

Резюмета на докладите

приложени към заявлението за доцент от гл. ас. д-р Райка Кирилова Владова

1. Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “Analysis of energy efficiency of heat integration framework of ATAD wastewater treatment plant under uncertainties”. *Reports Awarded with Best Paper Cristal Prize. 56-th Annual Science Conference of Angel Kanchev University of Ruse "Industry 4.0. Business Environment. Quality of Life"*, 2017, ISBN:978-954-712-733-3, 44-49, <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp17/bp/bp-6.pdf>

Целта на изследването е да се разработи подход за анализ на енергийната ефективност на топлинно интегрирана система за Автотермално термофилно аеробно пречистване на отпадъчни води (ATAD), работеща в условия на несигурност. Подходът включва формулиране на оптимизационен модел на топлинна интеграция на процесите с един резервоар за съхранение на топлина. Моделът е решен за всички възможни комбинации от долни и горни граници на стохастичните параметри на ATAD системата, за да се определи максималната температура, постигната в края на процеса на интегриране. Въз основа на направения анализ се определят границите на ефективност на предложената рамка за топлинна интеграция.

2. Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “Mathematical model of energy integration of the processes in ATAD system operating under uncertainties”. *Proceedings of 56-th Annual Science Conference of Angel Kanchev University of Ruse "Industry 4.0. Business Environment. Quality of Life"*, 56, Book 1.2. Thermotechnics. Hydro- and Pneumotechnics. Ecology and Environmental protection, 2017, 120-124, <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp17/1.2/1.2-23.pdf>

Това изследване предлага подход за енергийна интеграция на процесите в система за Автотермално термофилно аеробно пречистване на отпадъчни води с цел подобряване на тяхната енергийна ефективност и устойчивост.

Идеята за това идва от факта, че ATAD системите имат достатъчен енергиен потенциал, който може да се използва за намаляване на дълбочината на термичния шок, който възниква в биореакторите на първото ниво от системата поради несигурностите по отношение на количеството, състава и температурата на постъпващата в системата сурова утайка.

За да се намали въздействието на стохастичните параметри и да се осигури ефективно използване на отпадъчната топлина за устойчивата работа на ATAD системата, се предлага математически модел за енергийна интеграция с два резервоара за съхранение на топлина, който е подходящ за включване в стохастична оптимизационна рамка.

3. Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “Mathematical modeling of energy integrated ATAD system for their sustainability improvement”. *International Scientific Journal Industry 4.0*, Year II, Issue 4, Scientific Technical Union of Mechanical

Engineering “Industry 4.0.”, 2017, ISSN:2543-8582, 81-83,
https://old.iche.bas.bg/WWW_Project_NGV/NGV_WWW/bulgarian/Publication_Project/Industry_Borobetz.pdf

ATAD е технология за пречистване на битови отпадъчни води, при която се произвеждат биотор клас А. ATAD системите се характеризират с простотата на процеса, по-високата скорост на реакцията и по-малки биореактори. Систематичните наблюдения, проведени върху конвенционалните ATAD системи, показват, че основният им недостатък е термичният шок, който възниква в биореакторите на първото ниво от системата поради несигурност по отношение на количеството, състава и температурата на постъпващата в системата сурова утайка. Това изследване се фокусира върху възможностите за намаляване на термичния шок в конвенционалната ATAD система чрез възстановяване на топлината от изходящия поток. Това може да доведе до значителни икономии на времето, необходимо за възстановяване на работната температура и до по-бързо биоразграждане. За да се намали въздействието на стохастичните параметри и да се осигури ефективно използване на отпадъчната топлина за устойчивата работа на ATAD системата, се предлагат два математически модела на енергийна интеграция с един и два резервоара за съхранение на топлина, които са подходящи за включване в стохастична оптимизационна рамка.

4. Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, “Environmental impact assessments of CO₂ emissions of pollutants produced using different transportation fleets for “green” supply chain design”. *Proceeding of 57th Annual Science Conference of Angel Kanchev University of Ruse and Union of Scientists – Ruse*, Volume 57, book 10.2. Biotechnologies and food technologies, 2018, ISSN:ISSN 1311-3321 (print), ISSN 2603-4123 (on-line), 16-22,
https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/PROCEEDINGS-Vol.-57-book-10.2.-20186869552305895237185.pdf

Това изследване представлява продължение на оптимизационния подход за краткосрочно проектиране на портфолио от „зелени“ продукти на триешалона „зелена“ ресурсно-осигурителна верига (РОВ) на производствен комплекс от млечната промишленост. Подходът взема под внимание три основни аспекта - производство на продукти, управление на РОВ и въздействие върху околната среда. Последното включва оценка на въздействието върху околната среда на отпадъците, произведени по веригата и отделени във въздуха и водата. Те се оценяват по отношение на разходите, като например най-добрият компромис между екологичните и икономическите показатели на проектираното портфолио от екологични продукти, които трябва да бъдат постигнати. Подходът е разширен чрез включване на допълнителни оценки на въздействието върху околната среда за емисиите на CO₂, генерирани по време на транспортирането на суровини и продукти, когато се използват превозни средства с различни двигатели и товароносимост. Последният има за цел да покаже как този фактор влияе върху проектирането на оптимално екологично портфолио на млечните производства, а оценките могат да бъдат използвани в процеса на вземане на решения.

5. **Vladova, R.**, Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., “An approach for reduction of computational complexity of a two-stage stochastic optimization problem for capturing parameters uncertainty in an ATAD system”. 50, Special Issue K, *Bulgarian Chemical Communications*, 2018, ISSN:0324-1130, 100-105. http://www.bcc.bas.bg/bcc_volumes/Volume_50_Special_K_2018/BCC-50-K-2018-100-105-Vladova.pdf

В това изследване е предложен подход за намаляване на изчислителната сложност на двустадийна стохастична оптимизационна задача за идентифициране/справяне с на несигурностите в параметрите на конвенционална ATAD система. Основната цел е да се намерят граничните стойности на променливите от първия етап на подхода, който ще доведе до решения на границите на стохастичното пространство. Границите на изменение на променливите на първия етап определят изменението на параметрите на основното оборудване (повърхностите на топлообменниците и работният обем на резервоара за съхранение на топлина), които се влияят от промяната на стохастичните параметри. Изчислителната сложност е намалена, тъй като във всеки сценарий връх в стохастичното пространство се формулира и решава детерминистична оптимизационна задача. Като критерий за оптимизация се използват минималните капиталови разходи за закупуване на топлообменници и на резервоар за съхранение на топлина. За целите на изследването са използвани реални данни от измервания в ATAD система. В резултат на решението на детерминистичните оптимизационни задачи се определят стойностите на параметрите на основното оборудване, съответстващи на минималните капиталови разходи. Въз основа на тези стойности се определят долната и горната граница на променливите от първия етап на подхода.

6. **Vladova, R.**, Vaklieva-Bancheva, N., Kirilova, E., “Improving the energy efficiency of the ATAD system through redesign using integration superstructure”. *Chemical Engineering Transactions*, Volume 70, 2018, ISSN:2283-9216; ISBN:978-88-95608-67-9, DOI:10.3303/CET1870171, 1021-1026. **SJR (Scopus): 0.273, Q3**, <https://www.aidic.it/cet/18/70/171.pdf>

Целта на това изследване е прилагане на подход за решаване на двустадийна стохастична оптимизационна задача за проектиране на топлинно интегрирана биореакторна ATAD система за пречистване на битови отпадъчни води, работеща при несигурност. Той включва обща суперструктура от два модела за топлинна интеграция с един и с два резервоара за съхранение на топлина, използвана за предварително загряване на постъпващата в ATAD системата студена сурова утайка. На първия етап от подхода се определят площите на мрежата от топлообменници и обемите на резервоарите за съхранение на топлина. На втория етап се определят дебитите, представени чрез съответните времена на нагриване и охлаждане. В оптимизационният критерий са включени годишните капиталови разходи, необходими за реконструкция на оборудването на ATAD системата като топлообменници, резервоари за съхранение на топлина и помпи, както и експлоатационните разходи, свързани с потреблението на енергия, използвано от помпите. Оптимизационната задача е решена с помощта на

генетичен алгоритъм. Прилагането на предложения подход води до намаляване на дълбочината на термичния шок и подобряване на устойчивостта на АТАД системата.

7. **Rayka Kirilova Vladova**, Natasha Grigorova Vaklieva-Bancheva., “Assessment of the Quality of the Treated Wastewater in Relation to the Amount of Electricity Consumed in WWTP”. *Proceeding of University of Ruse*, 58, 10.2, 2019, ISSN:1311-3321, 88-93, <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp19/10.2/10.2-16.pdf>

През последните години мерките за въздействие върху околната среда по отношение на качеството на пречистените отпадъчни води стават все по-строги. Това налага разработване и прилагане на нови технологии за отстраняване на биологични и химични замърсители. Реализацията на повечето от тях обаче е свързана с големи разходи на енергия. За да се подобри тяхната енергийна ефективност, трябва да се оценят всички потоци и процеси в пречиствателните станции за отпадъчни води. Целта на настоящото изследване е да се предостави информация за количествата пречистени отпадъчни води на територията на две общински пречиствателни станции в Югозападна България, както и тяхното потребление на енергия за m³ пречистени отпадъчни води. Освен това е извършен анализ на суровите/необработените и пречистените отпадъчни води по отношение на БПК, ХПК, общо съдържание на N и P. Изчислени са количествата консумирана енергия на всеки етап от пречиствателните станции. Установено е, че процесите на аериране при биологичното пречистване на отпадъчни води са с най-голяма енергоемкост.

8. Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “Methodology for energy efficiency and sustainability improvement of batch production systems on the example of Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion systems”, *Journal of Ecological Engineering*, 20, 9, (2019), DOI:<https://doi.org/10.12911/22998993/112501>, 103-115, <https://www.jeeng.net/Methodology-for-Energy-Efficiency-and-Sustainability-Improvement-of-Batch-Production,112501,0,2.html>

Настоящото изследване предлага методология за подобряване на енергийната ефективност и устойчивостта на работните условия на периодична производствена система. Методологията включва прилагане на конвенционална система за пречистване на битови отпадъчни води, използвайки процеса на автотермално термофилно аеробно разграждане на утайки. Неговата устойчива работа е от съществено значение за качеството на третираната утайка и намаляването на въздействието върху околната среда. Извършен е анализ на възможностите за енергийна интеграция на процеси в АТАД системи. Предложени са структури за индиректно енергийно интегриране на процеси с използване на резервоари за съхранение и математически модели за описание на енергийното интегриране за изследвания обект. Моделите са включени в рамка на двустадийна стохастична оптимизационна задача заедно с ограничения върху физическата, техническата и технологичната осъществимост на интеграционните рамки и температурни ограничения, с оптимизационен критерий - минимални разходи за реконструкция. Получените резултати показват значителни икономии на енергия в резултат на енергийната интеграция и устойчивост на температурните условия в биореакторите.

9. Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “Simulation of heat-integrated Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion system operating under uncertainties through Artificial Neural Networks”. *Chemical Engineering Transactions*, 76, Italian Association of Chemical Engineering, 2019, DOI: <https://doi.org/10.3303/CET1976055>, 325-330-330, <https://www.aidic.it/cet/19/76/055.pdf>

Целта на изследването е прилагане на стохастичен оптимизационен подход за реконструкция на топлинно интегрирана двустадийна АТАД система от биореактори за пречистване на битови отпадъчни води, работеща при несигурност. Той беше реализиран чрез симулация на работата на АТАД системата с използване на изкуствени невронни мрежи (ANN) за моделиране на биореакторите на двете нива на системата, и модел на топлинна интеграция на АТАД системата с един резервоар за съхранение на топлина. За целите на симулацията бяха използвани стойностите на проектните параметри на оборудването за интегриране на топлина, свързани с полученото оптимално решение на стохастичния подход. ANN моделите бяха приложени за прогнозиране на термичния шок, който настъпва в биореакторите на първото ниво на системата при постъпване на всяка нова порция сурова утайка, очакваната температура на утайката в края на процеса и намаляването на летливите твърди вещества при постоянни параметри на входящите потоци. Те бяха включени в два последователно свързани модула за симулация на работата на биореакторите. Осигурен е подходящ трансфер на данни между модулите, симулиращи биореакторите и модула за топлинна интеграция. Симулацията беше извършена за два 15 дневни зимни и летни периода. Резултатите от симулацията показаха, че прилагането на топлинната интеграция на процеса може да доведе до повишаване на температурите на входящата сурова утайка с около 6-8 °C и намаляване на дълбочината на термичния шок в двата биореактора с около 5-7 °C. Показано е, че може да се осигурят по-високи и устойчиви температури на обработената утайка в края на процеса, които се доближават до оптималните от 55 °C за първия биореактор и 65 °C за втория биореактор; летливите твърди вещества в двата биореактора намаляват с около 1,5 тегл.%.

10. **Vladova, R.**, Vaklieva-Bancheva, N., Kirilova, E., “Application of flexibility index approach for sustainable operation of heat-integrated Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion system”. *Chemical Engineering Transactions*, 76, 2019, DOI:<https://doi.org/10.3303/CET1976056>, 331-336. <https://www.aidic.it/cet/19/76/056.pdf>

Настоящото изследване предлага подход за вземане на решения, базиран на изчисляване на индекса на гъвкавост на вече получени решения на стохастичен оптимизационен модел с множество сценарии за реконструкция на топлинно интегрирана двустадийна биореакторна АТАД система за пречистване на битови отпадъчни води, работеща при несигурности. Получените решения с минимални разходи за реконструкция са представени от Владова и др. (2018). С цел да се намери решение, което осигурява устойчива работа на топлинно интегрираната АТАД система в най-широк диапазон на вариация на нейните несигурни параметри, трябва да се приложи подходът на индекса

на гъвкавост (FI). Предложен е бърз подход за оценка на индекса на гъвкавост чрез представянето му като вписан хипер-правоъгълник в мащабираното хипер-пространство на вариация на несигурните параметри, така че да се гарантира, че няма нарушение на ограниченията за осъществимост на процеса. За всяко решение, получено във Владова и др. (2018), е формулирана и решена оптимизационна задача за определяне на максималния индекс на гъвкавост. Вземането на решения се извършва, за да се изберат най-устойчивите решения за реконструираната ATAD система. Анализирайки получените резултати, може да се заключи, че не винаги решенията с минимални годишни разходи за реконструкция осигуряват устойчива работа на ATAD системата.

11. Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Petrova, T. “Optimal products portfolio design of a sustainable supply chain using different recipes for dairy products production”. *Chemical Engineering Transactions*, 81, Italian Association of Chemical Engineering, 2020, ISSN:2283-9216, DOI:<https://doi.org/10.3303/CET2081011>, 61-66, <https://www.aidic.it/cet/20/81/011.pdf>

Това изследване предлага детерминистичен оптимизационен подход за проектиране на продуктово портфолио на устойчива ресурсно-осигурителна верига, включваща доставчици, заводи и пазари за производство на млечни продукти, използващи различни рецепти. Той включва три взаимосвързани модела на рецепти, използвани за производството на млечните продукти, проектиране на РОВ и въздействието на РОВ върху околната среда. Последното се оценява по отношение на отпадъчните води и емисиите на CO₂, свързани с производството на млечни продукти и транспорта. Моделите са включени в оптимизационна работна рамка заедно с екологични и икономически критерии. Предложеният подход е приложен върху пример от България – за производство на два вида извара, по две рецепти с използване на два вида мляко. Проблемите за оптимизация са формулирани по отношение на MINLP. Те се решават чрез различни наложени наказания (глоби) за замърсяване на околната среда от мандрите по отношение както на отпадъчните води, така и на CO₂ емисиите. Оптималното продуктово портфолио на РОВ за производството на планираните продукти се получава, удовлетворявайки най-добрия компромис между екологични и икономически критерии.

12. Kirilova, E., **Vladova, R.**, Petrova, T., Vaklieva-Bancheva, N., “A sustainable dairy supply chain design taking into account the impact of production recipes and CO₂ emissions from the transportation”. *Proceedings of 4th South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment System – SDEWES*, 2020, Sarajevo, Bosna and Herzegovina, DOI: Paper ID: SEE.SDEWES2020.0194, Archival paper

Това изследване предлага подход за оптимално проектиране на продуктово портфолио на устойчива ресурсно-осигурителна верига (РОВ) за производство на млечни продукти с използване на две рецепти. Подходът включва математически модели на рецептите, проектиране на РОВ и въздействието на РОВ върху околната среда. Последното се оценява по отношение на отпадъчните води и емисиите на CO₂, свързани с производството на млечни продукти и транспортирането на суровини и продукти.

Използвани са допълнителни оценки на въздействието върху околната среда за емисиите на CO₂, произведени по време на транспортирането на суровини и продукти с превозни средства с различна товароподемност и различни двигатели. Формулирани са задачи за многоцелева оптимизация с екологичен и икономически критерии, изразени като цени. Подходът е приложен върху пример от България за производство на два вида млечни продукти по две рецепти и с две различни суровини. Получените резултати ясно показват влиянието на избора на видовете производствени рецепти и използваните превозни средства върху дизайна на устойчивото продуктово портфолио.

13. Kirilova, E., **Vladova, R.**, Vaklieva-Bancheva, N., "Heat integration of two-stage autothermal thermophilic aerobic digestion system for reducing the impact of uncertainty", *Energy*, 118329, 208, Elsevier, (2020), DOI:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118329>, <https://ideas.repec.org/a/eee/energy/v208y2020ics0360544220314365.html>

Работата на АТАД системите за пречистване на отпадъчни води е подложена на ежедневна несигурност по отношение на параметрите на входящите потоци, което води до удължаване на процеса и увеличаване на потреблението на енергия. Това, заедно със загубата на топлина в околната среда от продуктовия резервоар, прави АТАД системата енергийно неефективна. Интегрирането на топлина играе важна роля за подобряване на устойчивостта на АТАД системите. В това изследване е представен подход за оптимална реконструкция на топлинно интегрирана двустадийна АТАД система, работеща при несигурност. Той включва двустадийен стохастичен оптимизационен модел за топлинна интеграция с оптимизационен критерий - годишните капиталови разходи за реконструкция на топлинно интегрираната система и нейните експлоатационни разходи. За симулация на работата на системата се използват модели на ANN на биореакторите. Те са комбинирани с модела за топлинна интеграция за получените със стохастичния подход стойности на проектните параметри на оборудването за топлинна интеграция. Резултатите от симулацията показват намаляване на термичния шок с 5–6 °С, повишаване на температурата на входящата утайка с 8–10 °С, постигане на близки до нормалните работни температури в системата АТАД и намаляване на твърдите вещества в двата биореактора с около 2 тегл. %.

14. **Райка Владова**. Глава 7. Устойчиви системи за автотермално термофилно аеробно пречистване на утайки в битови отпадъчни води. "Устойчиви процеси, устойчиви системи, устойчива околна среда". Под редакцията на проф. д-р Н. Ваклиева-Банчева. *Издателство на БАН "Проф. Марин Дринов"*, 2020, ISBN:978-619-245-056-4, 185-215

През последните години темата за опазване на околната среда привлича все повече общественото внимание, което налага изменение в законовите и нормативните документи в страните от Европейския съюз, както и в световен мащаб. Едно от тези направления е намаляване количествата на депонирани утайки в резултат от третираните битови отпадъчни води в градските пречиствателни станции. В световен мащаб най-значимият регламент, който урежда производството и управлението на твърди

биологични вещества, е в САЩ – Агенция за опазване на околната среда (USEPA) 40 CFR Правило 503 (USEPA 1993). В Европейския съюз такъв регламент е Директива ЕО 91/271/ЕИО (относно градските отпадъчни води), като за еквиваленти на населението над 2000 души се изисква вторично пречистване. Всичко това налага разработването на нови устойчиви технологии и методи, които да задоволят екологичните норми.

Основните методи, използвани за намаляване и стабилизиране на утайките в пречиствателните станции, са анаеробни и аеробни. Анаеробното третиране е един от най-старите и универсални методи при пречистване на градски отпадъчни води. Подходящ за големи агломерати, при които значителна част от метана може да бъде оползотворена. Аеробното разграждане е по-подходящо за средни и малки пречиствателни станции, където анаеробното третиране вече не е икономически изгодно. Пример за такава технология е автотермалното термофилно аеробно разграждане (АТАД), при което като краен продукт се получава биотор клас А, който може да бъде използван за директно наторяване на земеделски площи.

Тази технология включва биоразграждане (стабилизация) на биомасата с последваща пастъоризация. Процесът протича в периодичен режим на работа в два последователно свързани биореактора, при които утайките се обработват при различни работни температури. Намаляването на органичната материя и отстраняването на патогенните микроорганизми се осъществяват с помощта на термофилни аеробни микроорганизми, имащи екзотермичен метаболизъм. В резултат на биохимичното окисление на органичната субстанция се отделя енергия във вид на топлина, която води до повишаване на работните температури в реакторите, а оттам и до убиване на патогенните микроорганизми. В първия биореактор се извършва стабилизирането на утайките, като най-добрата стабилизация се осъществява при температури около 55 °С. Докато за пастъоризиране на органичната материя са необходими по-високи температури – около 65 °С, това е и желаната работна температура за реакторите от второто работно стъпало.

АТАД процесите са температурно неустойчиви. Те съществено се повлияват от промяната в количествата, състава и температурите на постъпващите отпадъчни води. Ежедневното частично зареждане на първия биореактор със сурова утайка води до рязък спад на температурата в биореактора и предизвиква термичен шок (T_{Sk}) за термофилните микроорганизми в биореактора. Това от своя страна води до пад на работната температура в първия биореактор, удължаване процеса на разграждане, повишаване на разходите за енергия за аериране и разбъркване, като понякога се появява и необходимост от външно подгряване на системата, защото повишаването на температурата с 1 градус коства на термофилните микроорганизми около 2 часа работа. Следователно намаляването на времето за работа на термофилните микроорганизми в мезофилния температурен диапазон и изтласкването на температурните условия в термофилния диапазон биха довели до по-устойчиви работни температури и увеличаване на реакционната скорост на процеса. Всичко това би повишило енергийната ефективност на системите при обработката на утайки. За постигането им се прилагат методологиите, описани в Глави 3–6. Целта е да се подобри енергийната ефективност на периодичната система и да се създадат устойчиви работни температури чрез енергийната интеграция

на процесите в ATAD система в условията на стохастично променящи се параметри на съответните потоци и да се осъществи верификация на получените решения с прилагане на ANN методи за моделиране на биореакторите.

15. Ivanov, B., Nikolova, D., Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.** “Optimal design of sustainable biodiesel supply chain using dairy waste scum as a feedstock generated from dairy supply chain”. *Chemical Engineering Transactions*, 88, Italian Association of Chemical Engineering, 2021, ISSN:2283-9216, DOI:10.3303/CET2188096, 577-582, <https://www.cetjournal.it/cet/21/88/096.pdf>

Бързото изчерпване на изкопаемите горива и повишеното въздействие върху околната среда от тяхното изгаряне налагат намирането на по-чисти и по-устойчиви енергийни ресурси. През последните десетилетия биодизелът беше въведен като алтернатива поради предимствата си пред изкопаемите горива. Високата производствена цена на биодизела обаче е една от основните пречки пред постигането на търговската му жизнеспособност. Един от начините за подобряване на ефикасността и устойчивостта на този процес е използването на млечни отпадъци (DWS) като суровина, които са отпадъчен продукт от млечната промишленост. Изборът на използваната суровина е само част от стратегията за повишаване на устойчивостта на този вид производство. Най-ефективният начин за постигане на това е чрез оптимизиране на дейностите в РОВ. В допълнение, устойчивостта на процеса за производство на биодизел, използващ млечни отпадъци (DWS), може да бъде повлияна от дизайна на оптималното продуктово портфолио на разглежданите РОВ за производство на млечни продукти. Това изследване предлага подход за оптимално проектиране на устойчива комбинирана млечна и биодизел/дизел РОВ, използваща млечни отпадъци като изходна суровина, генерирана от млечните производства. Той се основава на дефинирането на модел на смесеното целочислено нелинейно програмиране (MILP) на оптималния дизайн на разглежданите комбинирани РОВ, като включва икономически и екологични оценки. Първата е дефинирана като оптимизационен критерий, докато втората е дефинирана като ограничение. Моделът взема предвид ключови в разглежданата РОВ дейности като: съвместимост на инфраструктурата; производство на млечни продукти; мляко, млечни продукти и отпадъци от млечната промишленост, транспорт между регионите, въглеродни данъци, свързани с всички дейности на РОВ. Екологичните и икономически показатели на комбинираните РОВ за млечни продукти и биодизел/дизел се оценяват чрез годишните експлоатационни разходи за комбинирания дизайн на РОВ и емисиите на парникови газове (ПГ) на замърсители, свързани с неговата работа. Разработеният подход е приложен върху реален казус от България. Анализът на екологичните резултати показва, че общите емисии на ПГ, генерирани от работата на РОВ за всички времеви интервали, се дължат главно на производството на продуктите в мандрите и утилизацията на неизползваният млечен отпадък (DWS) за производство на биодизел.

16. Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., Petrova, T., **Vladova, R.**, Varbanov, P., “A MINLP model to optimal design of a sustainable dairy supply chain taking into account preferences of the network actors”. *Chemical Engineering Transactions*, 88, Italian,

Увеличаването на замърсителите, генерирани при производството на млечни продукти, увеличаването на производствените разходи и възникващите социални проблеми изискват разработването на подходи за подобряване на устойчивостта на разглежданите продуктови производства. Ефективен начин да се постигне това е чрез оптимизиране на всички дейности в РОВ: от доставчиците на мляко през самото производство до крайните потребители, които отговарят на екологични, икономически и социални критерии. Другият важен аспект при решаването на този тип проблеми е отчитането на предпочитанията на всички участници във веригата. Настоящото изследване предлага модел на смесено целочислено нелинейно програмиране (MINLP) за оптимално проектиране на устойчива РОВ за производство на различни млечни продукти, задоволяващи предпочитанията на всички участници в мрежата - доставчици на мляко, мандри и пазари. Подходът включва модели за производство на млечни продукти заедно с икономическото, екологичното и социалното въздействие на разглежданата РОВ. Дефинират се и се решават три оптимизационни задачи при различни оптимизационни критерии, представящи предпочитанията на всички участници в РОВ. Първото решение води до доставката на 162 022 кг. от два вида мляко за производството на 61 758 кг. продукти с ниско и високо съдържание на мазнини. Последното надхвърля изискванията на пазара. Това е решението с най-големи икономически и социални разходи и най-ниска производствена печалба от 118 008 лв. Второто решение е свързано с производството на 60 023 кг. от двата продукта. Това е решението с най-ниски икономически разходи и най-голяма производствена печалба от 143 809 лв. При решение 3 беше постигнато пълно задоволяване на изискванията на пазара. Той е свързан с доставка на 132 146 кг. от два вида мляко за производство на 60 057 кг. от двата продукта.

17. Kirilova, E., **Vladova, R.**, Vaklieva-Bancheva, N., "Chapter 28 - Multiscenario Approach for Capturing Uncertainties in Energy-Integrated Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion Systems", *Soft Computing Techniques in Solid Waste and Wastewater Management*. Edited by Rama Rao Karri, Elsevier, USA, 2021, ISBN:978-0-12-824463-0, DOI:<https://doi.org/10.1016/C2020-0-01696-8>, 20, 469-489, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128244630000070>

Автотермалното термофилно аеробно разграждане (АТАД) е процес за пречистване на битови отпадъчни води, който произвежда биосоли клас А — използвани като тор в селското стопанство. Той се изпълнява в паралелни серии от полупериодични биореактори при различни работни температури. Процесът има редица предимства, но същественият му недостатък е наличието на термичен шок (Tsk) върху термофилните микроорганизми при постъпване на сурова утайка в системата. Последното води до увеличаване на времето, необходимо за възстановяване на нормалните работни температури в системата, а оттам и на разхода на енергия за аериране и смесване. Това явление също се влияе от несигурните параметри на потока на входящата сурова утайка. Един от начините за подобряване на енергийната ефективност и устойчивост е прилагането на топлинна интеграция към АТАД процеса. Тази глава представя

инженерен подход за оптимално проектиране на топлинно интегрирана АТАД система, работеща при несигурност. Той включва суперструктура от модели за топлинна интеграция с един и два резервоара за съхранение на топлина. Моделите са включени в двустадийна стохастична оптимизационна задача. Проектните променливи, свързани с оборудването за интегриране на топлината и масовия дебит, са определени и в двата етапа на подхода. Като критерий за оптимизация се използват годишните капиталови разходи за основно и спомагателно оборудване. Задачата се решава с помощта на BASIC генетичен алгоритъм с оригинална хромозома, представляваща комбинация от двата вида променливи. След това беше извършена симулация на работата на АТАД системата. За тази цел бяха използвани изкуствени невронни мрежи (ANN) за моделиране на биореакторите на двата етапа, както и модел на топлинна интеграция на системата АТАД. Бяха разработени ANN модели на биореактори, за да се предвиди TSk, максималната температура на изхода и намаляването на твърдите летливи вещества при определени стойности за параметрите на входната сурова утайка. Симулацията е извършена за 15-дневни зимни и летни периоди на параметрите на потока за реална двустадийна АТАД система. Резултатите от симулацията показват намаляване на TSk от 5°–6°C, повишаване на температурата на входящата утайка от 8°–10°C, постигане на стабилни работни температури и намаляване на твърдите вещества в двата биореактора с около 2 тегл. %.

18. **Vladova, R.,** Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., “Method for overcoming uncertainties and increasing resilience through heat integration of flows in batch production systems”. *Автоматика и информатика, 1-2, Съюз по автоматика и информатика "Джон Атанасов", 2021, ISSN:ISSN 0861-7562 Print, ISSN 2683-1279 Online, 5-10, <https://sai-bg.com/wp-content/uploads/2021/08/1.-Paper-1-R.Vladova-E.Kirilova-N.Vaklieva-Bancheva-pages-5-10-AI-1-2-2021.pdf>*

По дефиниция устойчивото развитие е начин за използване на природни ресурси, който има за цел да задоволи човешките нужди, като същевременно поддържа естествения баланс с околната среда, така че тези нужди да могат да бъдат задоволени както сега, така и за бъдещите поколения. Създаване на високоефективни технологични процеси, енергийна ефективност във всяка сфера на икономиката и обществото, производство на енергия от възобновяеми енергийни източници, икономия на материали, използване на възобновяеми природни ресурси, развитие на зелени и екотехнологии, превенция на вредни отпадъци; ефективното управление на икономиката, обществото и околната среда са част от най-важните политики, залегнали в Стратегията за устойчиво развитие на Европейския съюз (ЕС). Създаването на енергийно ефективни производствени системи включва по-малко въздействие върху околната среда. Един от най-мощните инструменти за създаване на такъв тип системи е интегрирането на енергийни и масови процеси. Интеграцията на процеси обхваща широк спектър от системно-ориентирани методи и подходи, които се използват при проектирането и реконструкцията на промишлени процеси за постигане на оптимално използване на ресурсите. През последните години фокусът върху енергийната интеграция на процесите се измести от интеграцията на процеси в непрекъснати системи към интеграцията на процеси в периодични системи. От проведените изследвания става ясно, че производствените

системи с периодични процеси имат достатъчен енергиен потенциал, който може да се използва за подобряване на тяхната енергийна ефективност. Възстановяването и използването на тази топлина се усложнява от периодичния характер на процесите, а задачата се усложнява допълнително от въздействието на стохастично променящите се параметри на потока като температура, обем и т.н., чието преодоляване е сериозно предизвикателство за устойчивостта на периодичните производствени системи. Целта на настоящото изследване е да предложи метод за справяне с несигурностите и повишаване на устойчивостта чрез топлинна интеграция на потоци в периодични производствени системи. Методът включва три основни етапа: 1. Анализ на несигурностите и избор на подходяща схема за енергийно интегриране на процеси и нейното математическо описание; 2. Дефиниране на проблема за оптимална реконструкция на енергийно интегрирана периодична производствена система чрез включване на интеграционния модел в задача за стохастична оптимизация и нейното решение; 3. Оценка и вземане на решение за избор на най-подходящото решение, при което производствената система е устойчива на въздействието на несигурните параметри в най-широки граници, чрез определяне на индекса на гъвкавост.

19. Apostolov, A., Kirilova, E., **Vladova, R.**, Vaklieva-Bancheva, N., Rangelov, T. "Influence of geometry and mechanical load on the delamination in the graphene/polymer nanocomposite under axial load". *Chemical Engineering Transactions*, 94, Italian Association of Chemical Engineering, 2022, ISSN:2283-9216, DOI:<https://doi.org/10.3303/CET2294077>, 463-468, <https://www.cetjournal.it/cet/22/94/077.pdf>

Тази статия представя теоретично изследване на влиянието на геометрията (дебелина и дължина на слоя) и големината на аксиално приложеното напрежение, върху разслояването в трислоен нанокompозит графен/PMMA. Получени са две различни аналитични решения (Случай 1 и Случай 2) за междинното напрежение на срязване в средния слой на нанокompозитната структура, базирано на прилагането на двумерен метод на функцията на напрежението и минимизиране на енергията на деформация. Формулиран е теоретичният критерий за отслояване в интерфейсия слой, който се основава на моделното напрежение на срязване на интерфейса. Полученото нелинейно уравнение по отношение на дължината на отслояване се решава числено, за двете решения, при различни стойности на механичното натоварване и на геометрията на слоевете в структурата. И за двете решения беше установено, че големината на приложеното натоварване на опън влияе силно върху появата на отслояване в структурата. За случай 1 (по-тънък PMMA слой) отслояването може да се наблюдава при външно натоварване от 350 MPa; за случай 2 (по-дебел PMMA) то се наблюдава над 750 MPa. Ако дължината на конструкцията намалява, при горепосочените условия, отслояването започва при малко по-ниски стойности на натоварването на опън. Големината на приложеното натоварване също влияе върху стойността на дължината на отслояване. Получените резултати могат да бъдат използвани за бързо прогнозиране на безопасните интервали на приложените натоварвания и дизайн на геометрията (без отслояване) в подобни нанокompозитни устройства, за да се гарантира тяхната

безопасност при работа като сензори, нано- и оптични електронни устройства, енергийни устройства и др.

20. Dzhelil, Y., Ganev, E., Kirilova, E., **Vladova, R.**, “An approach for design and management of a supply chain for biodiesel production taking into account the uncertainties at two scenarios with different locations of the fuel blending centers”. *International Scientific Journal Mathematical Modeling*, 6, 2, Scientific Technical Union of Mechanical Engineering “Industry-4.0”, 2022, ISSN:2603-2929, 63-66, <https://stumejournals.com/journals/mm/2022/6/63>

Това проучване предлага подход на смесено целочислено линейно програмиране (MILP) към проектирането и управлението на РОВ за производство на биодизел. Подходът е приложен към два сценария с различно местоположение на центровете за смесване на горива. И за двата сценария са формулирани и решени оптимизационни задачи, като същевременно са удовлетворени екологични и икономически критерии. Последните се дефинират от гледна точка на минимални общи разходи и минимални емисии на парникови газове, генерирани при изпълнението на всички дейности, включени в РОВ. Подходът е приложен към реален случай от България, където са разгледани нейните 27 административни области. Извършен е анализ по отношение на несигурностите относно получените оптимални маршрути за транспортиране на суровини и продукти, оптималните количества суровини за отглеждане и оптималните количества произведен биодизел, който се транспортира до зоните на търсене и при двата сценария.

21. Ivanov, B., Nikolova, D., Kirilova, E., **Vladova, R.**, “A MILP approach of optimal design of a sustainable combined dairy and biodiesel supply chain using dairy waste scum generated from dairy production”. *Computers & Chemical Engineering*, 166, 107976, Elsevier, 2022, ISSN:0098-1354, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107976>, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135422003106>

Настоящото изследване предлага подход за смесено целочислено линейно програмиране (MILP) за оптимално проектиране на устойчива комбинирана верига за доставки за производство на биодизел, използвайки като суровина млечни отпадъци, генерирани от прилагането на оптимално продуктово портфолио от РОВ за производство на млечни продукти. Последният включва модели на икономическо и екологично въздействие на комбинирана доставка, ограничения и оптимизационен критерий по отношение на капиталови и експлоатационни разходи. Въздействието върху околната среда се оценява чрез емисиите на парникови газове, получени през целия жизнен цикъл на продуктите. Предложеният подход е приложен върху реален случай от България. В резултат на това се получават оптимални условия на работа на разглежданата РОВ, която включва: производствени портфейли от ферми за мляко, производствени портфейли на мандри, производствен капацитет и местоположение на биорафинериите, които трябва да бъдат изградени, производителност на биорафинериите и транспортни маршрути. Подходът може да се използва като инструмент за вземане на решения.

22. Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Petrova, T., Ivanov, B., Nikolova, D., Dzhelil, Y. “An approach for a sustainable decision-making in product portfolio design of dairy supply chain in terms of environmental, economic and social criteria”. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24, Springer, 2022, DOI:<https://doi.org/10.1007/s10098-021-02110-2>, 213-227, <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-021-02110-2>

Производството на млечни продукти е свързано с разходи за вода и енергия и генериране на големи количества емисии на замърсители. Пълната устойчивост на тези системи може да бъде постигната чрез оптимизиране на всички дейности във РОВ, като се вземат предвид не само екологичните и икономически аспекти, но и социалните. Това изследване предлага многоцелеви подход за създаване на оптимален модел на проектиране на триешалонни РОВ за производство на млечни продукти по различни рецепти, като същевременно отговаря на екологични, икономически и социални критерии, определени от гледна точка на разходите. Екологичните разходи са свързани с генерираните отпадъчни води от производството на млечни продукти и емисиите на CO₂, дължащи се на консумираната енергия и транспорта на суровини и продукти. Социалните са свързани със служителите, наети за изпълнение на дейността на РОВ. Изследването е рализирано по реален случай от България. Бяха дефинирани четири оптимизационни модела за смесено целочислено нелинейно програмиране – един без и три с отчитане на социалното въздействие. Те бяха решени при различни стойности на екологичните и социалните ограничения. Получените резултати показват, че по-строгите екологични ограничения водят до по-високи икономически разходи и по-ниска печалба. Обратно, по-ниските екологични ограничения водят до по-висока печалба и по-ниски икономически разходи. Най-голям дял на въздействието върху околната среда имат генерираните отпадъчни води, следвани от емисиите на CO₂, свързани с консумираната енергия и емисиите на CO₂ от транспорта. Получените решения могат да се използват в процеса на вземане на решения по отношение на търсенето на компромис между печалба, екологично и социално въздействие.

23. Kirilova, E., Vaklieva-Bancheva, N., **Vladova, R.**, Petrova, T., Nikolova, D., Ganev, E., Dzhelil, Y. “Impact of product demand uncertainties on the optimal design of a sustainable dairy supply chain: A case study of Bulgaria”. *Chemical Engineering Transactions*, 94, Italian Association of Chemical Engineering, 2022, ISSN:2283-9216, DOI:<https://doi.org/10.3303/CET2294091>, 547-552, <https://www.cetjournal.it/cet/22/94/091.pdf>

Нарастването на населението и доходите, заедно с урбанизацията, доведоха до значително увеличение на търсенето на млечни продукти. Това създава възможности за увеличаване на печалбата от производството на млечни продукти, но от друга страна е свързано с генерирането на големи количества замърсители, които се отделят във въздуха и водите и изискват разходи за тяхното третиране и обезвреждане. Наличието на колебания в търсенето на продукти на пазарите също влияе върху устойчивото функциониране на разглежданите дейности в РОВ. Това изследване предлага

стохастичен оптимизационен подход за справяне с несигурността на продуктите изисквания в РОВ за производство на различни млечни продукти по различни рецепти, като същевременно се задоволяват екологични и икономически критерии. Последното е свързано с генерираните отпадъчни води от производството на млечни продукти и с емисиите на CO₂, дължащи се на консумираната енергия и транспорта. Подходът е приложен за реален случай от България. Бяха формулирани и решени детерминистични и стохастични оптимизационни задачи при номинални данни за търсенето на продукта и три различни нива на несигурност – 0.2, 0.5 и 1. Получените резултати показват, че повишаването на нивото на несигурност води до намаляване на печалбата от РОВ със сравнително малко стандартно отклонение. Най-ниската средна стойност на печалбата на РОВ от 232 882 лв. се получава при най-голямо ниво на несигурност - 1. Резултатите за общите разходи на SC показват, че те също не се променят значително с увеличаване на нивото на несигурност. Най-голямата стойност от 154 018 лв. е получена при ниво на несигурност 0.5. Като се има предвид последното, може да се каже, че разработеният стохастичен оптимизационен модел е устойчив, което води до получаване на резултати за печалбата и разходите на РОВ, които не се променят значително с увеличаване на нивото на несигурност при отчитане на продуктите изисквания.

24. **Rayka Vladova**, Tatyana Petrova, Elisaveta Kirilova, Apostol Apostolov, Boyan Boyadjiev. “Comparison of the model axial graphene strain distributions in graphene/epoxy/polymethyl methacrylate (PMMA) nanocomposite under mechanical and thermomechanical loading”. *Bulgarian Chemical Communications*, 54, 4, Bulgarian academy of sciences, 2022, ISSN:0324-1130, DOI:10.34049/bcc.54.4.5539, 349-354. http://www.bcc.bas.bg/bcc_volumes/Volume_54_Number_4_2022/bcc-54-4-2022-349-354-vladova-5539.pdf

Настоящата работа представя теоретично изследване на приложението на двумерен метод “stress-functional” за аналитично описание и сравнение на деформациите в нанокompозитната структура на графен/епоксид/полиметилметакрилат (PMMA) при три вида натоварване - механично, термично и термо- механично. Съответно, са разработени, разгледани и сравнени едно с друго три моделни решения за всички 2D деформации в нанокompозитните слоеве, при различни случаи на натоварване, за да се илюстрира влиянието на температурата върху деформациите. Всички резултати за поведението на аксиалните, напречни и срязващи деформации за трите слоя на конструкцията са илюстрирани с фигури и са обсъдени.

Моделното разпределение на аксиалната деформация в графеновия слой при две различни механични външни деформации – 0.3% и 0.8%, беше сравнено и валидирано с експериментални данни при механично натоварване. Получените резултати могат да се използват за бързо прогнозиране на разпределението на деформациите в подобни нанокompозитни устройства като сензори, нано- и оптични електронни устройства, енергийни устройства и др., при различни видове външни натоварвания.

25. Tatyana Petrova, Elisaveta Kirilova, **Rayka Vladova**, Boyan Boyadjiev, Wilfried Becker, Petia Dineva-Vladikova. “Modelling and validation of the axial strain distribution in WS₂ flakes at WS₂/Epoxy/PMMA nanocomposite under axial load”. *U. Porto Journal of Engineering*, 8, 6, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2022, ISSN:2183-6493, DOI:https://doi.org/10.24840/2183-6493_008.006_0011, 160-169, file:///C:/Users/Raika/Downloads/10_24840_2183-6493_008_006_0011-1.pdf

В настоящото изследване се прилага двумерен метод “stress-functional” за моделиране на аксиалното разпределение на деформацията в люспи (тънък слой с атомна дебелина/”monolayer”) от волфрамов дисулфид (WS₂), вграден в епоксидна/полиметилметакрилатна нанокompозитна структура, подложена на аксиално напрежение на опън. Моделното разпределение на деформацията по протежение на люспата е изчислено и сравнено с експериментални данни и с литературни данни от shear-lag модела за еднослойна люспа, при външна деформация от 0.35% и 0.55%, както и с резултати за многослойни люспи при външна деформация от 0.55%. Сравнението показва добро съответствие на експеримента с модела, както и с модела „shear-lag“ и потвърждава приложимостта на нашия метод за описание на деформации в нанокompозитни слоеви структури в еластичната област на приложените натоварвания. Представеният метод не е подходящ за многослойни люспа WS₂ при външна деформация от 0.55%, поради появата на зона на релаксация и образуването на гънки в люспата.

26. **Vladova, Rayka K.**, Vaklieva-Bancheva, Natasha. “Analysis of the Possibilities for Energy Recovery in WWTP”. *Proceedings of 3th International Conference on Technologies & Business Models for Circular Economy: Conference Proceedings*, 2022, ISBN:978-961-286-598-6, DOI: <https://doi.org/10.18690/um.fkkt.2.2022.10,127-135>, <file:///C:/Users/Raika/Downloads/Analysis+of+the+Possibilities+for+Energy+Recovery+in+WWTP-2.pdf>

През последните години все повече се говори за подобряване на енергийната ефективност и начините за намаляване на парниковите газове в пречиствателните станции за отпадъчни води. Това налага да се проучат възможностите за намаляване на енергийните разходи и възможностите за получаване на енергия от отпадъчни води. В настоящото изследване е направен анализ на изразходваната енергия на различните етапи на пречистване на отпадъчните води в общинска ПСОВ в Република България и е изчислена средната месечна консумация на електроенергия, необходима за пречистване на един кубичен метър отпадъчни води. Въз основа на събраните и анализирани данни е направена оценка на възможностите за оползотворяване на енергия от сухо вещество от утайки, чрез изгаряне и анаеробно разлагане. Получените резултати дават възможност за реконструкция на съоръжението и оползотворяването на неизползвания досега енергиен потенциал, съдържащ се в утайките.

27. Elisaveta Kirilova, Tatyana Petrova, Natasha Vaklieva-Bancheva, **Rayka Vladova**, Tsviatko Rangelov, Apostol Apostolov. “Theoretical study about influence of geometry and mechanical load on the delamination in tungsten disulfide/poly(methyl methacrylate) nanocomposite structure under axial load”. *Procedia Structural Integrity*,

43, Elsevier, 2023, ISSN:2452-3216, DOI:10.1016/j.prostr.2022.12.272, 282-287, <https://colab.ws/articles/10.1016%2Fj.prostr.2022.12.272>

Изследвано е теоретично влиянието на геометрията и големината на аксиално приложеното механично натоварване върху отслояването в трислоен нанокмозит волфрамов дисулфид (WS_2)/SU-8/поли(метилметакрилат) (PMMA). Първо, за разглежданите наноструктури с по-тънък и по-дебел PMMA слой са получени две различни аналитични решения (Случай 1 и Случай 2) за междинното напрежение на срязване (ISS) в средния слой на структурата, базирано на прилагането на двумерен “stress-functional” метод и минимизиране на енергията на деформация. Второ, формулиран е теоретичният критерий за отслояване в интерфейсия слой, базиран на модела ISS, и полученото нелинейно уравнение по отношение на дължината на отслояването е решено числено, за двете решения, при различни стойности на механичното натоварване и геометрията на слоевете в структурата. Беше установено, че отслояването не се появява при фиксирана дължина на WS_2 от 10 μm , ако натоварването е съответно до 5 GPa за Случай 1 и до 1,175 GPa за Случай 2. С нарастване на дължината на WS_2 отслояването възниква при все по-високи стойности на приложеното външно натоварване за Случай 2. За случай 1 не се получава разслояване. При фиксирано приложено натоварване беше установено за Случай 2, че с увеличаване на дължината на WS_2 , дължината на отслояване също се увеличава. Получените резултати могат да се използват за бързо прогнозиране на отслояването в подобни наноструктурирани устройства.

28. Ganev E., Nikolova D., Dzhelil Y., **Vladova R.**, “Sustainable strategy for design and management of biodiesel supply chains on a Bulgarian case study”. *Proceedings of 62nd Annual Science Conference of Angel Kanchev University of Ruse and Union of Scientists – Ruse "New Industries, Digital Economy, Society - Projections of the Future VI"*, 62, 10.1, 2023, ISSN:2603-4123, 20-27, <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp23/10.1/10.1-4.pdf>

Тази статия разглежда приложението на математически модел за смесено целочислено линейно програмиране (MILP) за оптимално проектиране и планиране на РОВ за производство на биодизел в България. Като суровина за производството на биодизел се използват слънчоглед и рапица. Страната е разделена на двадесет и седем региона, съответстващи на нейните области. Съществуващите култури във всеки регион, предприятията за преработка на масло и производство на биодизел, както и потенциалните култури са представени като отделни променливи в модела. Математическият модел се решава с помощта на софтуер GAMS и е цялостен инструмент за вземане на решения. Предложената стратегия може да се приложи и към различни времеви интервали, както и към различни държави или региони чрез коригиране на необходимите данни за моделиране.

29. Petrova, T., **Vladova, R.**, Kirilova, E., “A robust optimisation model for the sustainable design of a dairy supply chain under uncertain environmental conditions”. *Chemical Engineering Transactions*, 103, The Italian Association of Chemical Engineering, 2023,

Производството на млечни продукти в съответните РОВ е свързано с генерирането на значителни количества замърсители в отпадъчните води и емисии на CO₂ във въздуха, които изпуснати в околната среда могат да причинят голям риск от нейното замърсяване. Наличието на неясноти по отношение на изпуснатите количества замърсители допълнително задълбочава екологичния проблем. Един от начините за справяне с тези несигурности и контролиране на риска за околната среда от замърсяване, е чрез прилагане на подходи за оптимално проектиране на устойчиви РОВ, работещи при условия на несигурност. Настоящото изследване предлага подход за смесено целочислено нелинейно програмиране за оптимално проектиране на устойчиви РОВ за производство на два вида млечни продукти с избор на технология, която включва модели на икономическо, екологично и социално въздействие, както и на производството на млечни продукти. Последният отчита несигурността по отношение на разходите за въздействие върху околната среда за третиране на генерираните замърсители по отношение на отпадъчни води и емисии на CO₂, свързани с дейностите на РОВ. Ефективността на предложения подход е доказана в реален случай от България, включващ доставчици на два вида мляко и млекопреработвателни предприятия за производство на два вида млечни продукти и пазари.

30. Tatyana Petrova, Elisaveta Kirilova, Wilfried Becker, Natasha Vaklieva-Bancheva, **Rayka Vladova**, Petia Dineva-Vladikova. “Modelling of the two-dimensional stresses in a three-layered adhesively bonded tungsten disulfide/poly(methyl methacrylate) nanocomposite structure under axial load”. *Procedia Structural Integrity*, 43, Elsevier, 2023, ISSN:2452-3216, DOI:10.1016/j.prostr.2022.12.239, 83-88, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321622008022>

За първи път е разработен и приложен двумерен метод на “stress-functional”, описващ преноса на напрежение в трислойна адхезивно свързана нанокompatитна структура от волфрамов дисулфид/поли(метилметакрилат), подложена на аксиално натоварване. Получено е обикновено диференциално уравнение от четвърти ред с постоянни коефициенти за аксиалното напрежение в първия слой, като се минимизира енергията на деформация в цялата конструкция; то е решено аналитично. В зависимост от знака на дискриминантата на съответното му характеристично уравнение са получени две различни аналитични решения за аксиалното напрежение в първия слой, за разглежданата нанокompatитна структура. Видът на решенията зависи силно от геометрията (дължина и дебелина на слоевете), свойствата на материала и големината на приложеното натоварване. Двумерните напрежения (аксиални, срязващи и отлепващи) в слоевете на конструкцията се изразяват и изчисляват като функции на това аксиално напрежение и неговите производни и са илюстрирани с триизмерни графики и за двете решения. Резултатите от модела за аксиално напрежение във волфрамов дисулфид (WS₂) са сравнени с литературни данни от “shear-lag” модела и показват добро съответствие в еластичната област на приложеното натоварване на опън.

31. **Vladova, R.**, Kirilova, E., Petrova, T., Kirilov, K. “A Sustainable Multi-Objective Optimization Model for Design of Supply Chain Under Uncertain Products Demands and Products Prices: a Real Case of Dairy Industry”. *Chemical Engineering Transactions*, 105, The Italian Association of Chemical Engineering, 2023, ISSN:2283-9216, DOI:10.3303/CET23105065, 385-390, <https://www.cetjournal.it/cet/23/105/065.pdf>

Dairy production has a significant environmental impact related with wastewater and air pollution. In addition, it is a large consumer of water and energy. The most effective way to improve its sustainability is through analysis of the food-water-energy nexus, which can be done by optimizing all activities in the supply chain (SC) from the raw materials to the end user while meeting environmental, economic and social criteria. However, the presence of uncertainties regarding the main parameters of the SC would lead to problems related to the implementation of processes and the operating the system as a whole. To solve these problems an implementation of models for optimal design of dairy SCs that handle these uncertainties is needed. The present study proposes an extended version of already developed mixed integer non-linear programming (MINLP) approach to optimal design of a sustainable SC for the production of different dairy products according different recipes under uncertain products demands and products prices. The model has taken into account economic, environmental and social aspects. The obtained results show that the increase in the uncertainty level leads to an increase of values of economic, environmental and social costs as well as the profit, with the standard deviation of the same being the highest at the lowest level of uncertainty, while at the others it is preserved relatively constant. The number of workers employed by the supply centers, dairies and markets is kept constant regardless of the variation in the level of uncertainty of products demands and products prices.

Производството на млечни продукти има значително въздействие върху околната среда, свързано с отпадъчните води и замърсяването на въздуха. Освен това е голям консуматор на вода и енергия. Най-ефективният начин за подобряване на неговата устойчивост е чрез анализ на връзката храна-вода-енергия, което може да бъде направено чрез оптимизиране на всички дейности в РОВ от суровините до крайния потребител, като същевременно отговаря на екологичните, икономическите и социалните критерии. Наличието на несигурности по отношение на основните параметри на РОВ обаче би довело до проблеми, свързани с изпълнението на процесите и работата на системата като цяло. За решаването на тези проблеми е необходимо внедряване на модели за оптимално проектиране на РОВ за производство на млечни продукти, които се справят с тези несигурности. Настоящото изследване предлага разширена версия на вече разработен подход за смесено целочислено нелинейно програмиране (MINLP) за оптимално проектиране на устойчиви РОВ за производство на различни млечни продукти по различни рецепти, при несигурни изисквания към продуктите и цени на продуктите. В модела са отчетени икономическите, екологичните и социалните аспекти. Получените резултати показват, че повишаването на нивото на несигурност води до повишаване на стойностите на икономическите, екологичните и социалните разходи, както и на печалбата, като стандартното отклонение на същите е най-високо при най-ниското ниво на несигурност, докато при други се запазват относително постоянни. Броят на

работниците, наети от центровете за доставка, мандрите и пазарите, се поддържа постоянен, независимо от вариациите в нивото на несигурност на търсенето на продукти и цените на продуктите.

32. **Vladova, R.**, Petrova, T., Nikolova, D., Kirilova, E., Kirilov, K., “Robust Optimization of Sustainable Dairy Supply Chain with Products Demands Uncertainty and Environmental Impact Consideration”. *Chemical Engineering Transactions*, 105, The Italian Association of Chemical Engineering, 2023, ISSN:2283-9216, DOI:10.3303/CET23105064, 379-384, <https://www.cetjournal.it/cet/23/105/064.pdf>

Млякото и млечните продукти са важна част от ежедневното меню на милиони хора по света. Повишаването на ефективността и конкурентоспособността на този вид производство е свързано с прилагането на стратегията за устойчиво управление на РОВ, които обхващат всички процеси по веригата: от суровините, през производството до крайните потребители. Наличието на колебания в търсенето на продукти на пазарите също влияе върху устойчивото функциониране на разглежданите дейности, включени в РОВ. Настоящото изследване предлага приложение на вече разработен стохастичен оптимизационен подход за оптимално проектиране на устойчива РОВ за производство на млечни продукти, работеща при несигурни изисквания към продуктите, върху нов случай от България, който включва трима доставчици на мляко, две мандри и три пазара. Разгледаната РОВ е свързана с производство на различни млечни продукти по различни рецепти, като същевременно отговаря на екологични и икономически критерии, определени от гледна точка на разходите. Последното е свързано с генерираните отпадъчни води от производството на млечни продукти и емисиите на CO₂, дължащи се на консумираната енергия и транспорта. Формулирани са и са решени няколко оптимизационни задачи при номинални данни за продуктовете изисквания и четири нива на несигурност - 0.25, 0.5, 0.75 и 1. Получените оптимални стойности на икономическите и екологичните разходи показват, че прилагането на подхода за оптимизация води до устойчиви решения, които не се променят значително с увеличаване на нивото на несигурност при отчитане на изискванията на продукта.

33. Apostol Apostolov, Tatyana Petrova, Elisaveta Kirilova, **Rayka Vladova**, Boyan Boyadjiev. “Analysis of parameters influencing delamination in thermo-mechanically loaded graphene/polymer layered nanocomposites”. 2024, 25th *International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE)*, 2024, DOI:10.1109/EuroSimE60745.2024.10491498, <https://ieeexplore.ieee.org/document/10491498>

Целта на тази работа е аналитично прогнозиране и определяне на факторите, влияещи върху отслояването на интерфейса в слоести графен-полимерни нанокомпозитни структури, подложени на външно статично термомеханично натоварване. Използва се 2D аналитично моделиране (“stress-functional”) на напрежението на срязване в 3-слойни нанокомпозити, подложени на термомеханично натоварване. Дефиниран и решен е моделният критерий за отслояване на интерфейса в структурата. Извършен е

параметричен анализ на факторите, влияещи върху отслояването на интерфейса, и са изследвани 3 нанокompозитни графен-полимерни структури: графен/SU-8/PMMA, графен/SU-8/PET и графен/MoS₂/PET. Значимите за отслояването фактори са геометричните характеристики на нанокompозитната структура и големината и вида на външното натоварване. Очакваните резултати могат да послужат като средство за бърза прогноза в бъдещите експериментални и моделни изследвания на поведението на графен-полимерни нанокompозити.