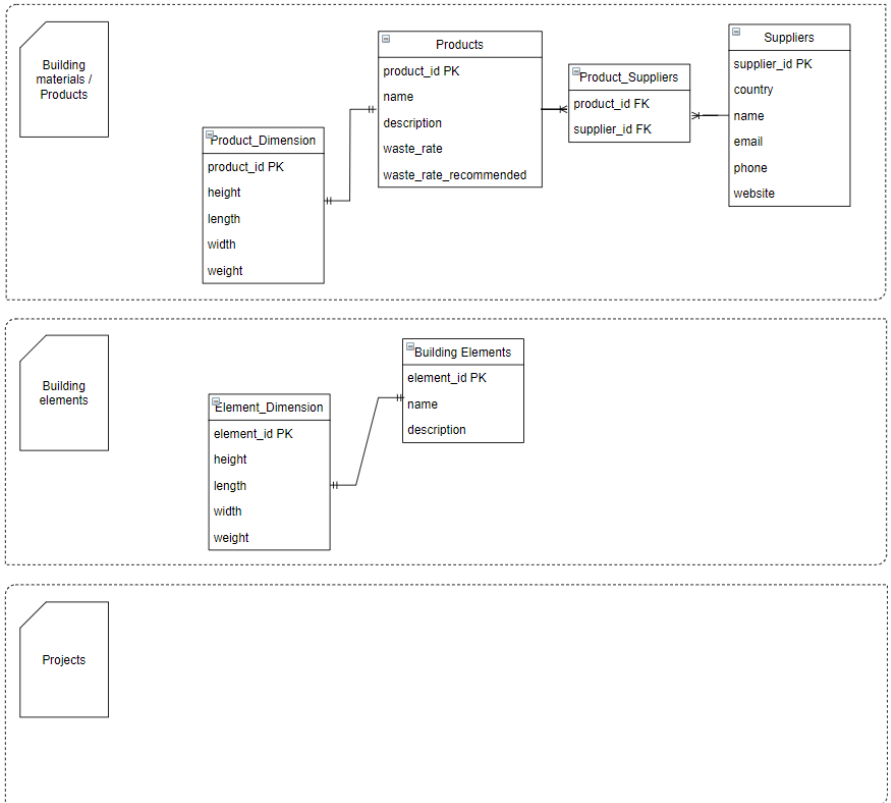


Fig. 1. Block diagram of the database for the prototype system.

Source: own research

The base scheme consists of 3 main sections or sub-bases - building materials/products, building elements and projects. These individual elements are meaningfully distinct, but nevertheless have links to each other and are used in both main modules of the prototype system. The purpose of this differentiation is mainly to facilitate the maintenance of the database after the prototype system has been put into use. In this way, when changes occur in the structure or content

of the database, it will be easier to apply an adjustment to one of the sections without affecting the others.

The first section relating to building materials/products is the database of building materials with information provided by the respective manufacturer. This database is composed of the following tables:

- product characteristics /Product_Dimension/
- products /Products/
- product suppliers /Product_Suppliers/
- Suppliers /Suppliers/

The relationship between the first two tables - that of the dimensions /Product_Dimension/ and that of the products themselves /Products/ - is of type 1:1, since it is assumed that a particular product will be related to only one list of dimensions. The Products table itself also contains information on the expected and recommended level of consumption rate, according to the product catalogue of the manufacturing companies. It is this information that forms the basis for calculations of the estimated amount of waste for a particular building element or in total by waste category.

The second section is dedicated to building elements and is basically a database of redefined building elements, e.g. beams, columns, slab. This block diagram is simpler than the previous one, as only two main tables are needed - one for the building elements themselves by classification /Building_Elements/ and the one of their or dimensions /Element_Dimension/. Similarly, a calculation algorithm such as that set out in the first section can be used to sum up the element characteristics by element, and so derive the total of all the main building elements.

The third section is a database of all projects that have been entered into the system by the users themselves. It contains the overall project information such as location, object type, creation date, etc. At this stage of configuration of the prototype system, no detailed diagram of this database has been set as it is standardized and not needed for the purpose of the study.



Fig. 2. Example screenshot of the prototype system.

Source: own research

selected user groups (designers and builders) would directly benefit from the implementation of the system in professional practice, a number of tests were conducted among a representative sample of these groups. Verification of the prototype in practice involves two main stages - conducting functional and user testing on the one hand, and troubleshooting on the other.

Functional testing is applied when an operation has a specific result. It is tested whether the result meets the original requirements. Test scenarios are created for each component of the system with set parameters - test steps and expected results. Some of the tested functionalities are:

- Registration of a new user in the system;
- Add a new project;
- Search RSM by category.

Table 3 presents the test scenarios for these three functionalities. The tests performed are successful and verify that the functionalities work according to the intended requirements.

User testing tests whether the system interface is sufficiently understandable. This includes:

- Easy navigation - move seamlessly from one screen to another;
- Display a system message when actions are successfully performed;
- Display of a system error message, including informing the user of incorrectly entered or missing data.

In user testing of the prototype, it was found that not all actions intended to be performed in the system met the above conditions. One observation found was that in the product search functionality of the recycled building materials database (Module 2), the user has the option to filter the search results by category (waste code). Although the functional test did not detect any remarks, i.e. the filtering by category works successfully and the search results match the selected category, selecting a specific category does not cause any change in the system interface, e.g. font bolding or highlighting. This leads to ambiguity for the user as there is no visual way for them to know that the system has responded to their action.

These types of observations are categorised as minimal as they do not disrupt the functionality of the system and the expected actions can be performed despite them. They will therefore be corrected when the next version of the system is developed.

Description of functionality	Test scenario	Steps for testing functionality	Test data	Expected result
Registration of a new user in the system	TS-1: Mandatory fields	3. No data entered in the fields 4. Clicking the "Register" button	n/a	An asterisk (*) appears in the required fields
Registration of a new user in the system	TC-2: Validation of email address	3. Enter valid email addresses 4. Clicking the "Register" button	test22@gmail.com	The user receives a verification link and can verify their email address
Add a new project	TC-3: A new record is created in the system for each new project added	3. Complete all required fields with valid data 4. Pressing the	n/a	A new project has been created in the "My Projects" menu

		"Save" button		
Search RSM by category	TS-4: The search results shown match the keywords	3. Entering a valid keyword 4. Pressing the "Enter" button	n/a	The search results retrieved contain all or part of the keyword
Search RSM by category	TC-5: The total number of search results are displayed on the screen	3. Entering a valid keyword 4. Pressing the "Enter" button	n/a	The text "(X) results" appears on the screen. X corresponds to the number of search results

Tab. 3. Test scenarios of the main functionalities of a construction waste management system (prototype.)

Source: own research

5.5 Contributions of the work

This dissertation aimed to investigate the hypothesis whether in the Bulgarian construction sector at this stage there is also a need to optimize the construction waste management process. Following a literature review in combination with empirical research on this issue, it was concluded that due to the specificities of the fragmented current legislative regulation on this topic, as well as the difficulty of the participants in the construction process to fulfill their respective obligations, the most logical step towards improving the overall construction waste management process would be the creation of a digital system (at this stage developed to the level of a complete digital

prototype) that would address the shortcomings in the actual procedures. The main contributions that can be derived in the process of reaching and proving this hypothesis are the following:

6. The dissertation provides a thorough review of the Bulgarian legislative regulation as well as relevant European directives and protocols, describing the essence of these legal frameworks especially in relation to the management of CO.
7. A literature review of good practices from a number of other European countries that could serve as an example for Bulgaria is conducted, with the review focusing on existing and proven ideas such as the digitalization of the stages of the CO management process.
8. Two empirical studies have been conducted to collect primary data (and due to lack of relevant secondary information on the topic) with representatives of leading companies in the Bulgarian construction sector and on this basis significant recommendations for improvement of activities in the areas under study have been derived.
9. A digital prototype of a system that would facilitate and optimize the management process of CO in Bulgaria is developed, explaining the algorithms and block diagrams by which it is configured.
10. Verification of the prototype in practice was done by conducting functional and user tests among representatives of its target user groups in order to troubleshoot and improve quality.

5.6 Conclusions

Innovative phenomena and concepts such as "circular economy", "sustainable development" and "eco-sustainable philosophy/practices" are at the forefront of the global and in particular the Western European construction sector. The application of these concepts in practice is increasingly advocated by European

protocols and plans that are not yet binding, but it is expected that in the near future there will be a shift towards a new type of working attitudes and philosophy of the 'circular economy/development' type, as well as the implementation of new practices adhering to the 'circularity' principle. One of the main challenges for the implementation of the circular economy in Europe and in Bulgaria in particular remains the need to preserve the market principles of competitiveness and cost reduction.

Recycling and re-use of construction products becomes possible if they meet certain criteria or occur in certain situations:

- preserving the quality and value of diverted materials and waste
- preservation of the action
- implementation of these practices under state and regional plans and directives of individual administrations

Some countries (such as Belgium and the Netherlands) offer good examples and practices for better recovery of construction waste, which Bulgaria can also apply. The reasons why these practices are successful in both countries are due to the respect of these two principles:

- giving freedom of action and initiative to private organisations and companies in the introduction of new practices (of course in harmony and joint action with the responsible administrative bodies and legislative regulations);
- the digitalisation of individual stages of the construction waste management process.

The situation in the construction sector in Bulgaria is different from that in the more developed member states, where the main problems in optimizing the construction waste management process are:

- The fragmentation of the regulatory framework between the following regulations and laws - the LUL, the LMA,

the NUSWMS and various European directives of a non-binding nature and which are not specific and comprehensive enough;

- The ambitious targets of plans and protocols, however, diverge from reality, where practical guidelines and recommendations are lacking;
- The lack of control and regulation, which in turn leads to formal compliance with the law;
- Lack of awareness and information on existing installations for the treatment and recovery of construction waste.

Despite this situation, and although participants acknowledged that accurate prediction of construction waste is problematic, there was also a view amongst them that construction waste can be successfully reused in future projects, which in turn indicates that with more familiarity and awareness, they would be willing to apply this good practice in the projects they work on. A so-called bottom-up approach would be most appropriate, namely allowing private initiatives to try to solve the problem on their own, which would then lead to a chain reaction and increase pressure on the state to change the legislative framework and to create relevant and workable regulation and control mechanisms.

The proposed prototype, digital solution can fill the gaps in the management process, and allow participants to make more informed decisions and improve communication with each other during the implementation of construction projects towards the construction waste aspect.

6. LIST OF PUBLICATIONS ON THE TOPIC OF THE THESIS

4. Kusheva, R. "The need for digitalization of the construction waste management process - studying the attitudes of participants in the sector", *Economic and Social Alternatives*, Vol. 29, Issue 1, 2023

5. Kusheva, R., " Contemporary methods and trends in construction waste management", Vanguard Scientific Instruments in Management, Volume 1(18), 2022.
6. Kusheva, R., "Change management methods within the implementation of a digital tool for construction waste management. EcoProekt EOOD case study", International Conference "Circular Economy: Opportunities and Challenges", Tirana, Albania, 2022.