International Scientific Conference 20 UNITECH 26

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
19-21 November 2026
GABROVO

ДИГИТАЛНИЯТ ПРОДУКТОВ ПАСПОРТ КАТО КАТАЛИЗАТОР НА ИНДУСТРИАЛНАТА СИМБИОЗА

Николай Тодоров[1]

[1] *Доктор по икономика, независим изследовател*
[2] *Троян, България*
* *office@troyanfuture.com*

THE DIGITAL PRODUCT PASSPORT AS A CATALYST FOR INDUSTRIAL SYMBIOSIS

Nikolay Todorov[1]

[1] *PhD in Economics, Independent Researcher*
[2] *Troyan, Bulgaria*
[3] *Independent Researcher, Троян, България*
* *office@troyanfuture.com*

Abstract
Limited access to reliable information on resource composition, origin and availability can hinder industrial symbiosis. This paper examines how the Digital Product Passport (DPP) can support resource exchange, aiming to identify information requirements and develop an analytical framework. A literature review and analysis of the European DPP framework underpin a conceptual model linking product data, organisational decisions, resource exchange and assessable outcomes. The resulting model identifies relevance, reliability, comparability and accessibility as conditions for informational usefulness, alongside complementary technical, organisational and economic conditions. Its planned empirical application combines structured written questionnaires and available organisational data in three Bulgarian contexts: wood residues and pellets; municipal compost use and food production; and preparation for DPP implementation in textiles. Data collection is ongoing, precluding conclusions about measured implementation effects. The conceptual analysis concludes that a passport can act as a catalyst when reliable data support specific decisions and complementary conditions permit resource exchange. The framework can guide companies and municipalities in identifying data needs and barriers before implementation. Its contribution is a common basis for examining the relationship between product information and resource exchange across different systems and stages of digital readiness.

Keywords: digital product passport; industrial symbiosis; circular economy; resource traceability; information sharing.

ВЪВЕДЕНИЕ

Индустриалната симбиоза зависи от съвместимостта между предлагания ресурс и потребностите на неговия получател. Систематичният преглед на Akrivou и съавтори откроява значението на данните за идентифициране на подходящи взаимодействия чрез цифрови платформи [1]. Adisorn, Tholen и Götz свързват полезността на дигиталния продуктов паспорт (DPP) с потребностите и стимулите на участниците по жизнения цикъл [2]. Изследователският проблем е как тази информация да подпомага конкретни решения за използване на остатъчни ресурси.

Целта на доклада е да разработи аналитичен модел за ролята на DPP като ка-

Print ISSN: 1313-230X, Online ISSN: 3033-1404

тализатор на индустриалната симбиоза. Задачите са да се разграничат информационните изисквания и условията за ресурсно взаимодействие и да се свържат в обща аналитична рамка. Авторовата теза е, че надеждните и използваеми данни подпомагат ресурсния обмен, когато техническите, организационните, икономическите и правните условия позволяват осъществяването му. Работната хипотеза свързва информационната полезност с относимостта, надеждността, съпоставимостта и достъпността на сведенията.

Приносът е концептуална рамка за анализ на връзката между продуктова информация, решение и ресурсно взаимодействие. Три практически казуса илюстрират нейните елементи в различни организационни условия. Предоставените количества и фирмени позиции описват примерите; научният резултат се търси в предложените разграничения и метод за анализ.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1 ТЕОРЕТИЧНА И НОРМАТИВНА РАМКА

В доклада индустриалната симбиоза се разглежда като координирано взаимодействие между организации за използване на остатъчни ресурси. Вътрешното оползотворяване се отличава от обмена между независими участници, но позволява да се изследват необходимите данни преди разширяване на взаимодействието. Прегледът на Akrivou и съавтори подкрепя ролята на сведенията за ресурси, местоположение и изисквания за съпоставяне на потенциални партньори [1]. Настоящото изследване добавя връзката между конкретното сведение, решението и оценимия резултат.

DPP обвързва идентичността на продукта с информация за неговия жизнен цикъл. Регламент (ЕС) 2024/1781 определя рамката за идентификатори, оперативна съвместимост, достъп и актуализация, а конкретните продуктови изисквания се установяват с приложимите актове [3]. Нормативният DPP се разграничава от предложения тук доброволен ресурсен паспорт. Храните са извън обхвата на регламента. Паспортът за общинската реколта се предлага като доброволно цифрово надграждане. За пелетите не се приема автоматично възникнало задължение за паспорт.

Правният статут е самостоятелно условие за използване на ресурса. Страничният продукт и материалът след прекратяване на отпадъчния статут имат различен произход и основания. Докладът на JRC за развитие на критериите подчертава състава, чистотата, предназначението, търсенето и въздействията като съществени за оценката на материалните потоци [4]. В авторовия модел статутът се съхранява заедно с относимото основание, издател, дата и ограничения. Паспортът свързва доказателствата с материала и операцията; цифровото записване само по себе си не създава правен статут.

Достъпът до информация е свързан и с организационната готовност. Анализът на Manshoven и съавтори за текстила обвързва цифровите възможности с качеството на данните, съвместимостта, разходите и стимулите [5]. Следователно паспортът се разглежда като част от организацията на обмена. Общата му функция е да предостави необходимото сведение на определен ползвател в момента на решението.

2 МЕТОДОЛОГИЯ

Изследването е концептуално и се основава на преглед на литературата, анализ на европейската рамка за DPP и аналитичен синтез. Единицата на анализ е ресурсна връзка с определени участници, предназначение и период. Моделът свързва информационни изисквания, условия за решение и оценими последици. Дървесният поток, общинската система и текстилното предприятие са подбрани като илюстрации на различни ресурсни и организационни ситуации. Съпоставянето им пояснява приложението на понятията; не представлява емпирична проверка на модела или основание за стати-

стическо обобщение.

Първичната база включва въпросника на „Велде България“ АД от 01.10.2026 г. [6], годишния доклад за 2024 г. и отчета за първото полугодие на 2025 г. на „Хемус ресурс – Троян и Априлци“ ООД [7] [8], справката на Община Троян с данни до 31.08.2026 г. [9] и съгласуваните отговори на „Калинел“ ЕООД към 29.09.2026 г. [10]. След подаването на резюмето емпиричната база е допълнена с получените сведения.

Използването на компоста в общинските зеленчукови и овощни градини е установено и валидирано чрез авторското проучване без отделно писмено документиране. То е част от фактическото описание на общинския пример. Произходът на сведенията се разграничава от концептуалните положения и методическите предложения на автора.

Запазени са първоначалните периоди и измервателни основи. Непълните години не се екстраполират и не се използват за непосредствени годишни темпове. Количествата в килограми и бройките се анализират отделно. Обработката включва сумиране на съпоставими стойности, изчисляване на дялове за 2025 г. и качествено съпоставяне на трите случая. Производствените резултати се отнасят към действащите практики, а целите за цифровизация се представят като заявени намерения.

3 ИЛЮСТРАТИВНИ КАЗУСИ

3.1 ДЪРВЕСЕН РЕСУРС И ПЕЛЕТИ

„Велде България“ АД използва чипс от шперплатното производство за пелети чрез раздробяване и сушене. Типичната влажност на остатъците е около 40 %, а друга посочена употреба е котелно гориво. Потокът се разглежда като страничен продукт съгласно уточнението в авторското проучване. Таблица 1 обобщава количествата; суровините са отчетени при фактическа влажност (Информация „Велде България“ АД, т. 1 до 4, 9, 10, 12 и 15) [6].

Таблица 1. Суровини и пелети в t

Показател	2025 г.	До 30.09. 2026 г.
Собствени остатъци	571	523
Външни остатъци	0	0
Техническа дървесина	1 060	1 333
Годни пелети	1 150	1 170

Източник: Информация „Велде България“ АД, т. 1 до 4 [6]. Суровини при фактическа влажност.

Нулевите външни остатъци определят установената практика като вътрешно използване, при което собствените остатъци се съчетават с техническа дървесина. Количествата суровина и пелети не се използват за извеждане на добив върху суха маса. Съотношението топола/бук е 50/50 през 2025 г., а бук/топола е 80/20 през 2026 г. Затова цифровият запис трябва да свързва състава с периода и партидата, вместо да разчита само на постоянно наименование [6].

Предприятието посочва технически и суровинни затруднения през 2025 г., а през 2026 г. и проблеми с персонала (т. 17) [6]. Примерът илюстрира относимостта на сведенията: влагата, съставът и произходът се свързват с определено производствено действие. Той пояснява необходимостта от конкретни информационни полета и отчитане на организационните условия.

3.2 ПУБЛИЧНА ОБЩИНСКА СИМБИОЗА

„Хемус ресурс – Троян и Априлци“ ООД е с участие 90 % на Община Троян и 10 % на Община Априлци. За 2024 г. дружеството отчита безвъзмездно предоставен биокомпост на общините и общински дружества на стойност 47 000 лв. (годишен доклад, с. 3 до 5) [7]. За първото полугодие на 2025 г. са отчетени 698,21 t разделно събрани зелени отпадъци и пробег 20 179 km при събирането с камионите Iveco (полугодишен отчет,

с. 3) [8]. Тези показатели описват различни периоди и операции.

Авторски установеното използване на компоста в общинските градини свързва обработката на биологичните потоци със земеделското производство. За целите на анализа връзката е обозначена като „публична общинска ресурсна симбиоза“. Нейното ядро е материалното взаимодействие, а общественото предназначение се проявява чрез получателите на продукцията. Авторското ценово сведение за компоста е 5 лв./kg с ДДС. То не се използва за преизчисляване на отчетната стойност от 47 000 лв. в количество.

Таблица 2. Общинска продукция и разпределение в kg

Показател	**2025 г.**	**До 31.08. 2026 г.**
Общо по маса	8 707	5 109
Детско хранене	6 842	3 978
Социален патронаж	1 020	665
Терапевтични работилници	845	466

Източник: Информация Община Троян, справка, табл. 2 и 3 [9]. Бройките се отчитат отделно.

През 2025 г. дяловете на трите направления от общо 8 707 kg са съответно 78,6 %, 11,7 % и 9,7 %. Отделно са отчетени 2 140 броя продукция през 2025 г. и 4 010 броя до 31.08.2026 г. Те не участват в дяловете по маса. Таблица 2 установява предназначението на реколтата за детско хранене и социални услуги (Информация Община Троян, табл. 2 и 3) [9].

Производствената база включва четири неотопляеми оранжерии по 200 m², капково напояване, две открити площи, хладилни камери и склад. Посочени са двама работници и общинско административно и финансово управление. Засаждането се планира според потреблението на обслужваните звена (справка, раздели I, II и V) [9]. Така информацията за обществените потребности участва в производственото решение. Компостът и реколтата са отделни потоци и не образуват непосредствен коефициент на масово преобразуване.

3.3 ТЕКСТИЛ И ЦИФРОВА ПОДГОТОВКА

„Калинел“ ЕООД описва действаща механична преработка на производствени текстилни отпадъци чрез външен партньор за пълнеж на легла за домашни любимци. Отделно по LIFE DPP-TEX се планира предоставяне на материал на TexCycle, преработване и връщане за пълнеж на декоративни възглавници. Към отговора оборудването е поръчано, но не е доставено (Информация „Калинел“ ЕООД, т. 1 и 6) [10].

Данните за материалите вече се съхраняват в ERP системата. Проектната цел е споделяне към следващите участници и автоматично актуализиране на паспорта. Мотивите включват експертна подкрепа и подготовка за възприеманите от компанията регулаторни изисквания. Посочени са недостатъчен интерес на B2B клиентите и зависимост на влагането от клиентско запитване (т. 2 до 4 и 7) [10].

Компанията отнася полезността на паспорта към избора на крайния потребител и не заявява самостоятелна очаквана полза за себе си в т. 9. Поставя цели за поддръжка без допълнителен персонал и ограничаване на разходите чрез интеграция със съществуващите системи (т. 5, 8 и 11) [10]. Казусът разграничава вътрешната наличност на информация от достъпността ѝ по веригата и показва ролята на търсенето и икономическите стимули.

4 НАУЧНИ РЕЗУЛТАТИ И АВТОРОВ МОДЕЛ

Основният научен резултат е концептуален модел за информационно подпомагане на индустриалната симбиоза. Той свързва данните за ресурса, организационното решение, ресурсното взаимодействие и оценимия резултат. Данните позволяват да се разпознае приложение; проверката на условията обосновава решение; изпълнението му осъществява

взаимодействието; отчитането позволява оценка и обратна връзка. В модела каталитичната роля на DPP се определя като информационно подпомагане на разпознаването, проверката и координирането на ресурсни възможности (таблица 3).

Таблица 3. Логика на авторовия модел

Елемент	**Проверим изход**
Данни	Ресурсен профил, съпоставим с изискванията за употреба.
Решение	Избрано изпълнимо приложение, получател и условия.
Взаимо-действие	Документирани приемане, подготовка и използване.
Резултат	Показатели за използване, разходи и предназначение; обратна връзка.

Източник: авторски модел.

Преминаването от данни към решение изисква относимост към конкретна употреба, надеждност на източника, съпоставимост на единиците и периодите и достъпност за ползвателя. При решението участниците проверяват техническата пригодност, правната допустимост, организационната изпълнимост и икономическото основание. Определят получател, необходима подготовка, количество, срок и отговорности. Така моделът разграничава информационната пречка от производствено, организационно или икономическо ограничение. Обратната връзка от приемането и използването актуализира характеристиките и основанията за следващото решение.

Практическото приложение съчетава паспорт и оперативен регистър. Паспортът съдържа идентичност, произход, състав, измервателна основа, предназначение, статут и доказателства. Регистърът свързва партидата с наличности, движения, участници и операции. Образувателят поддържа произхода, операторът документира обработката, получателят потвърждава приемането, а администраторът управлява достъпа и версиите. Това конкретизира ориентацията към данни и ползватели в литературата [1] [2] [5].

Методическият резултат е разграничаване на три предмета на оценка: полезност на информацията, изпълнимост на взаимодействието и резултатност на използването. За всяко сведение се определят ползвател и решение; за решението се проверяват условията; за осъщественото взаимодействие се избират показатели. Така се разграничават предметите на оценка: резултатът от ресурсното използване и допълнителният принос на цифровизацията. Предложените показатели включват използван материал и разходи, както и време за проверка, уточнения и отказани партиди. Практическите казуси служат за илюстриране на тези разграничения. Научният резултат е предложената процедура за анализ.

4.1 ERP И ПРОВЕРИМА ИСТОРИЯ

ERP може да осигурява записи за партиди, наличности и движения, допълвани от производствени и лабораторни системи. DPP организира предоставянето им между участниците. Архитектурата на Trienens и съавтори подкрепя интеграцията с корпоративните източници [11]. Предложеният подход разграничава създаването на данни, тяхното споделяне и аналитичното им използване. Това позволява избор на техническо решение според информационните функции и отговорностите.

Блокчейн е възможност за споделена проверима история. Предлагат се идентификатори и криптографски отпечатъци на версии, при документи в хранилище с контролиран достъп. Насоките на EDPB разглеждат архитектурата и защитата на личните данни [12]. Устойчивият запис не удостоверява истинността на измерването. Технологичният избор следва потребността от проверка и разходите; блокчейн не е общо задължение по рамката за DPP [3].

4.2 НАПРАВЛЕНИЯ ЗА БЪДЕЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Понятийно направление е уточнява-

нето на границите между вътрешното оползотворяване, ресурсния обмен и индустриалната симбиоза, включително взаимодействията с публични участници. Търсеният резултат е система от критерии за участници, материална връзка и предназначение, която да позволи прецизиране на определенията. Ролята на цифровото посредничество следва да се разглежда спрямо тези критерии.

Теоретично направление е обяснението как информационната асиметрия, доверието и разпределението на ползите влияят върху сътрудничеството. Изследователският въпрос е при какви условия достъпът до сведения се превръща в стимул за ресурсен обмен. Развитието на модела следва да формулира проверими зависимости между информационно качество, решения и устойчивост на взаимодействията.

Методологично направление е оценяването на допълнителния принос на цифровизацията. Необходим е сравнителен подход, който отчита изходното състояние, избора на участници и съпътстващите технологични и организационни промени. Финансовата оценка следва да се съчетае с икономическа оценка на обществените разходи и ползи [13] и екологични показатели. Целта е обща методика с ясни алтернативи, граници и измерители, която отделя бюджетните потоци от обществената стойност и предотвратява двойното отчитане.

Приложно направление е разработването на обща структура на данните и правила за доказване, актуализация, достъп и отговорност. Съпоставимите понятия, единици и записи трябва да осигуряват обмен между различни организации и системи. Сравнението на архитектури, включително блокчейн, следва да оценява проверимостта и разходите при еднакви функции. Търсеният принос е възпроизводим способ за управление на информацията, съчетан с правила за разпределение на разходите и ползите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основният научен резултат е авторов концептуален модел, който свързва данните за ресурса, организационното решение, ресурсното взаимодействие и оценимия резултат с обратна връзка. Приносът е разграничаването и обвързването на информационната полезност, изпълнимостта и резултатността. Относимостта, надеждността, съпоставимостта и достъпността характеризират полезната информация. Техническите, организационните, икономическите и правните условия определят изпълнимостта. От това се извежда процедура за анализ на сведенията, решенията и последиците.

Трите казуса имат илюстративна функция и не се представят като научни резултати или емпирично потвърждение на модела. Научното и практическото му значение е в систематизирането на отношения, които могат да се изследват в различни ресурсни системи. Бъдещата работа е насочена към уточняване на дефиниции и понятийни граници, развитие на обясненията за информационното посредничество и стимулите, методи за оценяване на цифровия принос и общи практики за управление на данните. Тези разработки създават основа за усъвършенстване на теорията и практиката на индустриалната симбиоза.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Akrivou C., Łękawska-Andrinopoulou L., Tsimiklis G., Amditis A. Industrial symbiosis platforms for synergy identification and their most important data points: a systematic review. Open Research Europe 2021;1:101. https://doi.org/10.12688/openreseurope.13893.2 (accessed 27.10.2026).

[2] Adisorn T., Tholen L., Götz T. Towards a Digital Product Passport Fit for Contributing to a Circular Economy. Energies 2021;14(8):2289. https://doi.org/10.3390/en14082289 (accessed 27.10.2026).

[3] European Parliament and Council. Regulation (EU) 2024/1781 of 13 June 2024 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for sustainable products. Official Journal of the European Union 2024;L 2024/1781. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj/eng (accessed 27.10.2026).

[4] Orveillon G., Pierri E., Egle L., Gerbendahl A., Wessman P., Garcia John E., Saveyn H.G.M. Scoping possible further EU-wide end-of-waste and by-product criteria. EUR 31007 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union;2022. https://doi.org/10.2760/067213 (accessed 27.10.2026).

[5] Manshoven S., Smeets A., Christis M., Duhoux T., Lingås D., Grossi F., Mortensen L.F., Clarke J. Textiles and the environment: The role of digital technologies in Europe's circular economy. ETC CE Report 2025/6. European Topic Centre on Circular Economy and Resource Use;2025. https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/etc-ce-report-2025-6-textiles-and-the-environment-2013-the-role-of-digital-technologies-in-europe2019s-circular-economy (accessed 27.10.2026).

[6] Velde Bulgaria AD. Popalnen pismen vaprosnik za izpolzvaneto na darvesni ostatatsi i proizvodstvoto na peleti [descriptive title]. 01.10.2026. Unpublished research material, 4 scanned pages. (In Bulgarian).

[7] Hemus resurs – Troyan i Apriltsi OOD. Godishen doklad za deynostta za 2024 g. s finansovi otcheti i prilozhenia. 2025. Report supplied for the study, 29 PDF pages. (In Bulgarian).

[8] Hemus resurs – Troyan i Apriltsi OOD. Doklad za deynostta za perioda 01.01.2025 g. do 30.06.2025 g. 31.07.2025. Report supplied for the study, 13 PDF pages. (In Bulgarian).

[9] Obshtina Troyan. Spravka za proizvodstvenata baza, proizvedenata produktsia i neynoto sotsialno prilozhenie. Appendix 1 to the application for the National Award for Social Innovation. Compiled by Mariyana Nikolova. Undated document containing data through 31.08.2026; supplied for the study. (In Bulgarian).

[10] Kalinel EOOD. Otgovori na vaprosnik za uchastie v LIFE DPP-TEX i podgotovka za vnedryavane na digitalen produktov pasport [descriptive title]. Position approved by Katerina Radevska, 29.09.2026. Unpublished research material. (In Bulgarian).

[11] Trienens M., Wyrwich F., Schörder L., Hovemann A., Dumitrescu R. Towards a reference architecture for digital product passports in engineering. Proceedings of the Design Society 2026;6:1601–1610. https://doi.org/10.1017/pds.2026.10518 (accessed 27.10.2026).

[12] European Data Protection Board. Guidelines 02/2025 on processing of personal data through blockchain technologies. Version 2.0, adopted 7 July 2026. https://www.edpb.europa.eu/system/files/2026-07/edpb_guidelines_202502_blockchain_v2_en.pdf (accessed 27.10.2026).

[13] European Commission, Directorate-General for Regional and Urban Policy; Sartori D. Economic appraisal vademecum 2021–2027: General principles and sector applications. Luxembourg: Publications Office of the European Union;2022. https://doi.org/10.2776/182302 (accessed 27.10.2026).