



ИНСТИТУТ ПО АГРАРНА ИКОНОМИКА - СОФИЯ

**СБОРНИК
НАУЧНИ ТРУДОВЕ**

**СОЦИАЛНО-ИКОНОМИЧЕСКИ И ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ
ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА УТАЙКИ ОТ ОТПАДЪЧНИ ВОДИ В
ЗЕМЕДЕЛИЕТО**

СОФИЯ, 2023

Настоящият Сборник от научни трудове е съставен от изследвания и разработки осъществени от колектив работил по научно-изследователски проект „Социално-икономическа ефективност от използване на утайките от ПОСВ в селското стопанство“, изпълняван с финансовата подкрепа на Фонд „Научни изследвания” - договор КП-06-НЗ6/11 от 13.12.2019 г., с водеща организация от Институт по аграрна икономика – София и партньорска организация Национален център по общественото здраве и анализи – София.

Автори:

доц. д-р Божидар Иванов – ръководител,
проф. д-р Храбрин Башев, гл. ас. д-р Даниела Цвяткова, докторант Васил Стойчев (Институт по аграрна икономика);
проф. д-р Светла Маринова-Гарванска, проф. Мартин Банов, дн инж. (Селскостопанска академия);
доц. Весела Георгиева, дм, доц. Росица Георгиева, дм, гл. ас. Йордан Тачев, дм, Гинка Паунова, Даниела Станкова (Национален център по общественото здраве и анализи).

Рецензенти:

проф. д-р Нина Котева
проф. д-р Венета Кръстева-Пенкова
доц. д-р Божин Божинов

Предпечатна подготовка

Атанаска Джоджова

Издавателство

Институт по аграрна икономика – София

ISBN 978-954-8612-47-0

ПРЕДГОВОР

Проблемът с оползотворяване на отпадъчното съдържание от пречиствателните станции и тяхното третиране е въпрос с десетилетна история. Дългогодишните проблеми, свързани със замърсяването на околната среда и с разходите за оползотворяване и рекултивация на депата за съхранение на тези отпадъци имат екологични и икономически измерения. В последните десетилетия, с напредъка на новите технологии и навлизането на различни иновативни решения и стремеж към създаване на „Нови икономически цикли”, отпадъците се разглеждат не само като бремене и разход, но и като актив. Европейският съюз, в своя стратегически документ „Иновации за устойчив растеж – Биоикономиката за Европа”, дефинира тази концепция, като: „производство на възобновими биологични ресурси и превръщането на тези ресурси и отпадъчни потоци в продукти с добавена стойност, под формата на храни, фуражи, биологични продукти и енергия”.

Основната цел на авторския колектив е чрез провеждане на изследвания на утайки от пречиствателни станции на отпадъчни води (ПСОВ) да се идентифицират причините и значението на различните фактори, които влияят за състоянието и тенденциите при оползотворяване на утайките в селското стопанство и да се подпомогнат публичните решения в тази област, залегнали и в частност в Националния план за управление на отпадъците. Акцент е поставен върху икономическата ефективност на стопанско (микро) ниво, ефикасността и сравнителните характеристики при използване на утайките от ПСОВ в селското стопанство. Това е свързано с анализ на въздействието върху социалните, икономически и екологични аспекти при прилагането на различни технологични решения.

Резултатите от проекта могат да послужат, както за разширяване на научното знание по темата, така и за създаване на основа за формулиране и развитие на провежданата политика по отношение използването на утайките и развитието на биоикономиката в национален и европейски мащаб.

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

ПРЕДГОВОР	3
ИКОНОМИЧЕСКИ АСПЕКТИ И ЗНАЧЕНИЕ НА ТРАНЗАКЦИОННИТЕ РАЗХОДИ ЗА УПОТРЕБАТА НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО	5
БОЖИДАР ИВАНОВ, доц. д-р.....	5
СИТУАЦИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО В ЕВРОПЕЙСКИ КОНТЕКСТ	26
ВАСИЛ СТОЙЧЕВ, докторант.....	26
ИНСТИТУЦИОНАЛНА СТРУКТУРА НА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО	34
ХРАБРИН БАШЕВ, проф. д-р,.....	34
ХАРАКТЕРИСТИКИ НА УТАЙКИТЕ, ПОЛУЧЕНИ ПРИ ПРЕЧИСТВАНЕТО НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ И ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО С ЦЕЛ ПОВИШАВАНЕ НА ПОЧВЕНОТО ПЛОДОРОДИЕ	61
СВЕТЛА МАРИНОВА-ГАРВАНСКА, проф. д-р, МАРТИН БАНОВ, проф. дн инж.....	61
ВЕСЕЛА ГЕОРГИЕВА, доц. дм, РОСИЦА ГЕОРГИЕВА, доц. дм, ЙОРДАН ТАЧЕВ, гл. ас., дм, ГИНКА ПАУНОВА, ДАНИЕЛА СТАНКОВА	61
СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА НАГЛАСИТЕ ПРИ ИЗПОЛЗВАЩИТЕ И НЕИЗПОЛЗВАЩИТЕ УТАЙКИ ЗЕМЕДЕЛСКИ ПРОИЗВОДИТЕЛИ.....	90
ДАНИЕЛА ЦВЯТКОВА, гл. ас. д-р,.....	90

ИКОНОМИЧЕСКИ АСПЕКТИ И ЗНАЧЕНИЕ НА ТРАНЗАКЦИОННИТЕ РАЗХОДИ ЗА УПОТРЕБАТА НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО

БОЖИДАР ИВАНОВ, доц. д-р

Институт по аграрна икономика - София

Въведение

Въпросите и възможностите пред използването на утайки от пречиствателни станции в селското стопанство, в световен план, стават актуални към началото на 70-те години на XX век. Тази актуалност настъпва и се засилва с ускоряващата се урбанизация на населението в развитите страни и увеличаване мащабите, както и от напредване на технологиите на пречиствателните станции за канализационни води. В исторически план, първата пречиствателна станция за отпадни води (ПСОВ) е въведена в началото на 18-ти век от Robert Thom в Шотландия. Заводът използва бавни пясъчни филтри за пречистване на водата, която постъпва в пречиствателната станция по класическото корито, изградено от земя, камъни и чакълена фракция преди да постъпи в седиментационните утайтели.

Скоро след първото изграждане на такъв тип пречиствателна станция за отпадъчни води идеята се разпространява в цялото Обединено кралство, а оттам и в други региони в Европа. През 1854 г. обработката с хлорна дезинфекция е добавена към ПСОВ като решение срещу нарастващия брой холерни инфекции, разпространявани през канализационните тръби.

Индустриализацията, нарастването на населението и развитието на селското стопанство в началото на 20-ти век поставят нови предизвикателства пред пречистването на отпадъчните води. С напредване на технологиите и с нарастване на натиска канализационните води да бъдат не само пречиствани от механични и физически частици, но и от биологични микроорганизми и химически замърсители се въвежда и по-висока степен на биологично пречистване. През 1913 г. е предложена технология за биологично пречистване на отпадъчни води посредством процес на активна утайка от Arden and Locket. Основният принцип зад всички процеси с активна утайка до днес е да се култивират определени микроорганизми, които консумират органични отпадъци и окисляват амония до нитрати и нитрити. Следващите години до 1970 г. се характеризират с разработването на подобрени процеси за биологично третиране като SBR, CBR, окислителни канавки и технологии за среда за пълнене с фиксиран слой, като филтри за капки. След 1970 г. са разработени нови технологии за отстраняване на фосфор, пестициди и други вредни химикали, например обратна осмоза през 1980 г., UV филтрация и др. (*AET blog*). В днешно време едно от най-големите предизвикателства за

индустриализираните страни е повишаването на нивата на хормоните в отпадъчните води, но също и необходимостта от намаляване на енергията и обемите на сухото вещество от добитата утайка. Съоръженията и практиките при пречистване на отпадъчни води се усъвършенстват и разпростират, обхващайки все повече домакинства и урбанизирани територии, което води до увеличаване на получената утайка, пораждайки и нови екологични въпроси.

Тези предизвикателства се свързват с утилизацията на добитата и отделена след пречистването на битовите канализационни води утайка и с растящите количества, които се получават. Ясно е, че непречистените отпадъчни води съдържат микроорганизми и други вещества, които могат да бъдат замърсяващи или вредни за хората и околната среда. Оттам безспорно се приема, че е необходимо пречистване и третиране, преди да влезе отново във водния цикъл. Суровите утайки от отпадни води са органичен материал, вода, органични и хранителни вещества, което се оказва подходящо за влагане в земеделието. Това приложение се оказва благоприятно и води до подобряване състоянието на почвата и на продуктивните качества на земята, което през 70-80 години на миналия век води до постепенно увеличение на използването на утайките от ПСОВ в земеделието. Това налага съвременна реакция от страна на държавните институции, които целят да регламентират и управляват начините и условията, при които може да се внася утайката в земеделските земи.

Конкретно за ЕС законодателната рамка, която е основополагаща за очертаване правилата, при които може да става употребата на утайки от отпадни води в земеделието, е Директива 86/278 на ЕЕС. Тази Директива основно засяга въпросите с обезопасяването на патогените в утайките и ограничаване потенциала за акумулиране на различни замърсители в почвата. Тази Директива поставя максимални прагове за потенциалните токсични елементи, които може да съдържа потенциалната утайка, за да може да бъде влагана в земеделски земи. Директивата е задължителна за страните членки, но в ЕС съществуват различни режими, които касаят влагането на утайки в земеделието, много от които стигат дори до пълна забрана за такова прилагане в земеделието (Гърция, Малта, Нидерландия, Финландия, Словакия, Словения и Румъния до 2012-2013 г.). Въпреки че в редица европейски страни съществуват не само рестрикции, а и пълни забрани за използването на утайки в земеделието, то продължава да заема водещо място, като финална дестинация за насочване на добитата утайка в ЕС. По данни на *EurEau (2021)* през 2020 г. 47,5% от получената утайка от ПСОВ в ЕС е предназначена за земеделието. По този начин земеделието изпреварва значително другите налични канали за употреба. Макар да се забелязва видима еволюция по отношение възприемането на утайките и тяхното разглеждане през последните десетилетия, делът на нейното влагане в

земеделието остава в границите около 50%. Изменения се наблюдават по-скоро при депонирането и рекултивацията, които са другото основно направление за утилизацията на утайките, където определено има чувствително съкращение и предишните обеми оттам отиват основно при изгарянето на утайките, което вече съставлява 27,2% от общото производство през 2020 г. (*EurEau, 2021*).

Въпросът с утайките от ПСОВ в национален мащаб е залегнал в различни нормативни документи, като със стратегически характер са: Националният план за управление на отпадъците 2021-2028 г., както и прилаганият Национален стратегически план за управление на утайките от градските пречиствателни станции за отпадъчни води 2014-2020 г. Принципите, по които се търси решение и управление на този въпрос в национален мащаб е „отговорност на производителя” и „замърсителят плаща”. Това, от икономическа гледна точка, е класическа постановка, която е залегнала в теорията на *Pigou (1920)* и която намира много критика и опровержения, особено в новите теории за публичните блага и икономиката на транзакционните разходи. Земеделието ясно присъства в тези стратегически документи за управление на отпадъците и отпадъчните води, като предназначение и приемник на третираните утайки, които са разграничени на „опасни” и „неопасни”, където само вторите могат да бъдат влагани в селското стопанство.

Въпросът с ненамаляващата привлекателност за влагането на утайките като торно и подхранващо средство в земеделието, въпреки въвеждащите се поетапно рестрикции за тяхното използване в земеделието или стимули пред други форми за утилизация, се обяснява с две основни причини – полезността и признатия продуктивен потенциал на утайките за земеделското производство и необходимостта пред ПСОВ да намират достъпни и евтини алтернативи за отпращане на добитата утайка.

Трябва да се отбележи, че сухото вещество при утайките съдържа ценни ресурси и минерали, които са полезни за почвата и растенията, като най-често средните стойности са: въглерод (С : 25-35%), азот (N : 4-5%), фосфор (P : 2-3%), кислород (O : 20-25%) и други остатъци (микроелементи, метали и т.н.). Принципно всеки жител на Съюза допринася за извличането на 70-100 кг обезводнени утайки от отпадъчни води годишно, което представлява около 20-25 кг сухи твърди вещества годишно. В доклад на *Milieu Ltd, WRc & RPA (2010)* се налага твърдението, че търсенето на утайки от отпадъчни води в селското стопанство ще се увеличи, „ако те бъдат ясно разпознати като продукт, а не като отпадък, и се приемат като подходящи за използване в биологичното земеделие и други практики за биологично отглеждане”. В същия доклад се посочва, че ограничаващият фактор, определящ степента на прилагане на утайките от отпадъчни води в селското стопанство, обикновено произтича от определените максимални нива за допустим азот (N)

в почвите, което за повечето цели е 250 kg N/ha годишно, както е посочено в Директивата за нитратите 91/676/ЕЕС, докато в нитратно уязвимите зони е до 175 kg N/ha годишно. Според доклада подобно ограничение може да произтече и от ограниченията за наличието на фосфор и когато Р индексът на почвата е сравнително висок (3-4+), когато заради изискванията на Рамковата директива за водите трябва да бъде поддържано в по-ниски граници е възможно да има регулаторни пречки при използването на утайките на такива площи. Това обаче, в много случаи, не е от най-затрудняващите фактори при навлизането на утайките в земеделието. По-голямо безпокойство създават екологичните опасения за наличие на тежки метали, които могат да се съдържат и патогенните микроорганизми, които също създават рискове от болести и замърсяване.

От научна гледна точка въпросите с употребата на утайките в земеделието в исторически план са разглеждани, преобладаващо през призмата на агрономически и биологични изследвания. Това е напълно естествено и разбираемо защото най-голяма част от въпросите за утилизирването на утайките засягат именно това: какви са ефектите и резултатите върху земеделското производство при използването на утайките и какви са технологиите за обработка и добиване на утайките, от които до голяма степен зависи, и какъв ще е техният състав и текстура.

В същото време, особено в последните 15-20 години се увеличават изследванията, относно другите въпроси, които са свързани с възможната употреба на утайките в земеделието, които наред с екологичните обхващат и социалните и икономически аспекти. Забелязва се, че има определено място и недостиг на същински икономически изследвания в България по отношение не само на производствената икономика в областта на утайките, но най-вече в областта на институционалната и икономиката на транзакционните разходи. От 50-60 години на миналия век в икономическата наука възникват нови направления, като тези на Институционалната икономика (Ronald Coase), Икономика на екстерналността (Arthur Pigou, Kenneth Arrow), Икономика на благосъстоянието (Pareto). Погледнато от такава перспектива, темата и въпросите, свързани с употребата на утайките в земеделието, разкриват различни и интересни обстоятелства, причинно-следствени връзки, ефекти и положения както от научно, така и от приложно естество. Те разкриват колко важни са икономическите и институционално-регулаторни условия за това, как дадена производствена и икономическа дейност може да протича, и какви са резултатите от нея.

Транзакционни разходи

Ronald Coase с право се счита за основателят на прогресивното и влиятелно учение в икономиката, известно като Нова институционална икономика, както и за въвеждането и формулирането на транзакционните разходи. През 1937 г. той написва статия, озаглавена „Природата на фирмата“, където за първи път това понятие се въвежда и използва. Транзакционните разходи се превръщат в съществена категория и фактор, който дава възможност да се утвърди и открий цялата школа на Новата институционална икономика (НИЕ). „Без тях много аспекти на функционирането на икономическата система остават необясними, включително възникването на самата фирма” (Parada, 2002). Транзакционните разходи са разходите, произтичащи от прилагане на ценовия механизъм. С други думи, това са разходите за договаряне на договори, наблюдение на изпълнението и опознаване на търговските партньори (Parada, 2002). Същевременно Kenneth Arrow (1969) ги формулира като „разходите за управление на икономическата система”. Те се превръщат в безспорно признато съществуващо условие, което се наблюдава при работата на икономическата система. Според самия *Coase*, „без да се взема предвид транзакционните разходи е невъзможно да се разберат правилно функционирането на икономическата система, и трудно може да се изгради солидна основа за създаване на икономическа политика”. *Coase* се опитва да обясни възникването на организациите с необходимостта да се решават въпросите с транзакционните разходи за самите икономически агенти. Целта на бизнес организацията е да пресъздаде условия на конкурентен пазар за производствени фактори. В рамките на фирмата този процес трябва да се извършва на по-ниска цена отколкото на реалния пазар, което именно, според институционалистите, се счита за водещия мотивационен фактор за съществуването и промените при фирмите и организациите.

Това ново направление на икономиката счита, че цената на взаимоотношенията в икономиката, което е представено под формата на транзакция и се определя от работата на институциите и на цялата институционална среда, е ключът към представянето на икономиката и функционирането на икономическата система. Според *Coase* (2000) именно институциите, като законодателна уредба, публични структури и икономически агенти, с техния начин на работа и поведение, до голяма степен, определят облика и резултатите, които се наблюдават. *Williamson* за първи път въвежда наименованието „Нова институционална икономика (НИЕ)“, за да я разграничи от „старата институционална икономика“, въведена от *Commons*. Макар и двете школи да са генетично свързани, защото поставят за първи път ролята и мястото на институциите като важни и определящи за функционирането на икономиката и социалния ред, Новата институционална икономика определено надгражда и доразвива първоначалните постановки. Ако Старата

институционална школа твърди, че институциите са ключов фактор за обяснение и влияние върху икономическото поведение, то тя се опитва да направи това в рамките на постановките и теориите на неокласическата пазарна икономика.

Неокласическата икономика, от друга страна, игнорира ролята на институциите като ги приема като даденост и като елемент, който съществува, за да обслужва икономическите агенти, така че те по най-добър начин да реализират своите интереси и цели. От друга страна НИЕ признава важната роля на институциите, но допълва, че не е възможно те да се разглеждат през призмата на неокласическата теория. С други думи, при НИЕ, някои нереалистични допускания и подценявания на реалностите от страна на Неокласическата теория (като перфектна информация, игнориране на транзакционни разходи, пълна рационалност, липса на опортюнизъм) са вече взети предвид, което е надграждане към Старата институционална икономика и контрапункт на праволинейната теория на Неокласическата школа, където икономиката е максимизираща математическа система. Както *Langlois (1986)* отбелязва, във връзка с по-точното демаркиране на НИЕ „докъдето старата институционална школа възприема институциите, но без теория, то много неокласици искат икономическата теория без институции; а Новата институционална икономика се опитва да осигури икономиката както с теория, така и с институции”. Това по същество се опитва и изповядва НИЕ като централна ос на теорията на НИЕ са именно транзакционните разходи, през които се обяснява целия процес на включването на институциите и на институционалната среда в икономиката.

Големият въпрос, с който отгук насетне се сблъсква НИЕ са именно дефиниция и определяне на транзакционните разходи. За различните изследователи има различни подходи и разбирания, какво да се включи и как те да се разграничат от останалите видове разходи. Източниците на транзакционните разходи са: търсене на информация, анализиране на възможни опции, избор на продукт, изготвяне на търговски споразумения и договорености и реализирането им, разходи по изпълнение и прилагане на договорите, както и разходите в резултат на ограничено знание и допускане на грешки и неправилни решения (Chotkowski, 2010).

Същевременно *Wajda (2015)* допуска, че “ако транзакционните разходи не са управлявани чрез ценовата система, тогава това трябва да стане в самите организации”. Същият автор извежда съждението, че организациите вършат същите неща, които прави пазара, а именно да разпределя ресурсите и производствените фактори. Това до голяма степен е вярно, но не трябва да се върви към прекалено завишаване ролята на организациите. Те разпределят и управляват ресурсите, но само тези с които разполагат по различен механизъм и водени от различни цели, за разлика от ценовия механизъм на пазара, който функционира в резултат на действието на търсенето и предлагането.

Анализът на транзакционните разходи придобива значение, което измества технологичните и производствени (или търговски) разходи, като внимание се обръща на сравнителните разходи за планиране, адаптиране и контрол. Тези разходи се отнасят до функциониране на дейността, което зависи от структурата на управление. Williamson определя транзакциите като процес по технологичната верига на преминаване на стоките или услугите. Това определено показва, че транзакцията е не само пазарна размяна, но те съществуват и в самите организации и се свързват с необходимостта от технологично изграждане на всеки продукт, стока или услуга. В опита за класификация на транзакциите, това става в зависимост от: специфичността на активите, честота и комплексността на начина, по който се случва транзакцията. Именно тези три характеристики на транзакциите определят начина на организиране и евентуалните равнища на транзакционните разходи. Смята се, че увеличението на честотата на транзакциите намалява транзакционните разходи, а колкото по-специфични са активите и по-висока е комплексността на самия продукт или услуга, по-високи могат да бъдат транзакционните разходи.

В своя капиталов труд „Природата на фирмата“ Coase се опитва да обясни защо има пазарни транзакции, ако организациите могат да намалят разходите (Coase, 1937). Според Coase (1937) причините на първо място са, че има връзка между размера на фирмата и разходите за управление на вътрешнофирмените транзакции. В по-големите организации, разходите за управление на вътрешните транзакции могат да бъдат по-високи и „съпоставими към разходите за външни пазарни транзакции“. Втората причина, която е спомената от Coase (1937) е, че „с нарастване на транзакциите, предприемачите не успяват да вземат най-оптималното решение за разпределение на ресурсите и на производствените фактори“. Това се обяснява с технологичните потребности и ресурсните обезпечения, които по определение са недостатъчни и икономическите субекти правят икономика, избирайки различни алтернативи.

Транзакционните разходи в българското земеделие

В българското земеделие, което бе подложено на сериозни и дълбоки реформи от началото на 90-те години, както по отношение на институциите, така и в преминаване от централизирана и планова икономика към свободна и пазарна, значението на транзакционните разходи нарасва неимоверно. Много икономисти отбелязват, че при всички страни, които са претърпели преход или са развиващи се, от гледна точка на постиженията и представянето си в сравнение с водещите световни икономики, икономиката на транзакционните разходи е адекватна, приложима и дава отговори на много въпроси, които се наблюдават и възникват. Kherallah & Kirsten (2002) отбелязват, че

„ролята на транзакционните разходи, доверието и взаимоотношенията, формалните и неофициалните договори, вертикалните връзки, асиметрията на информацията и стратегическите договорености ще станат много важни”. Това важи за изследване на взаимоотношенията между отделните субекти както бизнес, така и регулаторни органи.

Един от първите изследователи, който поставя темата за изследване на значението и измеренията на транзакционните разходи в новата действителност на българското селско стопанство е Башев (1996, 2003). Разглеждайки ефективността на различните интервенции, Башев (2012) посочва, че “индивидуалните форми на обществена интервенция не са с еднаква ефективност в специфичната среда на отделните страни, райони и сектори. Трябва да се избере/ат най-ефективната/ите от тях, с отчитане на транзакционните разходи и приноса в устойчивото развитие”. От своя страна Georgiev and Grozdanova (2021) посочват, че вероятно транзакционните разходи имат по-силно въздействие върху индивидуалните решения отколкото финансовите стимули (като субсидиите), което твърдение е направено по време на кризата с Ковид-19. Това определено означава, че транзакционните разходи не трябва да бъдат подценявани и изключвани в изследването и обясняването на определени събития и процеси.

Същевременно обаче остава въпросът с тяхното отчитане и измерване, както и с дефиницията и определянето на обхвата им. Независимо от тези трудности и без да се отдава специално значение докъде и кои разходи могат да бъдат приети за транзакционни, дори и в най-рестриктивните приемания за тяхното определяне може да се твърди, че те са незаобиколим фактор. Това особено важи за икономиката и селското стопанство на България, която като страна в преход се сблъсква с много повече предизвикателства и новости и има нужда от по-машабна адаптация към външния свят. В свое изследване Boehlje & Doering (2000) допускат, че по-малките производители, които не са свързани с преработвателната индустрия по хранителната верига „ще имат по-големи трудности при постигането на икономии от мащаба и достъпа до технологии, необходими за да бъдат конкурентоспособни”. Това важи особено за стопанствата в страните в преход, където малък брой фермери имат способността и достъпа да бъдат част от тези доходоносни пазари, където печалбата може да бъде значителна (Boehlje & Doering, 2000). Ясно се вижда, че транзакционните разходи възникват винаги в случаите, когато икономическите субекти влизат в някакви отношения с другите икономически агенти, което се случва през всички етапи в създаването на даден продукт или услуга.

По този начин може да се обобщи, че транзакционните разходи възникват и се делят на два основни вида: такива, които опосредстват процеса на преминаване и движение на стоките и услугите по веригата на стойността. Другият основен източник и категория са транзакционни разходи появяващи се в адаптирането на отделни субекти и

организации към институционалната среда (Иванов, 2023). Транзакционните разходи в обичайните случаи възникват защото не всичко е перфектно устроено, не цялата информация е налична, защото технологиите се развиват и усъвършенстват и продуктите, които се създават преминават в една много по-сложна верига на стойността, а регулациите и обществените отношения стават все по-многогранны, а неопределеността и несигурността не намалява. Ето защо, колкото една икономическа система е по-стабилна, уредена и минимизираща горепосочените фактори, генериращи ръст на транзакционните разходи, толкова те имат по-малко, несъществено отражение за начините и представянето на икономическата система. Това вероятно е една от причините много от неокласическите икономисти да подценяват ролята и значението на транзакционните разходи, защото макар да ги признават, те не са от ключово и повратно значение за това как работи системата и как отделни организации се чувстват в такава среда.

Поради голямото разнообразие и смесения им характер, много от транзакционните разходи не могат да бъдат точно измерени и обхванати от страна на статистическите данни или от счетоводните отчети на организациите и бизнеса, което към момента прави трудно тяхното отчитане и изчисляване. В повечето случаи, когато се правят такива опити, това става чрез теренни проучвания, анкети или интервюта, но отново стои въпросът с това как могат да се пресметнат, защото много от тях са просто направени като алтернативни разходи на собствен труд или изразходвано време. В опит за това е направен приблизителен опит да се изчисли техния размер, което е направено чрез обхващане на 7 (седем) ферми и фирми от различни райони на страната, където е направено дълбочинно проучване, за да се разбере какъв е дялът на транзакционните разходи към останалите разходи и приходи, които те понасят в това да оперират, създавайки стойност и съблюдавайки институционалните правила.

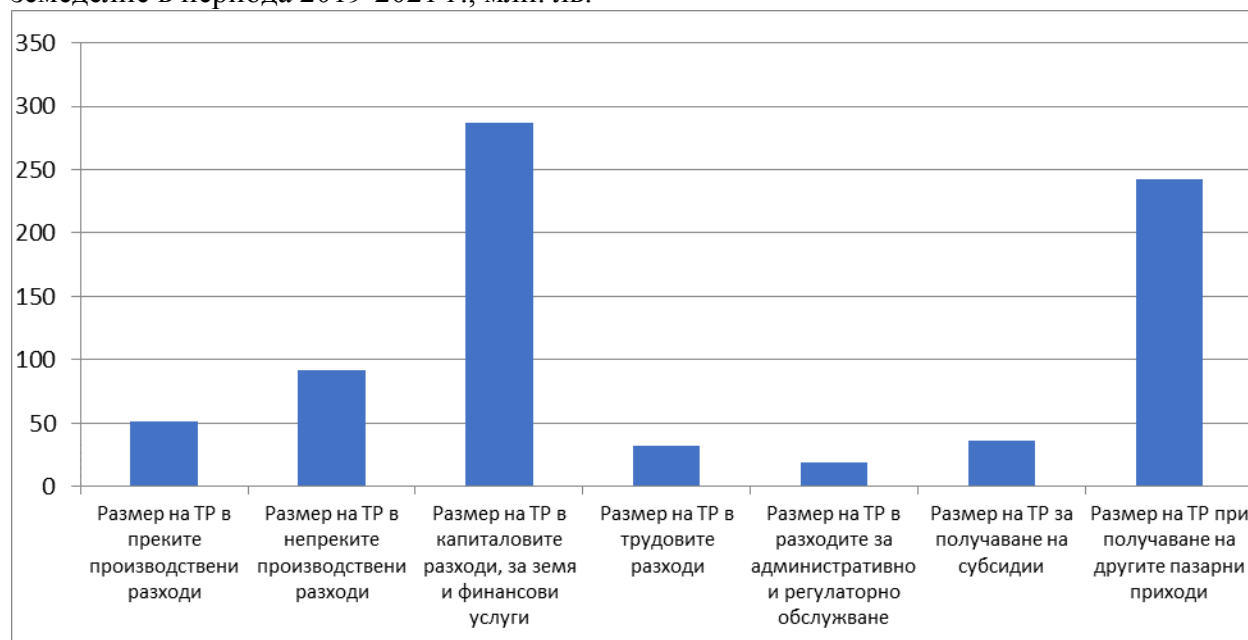
Дълбочинното проучване е структурирано по начин, целящ да се придобие количествена информация от всеки един от интервюираните, какъв е дялът на транзакционните разходи към всички разходи и приходи, класифицирани в седем (7) отделни категории: преки производствени разходи, непреки производствени разходи, капиталови разходи, включително земя и финансови услуги, трудовите разходи, административно и регулаторно обслужване, получаване на субсидии и пазарни приходи от продукти и услуги. От респондентите не се очаква да дадат конкретен размер на транзакционните разходи, а да направят оценка (приблизителна), какви валоризирани и невалоризирани разходи са имали, отнасяйки ги към някакъв критерий, в случая направените останали разходи или получени приходи. Ключово, за да има съпоставимост между информацията, която се получава от всеки респондент от една страна и за надеждността на това, което се събира като преценки от друга е необходимо, ясно и

разбираемо уточняване и демаркиране на транзакционните разходи пред самите респонденти. Респондентите са запознати, и в максимална конкретност е изтъкнато, какво те могат да калкулират и считат за транзакционни разходи, които биват валоризирани и невалоризирани, с оглед на приетото разбиране за същността на тези разходи като свързващо и опосредстващо звено, за да се случва създаване на стойност и отговаряне на изискванията на регулаторната среда.

На Фиг. 1. са показани проекционни стойности на евентуалните транзакционни разходи понасяни от фермите и агробизнеса, при осъществяване на тяхната дейност. Тези проекции са направени, като делът на транзакционните разходи в индивидуалната структура на отделните видове разходи в организациите на респондентите, преценени и посочени от самите тях, са проектирани към съвкупните статистически показатели от НСИ, съставени за икономическите сметки за селското стопанство в България. Периодът, към който това е направено е 2019-2021 г., което може да бъде изразено с формулата:

$$PATC = NAEV * RTCJ \quad (1)$$

Фиг. 1. Икономически измерения за размера на транзакционните разходи в българското земеделие в периода 2019-2021 г., млн. лв.



Източник: Дълбочинно проучване и авторски изчисления.

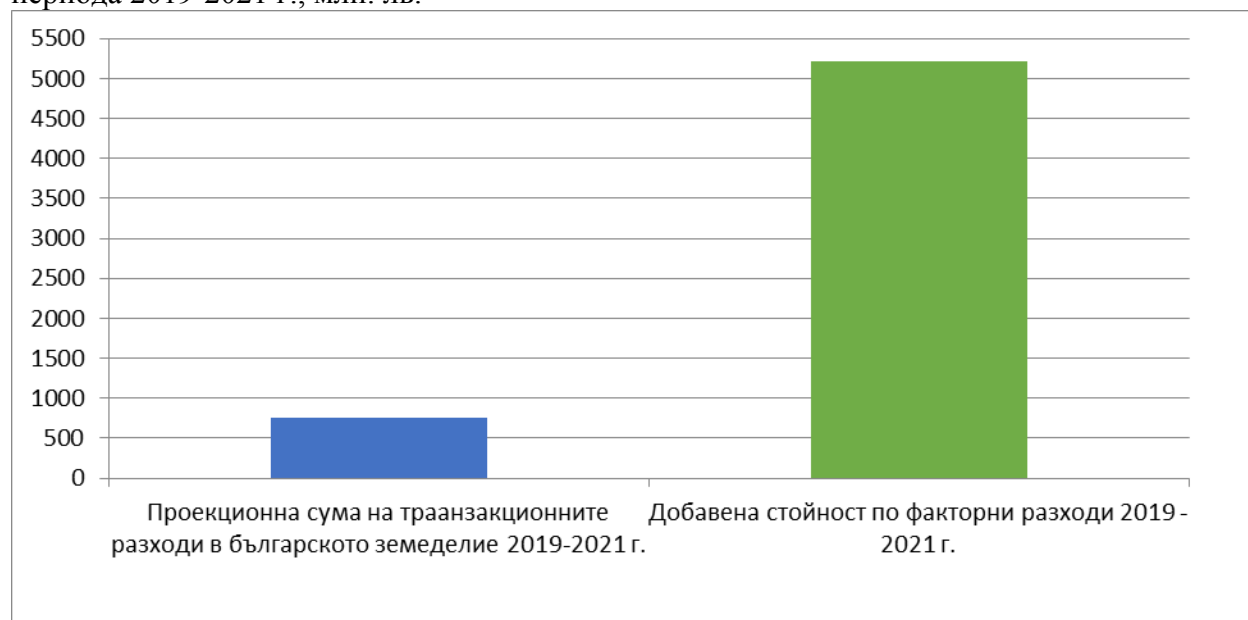
Проекционната сума на транзакционните разходи в българското земеделие (PATC) е направено по формула (1) представляваща произведение от стойностните показатели за националното селско стопанство, осреднени за период 2019-2021 г. (NAEV) умножено по преценения дял на транзакционните разходи в индивидуалната структура на групиранияте в седемте основни области разходи и приходи (RTCJ). Оказва се, че най-големи

транзакционни разходи производителите в българското земеделие понасят при направлението по капиталовото осигуряване, включително със земя и финансов ресурс, наред с намирането на пазари и при реализация на продукцията.

Като сравнително високи могат да бъдат отчетени и транзакционните разходи, съпътстващи осъществяване на дейности, свързани с непреките производствени разходи, сред които попадат тези за ремонт, резервни части, други краткотрайни активи. Като размер, изчислените транзакционни разходи за административно и регулаторно обслужване не възлизат на значителна сума, но като процент на същите към платените данъци, те представляват 110% от същите. При отчитане на тези разходи е уточнено, че се вземат предвид само такива под формата на валоризирани и невалоризирани, възникващи през конкретния период, а не по принцип и от началото на възникване на дейността. При този вид разход, най-голяма е частта на счетоводното и административно обслужване, което се прави с цел отчетността пред контролните и държавни органи. Изрично бе подчертано пред респондентите, че те не трябва да отчитат пропуснатите ползи и алтернативните разходи, които могат да имат от това, че правилата и институционалният ред е устроен по конкретния начин.

На Фиг. 2. е направена съпоставка между общия проекционен размер на транзакционните разходи и средната факторна доходност, при които са приспаднати всички производствени, капиталови и трудови разходи и са прибавени субсидиите, които съставляват около 40% от получения факторен доход в земеделието за периода.

Фиг. 2. Проекционна сума на транзакционните разходи в българското земеделие в периода 2019-2021 г., млн. лв.



Източник: Дълбочинно проучване и авторски изчисления.

При проекционното изчисляване на транзакционните разходи в българското земеделие се констатира, че тези разходи възлизат на около 15% от брутната доходност. Този процент не може да се твърди, че е много висок, критичен и влияещ осезаемо за представянето и функционирането на отрасъла, но той е следствие на секторната структура в отрасъла. Например в основни сектори, като производството на зърнено-маслодайни полски култури, в много от основните области, където е обособено измерването на транзакционните разходи, като снабдяването със суровини и материали за производството и при реализацията на продукцията, разликата в размера на тези разходи с интензивните в разходно отношение сектори е около 2-4 пъти. Това означава, че има висока диференциация в размера и влиянието на транзакционните разходи при различните сектори, а и със сигурност при различните класове стопанства, като колкото по-интензивно е тяхното производство, което ще рече по-дълга и сложна е веригата на стойността, толкова по-висок е техният размер.

Транзакционните разходи при оползотворяването на утайките от ПСОВ в българското земеделие

Съгласно възприетото разбиране за транзакционните разходи е направена преценка в каква степен и по какъв начин тези разходи се отразяват както в достъпа и оползотворяването им в земеделието, така и върху интереса и икономическите резултати на земеделските производители. Като членки на ЕС, България транспонира европейското законодателство, което е основополагащо в отделните сфери на обществения живот, където такова съществува. В подчертаната на много места дотук - Директива на ЕС 86/278/ЕЕС от 12.06.1986 г. се регламентира общата рамка, отнасяща се до опазване на околната среда и в частност на почвите, в случаите на употреба на утайки от ПСОВ в земеделието. Въз основа на тази директива е приета Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието. Тази Наредба е обнародвана в ДВ, бр. 63/12.08.2016, откогато са разписани и са указани национални правила и ред, по който редовно и прегледно може да се осъществява употребата на утайките от ПСОВ в селскостопанските земи. Тази Наредба внася яснота и разписва правила, по които става това, но същевременно въвежда и изисквания, на които трябва да отговарят утайките, за да се гарантира, че няма да имат вредно въздействие върху човешкото здраве и околната среда, включително и върху почвата. За да се стигне до използване на утайките в земеделието трябва да бъдат издадени разрешителни. Тези разрешителни се издават по чл. 6, ал. 1, т.3 от ЗОЗЗ и разрешение по реда на чл. 37 от ЗУО, които са посочени подробно в Наредбата.

Счита се, че транзакционните разходи възникват при инициране от страна на производителите на действия, за да изминат административния и разрешителен път да могат да ползват утайките като торно средство. Това не е много популярна практика до преди 10-15 години, като основната спънка за това е именно квалификацията на утайките като опасен отпадък. Въпреки значителния напредък в оценката и възприятието към утайките, от страна на регулаторните органи, което до голяма степен е потвърдено с приемането на специалното законодателство за това, режимът продължава да бъде сложен и дълъг, което предполага значителни транзакционни разходи. Това е една от причините, които могат да бъдат изтъкнати, за относително ниските нива на използване в земеделието, в сравнение с преобладаваща част от страните в ЕС, където е допусната такава практика.

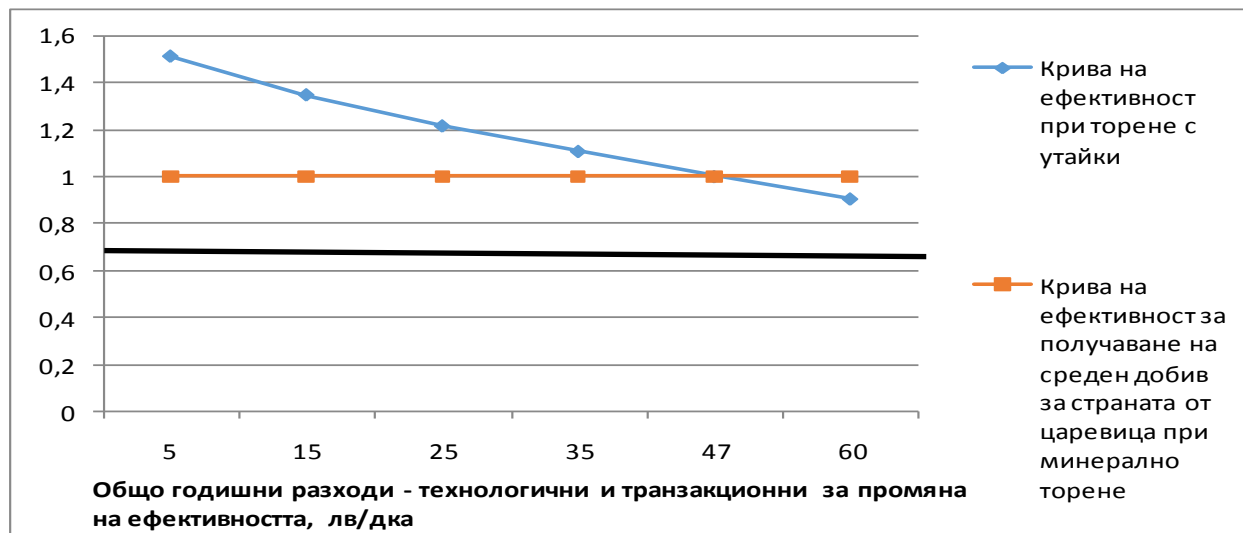
Земеделските производители, при кандидатстването си пред БАБ,Х със заявление за получаване на разрешително за употреба на утайки от ПСОВ, трябва да приложат документ от изпитване на утайката, извършено в акредитирани лаборатории, по показатели, посочени в Наредбата (агрехимични, химични, микробиологични и наличие на хелминти), наред с договор, сключен между производителя ПСОВ и потребителя, декларация от арендатора за култури, които ще се отглеждат върху съответното поле, резултати от изпитване на почвата за всяко поле, на което ще се внася утайка. Пробите се анализират в акредитирана лаборатория по показатели, посочени в законодателството. Към тях трябва да бъде прибавено и почвена характеристика на района, където ще се внасят утайките от ПСОВ, удостоверение, че земеделските земи не попадат в пояс I и пояс II на санитарно-охранителните зони на водоизточници, копие от картата на землището с номерата на масивите, на които ще се отглеждат земеделските култури, регистрация на земеделския стопанин, решение, което се издава от съответния РИОСВ за извършване на дейности по транспортиране, документ за правно основание, че потребителят на утайки има основание да ползва и да стопанисва съответния парцел и земеделска земя предназначена за внасяне на утайките. Това са около 10 различни документа, изисквани от регулаторните органи, за да се получи разрешение да се случи тази транзакция, двете страни - производителят и доставчикът на утайките да може да я предаде на земеделския производител, за да стигне до полето.

От обследваните случаи с ползватели или ползвали утайки ясно се изтъква, че именно разходите, както свързани с директно изразходване на средства (валоризирани), но най-вече усилията, времето, пропуснатите ползи (невалоризирани начисления) са сред основните причини, предизвикващи намаляване на ефективността на утайките при използването им за наторяване. Това са именно транзакционните разходи, които желаещите да ползват утайки в земеделието трябва да понесат, за да отговорят на

регулаторните изисквания и администрирането в този процес. Трябва да се отбележи, че транзакционните разходи не само водят до намаляване ефективността и изгодата от използването на утайките като заместител на минералното торене, но и директно блокират опитите, да се приложи такава алтернатива. В много от случаите, самите пречиствателни станции не могат да осигурят необходимите изследвания и документи, доказващи пригодността на утайките за използване в земеделието и по този начин няма условие земеделските производители да получат органичен материал.

В изследване за сравнение на ефективността при двата варианта на торене, изразени чрез коефициента на ефективност е изчислено, че ефективността, без да се отчитат транзакционните разходи при използването на утайките, е повече от три пъти по-висока отколкото при минералното торене. По-високата ефективност при торенето с утайки се дължи на липсата на продажна цена. В изследване на равновесното равнище, където коефициентът на ефективност на разходите за минерално торене и торене с утайки се изравняват (показано на фиг. 3.), ефикасността при торенето с утайки е с коефициент от 1,51, което показва, че сравняването на ефективностите при двата модела на торене категорично потвърждава превъзходството на алтернативното торене с утайки, съпоставено с базовото минерално торене. Равновесната точка, където двете ефективности се изравняват се получава при коефициент на ефикасност от 1-ца и общи годишни разходи за придобиване, транспорт до земеделските полета и транзакционни разходи, възлизащи на приблизително 47 лв./т.

Фиг. 3. Промени на ефективността на торене с утайки при заместване на подхранващите вещества на минералното торене за царевица



Източник: Собствени изчисления.

Ако технологичните, транзакционните плюс транспортните разходи за доставяне на утайката до земеделските стопанства и производствени полета са в рамките на тези общи разходи, ефективността на торенето с утайки ще превъзхожда и превишава базовото торене с минерални торове, при запазване на заложените цени на минералните торове. Трябва да се отбележи, че транзакционните разходи не са маловажен фактор и съставляват по оценки на самите ползватели преобладаващата част от общите разходи. Транзакционните разходи променят ситуацията не само по отношение на предназначението им в селското стопанство, но и в цялостното разпределение на утайките от отпадни води.

В направен корелационен анализ с избрани други страни от ЕС е търсена връзката между изменението в производството на утайки и изменението във влагането на същите в селското стопанство. Допуснато е, че когато корелацията между тези две изменения е висока, това е предпоставка да се съди за относително ниски нива на транзакционните разходи и обратно.

Таблица 1. Влияние на транзакционните разходи за институционална адаптация при използване на утайките в земеделието

Корелация между добиването на утайки и влагането в земеделието	Корелационен коефициент	Предполагаемо влияние на институционалните транзакционни разходи върху селскостопанското използване на утайките
Използване на утайките в чешкото земеделие	- 0,54	Вероятно ТР за използване в земеделието не се покачват във времето.
Използване на утайките в българското земеделие	0,47	ТР за използване в земеделието са осезаеми, но са поносими, ако се поемат от пречиствателните станции.
Използване на утайките в унгарското земеделие	0,19	ТР са относително високи за използване в земеделието, като вървят със стимули за други употреби.
Използване на утайките в полското земеделие	0,35	ТР не се променят с времето и се квалифицират с умерена тежест.
Използване на утайките в румънското земеделие	0,84	ТР са изключително високи в първите години 2007-2013, като значително се понижават, но остават значими.

Източник: Собствени изчисления по данни на Евростат.

Корелационният анализ показва, че в по-малка или в по-голяма степен ролята на транзакционните разходи за използването на утайките в земеделието е съществен въпрос. Това важи за всички обхванати в корелационното изследване страни. В случая на Чешката република е открита отрицателна корелация между производството на утайки и селскостопанската употреба, което означава, че с ръста на добива на утайки, земеделското използване намалява. Вероятно пречките пред използването на утайки в селското стопанство се увеличават, докато стимулите за определяне на утайки в други посоки нарастват. В Унгария и Полша връзката между производството и използването на утайки в селското стопанство е незначителна и може да се прецени, че транзакционните разходи са сравнително високи в Унгария, докато в Полша те не се променят в разглеждания период. Най-високият коефициент на корелация е открит в Румъния, който е 0,84, което предполага, че транзакционните разходи за използването на утайки от фермерите са изключително високи в първите години от периода, но значително спадат през последните години, но все пак не остават за пренебрегване. Коефициентът на корелация за България за връзката между производството и използването на утайки в селското стопанство е изчислен на 0,47. Това означава, че връзката е доста слаба. Следователно може да се приеме, че транзакционните разходи за използване на утайки в селското стопанство са ключови защото до голяма степен се поделят частично между пречиствателните станции и самите ползватели, което позволява да се запази приемлива ефективността от тази употреба, съпоставена с конвенционалното минерално торене.

Заклучение

Направеното изследване на социално-икономическата ефективност и измеренията от оползотворяването на утайките от ПСОВ в селското стопанство в България разкрива сложната обстановка, в която е поставен този въпрос. Макар в страната да съществува нарочно и специализирано законодателство в тази област, това не прави въпроса с използването на утайките в земеделието по-лесен. Макар да съществува значителен напредък при използване на утайки в земеделието, той продължава да бъде дуалистичен и двузначен. От една страна основното законодателство в лицето на Закона за управление на отпадъците третира утайките като опасен отпадъчен продукт, а от друга страна, подзаконовата нормативна уредба регламентира и допуска тяхното използване в земеделието, което става в един разрешителен и достатъчно тромав и обременителен ред. Ето защо голямата промяна ще бъде свързана с превръщането на утайките не като отпадък, а разглеждането им като биоресурс. Това определено е много трудно постижимо в днешен контекст, когато и на европейско равнище се върви повече в посока на намиране на други приложения и предназначения на утайките, различни от земеделието. Когато пък

става дума за използване в земеделието, това вече става по много по-технологично развити начини на компостиране и разграждане, отколкото изсушената или полусуха утайка.

В чисто икономически аспект, използването на утайките в земеделието е най-лесният, достъпен, бърз и ефективен начин, който помага както на земеделските производители, така и на пречиствателните станции, които трябва да се борят с намиране на изход за утилизацията на отпадъчните материали от канализационни води. Кривата на ефективност, показваща нивата на разходите, при които ефикасността на торене с минерални торове и утайки се изравнява при много високи нива на евентуални общи разходи при използването на утайките, приемайки за константа другите важни фактори от екологично, социално, земеделско, институционално и друго естество. От екологична гледна точка, торенето с утайки дава много добро решение за оползотворяване, чието съхранение създава големи предизвикателства пред пречиствателните станции и оттам за обществата. Ефикасността при използването на утайките като торно средство е много висока и превишава тази при минералното торене, което разкрива не само големия потенциал на тяхното използване в земеделието, но и сравнителните предимства на това използване пред другите възможности за приложение, които могат да бъдат оценени спрямо икономическата ефективност в земеделието.

Колкото и необичайно да изглежда, селското стопанство може да се развива и работи без утайки от отпадъчни води, но ПСОВ се нуждаят от селско стопанство повече, отколкото обратното. Нарастващите изисквания и растящите критерии, по които трябва да работят пречиствателните станции и по които могат да се оползотворяват отпадъците и остатъчните материали, правят функционирането на тези предприятия все по-трудни и скъпи. Селското стопанство предлага лесен, бърз и евтин вариант за тях да се справят със все по-трудната и утежняваща обстановка, но пътят на утайките към земеделието не е лесен. Затрудненията идват не толкова от цялата система на управление на този процес, а от институционалните аспекти на това управление. Институционалната тромавост и усложненост причинява увеличение на транзакционните разходи в по-добрия случай, но много често прави почти невъзможно осъществяването на такава практика и транзакции. Презумпцията, че утайките могат да бъдат и опасни вещества винаги ще съществува и когато се спре дотук, без да се навлезе в подробности и без да се погледне в цялост, какво означава това и какво причинява това, трудно може да се намери ефективно, оптимално и икономически рационално решение, което в никаква степен да не бъде за сметка на екологичен или социален компромис.

Един от най-важните фактори за ефективното оползотворяване на утайките в земеделието е наличието на модерна законодателна и нормативна уредба. Тази уредба

трябва да бъде направена по начин, който отчита равнището на транзакционните разходи, които са ключов елемент детерминиращ състоянието и представянето в тази област. При определяне правата и задълженията на различните субекти, участващи в процеса (регулаторни и контролни органи, ПСОВ, фермери и т.н.) е необходимо да са разписани стандарти за качество и безопасност на утайките, нормативи за внасяне, с оглед защита на почвеното плодородие, здравето на хората и животните, със съответните норми и ограничения на прилагане и т.н. Институционалната уредба, освен нормативната и регулаторна уредба, включва и разнообразни държавни политики, програми и инструменти за стимулиране, за достигане на определени цели по отношение на оползотворяване на утайките в земеделието и другите отрасли на производството. Към настоящия момент такива стимули и поощрения за оползотворяване на утайките в земеделието не се прилагат, което да води до повишаване интереса на земеделските производители.

Приема се, че ако системата от стимули на различните заинтересовани страни, участващи в процеса не е правилно формирана („управлявана“) няма да се реализира и потенциалният социално-икономически ефект от използването на утайките в земеделието. Следователно следва да се анализират специфичните частни интереси и стимули на основните участници в процеса (стремеж за максимални позитивни и минимални отрицателни стопански ефекти) и оцени доколко говернантността, която трябва да се разбира в съвкупност от „правилата на играта“ и „начина на игра“ способства да се реализира общественият интерес. Утайките, добивани от ПСОВ имат различни алтернативи и начини на утилизация и предназначение и говернантността от една страна се отнася до това, как функционира системата, която работи в земеделието, но е и част от общата говернантност на оползотворяване на утайките. От цялостната говернантност зависи степента на реализиране на потенциалните положителни ефекти от използване на утайките в земеделието и минимизирането на вероятните отрицателни ефекти върху природната среда, здравето и благосъстоянието на фермерите, местните общности, както и икономическия резултат от това, изразен чрез ефективността. Наред с ефективността, която се разглежда като резултат от ползите към разходите за постигане на дадена цел или от прилагане на определена практика, е хубаво да се отчете и ефикасността. Ефикасността показва доколко определен резултат е задоволителен спрямо зададени очаквания или спрямо някаква друга алтернатива. В икономически аспект се вижда, че ефикасността от използването на утайките в земеделието е много добра дори съпоставена с другите разпространени алтернативи. Ефикасността при използването на утайките в земеделието, в сравнение с предназначението им за рекултивация или депониране превъзхожда вторите, най-малко защото произвежда придадена стойност като торно средство. Оттук

предимствата за оползотворяване на утайките са не само заради това, че са икономически ефективни, съпоставени с минералното торене, но и защото са икономически ефикасни, в сравнение с другите практики и начини за тяхното третиране в ПСОВ.

Естествено в последните години се появяват и много нови и иновативни начини за използване на утайките, включително за изгаряне и биогаз, които дейности не са толкова ефикасни, както използването в земеделието, но водят до по-висока придадена стойност и имат по-голям мултипликационен икономически ефект. Тези нови и набиращи популярност варианти на използване на утайките разкриват новите перспективи пред отпадните води, като определено екологичният ефект от такова оползотворяване е много висок и е част от „кръговата биоикономика” и „зелената икономика”. Кръговата икономиката, биоикономиката са нови направления, които възникват в последните години, именно защото възможностите на технологиите нарастват и разширяват границите на приложение. Развитието на технологиите ще подобрява не само ефективността на новите методи на използване на утайките от отпадни води, но и ще повишава тяхната ефикасност. В настоящем, особено в местните условия, инвестициите в такива иновативни проекти ще е прекалено скъпо и икономически бавно откупуващо се, което не е в полза на тяхната ефективност. Това особено важи за малките и отдалечени пречиствателни станции, където икономическата възвращаемост от изграждането на такива технологични инвестиции не може да е жизнеспособно на пазарни начала. По този начин, за да се случат тези нови тенденции и да се реализират новите възможности, ще се изисква не само публична подкрепа за такива обществено полезни проекти, но и по-гъвкава институционална среда, която да повишава ефекта от публичната подкрепа. Естествено, това предполага и промени в говернантостта и в институционалната уредба, за да се премине по-лесно и категорично от отношението към утайките не като отпадък, а като продукт. Обратно, при неефективна уредба и говернантност на целия този процес, тази технологична трансформация и икономическа възможност не само ще се забави, което ще води до пропуснати ползи, но и екологичните предизвикателства ще растат, след като намаляват традиционните опции за утилизация на утайките, без да са разработени нови модели.

Докато това се случи обаче трябва да се търсят решения, като селскостопанското използване на утайките от ПСОВ има потенциал да помогне и в краткосрочен, а и в по-дългосрочен план, който потенциал не е достигнат и не се вижда достатъчно перспектива това да се промени. Обратно, нарастващите транзакционни разходи от административни и регулаторни механизми е възможно да доведат до ново намаляване на насочването на утайки в селското стопанство, което верижно да предизвика затруднения за ПСОВ и оскъпяване при тяхното утилизиране. Тези затруднения си проличават, като се отчита

незначителен напредък в България в сравнение с избрани страни от ЕС в периода 2007-2020 г. в аспектите, свързани с утилизацията на утайки от отпадъчните води. След 2013 година, вместо конвергенция се наблюдава дивергенция с положението в ЕС, което означава, че земеделието е по-скоро част от решението с утилизацията и управлението на утайките, което да доведе до ползи за повечето страни в този процес, при сравнително ограничени негативни странични ефекти (екстерналности).

Използвана литература:

Башев, Х. (1996). Ефективни граници на аграрни те организации. Икономика и управление на селското стопанство, No 8, с. 1-16

Башев, Х. (2003). Ефективност на аграрните организации с отчитане на транзакционните разходи. Икономика и управление на селското стопанство, No 2, с. 13-20.

Башев, Х. (2012). Ефективност на икономическите организации и обществената интервенция в земеделието. Икономика и управление на селското стопанство, No 3, с. 24-44.

Aqua Equip Technologies. History of wastewater treatment – from Hippocratic sleeve to activated sludge. <https://www.aqua-equip.com/history-of-wastewater-treatment-from-hippocratic-sleeve-to-activated-sludge/>. (Opened 08.2023).

Arrow, K.J. (1969). The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-market

BOEHLJE M & DOERING O. (2000). Farm policy in an industrialized agriculture. Journal of Agribusiness 18(1):53-60. Special Issue, March 2000.

Chotkowski, J. (2010). Instytucje rynkowe i koszty transakcyjne - kluczowe pojęcia nowej ekonomii instytucjonalnej.

Coase R. (1937). The nature of the firm. *Economica* 4:386-405.

Coase R. (2000). The New Institutional Economics. Chapter 1 in: Menard C, (ed), Institutions, contracts and organizations: Perspectives from New Institutional Economics. Edward Elgar, Cheltenham, UK. Divide). *Oeconomicus*, 6, 44-45, 50.

EurEau (2021). “Wastewater treatment – sludge management”. Briefing Note.

Eurostat. Sewage Sludge, Production and Disposal.

Georgiev, M., Grozdanova, D. (2021). Covid-19 Measures. Institutional “Errors”, Transaction Costs and Adaptation in the Agriculture. *Ikonomika i upravlenie na selskoto stopanstvo*, 66(1), 21-31

Ivanov, B. (2023). “Elaboration and approbation of holistic interdisciplinary approach for defining, analysing, assessing the agrarian governance in Bulgaria”. Presentation at the workshop within project “Mechanisms and forms of agrarian governance in Bulgaria”.

Ivanov, B., Bachev, H. (2021). “Convergent analysis of waste water practices among EU countries”. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 27 (2), 289–296.

Langlois R. (1986). Economics as a process: Essays in the New Institutional Economics. Cambridge University Press, Cambridge.

Milieu Ltd, WRc& RPA (2010). Environmental, economic and social impacts of the use of sewage sludge on land. Report for the European Commission, DG Environment. https://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/part_iii_report.pdf

Parada, J.J. (2002). Original Institutional Economics and New Institutional Economics: Revisiting the Bridges (Or the

Pigou, A. C., (1924). The Economics of Welfare , 2nd edn, Macmillan. Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, T. 97, z. 2, 106

Walda, E (2016). The New Institutional Economics – Main Theories. Financial Internet Quarterly „e-Finance”, Volume 12, Number 1, Pp. 78- 85. <https://www.researchgate.net/publication/315370980>

Williamson O. (1996). The mechanisms of governance. Oxford University Press, New York.

Williamson, O. (1979). "Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations". The Journal of Law and Economics. 22 (2): Pp. 233–261.

СИТУАЦИЯ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕТО НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО В ЕВРОПЕЙСКИ КОНТЕКСТ

ВАСИЛ СТОЙЧЕВ, докторант
Институт по аграрна икономика - София

Въведение

С увеличаването на населението на Европа и преработката на все по-голяма част от потоци отпадни вода се увеличава и количеството на произвежданата утайка. За ЕС, възстановяването на органичните и хранителни вещества, и повторното им използване е актуално и в контекста на приложението в практиката на кръговата икономика. Използването на утайки повишава и устойчивостта на европейското земеделие към прекъсване на доставките на фосфор от Северна Африка и САЩ, и към вноса на природен газ и амоняк за производство на азотни торове. Всеки тон хранителни вещества, уловен и рециклиран от потока на отпадъците във форма, подходяща за наторяване на растения, представлява един тон по-малко „изтичане“ в околната среда. Освободените в околната средата отпадъчни хранителни вещества неизбежно замърсяват водите, почвите и въздуха, а от там и до социално неприемливи здравни и екологични разходи.

Повторното използване на хранителни вещества от отпадъчните потоци от животновъдството, хранителната верига и утайките от ПСОВ е възможно да неутрализира част от негативните ефекти върху почвите, породени от Зелената революция от втората половина на двадесети век и последвалата интензификация на земеделието, подобрявайки управлението на хранителните вещества, като същевременно да спомогне за намаление обема на тези субстрати. Около 10 Мт суха утайка се произвежда за година в ЕС, представляваща 3,3 Мт азот и 0,3 Мт фосфор, след процес на стабилизация (Buckwell & Nadeu, 2016). Остава отворен въпросът колко прецизно се прилагат спрямо нуждите за подхранване на растенията. Високите транспортни разходи е възможно да ограничат разпръскването на утайките, тъй като се генерират преобладаващо в градски ПСОВ, отдалечени от селските райони.

Според Buckwell & Nadeu (2016) високото съдържание на фосфор в субстратите е възможно да доведе до натрупването му в почвата. Съществува и известна съдържаност при употребата на утайки в земеделието на някои страни членки на ЕС, предизвикани както от недостатъчно знания, така и от опасения за наличие на патогени, тежки метали, органични съединения и остатъци от лекарствени средства, които е възможно да застрашат здравето на растенията, почвите и хората. Gianico et. al. (2021) посочват други рискове - микрозамърсители и микропластмаси. Промотиране на новите технологии за обработка на отпадни води вероятно би помогнало за преодоляване на тези негативни нагласи сред фермерите.

Законодателна рамка

Управлението на утайките от ПСОВ в ЕС е регламентирано от *Директива 86/278/ЕИО на Съвета от 12 юни 1986 г.* относно опазването на околната среда, и по-специално на почвата, когато утайките от отпадъчни води се използват в селското стопанство. Документът дефинира най-важните понятия и установява ограничения (по-специално: за културите, времето на разпръскване на утайките, гранични стойности за съдържание на тежки метали), които определят ограниченията върху използването на утайки от отпадъчни води в следващите десетилетия.

При използване на утайки те трябва да се прилагат по начин, който да не уврежда качеството на почвите и да се отчитат нуждите на растенията от хранителни вещества. Важно е да се отчита и влиянието върху подпочвените води и водите на земната повърхност. Определените в директивата гранични стойности за тежки метали са минимално допустими и националните законодателства могат да прилагат различни, по-строги стандарти.

Различните социални, икономически и природни условия на държавите предопределят и различните стратегии за управление на утайките, при някои стратегиите са специфични, докато други държави управляват утайките в съответствие с набор от критерии, зададени в техните стратегии за управление на водите, като целите им са сходни и произтичат от законодателството на ЕС.

Директивата на съвета 91/271/ЕЕС от 21 май 1991 г. за градските отпадъчни води определя правила за обезвреждане, третиране и заустване във водоприемниците на градски отпадъчни води. Тя формулира като основно изискване по отношение на утайките от отпадъчни води, че изхвърлянето на утайки в повърхностните води трябва да бъде преустановено. Утайките, получени от пречистването на отпадъчни води могат да се използват повторно, само когато е подходящо. Методите за обезвреждане трябва да сведат до минимум неблагоприятните въздействия върху околната среда.

Утайките от отпадъчни води се определят от *Директивата относно защитата на водите от замърсяване, причинено от нитрати от селскостопански източници¹ (91/676/ЕЕС от 12 декември 1991 г.)* като вещества, съдържащи азотно съединение или азотни съединения, използвани на сушата, за подобряване на растежа на растенията. Директивата определя подробни правила за всички аспекти и количества за съхранение и разпръскване на торове и ги обозначава с общото понятие добра земеделска практика, тъй като прекомерната употреба на торове представлява риск за околната среда, който може да доведе до замърсяване на водите.

¹ Известна още като Нитратна директива.

Приложимите правила за предлагане на продукти за наторяване, съгласно Регламент (ЕС) 2019/1009 е от 5 юни 2019 г. Утайките от отпадъчни води и промишлените утайки се определят като продукт за наторяване, който може да съдържа компост, получен чрез аеробно компостиране на един или повече от вложените материали. Регламентът отчита напредъка при рециклирането на отпадъчни води, като рециклиране на фосфор. Продуктите, съдържащи или състоящи се от такива материали, следва да е възможно да имат достъп до вътрешния пазар, когато производствените процеси са научно анализирани и изискванията за процесите са установени на равнището на Съюза. Утайките от отпадъчни води (и други утайки, получени по подобни методи) са посочени като изключение от приложенията на регламента, поради което не трябва да се използват нито като компост, нито като усвоен компонент на тор, освен ако не съществуват солидни научни доказателства за безвредността им за селскостопанската продукция и околната среда.

Използване на утайки в земеделието в контекста на Зелената сделка

ЕС, през изминалия програмен период (2014-2020), прие редица стратегически документи, насочени към отговор на новите предизвикателства, свързани с климатичните промени и тяхното отражение върху околната среда и земеделието, чието прилагане засяга основни принципи при функционирането на икономиката на Съюза. Разглеждането им тук е през релевантността им към управлението на утайките.

Зелената сделка (пакт) от 2019 г. – основна цел е да превърне ЕС в климатично неутрален до 2050 г., посредством постигането на набор от цели в различни области. Чиста енергия – декарбонизация на енергийния сектор, посредством увеличаване дела на възобновяемите енергийни източници и редуциране на емисиите. Нови форми на по-чист транспорт. Ефективно използване на ресурсите и зачитане на ограниченията при използване на ресурсите. Прилагане на принципите на кръгова икономика, посредством увеличаване на степента на повторна употреба и рециклиране, и намаляване на количеството на депонираните твърди битови отпадъци. Нулево замърсяване на въздуха, водата и почвата. Чиста вода - постигане на добър воден статус. Адаптиране към климатичната промяна. Стратегия от фермата до трапезата. Важно е изпълнението на тези цели да бъде постигнато по финансово устойчив начин.

Повторното използване на утайките може да бъде отнесено към целите за опазване на чистотата на водите, почвите и въздуха; намаляване на емисиите; ресурсната ефективност и устойчивото производство на храни. Важно е обаче да се отбележи, че изискванията за безопасност и разходите, свързани с влагане на утайките в земеделието, ограничават възможностите за тяхното прилагане.

В резултат на Зелената сделка са приети съответните стратегически планове²:

План за действие за кръговата икономика (2020) – предлага мерки за „пълно затваряне“ на кръговия икономически цикъл и регулиране на жизнения цикъл на продуктите, принципите са приложими от производството до потреблението, през управлението на отпадъците до повторното използване на суровини. За да бъде подобро функционирането на кръговата икономика се прилагат различни мерки – предотвратяване на отпадъка, проектиране отново, стимулиране на повторното използване и подобни, което е възможно да окаже влияние за намаляване на разходите за производство. В контекста на стратегията, оползотворяването на утайки от пречиствателни станции ще окаже положително влияние за намаляване на количествата депонирани утайки.

Стратегия от фермата до трапезата (2020) - целта е:

- да се ускори прехода към устойчива хранителна верига, така че да има неутрално или положително влияние върху околната среда;

- да допринесе за смекчаването на въздействията от изменението на климата и адаптирането към тях;

- да гарантира хранителната сигурност и достъп за всички до достатъчно, безопасна и питателна храна от устойчиви източници. Гарантиране достъпността и справедлива икономическа възвръщаемост посредством насърчаване на справедливата търговия и конкурентоспособността на сектора на предлагането на ЕС. Полученият субстрат след третиране и изследване на утайките в ПСОВ е ценен продукт за наторяване на почвите и е възможно да бъде използван за постигане устойчиво производство на храни, без да поставя под риск безопасността им.

План за действие на ЕС за нулево замърсяване на въздуха, водата и почвата (2020)

- замърсяването на околната среда, въздуха, водите и почвите, има голяма ефект за намаляване на биоразнообразието и допринасят за изчезването на животински видове. Обществото страда от намаляващия брой услуги, които могат да осигурят екосистемите. Има и други негативни ефекти от замърсяването – увеличаване на разходите за здравеопазване и загубени работни дни; намаляване на производителността и добивите. Същевременно се увеличават разходите за пречистване на водите, въздуха и почвите, както и за възстановяване на екосистемните услуги (опрашване и др.). Приоритет ще бъде даден на иновациите, за да се постигне „зелен растеж“, посредством прилагане на нови, безопасни, сигурни и устойчиви технологии, с ниски емисии. Използването на утайки от ПСОВ, в контекста на плана, е свързано с избягване на замърсяването от отпадните води и последващите вредни ефекти за обществото и природата.

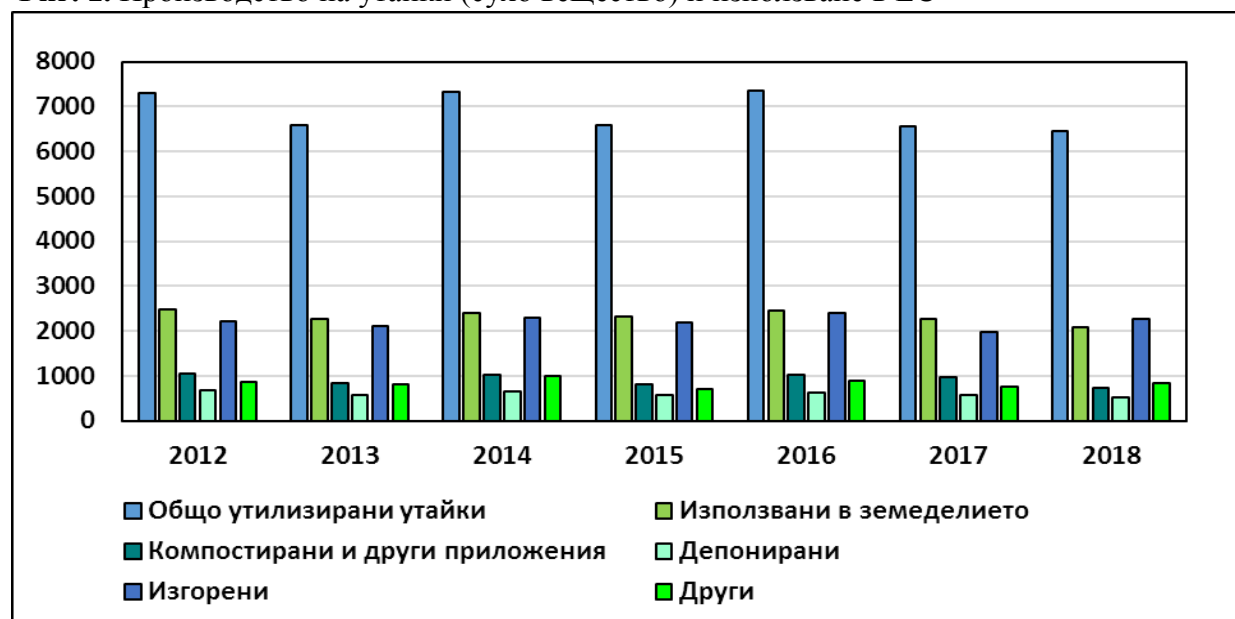
² За по-подробно разглеждане на приложимото законодателство виж TRENCON (2021).

Стратегия за химикали за устойчивост към среда без токсични вещества (2020) - фокусът на стратегията е върху химическите материали, но в контекста на кръговата икономика е важно да се стимулира рециклирането на нетоксични, чисти материали за повторна употреба. Безопасността трябва да е най-важното условие при повторното използване на материални ресурси. Намалването на вредните вещества в утайките, посредством по-добро предварително третиране и нови технологии трябва да е водещо.

Използване на утайки в земеделието на ЕС

На фиг. 1. е представено общото използване на утайки през годините – за избрания период са налични данни за повечето държави в Евростат. В разгледаните държави общата преработена утайка се движи в диапазона от 6,5 до 7,3 милиона тона.

Фиг. 1. Производство на утайки (сухо вещество) и използване в ЕС



Източник: Евростат.

*Липсват данни за Италия, Португалия, Малта и Финландия до 2016 г. За Великобритания са налични само за 2012 г.

Ръководството за събиране на данни на ОИСП/Евростат (EUROSTAT, 2021) дефинира следните основни приложения:

- Използвани в земеделието - това са всички използвани утайки от отпадъчни води като тор върху обработваема земя или пасища, като методът на приложение е без значение;

- Компост и друго приложение - всяко приложение на утайки от отпадъчни води след смесване с друг органичен материал и компостиране в паркове, градинарство и др.

- Депонирани - всички количества утайки, които се изхвърлят в депа или специални депа без никаква полезна функция.

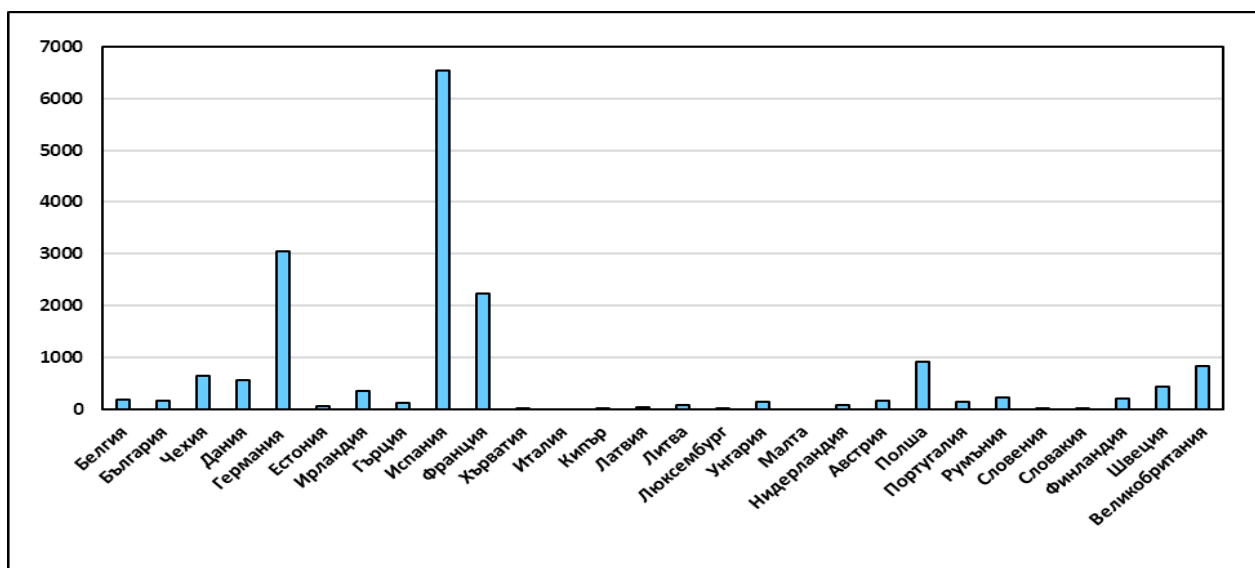
- Изгорени - всички утайки, които се обезвреждат чрез директно изгаряне или след смесване с други отпадъци.

- Други – изхвърлените в морето и други.

Не е задължително да бъдат употребени в държавата, в която се генерират. Преработената суха утайка е обект на износ в ЕС, като за 2016 г. са изнесени 340 хиляди тона. Тези утайки се използват по три основни способа - изгаряне (60%), повторно използване на утайки като гориво/ съвместно изгаряне (20%) и рециклиране/ възстановяване на органични вещества (20%). Основни страни износители за 2016 г. са Нидерландия (110 т) и Словения (41 т). Основни вносители на утайки са Германия и Унгария (Treneson, 2021). Използването на суха утайка в земеделието на ЕС се явява около 32-34% от произведените обеми за периода.

На фиг. 2. представените данни за утайки, използвани в земеделието за периода са обобщени. Държавите, използващи най-големи количества са Испания, Германия, Франция и Полша. Към тях можем да причислим и Великобритания, въпреки че наличните данни са само за 2012 г. В новите държави членки (Унгария, Литва, Латвия, Естония и нашата страна) употребата в земеделието е сравнително ниска, което може да се отдаде както на достатъчно ПОСВ, така и на липса на опит сред стопаните. Ниска е употребата и в държави от южна Европа, като Кипър и Гърция.

Фиг. 2. Утайки използвани в земеделието на ЕС-28 (2012-2018) , хил. тона*

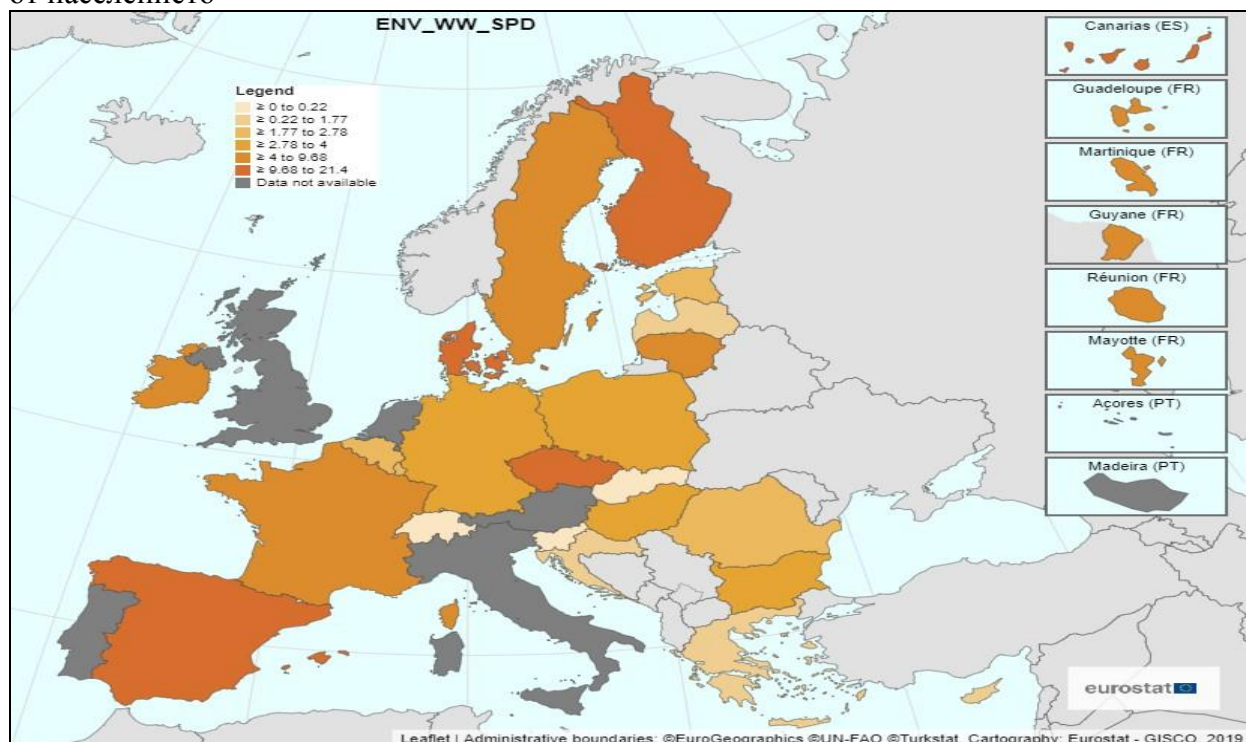


Източник: Евростат, собствени изчисления.

*Липсват данни за Италия, Португалия, Малта и Финландия до 2016 г. За Великобритания са налични само за 2012 г.

Ако направим сравнение за употребата на утайки на глава от населението за 2017 г. (Фиг. 3.), Испания, Дания, Финландия и Чехия имат най-високи стойности. В следващата група са Швеция, Франция, Германия, Литва и Полша. Повечето страни от Източна Европа попадат в следващите две групи в диапазона от 1,79 до 4 кг на човек от населението. Единствено Хърватия е в най-ниската група, с под половин килограм на човек.

Фиг. 3. Количество на използваната в земеделието на ЕС утайка през 2017 г., кг на глава от населението



Източник: Евростат.

Изводи

Използването на утайки е широко разпространено в ЕС, но ограничено както от възможностите за тяхното улавяне и преработка до безопасен субстрат, така и от желанието на стопаните да ги използват. Вероятно увеличението на цените на торовете, в резултат на войната в Украйна, ще стимулира интереса към този метод за наторяване. Друг стимул биха били мерки, свързани с прилагането на Зелената сделка и регенерирането на почвите в ЕС.

Исползвана литература:

Buckwell, A., Nadeu, E., (2016) “Nutrient Recovery and Reuse (NRR) in European agriculture A review of the issues, opportunities, and actions” RISE Foundation, Brussels.

Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A31991L0271>

Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A31991L0676>

EC (2019) The European Green Deal; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; COM (2019) 640 final;

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

EC (2020) “A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions”. COM/2020/381 final;

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0381>

EC (2020) “A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe” COM/2020/98 final

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>

EC (2021) “Pathway to a Healthy Planet for All EU Action Plan: Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil”, COM/2021/400 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0400&qid=1623311742827>

EC (2023) “COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT EVALUATION Council Directive 86/278/EEC of 12 June 1986 on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture”. SWD(2023) 158 final

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD%3A2023%3A157%3AFIN&qid=1684834620824>

EU (2020) „Thematic Strategy for Soil Protection; Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions “. COM/2006/0231 final *;

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52006DC0231>

EUROSTAT (2021) “Data Collection Manual for the OECD/Eurostat Joint Questionnaire on Inland.

ИНСТИТУЦИОНАЛНА СТРУКТУРА НА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА УТАЙКИТЕ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО

ХРАБРИН БАШЕВ, проф. д-р,
Институт по аграрна икономика - София

Въведение

Процесът на превръщане на утайките от ПСОВ от „отпадък в благо (продукт)“ е обусловен от многообразни социални, икономически, технологически, агрономически, персонални и др. фактори (Башев и Иванов, 2021, 2022; Bachev and Ivanov, 2021, 2022). Важно място в този комплекс от фактори, в който различните агенти, свързани с процеса, осъществяват своята дейност и взаимоотношения, заема институционалната структура. Институционалната среда (Institutional environment) и институциите на управление (Institutions of governance) предоставят възможности и поставят ограничения за агентите, структурират и детерминират тяхното поведение и дейност, и в крайна сметка (пред)определят ефективността на агро-екоуправлението като цяло, и ефективността и степента на използване на утайките в земеделието в частност (Башев, 2020).

В тази част на разработката се адаптира интердисциплинарната методология на Новата институционална икономика (Башев, 2020, 2023; Bachev, 2023; Furubotn and Richter, 2005; Williamson, 2005) и се прави анализ и оценка на институционалната структура на използване на утайките от ПСОВ в българското земеделие.

Методология на изследването

Институциите най-общо се дефинират като „правилата на играта“ като включват правата и задълженията на индивидуалните агенти, и системата на санкциониране на тези права и правила (North, 1991; Furubotn and Richter, 2005). Техният анализ обхваща формалните права, ограничения и правила (регламентирани от различни закони, нормативни документи и т.н.) и официалните органи и механизми за тяхното контролиране, санкциониране, оспорване и т.н. (държавни агенции, съд и т.н.). Анализът следва да включи и важните неформални права, правила и норми (детерминирани от обществото и общностите, идеологията, традицията и т.н.) и санкционирани посредством социален натиск и „наказание“ или самосанкционирани от индивидите.

Освен „външно“ (социално) наложените правила на играта (институционална среда), които са извън контрола на индивидуалните агенти, съществуват и многообразни частни, колективни и хибридни институции (институции на управление), създадени от

самите агенти за управление на техните взаимоотношения и дейност – организационни и договорни форми, професионални стандарти и кодове на поведение, и т.н. Всички те са важна част от институционалната структура и следва да бъдат идентифицирани и анализирани.

Институциите „управляват“ и структурират човешката дейност, поведение и взаимоотношения по определен (и предвидим) начин, като създават определен социален ред, който в края на краищата (пред)определя типа на аграрно развитие и степента на достигане на социално-икономическите и екологическите цели на устойчиво развитие (Башев, 2020).

За анализ и оценка на институционалната структура на оползотворяване на утайките от ПСОВ в българското земеделие се адаптира методическият подход за изучаване на системата за аграрен гавърнанс, подробно представен в други публикации на автора (Башев, 2020, 2023). Този подход се основава на по-пълно отчитане на социално-икономическите, организационни, производствени, агрономически, технологически, образователни, информационни, персонални и др. фактори, и на съвкупните (производствени, транзакционни, на трета страна и т.н.) разходи в процеса на оползотворяване на утайките от ПСОВ в селското стопанство.

Холистичният анализ на институционалната структура на оползотворяване на утайките от ПСОВ в селското стопанство следва да включи следните елементи (етапи):

- Идентифициране на агентите, участващи в процеса, и характеризиране на техните потребности, интереси, предпочитания, възможности и ограничения;

- Идентифициране на разнообразните механизми и форми, които управляват дейността и поведението и взаимоотношенията на агентите (нормативна среда, обществени програми, организационни форми, договорни споразумения, неформални институции и т.н.), и оценка на техния потенциал, стимули, разходи и ограничения за устойчиво оползотворяване на утайките от ПСОВ в земеделието;

- Оценка на резултатите от модернизация на специфичната институционална структура на оползотворяване на утайките от ПСОВ в земеделието и (еволюцията на) ефекта върху поведението, дейността и взаимоотношенията на заинтересованите агенти;

- Идентифициране на съществуващите проблеми и предизвикателства в оползотворяване на утайките от ПСОВ в селското стопанство (несъвършенства и „провали“ в институционалната структура), и на възможностите за усъвършенстване на институционалната структура в съвременните условия на развитие на отрасъла. Обосноваване на насоки за усъвършенстване на обществените политики и форми на интервенция, и на управленческите стратегии на заинтересованите агенти за подобряване на ефективността и степента на оползотворяване на утайките в земеделието.

Разработката се базира на качествен анализ на специфичната нормативна уредба и институционална структура, свързвана с оползотворяване на утайките в българското земеделие, и на резултати от анкетни проучвания, проведени през 2020-2023 г. с ръководители и експерти на градски пречиствателни станции за отпадъчни води (ПСОВ), представители на Регионални инспекции по околна среда и води (РИОСВ), заинтересовани лица и земеделски производители, оползотворяващи и неупотребяващи утайки в софийска и бургаска област. В проучените две области се образуват близо половината от общото количество на утайките на страната (ИАОС, 2021). Освен това РИОСВ в София и Бургас са определени като моделни (заедно с Благоевград и Велико Търново) в Националния стратегически план за управление на утайки от пречиствателните станции за отпадъчни води в България за периода 2014-2020 г. (НСПУУ, 2014). Съгласно официални данни в софийска област се оползотворяват най-голям дял от общо употребените утайки в земеделието на страната, достигащи 95 % през 2021 г. (ИАОС, 2021).

За оценка на специфичната институционална структура на оползотворяване на утайки от ПСОВ в българското земеделие се използва система от критерии за характеризирание на качеството и разходите на принципните ѝ компоненти (Табл. 1.). Така например при анализ на качеството на институционалната среда, следва да се оцени съответствието на нормативната уредба в страната на законодателството на ЕС, степента на яснота и познаваемост от заинтересованите агенти, степен на фактическо прилагане в „български“ условия, степен на стимулиране и ограничаване на поведението и дейността на заинтересованите агенти, степен на поддържане от съществуващите неформални правила и институции, „институционални“ (за модернизиране и прилагане на нормативната уредба), производствени и транзакционни и др. разходи за участващите агенти и обществото като цяло, и ефективност по отношение на създаден потенциал и степен на оползотворяване на образуваните утайки в селското стопанство на страната. Оценката на формите на обществена интервенция следва да се основава на тяхното съответствие на съвременните нужди на страната (например прилагане на политиките на ЕС, коригиране на случаите на пазарен и частен провал и др.), съвкупните (държавни, частни и социални) разходи за тяхното развитие и прилагане, и съвкупните (социални, икономически, екологически и т.н.) ефекти от специфичната интервенция. За оценка на пазарните и частни форми следва да се използват критериите: разнообразие на формите, степен на конкуренция (много участници и форми), стимули и ограничения за заинтересованите агенти, съвкупни (производствени, транзакционни, на трета страна и т.н.) разходи, и ефективност (социално-икономически и екологически ефекти, потенциал, провали и др.).

Таблица 1. Критерии за оценка на институционална структура на оползотворяване на утайки от ПСОВ в българското земеделие

Институционална среда	Институции на управление		
	Обществени	Пазари	Частни
Съответствие на законодателството на ЕС Яснота и разбираемост Практическа приложимост Стимули и ограничения Поддържащи неформални институции Разходи Ефективност	Съответствие на нуждите за интервенция Разходи Ефективност	Стимули и ограничения Степен на конкуренция Разходи Ефективност	Разнообразие на формите Стимули и ограничения Разходи Изгоди Ефективност

Източник: автора.

Еволюция на институционалната среда и обществените форми

Подобно на другите европейски и развити страни ефективното управление на отпадъците като цяло, и утайките от ПСОВ в частност, е важна институционална модернизация в България³. През последните две десетилетия важни фактори за тези фундаментални промени в страната са адаптирането и прилагането на цялостното (включително екологично и т.н.) законодателство на ЕС, „навлизането“ на концепцията (и идеологията) за „(екологически) устойчиво развитие“ и нейното институционализиране в официални, професионални и частни политики и поведение, и „доказан“ от науката потенциал за оползотворяване на утайки в земеделието, при рекултивацията на земи, в енергетиката и др. области. В резултат от това радикално развитие, през последните години се наблюдава значително увеличаване на утайките от ПСОВ в различни райони на страната и „необходимост“ от тяхното оползотворяване, включително и като тор (и почвен подобрител) в земеделието (Башев и Иванов, 2021). В този смисъл, в България съществува предизвикателство и протича „нов“ етап на институционална модернизация за „управление“ на процеса на превръщане на утайките от отпадък в благо (продукт)⁴. Важни движещи сили на този процес са както инициативите „отгоре“ на държавата (законодателство, нормативна уредба, обществена интервенция и др.), така и

³ Институционалната среда за модерно еко управление в България започва да се формира в предприєдинителния период на страната в ЕС и продължава да се усъвършенства в резултат на външен (европейски контрол и санкции за несъответствие) и вътрешен (политически, групи по интереси и т.н.) натиск и действия.

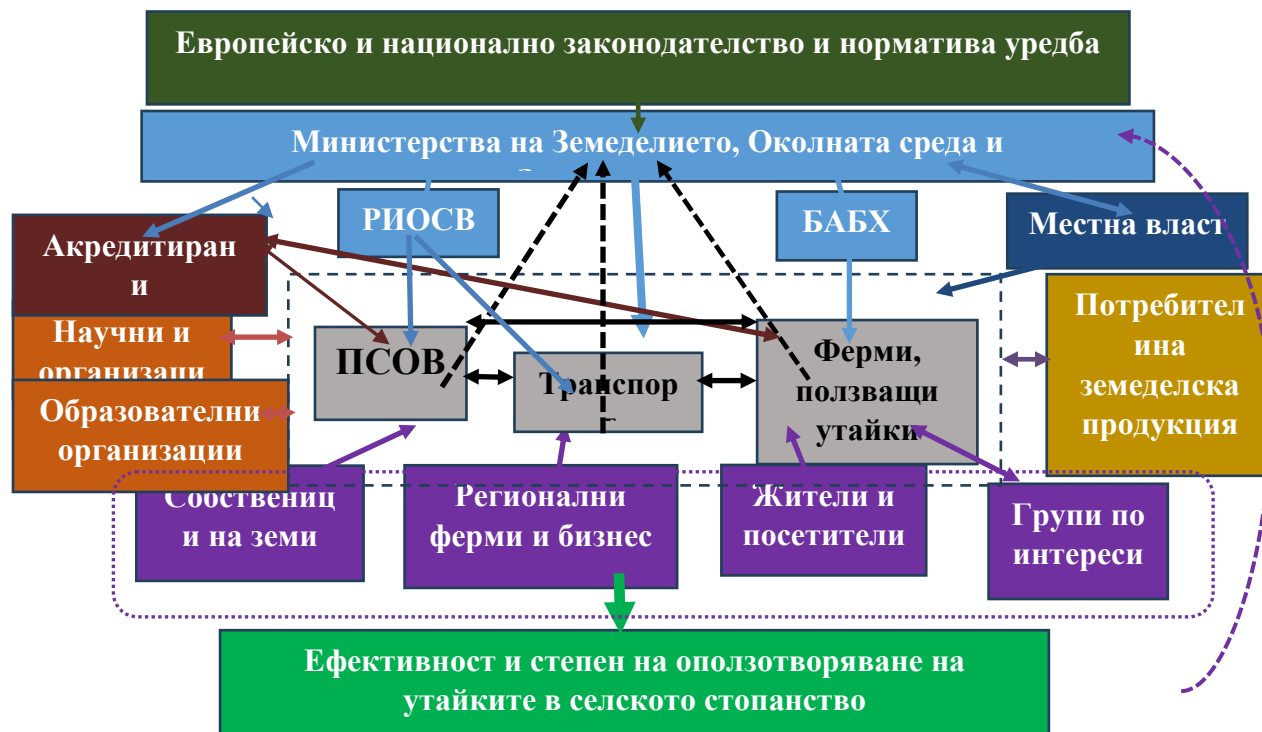
⁴ И „управлението на отпадъците (утайките от ПСОВ)“ и „управление на оползотворяването на отпадъците (утайките от ПСОВ)“, са част от нова научна дисциплина и обществена практика - „управление на кръговата икономика“.

децентрализирани частни и колективни действия „отдолу“ на заинтересован бизнес, фермери, групи по интереси, научни организации, местни общности и др.

Основните агенти и взаимоотношения в съвременната институционална структура на процеса на оползотворяване на утайките от ПСОВ в селското стопанство на България са представени на фигура 1.

Формалната институционална среда включва специфичните законодателни и нормативни разпоредби и системата за тяхното санкциониране, които регламентират правата, начините, процесите и контрола на оползотворяване на утайки в земеделието в България. Един от най-важните фактори за ефективното оползотворяване на утайките в земеделието е наличието на модерна законодателна и нормативна уредба (Башев и Иванов, 2021). Тя следва да определи правата и задълженията на различните агенти, участващи в процеса (регулаторни и контролни органи, ПСОВ, фермери, лаборатории и т.н.), стандарти за качество и безопасност на утайките, почвеното плодородие и здравето на хората и животните, норми и ограничения на прилагане и т.н. Институционалната уредба включва и разнообразни държавни политики, програми, планове и инструменти за стимулиране, за достигане на определени социални цели по отношение на оползотворяване на утайките в земеделието и другите отрасли на производството.

Фигура 1. Институционална структура на процеса на оползотворяване на утайките от ПСОВ в селското стопанство на България



Източник: автора.

При добре определени „правила на играта“ и адекватна държавна интервенция ще се създадат условия за индуциране на ефективно поведение на основните агенти и ефективно (а не само) оползотворяване на утайките в земеделието (максимализиране на положителните ефекти и минимализиране на отрицателните ефекти). Обратно, при неефективна уредба (например сложни процедури и високи разходи за получаване на разрешителни за използване от фермите) няма да има необходимата заинтересованост за участие в процеса.

В Европейския съюз формалната институционална уредба на оползотворяване на утайките от ПСОВ в земеделието има дълга история, поставена през 1986 г. с Директива на ЕИО (Директива 86/278/ЕИО, 1986). Директивата поощрява използването на утайки в земеделието, само при спазване на условието, че те се използват на площи, където не оказват отрицателно въздействие върху почвата и земеделските продукти. Основните изисквания в Директивата се свеждат до спазване на лимити, свързани със съдържанието на тежки метали и биогенни елементи в утайките и почвите, както и ограничения за годишното натоварване на земеделските земи с утайки. Също така се постановява задължително третиране на утайките преди използването им за наторяване.

Освен тази специфична уредба в ЕС съществува огромно законодателство, свързано с опазване на околната среда (почви, води, въздух, биоразнообразие, климат, комфорт на население и т.н.), което постоянно се развива и прецизира за по-добро консервиране на природните ресурси и биоразнообразието, и опазване на здравето на хората, растенията и животните. Подробно представяне и анализ на еволюцията на европейското законодателство и съдебни решения, касаещи употребата на утайки като цяло, и в земеделието в частност е направено в НСПУУ (2014). Тази постоянно модернизираща се законодателна рамка регулира поведението, дейността и взаимоотношенията на многочислените агенти и заинтересованите страни, участващи в процеса на оползотворяване на утайките от ПСОВ в отрасъла.

В отделните страни на ЕС прилагат и специфични политики и съществува различна „социална толерантност и ограничения“ по отношение на използването на утайките в селското стопанство. Новите безпокойства, свързани с разпространение на Коронавирус-19 например, са причина някои страни като Франция да регламентират задължителна дезинфекция на утайките преди употребата им в земеделието (ANSES, 2020). В резултат на всичко това степента на оползотворяване на утайките в земеделието, в страните на ЕС силно варира - от почти нула в Малта, Словения и Словакия до 80% в Ирландия (ЕС, 2016). Официална статистика за броя на земеделските стопанства оползотворяващи утайки от ПСОВ в България няма, но наше проучване установи, че на настоящия етап незначителен дял от фермите използват утайки от ПСОВ (Башев и др., 2021).

Изискванията на европейската Директива за опазване на околната среда при използване на утайки от отпадъчни води в земеделието са въведени и в националното ни законодателство, посредством редица нормативни документи, основен сред които е Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (Наредба, 2017). Първоначално този документ е приет през 2004 г. (ПМС № 339/14.12.2004 г., обн., ДВ, бр. 112/23.12.2004 г.), като са направени редица прогресивни допълнения и промени на разпоредбите през 2011 г. (ДВ, бр. 29/08.04.2011 г.), 2016 г. (ДВ, бр. 63/12.08.2016 г.) и 2017 г. (бр. 55/07.07.2017 г.).

Наредбата определя реда и начина за оползотворяване на утайките от пречиствателни станции и пречиствателни съоръжения за отпадъчни води чрез употребата им в земеделието; изискванията към производителите и потребителите на утайки, предназначени за оползотворяване в земеделието по начин, който да гарантира, че тяхното прилагане няма да има вредно въздействие върху почвата, растителността, животните и човека; реда за отчитане на оползотворените утайки; разрешителния режим при използването на утайките от ГПСОВ; и методите за вземане на проби и изпитване на утайки и почви (Наредба, 2017).

Съгласно нормативната уредба "потребители на утайки" могат да бъдат само еднолични търговци и юридически лица. Наредбата не допуска оползотворяване на утайки върху: ливади, пасища или площи, засети с фуражни култури, когато се използват за паша или фуражите се прибират в срок, по-кратък от 45 дни след употребата на утайките; почви, върху които се отглеждат плодове и зеленчуци, с изключение на овощни дървета и лозя; почви, предназначени за отглеждане на овощни, зеленчукови и други култури, които са в директен контакт с почвата и се консумират в сурово състояние, за период 10 месеца преди и по време на събиране на реколтата; крайбрежни заливаеми ивици, речни русла и защитни диги; пояс I и пояс II на санитарно-охранителни зони на водоизточниците и съоръженията за питейно-битово водоснабдяване и около водоизточниците на минерални води, използвани за лечебни, профилактични, питейни и хигиенни нужди; и в земеделски земи в защитени територии.

Оползотворяването на утайки в земеделието се допуска въз основа на разрешение. За издаването на разрешение потребителите на утайки предоставят на Българската агенция по безопасност на храните (БАБХ) информация и резултати от анализи за почвата от местата, където ще се оползотворяват утайките, за почвените характеристики: почвен тип, обемна плътност, гранулометричен състав на почвата и обща порьозност на почвата. Вземането на пробите и последващото им изпитване се извършва от акредитирани

лаборатории по определени показатели⁵. Изпитването на почвата се извършва задължително преди първоначалното оползотворяване на утайките, а след употребата им - на всеки 5 години. Разрешението съдържа: количествата утайки, отговарящи на изискванията за МДК на тежки метали в утайките,, изразени в тонове сухо вещество, които могат да се внасят годишно в почвата на единица площ; местоположението и размера на площта, върху която ще се оползотворяват утайките. Разрешението се издава за еднократно внасяне на определено количество утайки за конкретна площ.

Органите, свързани с прилагането на наредбата и контролиране на изпълнението ѝ са основен елемент от институционалната структура. Контролът по прилагането на наредбата е възложен на Министъра на земеделието, храните и горите, на Министъра на околната среда и водите и на Министъра на здравеопазването, съобразно компетенциите им. Реално тези функции се изпълняват от специализираните агенции и поделения на тези министерства, чиито функции са описани подробно в нормативните документи. Основни сред тези организации са РИОСВ и БАБХ, които издават разрешителни (лицензи) и осъществяват контрол, съответно върху „производството“ и качеството на утайките за оползотворяване в земеделието (РИОСВ), и за използването на утайките от земеделските стопанства (БАБХ).

Нормативни изисквания към управлението на утайките от пречистване на отпадъчни води се съдържат и в други официални документи, основна част от които са свързани със законодателството по управление на отпадъците и на водите. По важни елементи на институционалната структура на оползотворяване на утайки в земеделието са: Наредба № 1 за реда и образците, по които се предоставя информация за дейностите по отпадъците, както и реда за водене на публични регистри (Обн. ДВ, бр. 51/20.06.2014 г., изм. ДВ, бр. 51/19.06.2018 г., изм. и доп. ДВ, бр. 51/28.06.2019 г., изм. и доп. ДВ, бр.30/31.03.2020 г.); Наредба № 2 за класификация на отпадъците (ДВ, бр. 66/08.08.2014 г., изм. и доп., бр. 32/21.04.2017 г., бр. 46/01.06.2018 г., бр. 86/06.10.2020 г.); Закон за управление на отпадъците (Обн. ДВ, бр. 53/13.07.2012 г., изм. и доп. ДВ, бр. 19/05.03.2021 г.), Наредба за разделно събиране на биоотпадъци и третиране на биоразградимите отпадъци (Обн. ДВ, бр. 47/05 юни 2018 г.), Закон за почвите (ДВ, бр. 89/2007 г., последно изм. ДВ, бр. 66/26.07.2013 г.), Закон за опазване на земеделските земи (ДВ, бр. 35/1996 г., последно изм. ДВ, бр. 66/26.07.2013 г.), Закон за водите (ДВ бр. 67/1999 г., последно доп. ДВ, бр. 26/21.03.2014 г.), Наредба № 6 за емисионни норми за допустимото съдържание на вредни и опасни вещества в отпадъчните води, зауствани във водни обекти (ДВ, бр. 97/2000 г., последно изм. и доп. ДВ, бр. 24/23.03.2004 г.), и др.

⁵ Подробно представени в предишните части на книгата.

Може да се направи извода, че в България съществува модерна законодателна и нормативна рамка за безопасно използване на утайките в земеделието, която е базирана на съвременните европейски стандарти. Тя създава определен ред и стандарти за оползотворяване на утайките от ПСОВ в земеделието, определя лицензиращи и контролиращи органи (РИОСВ, БАБХ и др.), акредитира лаборатории за тестване на проби на утайки и почви, регулира и ограничава ползването (разрешителни за дози и площи) и ползвателите (еднолични търговци и юридически лица) на утайки от пречистването на отпадъчни води в земеделието.

Задълбочени научни експерименти, включително и в производствени условия, на водещи научни институти на Селскостопанска академия (ИП „Пушкарров“), БАН (Институт по микробиология) и Министерството на здравеопазването (Национален център за обществено здраве и анализи), Аграрен и др. университети многократно доказва агрономическата и икономическа ценност и екологическата и медицинската безопасност от оползотворяването на утайки в земеделието (Маринова, 2008). Въпреки това, в периода до приемането на съвременна нормативна уредба (до 2005 г. включително) практически няма използване на утайки в българското земеделие (ИАОС, 2005). Следователно въвеждането и прилагането на модерна нормативна уредба в страната е важен фактор, за индуцирането и разширяването на процеса за оползотворяване на утайки в селското стопанство.

През 2006 г. вече се оползотворяват в земеделието 22 520 тона сухо вещество утайки, които представляват голямата част от общо образуваните утайки в страната - 61% (НСПУУ, 2014). За периода 2004-2010 г. близо половината от количеството на образуваните утайки в страната (49%) вече са оползотворени върху земя или за рекултивация, или за земеделски площи (НСПУУ, 2014). След въвеждането на нормативната уредба дялът на оползотворените в земеделието утайки прогресивно нараства от 31% (за периода 2006-2010) на 36% (за периода 2011-2015) и достига близо 48% за последните години (за периода 2016-2021), (ИАОС, 2004-2021).

За привеждане в съответствие с европейските стандарти, след приемането на страната в ЕС, е приет и Национален стратегически план за управление на утайки от пречиствателните станции за отпадъчни води в България, за периода 2014-2020 г. (НСПУУ, 2014). Този план предвижда рециклиране и материално оползотворяване на 70% от общо образуваните утайки от ПСОВ до края на 2020 г. и нулево депониране и нецелево временно съхранение на утайки до 2020 г. За изпълнението на целите на плана се предприемат и редица интервенции на национално ниво: установяване на институционална рамка за устойчиво управление на утайките (това включва институционална структура на ниво компетентни власти, както и договорености със

зеделски стопани и потенциални потребители на утайките); установяване на законодателна рамка - нормативно обезпечаване чрез изменение и допълнение на нормативни документи в националното законодателство; предоставяне на достатъчна база данни за планиране на управлението на утайките, използвайки химичните анализи на утайките от всички ГПСОВ и от почвата, извършени от акредитирани лаборатории и управлявани от независима организация; създаване на квалифицирана система за оползотворяване на утайките в земеделието до 2015 г. в контекста на необходимостта от определяне на прагови разходни норми в земеделието (3.5 тона на хектар годишно, предложени като максимум); съставяне на професионален профил и учебна програма за работниците в ГПСОВ; създаване на система за мониторинг и контрол (ISO 9001, EMAS, ISO 14001, ISO 18001) и др.

През последните години са инвестирани значителни европейски и национални средства за модернизация на ПСОВ в страната. До този момент обаче, не са използвани инструменти на ОСП и обществени средства за финансово подпомагане на оползотворяването на утайки от земеделските производители и други агенти (транспортни фирми, посредници, колективни организации и т.н.) от тази верига. Липсата на социално признаване, интегриране в ОСП и финансиране на тази важна екосистемна услуга „оползотворяване на отпадъци“ е една от причините за бавния прогрес на оползотворяването на утайки от ПСОВ в българските ферми.

Освен това, институционалните изисквания и ограничения, и стандартите за качество и безопасност на храните и фуражите, опазване на природната среда и биоразнообразието, благосъстояние на животните и т.н. в ЕС и България постоянно се развиват и „затягат“, включително и контролът за стриктното им спазване. Тази модернизация засяга и системата за мониторинг и контрол, и тясно се „обвързва“ с подпомагането на земеделските производители с инструментите на ОСП - кръстосано съответствие, еко-платежи, еко-договори, цялостно „позеленяване“ и т.н. Успоредно с това социалната толерантност към използването на утайки във фермите в страната не показва тенденция за прогрес, поради действия на групи по интереси за защита на околната среда, потребителски организации, засегнат или в риск бизнес и местни общности и т.н. За това допринася и доминиращото „старо“ третиране на утайките от ПСОВ като отпадъци, а не продукти за последваща ефективна употреба в земеделието, в нормативни документи и от отговорните обществени агенции и работещите в тях.

Нещо повече, новоприетата от Европейския съюз през 2019 г. Зелена сделка, поставя амбициозни цели по отношение на намаляване на парниковите газове, ограничаване на използването на минерални торове и пестициди и увеличаване на площите с биологично производство до 2030 г. (The European Green Deal, 2019). В

страните на ЕС и в органите на управление на Съюза продължават дискусиите и се разработват процедурите за изпълнение на тези цели посредством инструментите на ОСП, Стратегическите планове за развитие до 2030 г. и други политики и механизми. В тази връзка съществува значителна неяснота и „институционална неопределеност“ по много въпроси, касаещи достигането на европейските и национални цели, и в частност как ще се разпредели намалението между отделните страни членки на ЕС, подотрасли на производството, аграрни и агро-екологически райони и видове земеделски производители, дали в общото намаление ще се включва и как използването на оборски тор и утайки от ПСОВ, какви ресурси ще бъдат насочвани за подпомагане на критични сфери и за зелена трансформация на отрасли, райони, дейности и т.н. От решаването на всички тези въпроси в голяма степен ще зависи и развитието на стимулите за агентите във веригата и степента на използване на утайки в земеделието през близките години.

Основни обществени агенти в институционалната структура на оползотворяването на утайки в страната са РИОСВ, БАБХ, лаборатории за тестване на проби, научни организации, местна власт и др. Техният капацитет и ефективност при прилагане на нормативната уредба е важен фактор за ускоряване на процеса на оползотворяване на утайки в земеделието. След приемането на страната в ЕС компетентността и степента на изпълнение и контролиране на процедурите, стандартите и ограниченията за ползване на утайки в земеделието, от компетентните държавни органи значително се подобри, особено през последните няколко години. Местната власт има активна роля за цялостната дейност в района, като се наблюдават значителни различия по отношение на използването на утайки в земеделието – от пълно отричане (в крайбрежните курортни зони на Бургаска област) до пълна толерантност (в Софийска област, където агентите в процеса създават работни места, наемат ресурси или предоставят услуги на местното население).

Административният капацитет на отговорните организации в различните райони на страната обаче не е еднакъв и напълно адекватен, поради недостатъчни персонални и финансови ресурси, опит, обучение и тежест на персонала, чести организационни и персонални промени, променяща се и дори отсъствие на политическа подкрепа, и т.н. В резултат съществува нееднакво разбиране и прилагане на нормативната уредба от различни лица и организации в различните обществени агенции и райони на страната.

Освен това тези йерархични по тип организации демонстрират всички недостатъци на обществените бюрокрации като: липса на заинтересованост, инициативи и ориентираност към реалните проблеми на практиката, ниска адаптивност, високи разходи и време за вземане и изпълнение на управленчески решения и т.н. Нещо повече, през последните години ефективното оползотворяването на утайки не беше сред множеството „големи“ социално-икономически и екологически проблеми и следователно,

първостепенен обществен и политически интерес и приоритет. Това затрудни значително усъвършенстването и прилагането на нормативната уредба, и подобряването на обществената подкрепа посредством различни програми, инструменти, общественостно партньорство и т.н.

Като цяло честите промени (допълнения, изменения и т.н.) в нормативната уредба създават трудности за изучаване и изпълнение както от държавните служители, така и останалите заинтересовани страни (ПСОВ, фермери, групи по интереси и др.). Нещо повече, практическото изучаване, внедряване, съблюдаване и контролиране на нормативните стандарти и ограничения е свързано със значителни персонални, капитални и текущи разходи. Много малко (големи, финансово и организационно обезпечени) ПСОВ, транспортни фирми, земеделски стопанства и друг бизнес имат възможности (потенциал, експертиза, финанси и т.н.) да се адаптират към съвременните задължителни стандарти и изисквания за модерно трансформиране, транспортиране и оползотворяване на утайки.

Голямата част от обществените интервенции (и форми) поставят ограничения и създават разходи за различните агенти по веригата, докато публичните мерки за директна (финансова, логистична и др.) подкрепа са нищожни или отсъстват. Нещо повече, все още не е разработена и приета нова дългосрочна държавна стратегия за текущия програмен период, която отразява новите потребности, съдържа мерки за преодоляване на идентифицирани в старата стратегия и новопоявили се предизвикателства, и адаптира вероятни сценарии за развитие на селското стопанство и потенциал за възможното оползотворяване на утайки в земеделието и другите сфери на икономиката в средносрочен план.

Друг добре установен факт е, че в годините на членство на страната в ЕС, се наблюдават много примери за непълно, изкривено и „по български“ изпълнение на общите политики на Съюза. Нещо повече, в страната няма дългогодишен и масов опит в използването на утайки в земеделието и почти всички агенти са извън или в началото на „кривата на познанието“. Това води до несъзнателни грешки в изпълнението и/или търсене на „ефективни“ практически решения извън нормативните рамки и т.н. Освен това, много от еко-дейностите и еко-стандартите в земеделието и свързаните сфери са трудни за ефективно контролиране от санкциониращите органи, поради висока цена или практическа невъзможност (Башев и др., 2021). Това е свързано с добре известното „масово“ неизпълнение на определени официални еко-стандарти и норми и др. и нееднаквото прилагане на процедурите в различни райони на страната, подотрасли на аграрното производство, агроecosистеми, и отделни звена на веригата за оползотворяване на утайки.

Държавните регулиращи и контролиращи органи са основен агент в системата. Те прилагат разпоредбите на законодателя и политиките, които предприема правителството и парламента. Може само да се предполага, че (подобно на други държавни структури) е вероятно да се допускат грешки, поради липса на опит в тази „нова“ област, лошо управление, и некомпетентност на заетите лица. Освен това е възможна корупция, каквато практика има във всички случаи на издаване на разрешителни, контрол на определени практики, стандарти и т.н. Вероятно има случаи и на явен или прикрит „конфликт на интереси“ на ръководители на тези звена, които са едновременно и заинтересовани лица. Същото се отнася и за някои от акредитираните лаборатории, които изпълняват важни обществени функции, но са „малко“ на брой частни структури, насочени към печалба или (поделения на) недофинансирани обществени организации, и чиято дейност не винаги е в съответствие с нормативната уредба (непрецизни тестове, купуване и фалшификация на резултати от проби и т.н.).

Освен регулиращите и контролиращи органи, основни агенти на системата са ПСОВ, транспортни фирми и използващите утайки фермери. Отношенията на ПСОВ, транспортните организации и оползотворяващите утайки стопанства с държавните органи са на „едностранна“ зависимост. Кандидатстването е доброволно, но разрешителните се „дават“, и това е свързано с дълги процедури, разходи на време, заплащане за труд, проби на утайки и почви и т.н. Освен разрешителни се определят (ограничават) и други параметри на процеса – използвана технология, задължителни стандарти, периоди във времето, цени и т.н.

Контролът за изпълнение на (различни аспекти на) нормативните разпоредбите е разделен между много структури в системата на Министерство на земеделието, Министерство на околната среда, Министерство на здравеопазването и т.н. Това усложнява координацията между тях, дублира дейността, и често създава трудности за другите участници. В същото време има ситуация на малко играчи, и агентите се „познават“ добре, което би следвало да улеснява взаимоотношенията в интерес на „общата“ ефективност. Тази ситуация често допринася за лесно развитие на „лични връзки“ и (частни) „коалиции“, които са в ущърб на ефективното прилагане на нормативната уредба. Основен проблем, който настоящето проучване установи, е бавното издаване на нови разрешителни от държавните органи. Освен това, еднократното лицензиране на основни агенти във веригата (като ПСОВ за производство на утайки, транспортни фирми за превоз на утайки и т.н.) и редкия (често само по получени сигнали) контрол, не допринасят за ефективното поддържане на качествените стандарти, предвидени в нормативната уредба.

Освен това високата асиметрия на информацията между заинтересованите агенти (държавата, ПСОВ, фермери, потребители и т.н.) предоставя голяма възможност и създава стимули за неизпълнение (нарушаване) на изискванията на нормативната уредба както от ПСОВ, така и от оползотворяващи утайките земеделски производители. Така например, често се практикува предоставяне на фермерите от ПСОВ, транспортиране, и внасяне в земеделските земи на непълно третирана утайка, прилагат се по-високи от позволените норми утайка на единица земеделска площ, прилагат се утайки и върху неоторизирани (неразрешени) земеделски участъци, и не се прилага утайка по указания начин (с едновременно заравяне) и т.н. Всичко това е свързано с редица рискове и отрицателни ефекти по отношение на чистота на пътища, почва, води, и въздух, здравето на работещите в стопанствата, потребителите на произведената продукция и т.н.

Противоречията и конфликтите на заинтересованите агенти (и индивидуалните, стопански и обществени ефекти) в процеса налага разработване на специална система за управление и контрол на оползотворяване на утайките като цяло, и в земеделието в частност. Това е свързано с допълнителни разходи за отделните агенти и обществото като цяло (данъкоплатците) – за поддържане на държавни органи, за изучаване и спазване на нормативната уредба, за правене на почвени проби, за получаване на разрешителни, за взаимоотношения с държавни институции, и т.н. Въвеждането на система на разрешителни и контрол също така е свързано с развитие на „отношения на зависимост“, а така също на възможност за нерегламентирани плащания (и корупция) за бързо и/или неправомерно получаване на разрешителни, за занижен или неефективен контрол на изпълнение на законовите норми и ограничения, и в резултат за недостатъчно или неефективно оползотворяване на утайките в земеделието. Проучването ни също установи, че са налице и „конфликти на интереси“ като ръководители и експерти на ПСОВ са едновременно и заинтересовани фермери.

Степента на фактическо неизпълнение на ограниченията на нормативната уредба в страната като цяло е трудно да се прецени, тъй като участващите агенти не са заинтересовани да споделят този тип информация, а точното „измерване“ на този вид ефекти е невъзможно да се осъществи от трети страни (изследователи, независими експерти и др.).

Научните изследвания в тази „нова“ област за епизодични, недофинансирани, непредставителни, в малки мащаби и експериментални участъци, с „идеални“, вместо реални проби, и без включване на произвеждащите и транспортиращите утайки организации и използващите утайки земеделски стопанства (високо недоверие, незаинтересованост, нежелание за публикуване на резултатите и т.н.). Нещо повече, рядко се извършват системни между и интердисциплинарни изследвания с обединяване на

усилия на експерти, работещи в тази област от различни организации (ССА, БАН, университети и т.н.) за да се оценят реално постиженията и разкрият многообразните предизвикателства.

Важен фактор за повишаване на оползотворяването на утайки в земеделието е наличието на многостранна, актуална и надеждна информация за възможностите, начините, условията, ефектите, предизвикателствата и рисковете, свързани с оползотворяване на утайки в земеделието. Адекватна нормативна, научна, експериментална и практическа информация е важна не само за земеделските производители, но и за всички останали участници в този процес – държавни органи и служители, ПСОВ, земеделски производители, заинтересовани лица, крайни потребители и широката общественост.

Нашето проучване установи, че подобна информация на български език (единствено достъпен за болшинството от агентите) и за специфичните условия на страната и отделни нейни райони е много оскъдна и често противоречива. Широкодостъпни са много малко публикации, предимно в малко четени от фермери, бизнес, широката общественост и т.н. академични издания, които са основно базирани на опитни и лабораторни експерименти, най-често представени на чужд език. Така например при търсене в Гугъл през последните години могат да се намерят малко на брой публикации, от ограничен брой автори. В медиите се появява епизодична информация предимно за нормативни документи или публикации индуцирани от заинтересовани страни.

Нещо повече, практически липсват цялостни оценки на реалните социално-икономически и съпътстващи ефекти от оползотворяване на утайки при земеделски производители от различен тип, специализация и местоположение. Освен това, резултатите от публикуваните научни, експериментални и лабораторни изпитвания и тестове се базират на идеални условия (оптимална агротехника, правилни норми на торене, добро управление и т.н.), което съществено се различава от реалната практика на фермите. Така например опитите се правят с идеално третирана утайка, докато в практиката утайката често се доставя и внася в различно от нормативните изисквания състояние – нетретирана или частично третирана, с повишена влажност и т.н.

Проучването установи, че много земеделски производители са частично запознати за възможността за оползотворяване на утайки, но съществува силен дефицит на информация за необходимите условия, потенциални ефекти, рискове, разходи и т.н. Недостигът на адекватна информация по тези въпроси също така се отразява негативно на нагласите на населението, производителите в района, и на междините и крайни купувачи на продукта. Информационният дефицит най-често се „запълва“ с невярна информация за

възможните ефекти от земеделското оползотворяване и съпротива както от страна на земеделските производители, така и от другите заинтересовани лица.

В някои научни институти на ССА и др. институции има дългогодишни изследвания на химико-биологичните и агрономическите ефекти от използването на утайки в селското стопанство. Обемът и характерът на тези изследвания обаче не съответства на съвременните потребности на земеделските производители и обществото. Не съществуват и междудисциплинарни изследвания, посветени на този важен проблем. Липсват независими тестове и демонстрации и популяризиране на практическото оползотворяване на утайки в експериментални или стопански условия, както и специфични указания за оптималното прилагане при стопанства, с различна специализация, размери, екологическо и географско местоположение и т.н.

В страната все още липсва надеждна информация за количеството и качеството на образуваните утайки и тяхното оползотворяване в земеделието. Констатират се огромни несъответствия между цифрите в различни „официални“ източници и като цяло неточност във фактическите и прогнозните данни за количествата образувани, третирани и оползотворени утайки в България (НСПУУ, 2014). Често дори е трудно да се ползва официално налична информация – например докладите на ИАОС за оползотворяване на утайки за 2017 г. и 2020 г. са недостъпни, много официални документи и оценки не се публикуват и т.н. С малки изключения (Иванов и др., 2021; ИАИ, 2021; Маринова, 2008; Саров, 2020; Ivanov and Vachev, 2021) липсват и задълбочените оценки и изследвания на многообразните ползи, ефекти и критични фактори на оползотворяване на утайките в земеделието. Не съществуват и оценки за алтернативните и хибридни форми на оползотворявания на утайките от ПСОВ в различни условия. Добре известно е например, че в дългосрочен план трябва да се търсят други алтернативи за оползотворяване на утайките, като например компостирането съвместно с биоотпадъците, производство на биоенергия чрез самостоятелното изгаряне на утайки и допълнително оползотворяване на фосфора от пепелта или директно по време на течната фаза в ГПСОВ (НСПУУ, 2014).

Официални оценки показват, че оползотворяването на утайки от отпадъчни води в нехранителния сектор на земеделието, няма да има проблеми, свързани с недостиг на земи, дори и при сценарий за значително намаляване въпреки на разходните норми на утайка (НСПУУ, 2014). Липсват обаче институционни гаранции, че същите земи ще бъдат използвани за отглеждането на нехранителни култури и в бъдеще, а следователно и надеждни оценки на риска от трайно замърсяване на почвите.

Всички тези информационни проблеми, не дават възможност да се вземат информирани решения от различните агенти и на различни нива на управление на процеса, и създава недоверие и резистентност към разширяването на процеса на

оползотворяване на утайките в земеделието и другите сектори на икономиката. Информационният вакуум от провала на публичния сектор не рядко се запълва с непълна, противоречива или недостоверна информация в медии от различен вид, от некомпетентни или частни източници, и в частен групов или корпоративен интерес.

Оползотворяването на утайките в земеделието е комплексен и динамичен процес, който изисква и дългосрочно специализирано обучение и консултиране на фермерите. Проучването ни установи, че в страната няма специализирано обучение и консултации, посветени на оползотворяването на утайки в земеделието. Така например в аграрните и свързани университети, ССА и НССЗ няма висококвалифицирани експерти и курсове за дългосрочно обучение и консултиране на заинтересовани фермери. Някои фермери също посочват, че „нямат доверие на родните институти“ и заради това не търсят техните услуги. Всичко това силно затруднява ефективния преход към оползотворяване на утайки в земеделието.

Някои от използващите утайки в земеделието фермери провеждат свои експерименти, откриват свои решения и/или търсят и намират необходимата информация и обучение, включително и в чужбина. Част от тях се консултират взаимно, като обменят опит и полезна информация или търсят външни съвети от частни консултанти, експерти на ПСОВ, научни работници и т.н. В същото време, в зависимост от персоналните качества (управленчески опит, квалификация, иновативност и т.н.) самообучението или „придобиването на знания посредством опита“ изисква различно време и дава различни резултати при отделните фермери, като в някои случаи може да доведе до неправилно или неефективно използване на утайки, а не рядко и до отказ от използване на утайки в стопанствата.

Прочуването ни установи обаче, че повечето от ползващите утайки фермери, не са склонни да споделят своя опит поради различни причини – липса на време, нежелание за публичност, фирмена тайна за добиви и печалби от конкурентите и т.н. Важна причина за това е и, че те не желаят да нарасне интереса на нови фермери към използване на утайки, тъй като това ще повиши търсенето в района, увеличи „цената“ и намали „изгодния“ достъп до ограничения ресурс „утайка“. Това допълнително забавя разпространението на тази нова практика в страната.

Частни инициативи и форми

Основни частни агенти, които имат отношение към оползотворяването на утайки в земеделието са организациите във веригата – ПСОВ (произвеждащи утайки), транспортни фирми (транспортиращи утайките от ПСОВ до фермите) и използващите утайки земеделски производители. Освен това важно място в институционалната структура

заемат и поземлените собственици, фермерите и бизнесът в района, населението и посетителите на района, търговци, преработватели, крайните потребители, групи по интереси и т.н. (Фиг. 1.). Важен компонент на анализа на институционалните структури са интересите и стимулите на участващите агенти и характера на техните взаимоотношения.

Отношенията между ПСОВ и използващите фермери са договорни, базирани на едногодишни или многогодишни частни споразумения. Като всички договори, страните са „свободни“ да уточняват (спазарят) условията на размяна и прекратяват отношенията си при липса на заинтересованост. На практика обаче липсва свободен пазар (много участници) на утайки за оползотворяване, като доминират регионални монополи в производството (ПСОВ) и малко на брой потенциални превозвачи (за специализиран транспорт) и крайни ползватели – само ферми със статут на еднолични търговци и юридически лица (кооперации, търговски дружества и др.). Нещо повече, всеки от участниците във веригата следва да бъде лицензиран от компетентен държавен орган за да се гарантира обществения интерес (задължителни разрешителни за третиране, транспортиране и земеделско оползотворяване на утайки).

Следователно е налице типична хибридна организация с участие на трета страна (държавата), при лицензиране и контролиране на агентите за транзакция и редица технологически характеристики (точно определени площи и обем на приложение на утайките в лицензираното стопанство) на транзакциите. Нещо повече, много от характеристиките, на които трябва задължително да отговаря продуктът и начинът на неговото оползотворяване са (пред) определени от нормативната уредба. Посредством частния договор между ПСОВ и фермера се прехвърля „право за оползотворяване на третиран отпадък - утайка върху оторизирани от компетентен държавен орган площи, обработвани от фермата“. Много често правото за земеделско оползотворяване се предоставя „в пакет“ с услуги от страна на ПСОВ – например „уреждане на разрешително за използване на утайки“, транспортиране на утайката и разстилане на утайките върху земеделските земи и т.н.). Утайката обикновено се предоставя на фермера безплатно, като ползвателят само заплаща разходите за гориво за транспортиране и разстилане (пример в Софийска област). Отсъствието на цена и заплащане за утайката е израз на взаимната изгода на този некомерсиален (паричен) обмен.

По принцип всички ПСОВ следва да имат интерес и разработени стратегии за ефективно управление, и в съвременния етап за ефективно оползотворяване на утайките. Когато количеството на образуваните утайки е значително, това прави възможно технологически модерно и икономически изгодно третиране и открива възможност за алтернативно оползотворяване (вместо депониране и изгаряне). Стимулите за ПСОВ за безвъзмездно предоставяне на утайки на фермерите са стратегия за дългосрочно

корпоративно развитие, връзки с обществеността (позитивен еко имидж, липса на недоволство от местното население), силен обществен натиск, липса на терени за депониране, а така също и значителни икономии на разходи за депониране, унищожаване, алтернативно използване, заплащане на санкции за нарушения на нормативната уредба и т.н.

Изгодите за оползотворяващите утайки фермери са многообразни позитиви (икономически, агрономически, производствени, екологически и други ефекти), подробно представени в друга наша публикация (Башев и Иванов, 2021). Нашето проучване установи, че всички ползватели на утайки за едри производители, които имат силен интерес за минимизиране на разходите от химическо торене и имат капацитет да поемат допълнителните разходи за „външни“ взаимоотношения с ПСОВ и държавните органи, експериментиране, обучение, реорганизиране на производствения процес и управлението, поемане на риск и евентуални загуби и т.н., необходими за земеделското оползотворяване на утайките. Внасянето на утайки в земеделските земи изисква промяна на агротехниката и нова по-добра организация и управление на производството, което е причина да се предприема от предимно иновативни земеделски предприемачи.

Дори и когато транспортирането се извършва от специализиран (пазарен) агент, например транспортна фирма, това задължително следва да се предшества от лицензиране на агентите по веригата и сключване на договор между ПСОВ и използваща утайката ферма. В този случай се договаря цена на (транспортната) услуга, която се заплаща индивидуално или съвместно от ПСОВ и/или ползващия утайката фермер. Предвид големия потенциал за разширяване на бизнеса, една транспортна фирма в бургаска област полага големи усилия за увеличаване на земеделското оползотворяване на утайките от ПСОВ, включително и чрез лобиране за подпомагане на земеделските производители чрез инструментите на ОСП.

На пръв поглед е налице (квази)монополна ситуация в договорните отношения между ПСОВ и оползотворяващите утайки стопанства. Нашето проучване обаче установи, че тези отношенията са на „двустранна“ (симетрична) зависимост – капацитетна, по местонахождение, време за снабдяване и т.н., поради високите транспортни разходи и други ограничения. Земеделското оползотворяване на утайките в страната е в начален етап, и активите на ПСОВ за третиране на образуваните утайки и получения „продукт“ се оказват в частична или пълна висока двустранна зависимост с активите (земеделските земи с получени разрешителни) на ползващите стопанства в района. Степента на тази зависимост е детерминирана от количеството утайки за „земеделско“ оползотворяване и (ограничения) броя на разрешителни за използване на утайки в площите на определени фермери. Често съществува силна двустранна зависимост и между производството на

утайки и тяхното транспортиране до фермата със специализиран транспорт. Това е причина някои големи ПСОВ да интегрират тези активи и дейност и да реализират икономии на транспортни и транзакционни разходи (какъвто е случаят в софийска област).

Високата симетрична зависимост е основа за развитие на дългогодишни взаимоотношения между едни и същи партньори. Нашето проучване в софийска област потвърди, че повечето от ползващите утайки стопанства го правят за продължителен период от време, достигащ в някои случаи до две десетилетия. Дългосрочното сътрудничество между едни и същи партньори способства за добро опознаване, развитие на доверие, стремеж за сътрудничество, ограничаване на опортюнизма, споделяне на информация и разработване на механизми за координиране и разрешаване на конфликти, както и минимизиране на транзакционни разходи. Това допълнително улеснява взаимоотношенията, намалява свързаните с тях разходи и повишава ефективността на оползотворяване на утайки в земеделието.

Заедно с икономическите изгоди за фермите, оползотворяване на утайките е свързано и с допълнителни разходи за взаимоотношения с ПСОВ, контролиращите органи, правене на почвени проби и т.н. Така например договорите между ПСОВ и фермерите не са изчерпателни, изискват допълнителни разходи за координиране и преодоляване на евентуални конфликти и т.н. Несвършените договори също така дават възможност за едностранно „нарушаване“ на споразумението от ПСОВ за сметка на фермерите – ненавременна доставка, доставка на утайки в различно количество и качество, временно преустановяване на доставките за успокояване на общественото недоволство и т.н. Освен това ПСОВ обикновено прилагат стандартни договори, неадаптирани към условията на конкретните ферми. Това допълнително увеличава разходите в процеса на оползотворяване на утайки за адаптация, координация между партньорите, оспорване и т.н.

Широко прилаганата практика на едногодишни споразумения на големите арендни земеделски стопанства с многочислени (стотици и дори хиляди) поземлени собственици също създава допълнителен риск от щети (загуба на еднократните дълговременни вложения, свързани с доставката и използването на утайки), при отказ от възобновяване на договора от страна на поземления собственик върху площи с утайки или разрешителни, през новия стопански сезон (алтернативно ползване, продажба, предоставяне на друг арендатор, нежелание за влагане на утайки и т.н.).

От друга страна (насочените към печалба) ПСОВ също се стремят да минимизират своите разходи за земеделско оползотворяване на утайки и предпочитат като контрагенти големи ферми в близост по депата за утайки – икономии на разходи за договаряне и

взаимоотношения, за получаване на разрешителни (такси няма, но „бумажината“ и чакането е голямо), почвени проби, за транспортиране на утайки и т.н. При всички случаи когато транзакционните разходи за земеделските производители и/или ПСОВ са много високи, земеделското оползотворяване на утайки се намалява или напълно блокира, независимо от потенциалните (производствени, икономически и др.) изгоди за двете страни. Така например проучването в бургаска област установи, че оползотворяващ в миналото утайки едър фермер е преустановил тази дейност поради високи разходи за разрешителни, почвени проби и транспорт.

В бъдеще ефективността и стимулите за прилагането на утайки, вместо минерални торове, в земеделието ще зависи силно (право пропорционално) от динамиката на цените на минералните торове от различен вид (предимно N и P, чийто заместител е утайката). Освен това интересът към използването на утайки може да нарасне при задължително или доброволно (срещу получаване на обществени субсидии) ограничаване на употребата на минерални торове в отделни райони, производства или типове стопанства в ЕС. Важен ограничаващ фактор е институционалната неопределеност, свързана със прилагане на Зелената сделка, еволюцията на обществената толерантност и развитието на пазарите и отношение на потребителите.

Някои от ПСОВ планират в бъдеще да продават утайката на заинтересованите земеделски производители, например в софийска област. По този начин договорите за снабдяване на утайки ще се комерсиализират и превърнат в договори за „покупко-продажба на продукт (утайка)“, като за прехвърляне на „правото на оползотворяване“ ще се плаща цена от страна на фермера или друг междинен купувач на едро.

Много от проучените фермери обаче смятат, че ако утайката не се предоставя безплатно, а се продава като продукт за наторяване, това би ограничило допълнително нейното земеделско използване. В страната няма пазар за подобен продукт и предлагането ще бъде монополно (единствен доставчик) в съответните райони на ПСОВ. В същото време този продукт не е силно специфичен за фермата, тъй като има множество алтернативи сред другите (минерални, оборски и др.) торове. Нещо повече, конкуренцията и при фирмите снабдители на минерални торове е голяма, като обикновено минералните торове се продават в „пакет“ с допълнителни услуги (кредитиране, отсрочено плащане, консултиране, предоставяне на семена и т.н.). Следователно не може да се очаква силно развитие на „пазара на утайки“ и търговия на утайки на високи цени в близките години. Следователно повишените и растящи разходи за ефективно оползотворяване на утайки като цяло, и в земеделието в частност, ще продължават основно да се покриват от ПСОВ (и респективно от потребителите на вода) и/или от обществени програми (респективно от европейски, национални или местни данъкоплатци).

Другите заинтересовани лица (поземлени собственици, съседни ферми и бизнес, население в района, групи по интереси, потребители и т.н.) също участват „във взаимоотношения“ с ПСОВ, използващите утайка фермери и обществените органи. Индивидуалните агенти обаче нямат „сила“ да променят господстващите практики, поради незначителни размери на (негативния) ефекта върху тях, високите индивидуални разходи и възможности за „свободна езда“ (един инвестира разходи, а всички се възползват при успех), трудностите за общи „колективни действия“ на агенти с разнопосочни интереси, силови позиции на и „зависимост“ от големите (образуващи, транспортиращи и ползващи утайки) производители в района и др. Само когато ефектът е силно негативен и пряк (например силна миризма при доставка и разстилане на утайки), са практически възможни силни колективни действия на населението в района, които често водят до прекратяване на доставките на утайки за кратки периоди от време (преди тяхното възобновяване след това).

Най-често съществува психологическа бариера поради „особения характер“ на тази тор (подобрител на почвата) както в самите фермери, така и в поземлените собственици (арендуващи земите си на ползваща утайката ферма), жителите на района, локалния фермерски (животновъдство, биологично или екологично земеделие и др.) и друг заинтересован бизнес (туристически и т.н.), групи по интереси (еколози, медици, защита на потребителите и т.н.) за потенциалните негативни ефекти от използване на утайки в земеделските земи върху качеството на почвите и биоразнообразието, както и здравето на растенията, животните и хората. Следва задълбочено да се анализират тези неформални правила на играта и как те засягат всяка от заинтересованите страни. В други страни на ЕС, например в райони със силно развито животновъдство и масово прилагане на оборски тор, съществува и по-висока толерантност към прилагането на утайки в земеделието както от фермерите, така и от населението като цяло.

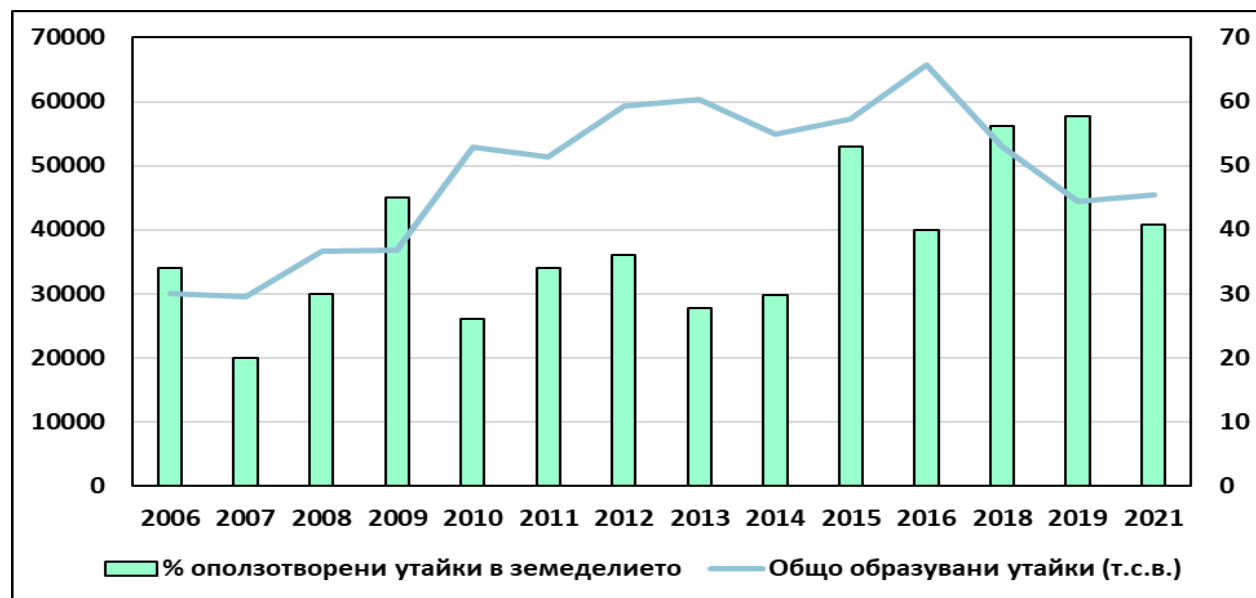
Пазарът и купувачите също така все още не са „отворени“ към широкото прилагане на утайки в земеделието. Много купувачи на едро и крайни потребители подлагат на съмнение безопасността на продукцията, произведена с използване на утайки. Често това е свързано с понижени продажни цени на фермерската продукция и високи разходи за маркетинг (включително и на недобросъвестно деклариране на ползването на утайки). Не на последно място, в самите фермери и другите заинтересовани лица съществува загриженост от дългосрочните ефекти от използването на утайки върху природната среда – чистота и качество на почвите и водите, отъпкването на земеделските земи, опазване на естественото биоразнообразие, поддържане на екологическата устойчивост на стопанствата и т.н.

Заинтересованите агенти могат и участват в модернизирването на националните и европейски политики, включително и в областта на оползотворяване на утайки от ПСОВ. Обратното въздействие на тези елементи на институционалната структура обаче е силно ограничено, поради това че „политическият процес“ е бавен, с различни приоритети и не винаги в интерес на общата ефективност. Същото се отнася и за директното въздействие на тези агенти върху развитието на пазарите на продукти и ресурси (торове, земеделски земи и т.н.) и природната среда поради липса на пълна информация, комплексност, голяма неопределеност и необходимост от скъпи и продължителни колективни действия в огромни размери и мащаби.

Съгласно официалната статистика до 2020 г. е достигната една от целите на Националния стратегически план за управление на утайки от пречиствателните станции за отпадъчни води в България, като материално са оползотворени 70% от общо образуваните утайки от ГПСОВ в страната (ИАОС, 2021). В същото време реализацията на друга важна стратегическа цел „нулево депониране и нецелево временно съхранение на утайки“ е значително забавено и едва ли ще бъде достигнато в близките години.

Въздействието на институционалната структура върху оползотворяването на утайки в земеделието на страната е илюстрирано на фигура 2.

Фигура 2. Еволюция на образуваните утайки от ПСОВ и дял на оползотворените утайки в земеделието



Източник: ИАОС.

Количеството на образуваните в страната утайки от ПСОВ нараства прогресивно в периода 2006-2016 г., след което бележи значителен спад. Делът на оползотворените утайки в селското стопанство в страната се колебае в значителни граници след 2006 г. – от

20% (2007 г.) до 58% (2018 г.). Следователно институционалната среда и институциите на управление не създават благоприятни условия за устойчиво и нарастващо оползотворяване на утайки от ПСОВ в българското земеделие. Нещо повече, в различните райони на страната не съществува еднаква институционална ефективност и болшинството от оползотворените в земеделието утайки са в софийска област (ИАОС, 2006-2021). Положителният опит на ПСОВ и използващи утайки фермери в софийска област следва да бъде задълбочено изучаван и репликиран в останалите райони на страната. Също така следва да се идентифицират основните фактори и тяхната значимост, които затрудняват развитието на този процес в останалите райони на страната.

Заключение

Оползотворяването на утайките по принцип, и в земеделието в частност, не е автоматичен, а комплексен процес, който зависи от множество институционални, производствени, икономически, психологически, социални, екологически и т.н. фактори. Специфичната институционална структура на този процес в голяма степен предопределя и неговата ефективност, и следва да бъде задълбочено изучавана. Тази разработка е само начало на необходимите системни изследвания в тази нова и важна област.

Настоящото изследване установи, че през последните две десетилетия институционалната структура (нормативна уредба, обществени, частни, пазарни и хибридни форми) на оползотворяване на утайки в българското земеделие значително се подобри. В резултат на това се наблюдава и голям прогрес в земеделското използване на утайките в страната. В същото време обаче, е констатирано нееднакво и неустойчиво развитие на този процес в различните райони на страната. Следователно следва да се идентифицират всички фактори, ограничаващи поведението на свързаните агенти и водещи до тези колебания в оползотворяването на утайки.

Предвид на актуалността им междудисциплинарните изследвания и оценки на институционалната структура и факторите на оползотворяване на утайки в земеделието следва да се разширяват и обогатяват. За това обаче е необходимо събиране на нов тип микро и макро информация от всички заинтересовани страни, включително и чрез официалната система на агростатистика в страната и ЕС. Освен идентификация на критичните фактори, въздействащи на поведението на агентите по веригата, следва да се оцени и степента на тяхната значимост и да се идентифицират съществуващите провали в институционалната уредба и системата на стимулиране. На тази основа могат да се изготвят и подробни препоръки за усъвършенстване на обществените политики, управленческите стратегии на ПСОВ и потенциалните и ползващи утайки земеделски производители, за подобряване на този процес.

Предвид на водещата роля на обществената интервенция в тази област, следва да се разработи и Нова национална стратегия за оползотворяване на утайките от ПСОВ, отразяваща съвременните условия и социални приоритети и да се предприемат специални мерки за подкрепа на заинтересованите страни, включително и на земеделски производители с инструменти на ОСП. Пример в това отношение е включването на утайките в официалния списък на подобрители на почвата, чието използване за заместване на минералното торене във фермите се субсидира през текущия програмен период.

Не на последно място следва да се изучават тенденциите в развитието на институционалната структура и оползотворяването на утайки в другите страни на ЕС за да може да се прецени къде се намира България и накъде следва да се насочат усилията в бъдеще. Всеки положителен и негативен опит в това отношение следва своевременно да се популяризира, за да може да се подпомогне вземането на управленчески решения на различни нива.

Използвана литература:

Башев Х. (2020): ДЕФИНИРАНЕ, АНАЛИЗИРАНЕ И УСЪВЪРШЕНСТВАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА УСЛУГИТЕ НА АГРО-ЕКОСИТЕМИТЕ, Икономическа мисъл, бр. 4, 3-30.

Башев Х., Б. Иванов (2021): Превръщането на утайките от пречистването на отпадъчни води в продукт и оползотворяването им в селското стопанство, Земеделие плюс, бр. 299 (част 1) и бр. 300 (част 2).

Башев Х., Б. Иванов (2022): Фактори за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води в селското стопанство на България, Икономика и управление на селското стопанство, No 2, 43-62.

Башев Х. (2023): Подход за дефиниране и анализиране на аграрното управление (governance), Икономически и социални алтернативи, 3 (в процес на публикация).

Башев Х., Б. Иванов, Д. Митова, И. Боевски, П. Маринов, А. Саров, Д. Цвяткова, К. Костенаров, Д. Ванев (2021): МЕХАНИЗМИ И ФОРМИ НА УПРАВЛЕНИЕ НА АГРОЕКОСИСТЕМНИТЕ УСЛУГИ В БЪЛГАРИЯ, ИАИ, София.

Иванов Б., С. Маринова, Х. Башев, В. Георгиева (2020): Икономически и екологични ефекти от използване на утайките в земеделието, Екологично инженерство и опазване на околната среда, 3, 44-53.

Маринова С. (2008): Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване, София.

Саров А. (2020): Социално-икономически, екологични и управленчески аспекти при оползотворяването на утайки в земеделието, получени при пречистване на отпадъчни води, Икономика и управление на селското стопанство, 1, 58-69.

Директива 86/278/ЕИО (1986): Директива 86/278/ ЕИО на Съвета от 12 юни 1986 година за опазване на околната среда, и по-специално на почвата, при използване на утайки от отпадъчни води в земеделието, ЕС.

Наредба (2017): Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (приета с ПМС № 201 от 04.08.2016г., Обн. ДВ. бр.63 от 12 Август 2016 г., изм. ДВ. бр.55 от 7 Юли 2017 г.).

НСПУУ (2014): Национален стратегически план за управление на утайки от пречиствателните станции за отпадъчни води в България за периода 2014- 2020г., Министерство на околната среда и водите, София.

ИАОС (2004-2021): ДОКЛАДИ ОТ ИЗПЪЛНИТЕЛНА АГЕНЦИЯ ПО ОКОЛНА СРЕДА СЪГЛАСНО ЧЛ. 16, АЛ. 1 ОТ НАРЕДБА ЗА РЕДА И НАЧИНА ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА УТАЙКИ ОТ ПРЕЧИСТВАНЕТО НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ ЧРЕЗ УПОТРЕБАТА ИМ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО, ИАОС, София.

ANSES (2020): Sewage sludge produced during the COVID-19 epidemic can only be applied to fields after disinfection, The French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety, 02/04/2020.

Bachev H. (2023): Agrarian Governance – Who, What, Why, How, Where, When, Price, Theoretical and Practical Research in Economic Fields, Vol. XIV, Issue 1(27), 105-125.

Bachev H. (2023): What is Agrarian Governance, in A. Tavidze (Editor) Progress in Economics Research, Vol. 51, Nova Science Publisher, New York.

Bachev H., B. Ivanov and A. Sarov (2020): Unpacking Governance Sustainability of Bulgarian Agriculture, Икономически изследвания, 6, 106-137.

Bachev H., B. Ivanov (2021): A study on wastewater treatment sludge utilization in Bulgarian agriculture, Technology audit and production reserves, 5 (4 (61), 35-44.

Bachev H., B. Ivanov (2021): Identification of Factors for Agricultural Use of Sludge from Wastewater Treatment in Bulgaria, The IUP Journal of Supply Chain Management, vol.18, No 3, 48-71.

Bachev H., B. Ivanov (2021): Efficiency and Factors for Agricultural Use of Sludge in Circular Bulgarian Economy, Journal of Applied Economic Sciences, Volume XVI, Issue 3(73), 280-301.

Bachev H., B. Ivanov (2021): AGRICULTURAL SLUDGE UTILIZATION IN BULGARIAN CIRCULAR ECONOMY, in Progress in Economics Research. Volume 48, Albert Tavidze (Editor), Nova Science, 53-86.

Bachev H. and B. Ivanov (2022): Transforming Sludge from a Waste into Product in Circular Economy of Bulgarian Agriculture, Economía Coyuntural, vol.7 no.2, http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2415-06222022000200117&script=sci_arttext&tlng=en

Bachev H. and B. Ivanov (2022): Factors for inclusion of wastewater treatment sludge in agri-food chain in Bulgaria, Journal of Economics Library, Vol.8, No 3, 107-129.

Ekane N., K. Barquet1 and A. Rosemarin (2021): Resources and Risks: Perceptions on the Application of Sewage Sludge on Agricultural Land in Sweden, a Case Study,

Ivanov B. and H. Bachev (2021): Convergent analysis of waste water practices among EU countries, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 27, 2, 289–296.

Furubotn E., R. Richter (2005). *Institutions and Economic Theory: The Contribution of the New Institutional Economics*, Ann Arbor: The University of Michigan Press.

Hudcová H., J. Vymazal, Miloš Rozkošný (2019): Present restrictions of sewage sludge application in agriculture within the European Union, *Soil and Water Research*, 14, (2): 104–120.

Iticescu C., P. Georgescu, M. Arseni, A. Rosu, M. Timofti, G. Carp, L. Cioca (2021): Optimal Solutions for the Use of Sewage Sludge on Agricultural Lands. *Water*, 13, 585.

North D. (1991): *Institutions*, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 5, 1, 97–112.

Rosiek K. (2020): Directions and Challenges in the Management of Municipal Sewage Sludge in Poland in the Context of the Circular Economy, *Sustainability*, 12, 3686.

Rosemarin A., B. Macura, J. Carolus, K. Barquet, F. Ek, L. Järnberg, D. Lorick, S.

Johannesdottir, S. Pedersen, J. Koskiaho, N. Haddaway, T. Okruszko (2020): Circular nutrient solutions for agriculture and wastewater – a review of technologies and practices, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 45,78-91.

Tesfamariam E., Z. Ogbazghi, J. Annandale, Y. Gebrehiwot (2020): Cost–Benefit Analysis of Municipal Sludge as a Low-Grade Nutrient Source: A Case Study from South Africa, *Sustainability*, 12, 9950.

Taşeli B. (2020): Comparative Life Cycle Assessment of Sewage Sludge (Biosolid) Management Options, *Intech*, <https://www.intechopen.com/chapters/71033>

Usman K., S. Khan, S. Ghulam, M. Umar, N. Khan, S. Khalil (2012): Sewage Sludge: An Important Biological Resource for Sustainable Agriculture and Its Environmental Implications, *American Journal of Plant Sciences*, 2012, 3, 1708-1721.

Williamson, O., 2005. *The Economics of Governance*. *American Economic Review*, 95(2), 1-18.

The European Green Deal (2019): COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS, European Commission, 11.12.2019.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА УТАЙКИТЕ, ПОЛУЧЕНИ ПРИ ПРЕЧИСТВАНЕТО НА ОТПАДЪЧНИ ВОДИ И ИЗПОЛЗВАНЕТО ИМ В ЗЕМЕДЕЛИЕТО С ЦЕЛ ПОВИШАВАНЕ НА ПОЧВЕНОТО ПЛОДОРОДИЕ

СВЕТЛА МАРИНОВА-ГАРВАНСКА, проф. д-р, МАРТИН БАНОВ, проф. дн инж.
Селскостопанска академия – София

ВЕСЕЛА ГЕОРГИЕВА, доц. дм, РОСИЦА ГЕОРГИЕВА, доц. дм, ЙОРДАН
ТАЧЕВ, гл. ас., дм, ГИНКА ПАУНОВА, ДАНИЕЛА СТАНКОВА
Национален център по общественото здраве и анализи – София

Въведение и цел на изследването

През последните години се изградиха и влязоха в експлоатация голям брой станции за изкуствено биологично пречистване на битови, промишлени и селскостопански води. Целта на пречиствателните съоръжения е, да се осигури окисление и разграждане на органичната материя, да се ликвидират органогенните елементи в отпадъчните води и те да могат да се подават в различните категории водоприемници. Освен течна фракция, се получават и големи количества утайки.

Утайките представляват 0,5-1,5% от общия обем на отпадъчната вода, като в някои случаи могат да достигнат до 10%. Отделяните утайки представляват екологичен проблем, тъй като се трупат в района на станциите, затрудняват тяхното функциониране и могат да замърсят природната среда.

В същото време утайките представляват органичен резерв, във връзка с недостига на органични торове в нашата страна и нарушения баланс на органично вещество в българските почви.

Множество проведени изследвания на утайките от различни места на третиране установяват, че те са биомаса, богата на органични вещества, макро и микроелементи със състав, близък до този на органичните торове (Маринова, 2008; Маринова и др., 2014(a); Маринова и др., 2014(б); Bhatt et al., 2015).

Малка част от промишлените предприятия имат изградени локални пречиствателни съоръжения и пречистват водите си преди да бъдат зауствени в градската канализация. В останалите обаче, липсват такива и те директно изпускат водите си в градската пречиствателна станция. По този начин водите от градските станции се определят като смесени фекално-битови и производствени води.

Оползотворяването на утайките е свързано със съблюдаване на определени изисквания, като наличие на тежки метали и санитарно-показателни микроорганизми, които при високи концентрации могат да предизвикат вредно влияние върху почвата, подпочвените води, растенията и животните.

Използването на утайките в земеделската практика ще позволи да се решат следните основни задачи:

- **премахване на утайките от района на пречиствателните станции** за отпадъчни води, без риск от замърсяване на околната среда и предотвратяване замърсяването на водните басейни;
- **осигуряване на органичен резерв** във връзка с недостига на органични източници в нашата страна;
- **икономия на скъпоструващите минерални торове.**

Цел и задачи на изследването:

Проучването е направено във връзка с реализирането на научноизследователски проект към Фонд „Научни изследвания“ - Договор КП-06-НЗ6/11 от 13.12.2019 г. „Социално-икономическа ефективност от използване на утайките от ПСОВ в селското стопанство“.

Главната цел е, чрез провеждане на изследвания на утайки от пречиствателни станции на отпадъчни води (ПСОВ) и получените резултати да се подпомогне изпълнението на целите и задачите, заложи в Националната програма за управление на дейностите по отпадъци и в частност на Националния план за управление на утайките, в съответствие с нормативните документи в областта на отпадъците и утайките.

Конкретната цел на задачата е, да се оцени социално-икономическата ефективност от използване на утайките от ПСОВ в селското стопанство.

Производството на утайки се увеличава всяка година, в резултат от развитие на промишлеността и интензификацията на производство. Според доклад на Европейската комисия, публикуван през 2010 г., 39% от утайките, произведени в Европейския съюз, се рециклират в земеделието (Lamastra et al., 2018). В литературата е посочено, че към 2020 г. общото производство на утайки от отпадъчни води в страните от Европейския съюз (ЕС) е 12 997 000 тона сухо вещество (Tutla, 2019).

Безопасното изхвърляне на утайките от отпадъчни води е един от основните екологични проблеми в целия свят. Необходимо е подходящо третиране, контрол и правила при използването им, поради опасност от образуване на неприятни миризми, промени в качеството на водата и до нови рискове за хората и околната среда.

Съгласно българското законодателство производителите на утайки са длъжни да ги третираат по методи, които осигуряват условия за завършване на ферментационния процес. Целта е да се ограничи отделянето на неприятните миризми, както и да се предотврати разпространението на патогенни организми. Разрешения за оползотворяване на утайките в земеделието се издават от Българската агенция за безопасност на храните. Тези разрешителни са свързани с изготвянето и прилагане на протоколи от изследване на утайките и почвите, както и спазване на определени изисквания, посочени в законодателството, свързани с дейности по съхранение, обработка, извозване на утайките и други (Трифенова и др., 2013).

Агроекологична оценка на утайките, включваща агрохимична, физико-механична и микробиологична характеристика

Общата технологична схема на една градска пречиствателна станция за отпадъчни води е представена на фигура 1. Тя включва:

Механично пречистване или това е първото стъпало, при което се отстраняват грубите, едри замърсители от водата и неразтворените в нея частици. Основните съоръжения на технологичната линия са: решетки, пясъкозадържатели, първични утаители (ПУ).

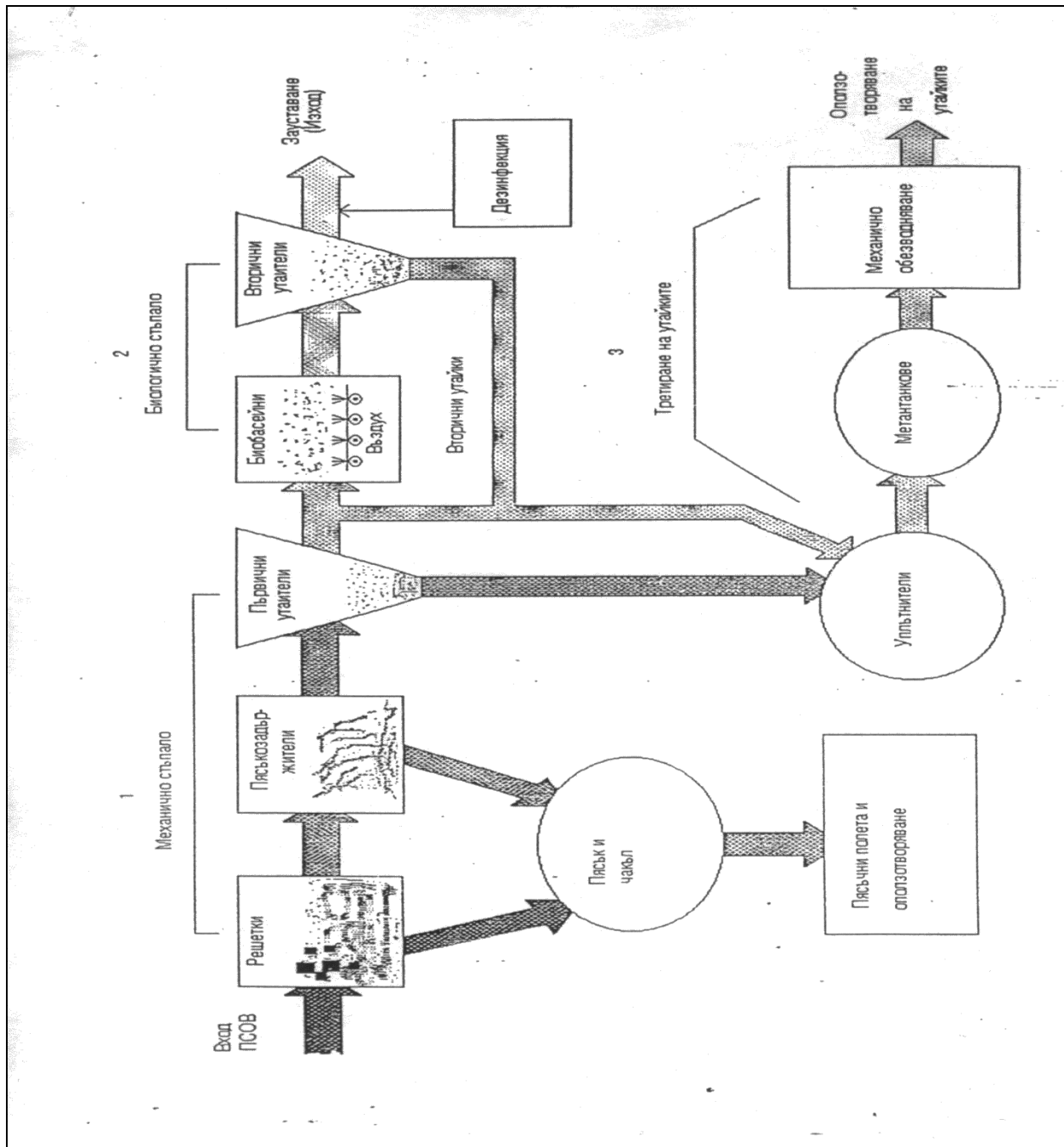
Биологично пречистване или това е второто стъпало при пречистване на битовите отпадъчни води. Основава се на жизнената дейност на аеробни микроорганизми (бактериални флокули в суспендирано състояние), които минерализират диспергираните и разтворени във водата вещества.

Технологичната линия на биологичното пречистване включва следните съоръжения:

- **Биобасейни (ББ) и вторични радиални утаители (ВРУ).** Една част от активната утайка (около 50%) се връща в биобасейните за поддържане на микробиологичните процеси в тях. Излишната активна утайка се отделя за уплътняване в утайкоуплътнители, механично обезводняване с филтърпреси или центрофуги и стабилизиране на изсушителни полета;

- **Метантанкове (МТ)** — представляват затворени съоръжения от стоманобетон или пластмаса с конично дъно и херметично покритие. В тях се извършва анаеробна стабилизация на излишните активни утайки и тези от първичните утаители.

Фиг. 1. Технологична схема на ГПСОВ



- **Механично обезводняване** — извършва се в центрофуги или лентови филтърпреси, които понастоящем са заменили вакуумфилтрите. За по-голяма ефективност на обезводняване към утайките се прибавят химични реагенти: коагуланти и флокуланти. Механично обезводняване се прилага към сурови (пресни) и стабилизирани утайки. Съдържанието на сухо вещество в утайките нараства и след филтърпресите достига до 20-

30%. Обезводнените утайки се съхраняват на изсушителни полета, където допълнително се стабилизират и изсушават.

Характеристиката на утайките от ПСОВ е представена в две части-теоретична и експериментална.

- *В теоретичната част* се дава информация за формирането на утайките, видовете, според различните схеми на пречистване, третиране, техния състав, свойства и др.

- *В експерименталната част*, са представени резултати от 3-кратното анализиране на престояли утайки от 5 ПСОВ съгласно изискванията на ЕС и Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистването на отпадъчни води чрез употребата им в земеделието (обн. ДВ, бр. 63 от 12.08.2016 г.). В нея подробно са посочени показателите, които трябва да се следят, свързани с химичната, агрохимична и санитарно-хигиенна характеристика на утайките. Представени са и максимално допустимите концентрации (МДК) за тежки метали и стойностите за микроорганизми, с които трябва да се сравняват получените резултати.

Теоретична част - характеристика, състав и свойства на утайките.

В пречиствателните станции се получават утайки, чието количество и състав зависят от това, какво съдържа отпадъчната вода на вход и приетия метод на нейното пречистване.

Според произхода утайките биват: битови, дъждовни, промишлени и селскостопански утайки.

Утайките, отделяни при пречистване на отпадъчните води, се подлагат на стабилизация за прекратяване на протичащите в тях ферментационни процеси и обеззаразяване - за ограничаване разпространението на патогенни микроорганизми и отделянето на неприятни миризми.

В зависимост от местата на отделяне в технологичната линия на пречиствателната станция, утайките биват: първични, смесени и пресни утайки. Нетретираните утайки издават неприятни миризми. Пресните утайки са наситени с патогенни микроорганизми и яйца на хелминти.

Характеристика, състав и свойства на утайките

Физична и химична характеристика на утайките

Суровата утайка, която се получава на изхода на ПСОВ, представлява полидисперсна водна суспензия, в която дисперсната фаза са твърдите частици, а дисперсната среда – отпадъчните води, с разтворените в тях минерални и органични вещества. Дисперсната фаза се състои от органични и минерални частици с различни

размери, форма и свойства на свързване.

Зърнометричният състав на утайките отговаря на глинесто-песъчливи пясъци. Преобладаващата фракция в състава е дребния пясък с около 62% от общата маса на утайката. Количеството на карбонатите е 4,5%. Хигроскопичната влажност обикновено е висока - повече от 8%.

Водата, която се съдържа в утайките е в две форми: свободна вода - около 60 ÷ 65% и свързана вода - около 30 ÷ 35%. Свързаната вода се отделя трудно.

Влажност на утайките — това е количеството вода в утайката, в даден момент от време, изразено в проценти към масата на сухото вещество на утайката (тегловна влажност) или към нейния обем (обемна влажност).

Водното съдържание е основно свойство на утайките и зависи от техния зърнометричен състав. Пресните утайки, които се образуват при пречистване на отпадъчните води са с висока влажност 92÷99,5% и представляват течна суспензия, годна за препомпване. При прилагане на различните методи на третиране на утайките: уплътняване, стабилизиране, кондициониране и обезводняване, влажността на утайките намалява. Способността на утайките да намаляват своя обем се нарича уплътняемост.

Пресните и угнили утайки с течение на времето се уплътняват и отделят съдържащата се в тях свободна и физически слабо свързана вода.

Специфично съпротивление и свиваемост на утайките — това са основни показатели, от които зависят филтрационните свойства на утайките и скоростта на филтруване на суспензиите.

Утайките се характеризират с променлив химичен състав: съдържанието на азот се колебае от 1 до 7% (към абсолютно сухо вещество), на фосфор от 1 до 4%, на калий - от 2 до 3% (Маринова и др., 2000; Цолова и др., 2005; Цолова & Маринова 2005). Съставът на утайките зависи от произхода и качеството на отпадъчните води, а по-нататък и от проведените обработки.

В утайките се съдържат значителни количества вещества от органичен и минерален произход. Те се характеризират с променлив състав, който се изменя в процеса на тяхното третиране.

Минералният състав на утайките се характеризира с голямо разнообразие от елементи, намиращи се главно във вид на соли и йонни форми на хидроксида и оксиди. При третиране на утайките с цел стабилизирането им, се променя химичният състав и най-често намалява тяхната наторителна стойност.

Съдържанието на общ азот в утайките намалява близо 2 пъти - до 4% след обезводняване на утайките на изсушителни полета.

От значение за нуждите на земеделието са **химичните форми на азота в утайките**. Те се дефинират на органични и минерални. Под влияние на биохимични процеси, органичният азот в утайките частично преминава в усвоима за растенията минерална форма. Минералният азот е около 1% от общия. **Усвоимите за растенията форми на азота са амониевите и нитратни соли**. Концентрацията на нитратния азот в утайките е ниска и не е определяща при целите, свързани с оползотворяване на утайките.

С увеличаване на количеството на абсолютно сухото вещество, намалява съдържанието на амониев азот в утайките. При оползотворяване на утайките за нуждите на земеделието нормата на торене се определя по общото съдържание на азот в утайките.

Фосфор - в утайките около **две трети (2/3) от фосфора** се намира в органична форма, като съдържанието му е подложено на колебания и има различна достъпност за растенията. Обикновено съдържанието на общ фосфор е между 1÷2 до 4% от абсолютно сухото вещество в утайките и се влияе от процеса на изсушаване. При оползотворяване на утайките в земеделието, в годината на внасяне в почвата, усвоимият от растенията фосфор е до 50% от общото съдържание в утайката.

Съдържанието на калий е много ниско - под 1%, най-често около 0,2% от абсолютно сухото вещество в утайките. Ниските концентрации на калий са свързани с повишената разтворимост на калиевите соли, които при третиране на утайките остават в отделящите се крайни води.

Съдържанието на магнезий е около 1 до 3% от абсолютно сухото вещество в утайките и се усвоява лесно от растенията.

Утайките, получени при пречистване на отпадъчните води, са допълнително обогатени с **елемента калций**. При прилагане на различните методи за тяхното третиране при процесите уплътняване, кондициониране, механично обезводняване и обеззаразяване, към утаечната суспензия се добавят реагенти във вид на вар - калциев хидроксид, калциев оксид и др.

Съдържанието на обща сяра в обезводнената утайка е около 2% от абсолютно сухото вещество, от които между 1 до 27% са в неорганична форма във вид на сулфат и по-рядко като сулфид.

Съдържанието на натрий е ниско и при правилна употреба на утайките не води до засоляване на почвеното различие.

Органичен състав на утайките

Утайките се характеризират с голямо разнообразие от органични вещества, съдържащи въглерод, водород, кислород, азот, фосфор, сяра и по-малко натрий и хлор. Това са предимно получени от отпадни продукти белтъчини, въглехидрати, мазнини и въглеводороди, включително органо-химични съединения.

Общото органично съдържание на утайките се изразява в проценти от масата на общия сух остатък на утайките и е основна тяхна характеристика.

Органичен въглерод — в органичните вещества, съдържащи се в утайките, преобладаващ елемент е въглеродът.

Органичен азот — в органичното вещество се съдържа основната част от азота в утайката. За да бъде усвоен от растенията органичният азот трябва да премине в минерална форма във вид на нитратни, нитритни и амониеви йони.

Минерализацията е процес, чрез който органичният азот в утайката се трансформира в минерален. Тя протича в две фази – амонификация и нитрификация.

Амонификацията е процес на трансформация на органичния азот в амонячен. Извършва се под действие на амонифициращи микроорганизми и зависи от температурата и влажността на средата. Протича най-интензивно в аеробни условия.

Нитрификацията е процес на биохимично окисление на амония до нитрит и след това до нитрат под действие на нитрифициращи аеробни бактерии, за които окислението на амоняка се явява източник на енергия.

Когато снабдяването с кислород за микроорганизмите в утайката е ограничено, протича процес на денитрификация, който се осъществява от денитрифициращи анаеробни бактерии. Тогава те използват кислорода на нитратите. Този процес се нарича още нитратно дишане.

Освен органични вещества и макроелементи, в утайката се намират и **микроелементи**. Част от тези микроелементи – мед, манган, селен и др., са необходими за развитието на растенията. В утайките се съдържат и токсични елементи, от които растенията не се нуждаят – кадмий, олово, живак и др. Тези елементи при определени условия могат да се натрупат в растенията и да постъпят в организма на животните и човека, създавайки опасност за тях. (Marinova, 2000; Marinova & Chuldiyan, 1999).

Съдържание на тежки метали

Съдържанието на тежки метали в утайките е основен фактор, определящ нивото на здравен риск и приложимостта в селското стопанство. В зависимост от концентрацията и времето на експозиция, даден елемент може да доведе до екологични и здравни рискове, което е свързано с неговата способност да биокумулира в хранителната верига. Рискът от токсични елементи за околната среда зависи от редица фактори, като общо съдържание, химични форми и характеристики на почвата, реакция на средата (pH), органична маса и др. Тежките метали в утайките произхождат от битови и промишлени отпадъчни води, повърхностен отток, от урбанизирани зони или пътища, корозия на канализационната

система, фармацевтични продукти, незаконни заувствания и др. (Маринова, Чулдиян, 1998; Tytła, 2019; Tytła, 2020; Zhang, 2017).

Установено е, че общите концентрации на тежки метали позволяват да се оцени само нивото на замърсяване от утайки, докато мобилността, бионаличността и токсичността на тези елементи зависят от химичните форми, в които се срещат.

През последните години при анализ на утайките от ПСОВ е установено, че в повечето проби нивото на токсични елементи е под максимално допустимите концентрации, определени в законодателството.

Максимално допустимите концентрации на токсични елементи варират в зависимост от рН на почвата. Увреждане на културите от фитотоксични елементи е вероятно да се случи на кисели почви (Peskod, 1992). За да се избегне по-голямата мобилност на тежки метали в утайките, с което ще се предотврати замърсяване на растенията с тези елементи, там където се прилагат утайки, стойността на рН на почвата трябва да е в неутралната или алкална област. (Маринова, 2008; Маринова и др., 1999; Iticescua et al., 2018).

Микробиологични характеристики на утайките и изисквания

Съгласно действащата нормативна уредба у нас (Директива 86/278/ЕИО; Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки 2016), стойностите на микробиологичните и паразитологични показатели, трябва да са под определени норми. Микробиологичните параметри, които се проследяват са *Salmonella*, *Escherihia coli*, *Clostridium perfringens* и жизнеспособни яйца на хелминти.

Освен посочените в наредбата изисквания, важен показател за състоянието на утайките по отношение на натовареността им с органична материя с антропогенен характер, е количеството на индикаторните микроорганизми – колиформи и фекални стрептококи. Присъствието им във високи количества „говори“, че на дадена утайка е необходимо още време на престой или допълнително третиране за обеззаразяване, за да бъде подходяща за използване (Sidjimov et al., 2017).

За обеззаразяване на утайките преди оползотворяване се прилагат различни методи за обработка като пастьоризация, мезофилно анаеробно разграждане, термофилно аеробно разграждане, компостиране, варово стабилизиране, естествено обеззаразяване, радиационна обработка с радионуклеиди и електронни ускорители, инфрачервени лъчи в специални камери, обработка с гама-лъчение изгаряне и др. (Маринова, 2008).

Един от най-разпространените методи на обеззаразяване е обработване на утайките с негасена вар, като с него се постига и повишаване алкалността на средата. При тази обработка се унищожават патогенните микроорганизми, отстранява се неприятната миризма и се задържа развитието на яйцата на хелминтите.

Проведени изследвания установяват, че естественото обеззаразяване и обезмирисяване на утайките, се постига при съхраняване на площадка 12-15 месеца, без постъпване на нови партиди. (Маринова, 2008).

При микробиологични изследвания на утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води (третиран и нетретиран), с цел използването им като почвени подобрители, не се откриват яйца на хелминти и патогенни бактерии от род *Salmonella*. При недостатъчно третиране или съхранение се установяват бактериологични находки на представители на сем. *Enterobacteriaceae* - *E.coli*, колиформи от родовете *Klebsiella*, *Citrobacter* и *Enterobacter*. Най-устойчиви и в по-високи количества са сулфитредуциращите клостридии, към които принадлежи *Clostridium perfringens*. Салмонелните бактерии трудно оцеляват в богато населена от микроорганизми среда каквито са утайките, тъй като те не могат да преодолеят бактериалния антагонизъм и да си осигурят достатъчно хранителни вещества (Георгиева и др., 2017).

Общият брой сапрофитните микроорганизми играят важна роля в процесите на самоочистване и установяване на равновесно състояние в почвите, в това число и утайките от ПСОВ. Те характеризират санитарното състояние на утайките и указват за наличие на органична материя в тях.

Ешерихия коли (*Escherichia coli*) са микроорганизми и са част от нормалната чревна флора на хората и бозайниците, откъдето попадат в околната среда. Те са индикатор за пряко фекално замърсяване и ако това са утайки, преминали през етапа на изсушаване, е малко вероятно да оцелеят и да бъдат изолирани в тях, особено в утайките, третирани с вар.

Колиформи. Това са бактерии, принадлежащи към сем. *Enterobacteriaceae* и включващи видове от родовете *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Escherichia*. Колиформите не са таксономично обособена категория, а са група, създадена за удобство в санитарно-микробиологичната практика и предимно имат хигиенно значение. За разлика от *E.coli*, които издържат сравнително кратко време в околната среда, колиформите са по-издръжливи. Тяхното присъствие е индикатор, че процесите на самоочистване в утайките са напреднали, но е необходимо още време за да се достигне необходимото качество на утайките от хигиенна гледна точка.

Ентерококи. Те присъстват в чревния тракт на хората и топлокръвните животни, но в по-малко количество отколкото *E.coli*. Отделят се с фекалиите и постъпват в околната среда, като населяват почвата, водата и растенията. Ентерококите преживяват по-дълго в околната среда в сравнение с колиформите и повечето чревни патогени. Затова откриването им е сигнал за фекално замърсяване.

Clostridium perfringens. Това са грам-положителни, пръчковидни, спорообразуващи анаеробни бактерии, широко разпространени в околната среда. Населяват най-често почвата, разлагат растителност, утайки, а също и чревния тракт на хората и животните. Спорите им са много устойчиви към условията на околната среда, към нагряване, хлориране и други стрес-фактори и се използват като индикатор за фекално замърсяване на почви, утайки и води, а също и при замърсяване на питейна вода с подпочвени води.

Експериментална част

Както отбелязахме, изходен момент при определяне на торителната стойност на утайките и технологията за тяхното оползотворяване е установяване на агрохимичната, химична и микробиологична характеристика. Утайките в пречиствателната станция преминават различни етапи на третиране, с което се цели стабилизиране на органичната маса, редуциране на обема им, подобряване на санитарно-микробиологичният им състав и отстраняване от района на пречиствателната станция. Цялостното третиране на утайките е един комплексен процес, който включва операциите от получаване на утайки до тяхното окончателно отстраняване и оползотворяване.

Агрономически интерес представлява съдържанието на органично вещество и на основните органогенни елементи и възможностите утайките да се използват за поддържане и повишаване на почвеното плодородие. Органичната маса представлява съвкупност от всички растителни и животински отпадъци, които са подложени на непрекъснати процеси на разпадане и преобразуване и синтез на различни по сложност съединения. Крайният продукт от преобразуване на органичното вещество в почвата е хумусът. Обикновено хумусът се характеризира със съотношение C : N около 10. Почвата се нуждае от периодично внасяне на органично вещество, особено в случаите, когато разграждането на органичното вещество в почвата е по-интензивно от това на синтеза.

От тази гледна точка утайките от ПСОВ могат да бъдат използвани за агрономически цели. Известно е, че органичната маса в утайките представлява около 50% от сухата маса. В органичните вещества, съдържащи се в утайките, преобладава елементът въглерод. В пресните утайки общото съдържание на органичен въглерод е различно. При престоя на утайките на изсушителни полета протичат процеси на биохимично разграждане на органиката и общото органично съдържание в тях намалява.

Голямо значение за използване на утайките в селското стопанство има азотното съдържание. Азотът в утайките по ефективност е равен на 80% от ефективността на традиционните минерални торове.

Проведено е изследване, свързано с характеризиране и оценка на утайки от 5 пречиствателни станции, пречистващи отпадъчните води на различни населени места в България.

Целта на изследването е да се анализират утайките и се направи оценка на изследваните агрохимични, химични и санитарно-микробиологични показатели.

Пробонабирането и изследванията на утайките, получени от ПСОВ, са извършени съгласно изискванията на Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистване на отпадъчни води, чрез употребата им в земеделието, приета с Постановление № 201 от 04.08.2016, ДВ, бр. 63 от 2016 г. В наредбата са посочени показателите, които трябва да се следят, свързани с агрохимичната и химична характеристика на утайките, наличие на индикаторни и патогенни микроорганизми и на хелминти.

За провеждане на отделните анализи са прилагани стандартизирани методи.

Подробно са разгледани последователно резултатите от изследванията на утайките, получени при пречистване на отпадъчните води от изследваните пречиствателни станции и са посочени възможности за използването им в селскостопанската практика (Станкова и др., 2021; Georgieva et al., 2022).

Резултатите от изследванията на утайките **могат да бъдат обобщени в следните изводи:**

1. Химичната и агрохимична характеристика на изследваните утайки показва, че те са биомаса, богата на органика и хранителни елементи. Съставът им наподобява азотно-фосфорен тор с възможност да се използва в земеделието. Изследваните утайки имат подходяща консистенция и могат да се извозват и разпръскват като органичните торове. По-голяма част от хранителните елементи се намират в органична форма и се минерализират постепенно. Съдържанието на хранителните елементи – азот и фосфор са достатъчни да задоволят нуждите на растенията не за една, а за повече години. Калият трябва да се добавя чрез минерални торове при калиеволюбиви култури (Табл. 1.).

Утайките се преценяват като полидисперсни системи с високо органично съдържание, което ги характеризира като потенциално богати източници на енергия. Те са достигнали равновесие на хумусните системи и би могло да се използват като органичен тор в земеделската практика.

Стойностите на тежките метали в изследваните партии утайки, сравнени с максимално допустимите концентрации в Наредбата за използване на утайките в земеделието и европейските норми са по-ниски и не ограничават използването на утайките в земеделската практика (Табл. 2.).

2. Санитарно-микробиологичните и паразитологичните изследвания показват (Табл. 3.), че е настъпило самоочистване и обеззаразяване на утайките в две ПСОВ. В останалите пречиствателни станции в утайките се наблюдава наличие на *E.coli* и *Clostridium perfringens* в стойности по-високи от посочените в законодателството. Това ограничава използването на утайките в земеделската практика.

Изследваните партии утайки от посочените станции не са обеззаразени достатъчно **и е необходимо още време на престой или подходящо третиране, за да могат да бъдат използвани в земеделската практика и да не представляват здравен риск.**

В изследваните утайки не се наблюдават жизнеспособни хелминти яйца и патогенни бактерии от род *Salmonella*.

Внасянето на утайки в почвата, повишава нейната продуктивност чрез въздействие върху химичните, физични и микробиологични фактори на почвеното плодородие. Утайките са годни за възстановяване баланса на органичното вещество в българските почви и доказано притежават значителни торови свойства.

Утайките могат да се използват в земеделието при спазване на законодателството, свързано с опазване на почвите, подпочвените води, растенията и животните от замърсяване. При всеки отделен случай трябва да се подхожда конкретно, чрез разработване на технологичен проект, включващ оценка на утайките и почвите, размера на обработваемите земи, културите, необходимите обработки, механизация и не на последно място икономическия ефект от използването на утайките.

Провеждане на вегетационни експерименти за установяване ефекта от използване на утайките и органичните торове.

Целта на проведените изследвания е установяване сравнителния ефект от използване на утайки от ПСОВ и органични торове като почвени подобрители.

Вегетационните опити имат за задача да дадат възможност за изпитване на по-голям набор от комбинации и варианти. Опитите се извеждат при контролирани условия във вегетационна къща в ограничени съдове и винаги предхождат полските експерименти. Най-представителните и подходящи варианти от вегетационните опити се подлагат на полско експериментиране, където условията на развитие на културите са естествени.

Таблица 1. Агрохимична е химична характеристика на утайки от 5 ПСОВ

Показатели	1			2			3			4			5		
pH /H ₂ O/	7,27	7,93	8,05	7,15	6,30	6,85	9,14	8,62	7,10	8,51	7,26	6,5	8,43	7,93	7,30
Сухо в-о, %	85,27	69,07	79,07	85,27	95,2	96,00	95,4	97,3	95,3	28,70	29,49	34,78	34,78	29,07	48,50
Орг. /C/, %	27,77	19,76	20,57	17,77	19,9	18,19	35,36	23,89	29,9	37,87	27,81	28,9	27,77	32,76	26,50
Общи кол. на база аб.сухо в-о, %:															
N	6,23	6,12	7,25	3,23	2,49	3,05	2,00	3,75	1,71	5,16	8,05	3,94	3,43	4,12	2,85
P	2,18	2,24	3,02	1,15	1,21	1,11	0,71	1,44	0,72	1,27	2,71	1,15	3,18	2,21	1,98
K	0,25	0,37	0,18	0,19	0,15	0,18	0,28	0,28	0,20	0,26	0,35	0,29	0,22	0,37	0,29
N-NH ₄ %	0,41	0,38	0,21	0,075	0,069	0,022	0,03	0,14	0,01	0,15	0,11	0,13	0,41	0,033	0,001
N-NO ₃ %	0,0015	0,0018	0,0024	0,16	0,16	0,12	0,001	0,22	0,006	0,029	0,034	0,072	0,0013	0,0010	0,0010
обм. кол-а, %															
Ca	0,64	0,88	0,70	0,92	0,93	0,97	3,99	0,71	2,18	2,28	2,97	1,13	0,64	1,15	0,42
Mg	0,11	0,10	0,072	0,11	0,13	0,13	0,21	0,055	0,16	0,41	0,26	0,165	0,11	0,16	0,15
P	17,9	15,7	38,0	0,080	0,08	0,063	0,20	0,0052	0,24	0,42	0,28	0,373	0,058	0,025	0,018
K	0,045	0,004	0,071	0,058	0,058	0,060	0,11	0,11	0,15	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,011
S /водород като SO ₄ /, %	0,11	0,22	0,31	0,33	0,22	0,48	0,12	0,22	0,48	0,28	0,24	0,29	0,11	0,22	0,22

Таблица 2. Съдържание на тежки метали в утайки от изследваните 5 ПСОВ в мг/кг

ПСОВ	As	Cd	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg
1	<10	2,9	109	75,0	405,4	1090	70,4	<1
	<10	2,1	54,2	45,8	316,5	1054	47,9	<1
	<10	2,5	77,7	36,3	310,0	1030	67,5	<1
2	<10	2,9	47,5	25,0	205,9	1090	70,4	<1
	<10	2,2	50,9	27,4	215,4	1000	64,2	<1
	<10	2,0	49,2	25,5	214,1	980,0	72,5	<1
3	<10	< 0,25	44,7	26,7	136,0	483,3	41,8	<1
	<10	< 0,25	32,5	16,3	91,21	732,3	23,4	<1
	<10	< 0,25	30,4	18,8	125,9	540,4	51,2	<1
4	<10	2,9	109	75,2	405,2	1090	2,71	<1
	<10	0,98	61,5	27,2	204,2	1340	21,6	<1
	<10	< 0,25	59,4	43,5	132,9	410,5	36,4	<1
5	<10	2,9	109	75,0	405,4	1090	70,4	<1
	<10	1,2	57,0	68,0	210,0	894,0	82,3	<1
	<10	2,8	23,8	44,3	179,0	769,0	78,0	<1
МДК	25	30	500	350	1600	3000	800	16

Таблица 3. Микробиологична и паразитологична характеристика на утайки от 5 ПСОВ

№	ПСОВ	<i>Salmonella spp.</i>	<i>Coliforms</i>	<i>E. coli</i>	<i>Enterococci</i>	<i>Clostr. Perfringens</i>	Жизнеспособни яйца на хелминти
1	1	Отсъствие в 20 г	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	<0,30	<0,30	0,36	24	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	2,9	2,9	<0,30	<0,30	Не се откриват
2	2	Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	2,3	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	24	Не се откриват
3	3	Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1 100)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1100)	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1 100)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^5$ (>110 000)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1100)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1 100)	2,3	Не се откриват
4	4	Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	>30	2,4.10 (24)	2,4.10 (24)	$>1,1 \cdot 10^2$ (> 110)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$>1,1 \cdot 10^3$ (>1 100)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	Не се откриват
5	5	Отсъствие в 20 г	$2,4 \cdot 10^6$ (2 400 000)	$2,4 \cdot 10^6$ (2 400 000)	$>1,1 \cdot 10^4$ (>11 000)	$1,5 \cdot 10^2$ (150)	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	$2,4 \cdot 10^4$ (24 000)	<0,30	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	<0,3	Не се откриват
		Отсъствие в 20 г	2,4.10 (24)	$>1,1 \cdot 10^6$ (>1 100 000)	$>1,1 \cdot 10^2$ (>110)	$>1,1 \cdot 10^5$ (>110000)	Не се откриват
ИЗИСКВАНИЯ		Не се допуска в 20 г	Не се нормира	До 100 / г /до $1 \cdot 10^2$ / г/	Не се нормира	До 300 / г /до $3 \cdot 10^2$ / г/	1 на 1 kg сухо в-во

Заложени и изведени са вегетационни опити върху два почвени типа- лека и тежка почва, тъй като в нашата страна основно почвите са от тези два типа - излужена канелена ливадна почва (Leached cinnamonic soil) от района на с. Цаланица и смолница (Smolnitz) от района на Божурище. Утайката е взета от ПСОВ в Кубратово, а оборският тор е от кравеферма. Индикаторна култура е силажна царевица (Marinova et al., 2023).

Опитите са изведени при процентно участие на утайката и оборския тор (5%, 15% и 25%) от теглото на двата вида почви и контролни варианти. Използвани са съдове от 3 кг в 3 повторения.

Преди залагане на опитите представените за изследване изходни продукти - оборския тор, утайката и двата вида почви са анализирани за следните показатели: реакция на средата (рН), общи и подвижни форма на азот, фосфор, калий, калций, магнезий и общи форми на тежки метали.

През периода на вегетацията е следено поникването и развитието на културите, което е документирано с фотографски материал.

При прибиране на опитите е отчетен добив от царевицата и е анализирана растителната продукция по химични и агрохимични показатели. Взети са и почвени проби от всички варианти на изследване за установяване настъпилите промени в почвите след използване на различните органични материали.

Подробно е дадена информация за:

- химична характеристика на използваните два типа почви, оборският тор и утайката от ПСОВ. Представени са и методите за анализ.

- влияние на утайките и оборския тор върху добива от индикаторната култура царевица и математическа обработка на резултатите за добива,

- химична и агрохимична характеристика на растителната продукция от силажната царевица,

- установяване на почвени промени в резултат от използване на двата подобрителя,

- микробиологични изследвания на почвите по варианти.

В резултат от проведените вегетационни изследвания за установяване сравнителният ефект от използване на утайка от ПСОВ и оборски тор са направени следните изводи:

1. Химичната и агрохимична характеристика на анализиранията утайка от ПСОВ установява, че тя е богата на хранителни макро и микроелементи и може да се използва като органичен резерв за поддържане и повишаване на почвеното плодородие и добивите от земеделски култури. Не се съдържат тежки метали и други замърсители, които могат да ограничат използването на утайката като почвен подобрител.

2. Данните за добива установяват, че при царевицата, отгледана върху смолница и канелена горска почва се наблюдава повишаване на добива с повишаване нормата на торене. По-високи добиви се получават при използване на утайката върху канелената горска почва, докато смолницата реагира по-добре при торене с оборски тор. Математическата обработка на резултатите от добивите показват, че основен фактор, влияещ на добива е нормата на торене, следван от вида на внесения подобрител и почвеното различие.

3. Агрохимичните и химични изследвания на растителната продукция показват положителни промени при използване на утайката като почвен подобрител. Сравнени са резултатите с тези, получени при използване на оборския тор. Измерените химични показатели са в нормите, залегнали в българското законодателство. Не се наблюдава отрицателно въздействие върху растителната продукция при използване на утайка от ПСОВ като почвен подобрител.

4. Почвените изследвания след завършване на вегетационния експеримент установяват също, че утайките могат с успех да се използват като органичен резерв, тъй като са богати на хранителни макро и микроелементи и стойностите на тежките метали са под МДК, посочени в законодателството.

5. Микробиологичните анализи показват, че утайката не натоварва използваните два вида почви във вегетационния експеримент с фекална бактериална флора, както по отношение на индикаторните микроорганизми (*E.coli*, *ентерококи*, *Clostridium perfringens*), така и по отношение на патогените – бактерии от род *Salmonella* не се изолират от нито една проба. По отношение на колиформите, освен че се срещат повсеместно в големи количества в изпражненията на хора и топлокръвни животни, те могат да бъдат намерени във водна среда, в почва и растителност. Следователно почвите се явяват техен естествен биотоп.

Тези резултати подкрепят мнението, че утайките от ПСОВ могат да се използват успешно като подобрители на почвите, разпространени в България, с цел повишаване на почвеното плодородие и добивите от земеделските култури.

Екологосъобразни препоръки за използване на утайките в земеделската практика

Препоръките при използване на утайките включват наторителната стойност на утайките, която се определя от съдържанието на хранителните макро и микроелементи в тях (Маринова, 2008; Маринова и др., 2012; Bhatt et al., 2015). Утайките по съдържание на основните макро и микроелементи не отстъпват на органичните торове.

Възможностите за използване на утайките от ПСОВ са представени на фигура 2.

Фиг. 2. Възможности за използване на утайките.



Преди внасянето на утайките, трябва да се направи анализ на почвата за съдържание на основните макро, микроелементи и тежки метали. Препоръчват се утайки за торене, които имат 25-30% сухо вещество и съдържание на тежки метали под максимално допустимите концентрации, съгласно изискванията на законодателството. Нормата се определя по съдържанието на азот (Златарева и др., 2015(а); Златарева и др., 2015(б)).

За селскостопански цели представлява интерес разпределението на азота между органичната и неорганична форма. Според някои изследователи (Маринова & Цолова, 2005; Маринова и др., 2005; Markov & Marinova, 2006), влиянието му върху насажденията е с ефективност равна на 80% от традиционните торове. Утайката е в състояние да осигури добро азотно хранене на растенията. Трябва да се има предвид, че амониевия азот може бързо да се изгуби, поради летливост, затова се препоръчва веднага след разхвърляне на утайката да се извърши грапане, култивиране или заораване за да се ограничат азотните загуби.

Внасянето на половин тон суха утайка на декар обогатява почвата с 0,2 - 0,25 тона органично вещество. Това количество е достатъчно да осигури запасите от хумус в почвата, върху която се отглеждат зърнени, технически или маслодайни култури. Оптималният период за внасяне на обработена утайка в почвата е есента при дълбока оран или през пролетта. Много важно е да се отчита факта, че за разлика от минералните торове, хранителните елементи в утайката не са балансирани. Нормата по съдържание на азот може да предизвика излишък или недостиг на един или друг хранителен елемент в

растенията. При безопасни стойности на тежки метали в утайките, препоръчителните норми за внасяне са около 4-6 т суха утайка /дка (Маринова, 2002).

Препоръки за използване на утайките в земеделието

Използването на утайките за наторяване в земеделието се налага заради нарушения баланс на органично вещество в почвите и по-високата цена на минералните торове. Нормата на торене зависи от вида на отглежданите селскостопански култури, състава на утайките и състоянието на обработваните почви (Маринова, 2008; Маринова и др., 1994; Bhatt et al., 2015).

Утайката оказва различно влияние върху добива, което е свързано главно с технологията на нейното производство и отзивчивостта на отделните селскостопански култури при нейното внасяне (Банов и др., 2016; Marinova, 2000).

Под влияние на утайката се подобрява агрегатното състояние на почвата, вследствие на което намалява опасността от ветрова ерозия.

Внасянето на утайка в почвата повишава съдържанието на основните хранителни елементи, необходими за хранене на растенията. Съдържанието на общ азот в утайката се колебае от 40 до 46 кг/т. Само неголяма част от този азот се намира в лесно усвоима форма за растенията. В процеса на минерализация, зависещ от много фактори (влажност, температура на почвата, рН, запас на хумус и др.), се увеличава количеството на достъпните за растенията форми на азот (Банов и др., 2016; Маринова, 2008; Маринова и др., 1994; Toncheva et al., 2014).

При неспазване на нормативните изисквания, наличието на патогени като вируси, бактерии и гъби представлява потенциален риск, който може да засегне почвените организми или растения и да доведе до промени в структурата на микробна общност и свойствата на почвата. От друга страна, с прилагането на утайки от отпадъчни води в земеделието се подобрява микробната популация, което увеличава скоростта на разлагане на органичното вещество в почвите (Петкова & Маринова, 1998; Colón et al., 2017; Popova et al., 2013).

Основният нормативен документ в България, указващ реда за използване на утайките, е Наредбата за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистване на отпадъчни води, чрез употребата им в земеделието. Тя транспонира разпоредбите на „Директива 86/278/ЕИО за опазване на околната среда и по-специално почвата, при използване на утайки от отпадъчни води в земеделието”. С тази наредба се определят:

- редът и начинът за оползотворяване на утайките чрез употребата им в земеделието.

- изискванията, на които трябва да отговарят утайките, за да се гарантира, че няма да имат вредно въздействие върху човешкото здраве и околната среда, включително и върху почвата.

За да се използват утайките в земеделието трябва да бъдат издадени разрешителни: разрешително по чл. 6, ал. 1, т. 3 от ЗОЗЗ и разрешение по реда на чл. 37 от ЗУО, посочени подробно в Наредбата.

Производителите на утайки ги предоставят само на тези които притежават разрешително по чл. 6.

Разрешителното по чл. 6, ал. 1 от ЗОЗЗ определя:

- **количеството утайки**, отговарящи на изискванията за максимално допустими концентрации (МДК) на тежки метали в утайките, съгласно Приложение 2 от наредбата, изразени в тонове сухо вещество, които могат да се внасят годишно в почвата на единица площ.

- **големината и местоположението на площта**, върху която ще се оползотворяват утайките, културата и името на собственика.

Това разрешително се издава от БАБХ, въз основа на протоколи, представящи направените изследвания по чл.8, ал.1 за анализ на утайките и чл.9, ал. 2 от анализа на почвата, предназначена за внасяне на утайката.

Чл. 8, ал. 1 посочва необходимите анализи, които трябва да направят производителите на утайки по показатели посочени в Приложение 4, включващи:

- **химична характеристика** на утайките - определяне на сухо вещество, органично вещество, рН, общ, амониев и нитратен азот, фосфор и калий - общи и подвижни форми, калций, магнезий, сяра от сулфати, съдържание на тежки метали - кадмий, мед, никел, олово, цинк, живак, хром, арсен.

- **санитарно-микробиологични показатели** - *Esherichia coly*, *Salmonella spp*, *Clostridium perfringens* и жизнеспособни яйца на хелминти

В чл. 9, ал. 2 се посочват изследванията на почвата, включваща следните параметри: рН, количество азот, фосфор и калий - общи и подвижни форми, органично вещество и тежките метали - кадмий, мед, никел, олово, цинк, живак, хром и арсен.

Изпитването на почвата се извършва **задължително** преди първоначалното оползотворяване на утайките, а след употребата им - на всеки 5 години, ако друго нещо не се предвижда по разрешителното.

Всички анализи на утайките и почвите по посочените по-горе показатели трябва да се извършват в акредитирани лаборатории, като пробовземането трябва да се извърши от специалист, притежаващ специален сертификат.

Разрешението, издадено по реда на **чл. 37 от ЗУО** определя дейностите по отпадъци, включващи събиране, транспортиране, временно съхранение, оползотворяване и /или обезвреждане на отпадъци. Този член изисква разрешение, издадено по реда на чл. 37, или комплексно разрешително, издадено по реда на глава 7 от ЗООС. Разрешения не се изисква, когато отпадъците нямат опасни свойства

Разрешението се издава от директора на РИОСВ, на чиято територия се извършва дейността с отпадъците.

Вземането на проби от почвата и утайката трябва да се извършва съгласно методи, определени с български и международни стандарти, а при липса на такива – по други методи, с висока статистическа достоверност.

Пробите за анализ на почвата трябва да бъдат представителни за почвата на площадката, като на всеки 50 дка от площта се изследва най-малко 1 проба, взета на дълбочина 25 см.

Анализът на утайките по показателите, включени в Наредбата, трябва да се правят веднъж на всеки 6 месеца и всеки път, когато се появят промени в качеството на промишлените отпадъчни води. Пробите утайки се вземат от купове с утайка не по-големи от 500 т. Средна проба от 2 кг се събира от отделни, не по-малко от 10, партиди.

Методите за изпитване на утайките за съдържание на тежки метали трябва да се извършват съгласно изискванията на Приложение № 5, чрез извличане със силни киселини и последващото им измерване по методи, съгласно български и международни стандарти, а ако няма такива- по валидирани вътрешнолабораторни методи с висока статистическа достоверност.

Методите за изпитване на почвата са съгласно български или международни стандарти, а ако няма такива - по валидирани вътрешнолабораторни методи. Границата на откриване за всеки метал или арсен трябва да бъде с 1 порядък по-ниска от съответната стойност за МДК на всеки елемент, съгласно Приложение № 5.

Използване на утайките за рекултивация

Освен като торно средство, утайките могат да се използват за рекултивация, което позволява да се ускори създаването на растителна покривка върху нарушени земи. Имат се предвид терените, които не са годни за селскостопанско използване, като насипища от рудници, кариери за пясък и чакъл и др. Те са загубили частично или напълно стопанското си значение или се явяват източник на отрицателно въздействие върху природната среда, в резултат от унищожаване на почвената покривка. Нарушен е морфологичния строеж на профила при естествените почви, техния състав и свойства.

Почви в такива земи имат неблагоприятни за развитието на растенията физико-химични свойства. Използването на тежка техника в процеса на селскостопанската

обработка също води до уплътняване, което влияе отрицателно върху развитието на растенията и създава опасност от ерозия и замърсяване на водите (Банов, 2016; Маринова, 2002; Marinova & Tsoleva, 2005).

Утайките могат да се използват самостоятелно или да се смесват със земни маси или други отпадъчни материали в определено съотношение. В зависимост от бъдещите насоки за използване на рекултивирания терени се препоръчват различни норми, обикновено от 60 до 100 т/дка. Нормата може да варира и се определя за всеки конкретен случай, като се разработи проект и се оцени подробно физичното състояние на нарушения терен и климатичните условия.

Подобряването на почви с ниско естествено плодородие, като скалисти, плитки и ерозирали, изисква внасяне на утайка с по-голяма наторителна норма. Обезводнените утайки се внасят през няколко години в съчетание с подходящи обработки на почвата (Маринова, 2008).

Използване на утайките в горското стопанство

Използването на утайките за торене в горски насаждения, се разглежда като един от перспективните методи за отстраняване на този отпадък. Освен това в горски почви утайката може да се внася и в по-високи норми. Тя оказва положително влияние върху прираста на дърветата. Особено ефективно е внасянето на утайки при лесобиологичната рекултивация на нарушени земи. Тежките метали, постъпващи с утайките в горски почви, остават в повърхностните почвени хоризонти и не проникват в по-дълбоките слоеве. Опасността от замърсяване на подпочвените води от нитрати обаче, не се избягва. След първите две години около 5% от съдържащия се в утайката азот е измит.

Използване на утайките в градското озеленяване и цветарството

Утайките могат да се използват и в градското озеленяване. Използването на утайки в паркоизграждането и поддържането на тревните площи се отразява положително в районите на градовете и околностите им. Внасянето на компост поддържа висока водозадържащата способност на почвата в озеленяемите участъци. Подобряват се водно-физичните свойства и намалява опасността от ерозия. Всичко това, оказва положително влияние върху развитието на дървесно-храстовите видове. За намаляване опасността от замърсяване на подземните води с нитрати, се провеждат специални изследвания.

Използването на утайки в цветарството, изисква компостиране. Компостираните утайки са рохкави, с добра структура. Допълнителното третиране на утайките с вар води до подобряване на необходимите в цветарството органолептични свойства. В тези случаи препоръчаните норми обикновено превишават нормите за земеделски почви (Маринова, 2008).

В последно време във връзка с изискванията на ЕС за търсене на възобновяеми енергийни източници се правят опити за използване на утайката като суровина за **производство на биогаз**, чрез съвместно използване с други органични отпадъчни материали, оборски тор и др.

Въздействие на утайките върху околната среда при използването им в земеделието

Утайките, могат да предизвикат нежелани както кратковременни, така и продължителни ефекти при използването им. Към кратковременните ефекти се отнасят органолептичните въздействия, съдържанието на патогени и замърсяването на повърхностните и подпочвени води с водоразтворими форми на азот и фосфор. Тези ефекти изчезват скоро след прекратяване на внасянето на утайка в почвата. Към дълготрайните отрицателни ефекти спадат съдържанието на тежки метали и бавноразлагащи се в околната среда токсични вещества (Маринова и др., 1994; Маринова & Чулдиян, 1998).

Най-проблемни при оползотворяване на утайките, особено в земеделието, се оказват тежките метали. Тяхната висока фито и зоотоксичност, с възможност за пренасяне и акумулиране по трофичните вериги, лимитира силно използването на утайките. Преки остри въздействия върху човека настъпват рядко. Все пак, продължителното постъпване на ниски концентрации от тежки метали в бозайници и тяхното по-дълго задържане в организма, се счита за по-опасно (Маринова, 2008; Маринова & Чулдиян, 1998; Marinova & Chuldiyan, 1999).

Токсичността на съдържащите се в утайката тежки метали зависи от много фактори. Такива са начините на внасяне на утайката в почвата, нейните физико-химични свойства, климатичните фактори и др. (ЕРА, 1993).

Внасянето на утайки в почвата се оценява и възприема различно. Едностранният подход счита внасянето на утайка в почвата като начин на освобождаване от нея (Holmgren et al., 1993; Mozafa, 1994; Ryan & Chaney, 1994). За фермерите утайката представлява наторително средство или подобрител, даващ възможност в кратък срок да се получи резултат (Ryan & Chaney, 1994). Те не всякога обръщат достатъчно внимание на възможността да възникнат и нежелателни последици в бъдеще при използване на утайката. Затова препоръките по използването на утайките трябва да се основават на възгледи за цялостното благополучие на селското стопанство, включително и всички други дейности, свързани и произтичащи от него (Маринова, 2008; Маринова и др., 1994).

Главната задача, възникваща при внасянето на утайка е, да не се допуска замърсяване на почвата с токсични вещества, съдържащи риск за здравето на човека. От друга страна, въвеждането на ограничения по използването на утайките създава големи

трудности за земеделците, тъй като се налагат предварителни оценки за тяхното използване.

Главният принцип, към който трябва да се придържаме е, че почвата не трябва да служи за краен приемник на замърсители. Максималната еднократна норма на внасяне на обработена утайка се определя с отчитане съдържанието на тежки метали в нея и характера на обработката. Преди повторното използване на утайки от отпадъчни води, трябва да се изследва полето и да се установи агрохимичния фон и съдържанието на тежки метали в почвата. Необходимо е да се обърне внимание на това, че вредата от тежки метали за растенията се определя преди всичко от техните подвижни форми в почвата.

Повишаване на нивото на елементите в почвата не винаги означава увеличаване на съдържанието им в растението. Една от причините, влияещи на постъпването на микроелементи и тежки метали в растението, е разтворимостта на техните съединения в почвата. Забележителна роля играе буферността и йонния обмен на почвата. В частност, подвижността на кадмия и цинка и достъпността им до растенията значително се повишава в кисели почви, отколкото в почви, имащи неутрална или слабо алкална реакция. (Маринова и др., 1994; Маринова и др., 1999).

Изхождайки от многоелементния състав на утайките от градските пречиствателни станции, нивото на замърсяване на растенията не бива да се разглежда само от позицията на МДК на отделните елементи. Необходимо е допълнителна оценка на степента на замърсяване на растенията по повече общи показатели. Това се обуславя също от наличието в системата “почва-растение” на ефективен синергизъм и антагонизъм между микроелементите в т.ч. и тежките метали, а също и между макро- и микроелементите и тежките метали (Маринова, 2008; Маринова и др., 1994).

Правилата за използване на утайките включват и транспортиране до мястото на внасяне, контрол на миризмите, позициониране на площите и др.

Извозването на утайките от ПСОВ до земеделските земи може да доведе до оплаквания от шума и миризмата в населените райони, както и да причини сериозни проблеми на движението по пътищата. Всички товари от утайки да бъдат в подходящи контейнери или така покрити, че да се избегне недоволството от миризмата. Пътищата за транспортиране да бъдат внимателно подбрани, за да се намали общественото неудобство.

Най-ефективният контрол на миризмите е този, който осигурява подходяща обработка на утайките. Близостта до частна и индустриална собственост, до места за почивка, както и посоката на вятъра, начина на обработка на утайките и съоръженията за използване са ключови фактори. Процесите на обработка намаляват миризмите.

Разтоварването на утайките от превозните средства или разпръсквателите трябва да става колкото се може по-близо до земята.

При внасяне на утайките в земеделските площи трябва да се внимава утайките да не се оттичат по пътищата или съседните земи. Това зависи от релефа, нивата на прилагане и преобладаващите почвени и климатични условия.

Върху наклонените земи обикновено се формира ерозионен отток и изтичане на утайки във водоизточниците. Ако почвата е замръзнала или просмукана с вода, отток може да възникне и при малки наклони. Много сухите земи също могат да бъдат проблем, но рискът е по-малък.

Потенциалната опасност от замърсяване на водоизточниците от патогенни организми и нитрати също трябва да се вземе предвид преди използването на утайките. Те не трябва да се съхраняват или използват върху земи в непосредствена близост до водоизточници. В тон с добрата земеделска практика, времето и нивото на използване да бъдат съобразени с нуждите на растенията от азот, използвания изкуствен тор и технологията на отглеждане. Оптималният период на използване зависи от вида на утайките.

В заключение може да се обобщи, че утайките, получени при биологично пречистване на отпадъчни води са биомаса, богата на хранителни макро и микроелементи и могат да се използват в практиката за торене, за рекултивация, в цветарството, за компостиране и др. Те трябва да се управляват при съблюдаване на законовите изисквания, свързани с опазване на околната среда. Съставът им наподобява азотно-фосфорен тор, с възможност да се използва в земеделската практика. По-голяма част от хранителните елементи се намират в органична форма и се минерализират постепенно. Съдържанието на хранителните елементи – азот и фосфор са достатъчни да задоволят нуждите на растенията не за една, а за повече години. Калият трябва да се добавя чрез минерални торове при калиеволюбиви култури.

Утайките се преценяват като полидисперсни системи с високо органично съдържание, което ги характеризира като потенциално богати източници на енергия. Те са достигнали равновесие на хумусните системи и би могло да се използват като органичен тор в подходяща комбинация с минерални торове. При всеки отделен случай е необходимо да се подхожда конкретно, чрез разработване на технологичен проект, включващ оценка на утайките и почвите, размерът на обработваемите земи, отглежданите култури, необходимите обработки, механизация и не на последно място икономическия ефект от използването на утайките.

Използвана литература:

Банов, М., Маринова, С., Павлов, П. (2016). Технологични решения за рекултивация на нарушени земи и почви. Изд. МГУ.

Георгиева, В., Маринова, С., Сиджимов, М. (2017). Микробиологични изследвания и оценка на утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води, с цел използването им като почвени подобрители. *Българско списание за обществено здраве. Том 9, кн.1,16-24.*

Златарева, Е., Георгиева, В., Маринова, С., Петрова, В. (2015(а)). Обеззаразяване на утайки от ПСОВ чрез използване на варови материали. *Почвознание агрохимия и екология, год. XLIX, № 4, 13-18.*

Златарева, Е., Маринова, С., Банов, М., Георгиева, В. (2015(б)). Метод за стабилизиране на утайки от пречиствателни станции и оползотворяването им в практиката. *Екологично инженерство и опазване на околната среда, No 4, 38-45.*

Маринова, С. (2002). Агроекологична оценка на утайките от пречиствателните станции за отпадъчни води и основни подходи при използването им в земеделието. Хаб. труд за „професор“.

Маринова, С. (2008). Утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води и правила за тяхното оползотворяване. Изд. ”ПъблишСай Сет-Еко”.

Маринова, С. и колектив. (1999). Екологосъобразни технологии за използване на утайките от ПСОВ като торно средство. Проект 12 към ССА.

Маринова, С. и колектив. (1994) Разработване на технология за безхумусно възстановяване плодородието на вътрешни и външни насипища в района на Марица Изток чрез използване на селскостопански и промишлени отпадъци. Договор с Минпроект -ЕОД. 1991-1994.1

Маринова, С. и колектив. (2000). Агроекологична оценка на утайката от ПСОВ гр.София с оглед използването им в земеделието. Договор със Софийска община.

Маринова, С. и колектив. (2012). Договор, ФНИ Е01/3 от 27.11. 2012г на тема: “Екологизация на агроекологичти системи и повишаване на енергийната им ефективност чрез прилагане на преработени биоорганични отпадъци за торене, интродуциране на енергийни култури и комплексно използване на биомасата като енергоносител”.

Маринова, С. и колектив. (2014,а). Здравно- екологична експертиза на утайки от ПСОВ Стара Загора. Дог.с ВиК Стара Загора.

Маринова, С. и колектив. (2014,б). Характеристика и оценка на утайки от ПСОВ Казанлък и възможности за използването им в практиката”. Дог.с ВиК Стара Загора.

Маринова, С., Цолова, В. (2005). Продължително торене на алувиално-ливадна почва с утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води. *Почвознание, агрохимия и екология, т. XL, № 3, 17-21.*

Маринова, С., Цолова, В., Катиджотис, Н. (2005). Химични промени в алувиално-ливадна почва, торена с утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води (ПСОВ). *Екология и индустрия, т. 7, № 1*, 100-102.

Маринова, С., Чулдиян, Х. (1998). Подходи за определяне потенциала на почвите да приемат утайки от ПСОВ, без нарушаване на тяхната мултифункционалност. Межд. симпоз. ВНАКВ “Състояние и персп. на ПСОВ от населените места” сборник доклади, 64-67.

Петкова, Г., Маринова, С. 1998. Последействие от многогодишно торене с утайки от ПСОВ върху микробиологичната активност на алувиално ливадни почви. *III Науч.пр.конф. на БНАКВ*. Сборник доклади, 68-72.

Станкова, Д., Паунова, Г., Георгиева, В., Георгиева, Р. (2021). Проучване на утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води - агрохимични параметри и съдържание на тежки метали и арсен. *Българско списание за обществено здраве. Том 13, кн.3,69 - 77.*

Трифенова, Т. и колектив. (2013). Договор, финансиран от МОМН № ДФНИ.-Е01/6 от 30.11. 2013г Комплексна оценка на потенциала на горскодървесни и аграрни видове за създаване на енергийни култури в България.

Цолова, В., Петрова, Л., Маринова, С. (2005). Хумусни вещества в утайки от ПСОВ в гр. София. *Journal of Balkan Ecology, № 4.*

Цолова В., Маринова, С. (2005). Разтворими съединения на тежки метали, съдържащи се в утайки от пречиствателни станции за отпадъчни води. *Почвознание, агрохимия и екология, т. XL, № 3*, 22-24.

Директива 86/278/ЕИО за опазване на околната среда, и по-специално почвата, при използване на утайки от отпадъчни води в земеделието. ОВ L 181, 4.7, 6. 1986.

Наредба за реда и начина за оползотворяване на утайки от пречистване на отпадъчни води, чрез употребата им в земеделието, приета с Постановление № 201 от 04.08.2016, ДВ. бр. 63 от 2016 г.

Colón, J., Alarcón, M., Healy, M., Namli, A., Ponsá, S., Sanin, D., Taya, C. (2017). Chapter 14: Producing sludge for agricultural applications.

Environmental Protection Agency. (1993). Technical support document for land application of sewage sludge. Prepared for office of water, U.S. Environmental protection agency by Eastern Research Group, 110 Hartwell Avenue, Lexington, MA 02173 USA.

Georgieva, V., Marinova, S., Georgieva, R., Stankova, D., Paunova, G., Tachev, Y. (2022). Agroecological assessment of sludge from wastewater treatment plants in the aim of their use in the practice. *Bulgarian Journal of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, 56(1)*, 53-62.

Holmgren, G. G. S., Meyer, M. W., Chaney, R. L., Daniels, R. B. (1993). Cadmium, zinc, copper and nickel in agricultural soils of the United States of America. *J. Environ. Qual.* 22, 335 – 348.

Iticescua, C., Georgescu, L., Murariu, G., Circiumaru, A., Timofti, M. (2018). The Characteristics of Sewage Sludge Used on Agricultural Lands. *AIP Conference Proceedings*. Published Online: 07 November 2018.

Lamastra, L., Suci, N.A. & Trevisan, M. (2018). Sewage sludge for sustainable agriculture: contaminants' contents and potential use as fertilizer. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 5, 10.

Marinova, S. (2000). Determination of the effect of the sludge from waste water treatment station near Sofia-city as Fertilizer. *Int. Symposium on Desertification. Konja, Turkey*, 333-338.

Marinova, S., Chuldiyan, H. (1999). Estimation the effect of the sludge for waste water treated stations over the leached smolnitza and degraded chernosem. V *Int. Meeting of soil with medit. type of climate. Barcelona*, 286-288,

Marinova, S., Tsoleva, V. (2005). Nutritious status of reclaimed substrata. *Journal of Balkan Ecology*, vol. 8, № 3:307-311. 2005.

Marinova, S., Banov, M., Georgieva, R., Stankova, D., Paunova, G., Georgieva, V., Tachev, Y. (2023). Effect of using sludge from waste water treatment plants as an organic reserve in agriculture. *Bulgarian Journal of Agricultural Science. Volume 29 Number 3*

Markov, E., Marinova S. (2006). The Effect of Sewage Sludge on the Yield and Quality of Perco-Plant. *Ecology and Future*, v. V. № 1, 43-46.

Bhatt, P., Mathur, N., Singh, A., Bhatnagar, P. (2015). Recycled sewage sludge: a step to sustainable agriculture. *Int. J. Chem. Sci.:* 13(4).

Peskod M. B. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture - FAO irrigation and drainage paper 47- 6.3. Food and agriculture organization of the United Nations.

Popova, T, Zaharinov, B., Marinova, S., Kaleva, M., Kirov, V., Baykov, B. (2013). Microbiological evaluation of sewage sludge in terms of possibility of applications in soil as a fertilizer. *The Journal of Animal and Plant Sciences*.

Sidjimov, M., Georgieva, V., Tachev, Y. (2017). Health and environmental aspects of sewage sludge utilization“. *Сборник по екология, 2016*, 251 – 256.

Toncheva P, Pchelarova, H., Marinova, S. (2014). Effect of Organic Waste Materials for Ameliorating Soils. *Jornal of Balkan Ecology*, vol. 17, no. 2.

Tytle M. (2019). Assessment of Heavy Metal Pollution and Potential Ecological Risk in Sewage Sludge from Municipal Wastewater Treatment Plant Located in the Most Industrialized Region in Poland - Case Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 2430.

Tytle M. (2020). Identification of the Chemical Forms of Heavy Metals in Municipal Sewage Sludge as a Critical Element of Ecological Risk Assessment in Terms of Its Agricultural or Natural Use. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 4640.

Zhang X., Wang, X., Wang, D. (2020). Immobilization of Heavy Metals in Sewage Sludge during Land Application Process in China: A Review. *Sustainability*. 2017;9(11):2020. <https://doi.org/10.3390/su9112020>.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА НАГЛАСИТЕ ПРИ ИЗПОЛЗВАЩИТЕ И НЕИЗПОЛЗВАЩИТЕ УТАЙКИ ЗЕМЕДЕЛСКИ ПРОИЗВОДИТЕЛИ

ДАНИЕЛА ЦВЯТКОВА, гл. ас. д-р,
Институт по аграрна икономика - София

Сравнителен анализ

Във времена, когато опазването на околната среда и устойчивото земеделие са от ключово значение, иновациите играят решаваща роля в търсенето на ефективни методи и решения за използване на ресурс. Днес, в условията на настъпващата продоволствена криза, особено важна е реалната оценка за състоянието на обработваемите земи. Дългогодишната употреба на минерални торове с кисел характер, като амониева селитра, амониев сулфат, калциев нитрат и др., е един от факторите, които водят до прогресивно разрушаване на почвената структура. Тези неблагоприятни тенденции са свързани с влошаване качеството на почвените ресурси, водещо до по-ниски добиви на растителна продукция.

За да се намали част от вредното влияние върху почвите от използването на минерални торове, е важно да се прилагат устойчиви методи на земеделие, които вземат под внимание оптималните количества на торове, използваните химикали и тяхното взаимодействие с околната среда. Възможни решения включват органично земеделие, рециклиране на органични материали и биологични методи за контрол на вредителите. Иновациите играят решаваща роля в търсенето на ефективни методи за използване на ресурсите. Едно от най-актуалните предизвикателства е управлението на отпадъчни води, произведени от пречиствателни станции. Тези отпадъчни води, след адекватна обработка, наистина могат да се окажат полезни за земеделската дейност. С нарастващите нужди от хранителни продукти земеделието се изправя пред предизвикателството да увеличи производството, запазвайки природните ресурси и околната среда.

Използването на утайките в земеделието представлява един сравнително евтин и лесно достъпен начин, чрез който се ограничава замърсяването на околната среда в района на пречиствателните станции и не се затруднява тяхното функциониране. Като се има предвид голямото количество утайки, които се получават годишно от ПСОВ, намирането на решения за оползотворяването на утайките се превръща в предизвикателство. Земеделието представлява един подходящ приемник, защото става дума за органична

материя, която се внася с утайката. От екологична гледна точка, торенето с утайки дава много добро решение за оползотворяване, чието съхранение създава големи предизвикателства пред пречиствателните станции и оттам за обществата. В същото време съществуват различни въпроси, свързани с използването на тези смеси в земеделието, които касаят екологични, производствени, санитарни, социални аспекти, но има и икономически, които са от съществена важност, за да се постигне трайност, релевантност и ползотворност. Не трябва да се игнорира факта, че едно конкурентоспособно стопанство се изгражда на база комплекс от множество фактори. Затова е нужно да се отчете значението на всеки един от тях, да се обърне нужното внимание и приоритет. Трудно би било за всеки земеделски производител едновременно да се намалят разходите; да се увеличат добивите; да се повиши качеството на произведената продукция; да се съхраняват природните ресурси и др.

Повторната употреба на утайки в селското стопанство се счита в световен мащаб за начин за намаляване на замърсяването на околната среда и допринасяне за кръговата икономика чрез повторно улавяне на „отпадъците“ като ресурс (Guidi, Marzougui, Ounalli, Sabbahi, Gara, 2021). Значителното съдържание на органична материя в утайките (приблизително 50% от нейната твърда фракция) може да подобри физическите, химичните и биологичните характеристики на почвата и да доведе до подобрени земеделски добиви, когато се прилага като тор. Органичната материя играе важна роля в агрегацията на почвата. Подобрява порьозността на почвата и повишава задържането на вода и движението (Saljnikov, Sakmak, Rahimgalieva, 2013). Добавянето на органична материя насърчава разграждането на почвените вещества и установява микробно равновесие. Въпреки това, основното ограничение е безопасността на повторното използване на утайките от отпадъчни води поради потенциално концентрираните вредни съдържания на метални микроелементи, възникващи замърсители и патогени (Rorat, Courtois, Vandenbulcke, Lemiere, 2019).

През последните години фермерите в България изразяват готовност да използват утайките от градските отпадъчни води като селскостопански тор, в региони, които се наблюдава обедняване на почвата на органични вещества. Съществува обаче дисбаланс между намерението на фермерите да прилагат утайка върху обработваните от тях земи спрямо количеството утайка, произведена от пречиствателните станции за отпадъчни води (ПСОВ), както и изявената готовност за дългосрочна практика и изцяло преминаване към този вид наторавяне.

Предвид това, проучването има за цел да идентифицира проблемите, свързани със повторната употреба на утайки в определени райони в страната и да предложи решения за

разрешаването им. Основната информация, събрана в хода на това проучване, е една възможност да се дадат обобщените позиции на основните заинтересовани страни.

С фокус върху техническите, икономическите, екологичните и поведенческите аспекти се изследват предимствата и ограниченията на този подход, както и необходимостта от интегрирането му. Авторите на избрания подход (Башев, Иванов, 2021) са идентифицирали икономическите, технологични, екологични, поведенчески и др. фактори, които стимулират или възпират използването на утайките от земеделските производители. За прилагане на избраната методика първо са проведени задълбочени case study в два технологични типа земеделско производство, като едното стопанство използва торенето с утайка, а другото стопанство - конвенционалното торене. След идентифициране на основните фактори, за всеки от тях се прави оценка за степента на въздействие/мотивиране (висока, средна, ниска) върху процеса на вземане на решение в две категории – положително или отрицателно.

За да има съпоставимост са интервюирани две стопанства от софийска област, с почти еднаква по размер обработваема земя, но поради факта, че едното стопанство отглежда предимно царевица и слънчоглед (неползващо утайка), а земеделско стопанство, ползващо утайка е тествало утайката предимно върху царевицата, много малко дка върху пшеница, и има затворен пълен цикъл, то може да ни предостави данни от наблюдение (3-5 г.) върху една култура. Правим ограничения, че за да тестваме избраната методология избираме една култура и това е царевицата.

Въпреки че има значение вида почва, тези две стопанства отглеждат своите култури предимно на сиво-горски почви, канеленогорски почви и алувиално-ливадни почви.

Царевицата е най-предразположената култура за използване на утайките, ефектът е значителен. Добивът на царевица при засяване на площи с внесена утайка е средно 1 200-1 450 кг/дка, а без внесена утайка 650-700 кг/дка.

Имайки предвид, че в обработваемите земи попадат различни типове почви се отчита диференцирано различен ефект върху добива, при различните типове почви, както следва:

Вид стопанство	Вид култура	Общо засята площ с царевица, слънчоглед, пшеница.	Общо засята площ само с царевица
Стопанство 1 – ползващо утайка	царевица	700 дка	310 дка
Стопанство 2 – неползващо утайка	царевица	680 дка	290 дка

Критерият, който се използва за извършване на тази оценка е сравнителен, като ранговите оценки изискват при нормализацията да бъдат настроени така, че RS да бъде в границите от 0 до 1, където неблагоприятният определен и дефиниран резултат и последствие е скалирано близко до 0, а благоприятното положително въздействие и последствие е приближено до 1.

С оглед на факта, че различните ефекти и показатели се измерват и представят в различни мерни и класификационни единици се използва рангова оценка и метод за нормализация на първичните и оригинални стойности или качествени ефекти - голям, добър, среден, малък, незадоволителен, неприемлив и т.н. Определянето на първичните и оригинални стойности или качествени ефекти по отделните показатели е много диференцирано, което зависи от самия показател, от наличието на конкретни данни и информация, от степента на сложност, от начина по който може да се набавят конкретните данни и да се извърши първоначалната количествена или качествена класификация на ефекта и от референтните свойства на показателя. По този начин изходните стойности и класификацията по отделните показатели се прави като външна или вътрешна оценка. Външната оценка е тази при която данните са външни за това проучване и се вземат от статистически, нормативни, литературни или други източници и вътрешна оценка, която използва експертната преценка.

Подходът който е разработен за изследване на социално-икономическите ефекти от оползотворяване на утайките в земеделието е интегриран-сравнителен метод за оценка. Този метод представлява инструмент за нормализиране на разнородните и многопластови резултати и стойности по наблюдаваните и обхванати показатели на факторите от производствената, икономическата, социална и екологична област на въздействие при използване на утайките в земеделието. Интегрираният-сравнителен метод работи с количествена рангова оценка, която се получава посредством сравняване на резултатите и оценките по един и същи показател при два технологични способа на земеделско производство – конвенционално торене с минерални торове и при алтернативно торене с утайка. Това може да бъде представено по формулата:

$$RS_{In} = InS_{ST} / InS_{CT}, \text{ където}$$

RS_{In} – рангова оценка по всеки показател и по идентифицираните фактори на въздействие;

InS_{ST} – конкретният показател и неговата нормализирана оценка при торене с утайка в земеделското производство;

InS_{CT} - конкретният показател и неговата нормализирана оценка при конвенционално торене с минерални торове;

Нормализирането на оценките по всеки индикатор става посредством формулата:

$InS_{ST/CT} = PV_{In} / MAXPV_{In} * RS$, където

PV_{In} – първичната и оригинална стойност на индикатора, която може да бъде в различни мерни и класификационни единици;

$MAXPV_{In}$ – максималната прагова стойност в благоприятния спектър на въздействие, която може да заеме резултатът по конкретния показател имайки предвид първичния измерител и класификационна единица, с която се работи;

RS – ранговата оценка и максималната оценка по тази рангова скала, по която се извършва интегрирането на оценките по показатели, отразяващи и разкриващи ефектите от оползотворяването на утайките в земеделието.

Конкретните ефекти се проследяват и измерват посредством специфични и индивидуални показатели, като по този начин се съставя *система от специфични и конкретни показатели*, представящи многостранните ефекти от оползотворяване на утайките, което се отчита на ниво стопанство. Разработеният интегриран-сравнителен метод за оценка представя анализа и измерването на ефектите от оползотворяването на утайките в земеделието, съпоставяйки огледалните ефекти по избраните показатели при алтернативен начин на производство и конвенционално торене, което изпълнява ролята на критерий. По този начин оценката има относителен характер и не може да съществува и да се разглежда самостоятелно.

Таблица 1. Системата от показатели за оценка на ефектите от оползотворяване на утайки в българското земеделие

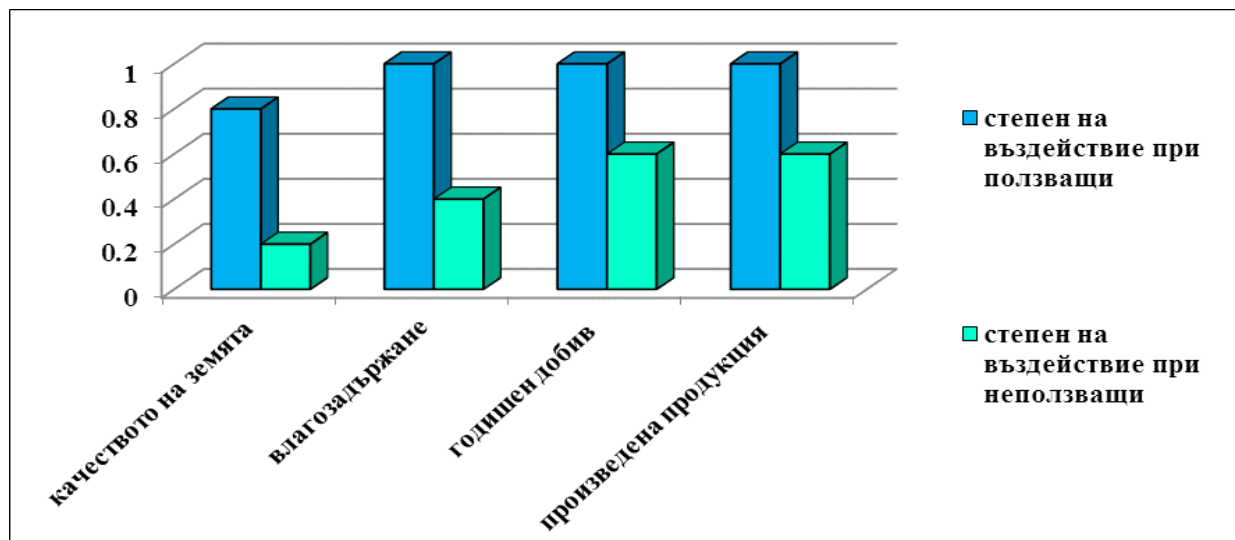
Тип на ефекта	Свойства и характеристики на ефектите	Показател за измерване
Производствени	Промяна на качеството на използваната земеделска земя	Структура на почвата
		Аерация на почвата
		Органични вещества в почвата
		Утъпкване на почвата
	Промяна на влагозадържането на почвата	Степен на задържане на водите
		Обем напояване
	Промяна на добива	Среден добив
		Внесени минерални торове в стопанството
Промяна на качеството на продукцията	Качество на продукцията	
	Количество на опасни елементи в продукцията	
Икономически	Въздействие върху дохода	Обща продукция
		Цени на реализация
		Листна маса
	Въздействие върху производствените	Разходи за закупуване и доставка на

	разходи	утайки
		Разходи за минерални торове
		Разходи за заплащане на труд
	Промяна на размера на собствен или заеман оборотен капитал	Собствени средства за оборотен капитал
		Заемни средства за оборотен капитал и лихви
	Промяна на разходите за обучение, информирание, обмяна на опит, експериментиране, и тестове	Разходи за информирание, обмяна на опит и обучение свързани с използване на утайки
		Разходи за експериментиране и тестове свързани с използване на утайки
	Промяна на транзакционните разходи	Разходи за договаряне и изпълнение на договори за доставки на утайки
		Разходи за изучаване на нормативна уредба и получаване на разрешителни
		Разходи за взаимоотношения с поземлени собственици
Разходи за маркетинг на продукцията		
Промяна на конкурентоспособността	Равнище на конкурентоспособност	
Социални	Промяна в условията на труд	Влошаване на условия на труд
	Промяна в условията на живот	Влошен комфорт на населението
	Промяна на взаимоотношения с други агенти	Конфликти със собственици на земи
		Конфликти с други фермери и заинтересовани страни
	Промяна на устойчивостта на стопанствата	Жизнеспособност на фермите
Намаляване на отпадъците	Количество на употребени утайки в стопанството	
Екологически	Поддържане и подобряване на качеството на почвата	Равнище на почвено плодородие
		Количество на опасни елементи в почвата
	Съхранение и икономии на води	Степен на напояване
	Замърсяване на въздуха и пътищата	Степен на замърсяване
	Промяна на екологическата устойчивост	Равнище на екологическа устойчивост
Управление на отпадъци	Употребени утайки в района, подотрасъла, страната	
	Промяна на парниковите газове	Намаление на количеството на използваните минерални торове в страната

Източник: Хр. Башев (2021).

При въздействие на **производствените ефекти** отчитаме силен превес на стопанството, което ползва утайка (показателите са в рамките най-близо до 1), като с най-високи стойности са показателите влагозадържане, произведена продукция и годишен добив (Фиг. 1.).

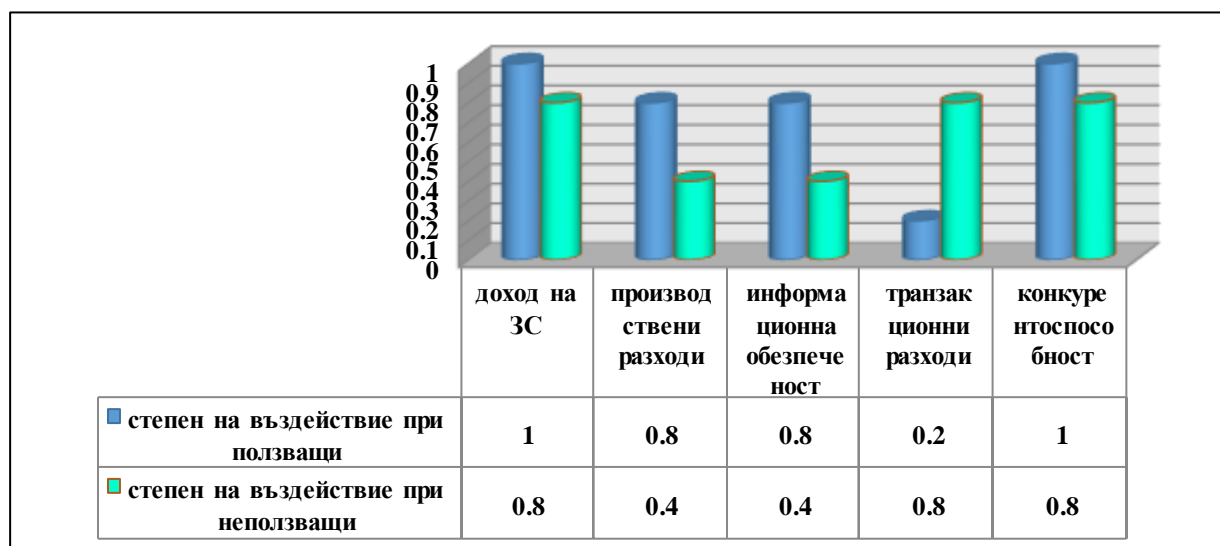
Фиг. 1. Степен на въздействие на производствените ефекти



Източник: собствени изчисления.

При анализирането на показателите **на икономически ползи** (Фиг. 2.) земеделски производители са изчислили, че около 40% от общите им разходи са за наторяване – най-вече азот, фосфор и калий. С внасянето на уайката в земеделските им земи се оптимизират разходите и това перо на практика отпада. Утайката замества успешно минералните торове за сравнително дълъг период – 5 г., през който ползвателите не наторяват с минерални торове, а продължават да акумулират ползите от запасеността на утайката с азот, фосфор и калий. Както стана ясно утайката също спомага за влагозадържането в почвата. Ефектът на утайката се визуализира като „гъба“, а допълнително почвата става по-рохкава. При положение, че годината е дъждовна, това е знак, че ще има и по-добри добиви. Допълнително, почвата се обработва по-лесно, като това дава отражение върху натовареността на тракторите и заетите по време на оран. Именно това се оказва от изключително значение за увеличения добив при културите. Фермерите са установили, че утайката спомага 2 пъти по-добре за влагозадържането в почвата. Когато се разглежда ефективността при оползотворяването на утайките в земеделието, икономическият анализ, който може да се използва за оценка на тази ефективност е оценката на ползи и разходи за земеделския производител.

Фиг. 2. Степен на въздействие на икономическите фактори



Източник: собствени изчисления.

При анализа на икономическите ползи се откриха и допълнителни ползи, които фермерът, който ползва утайка наблюдава всяка година след внасяне на утайката в стопанството като:

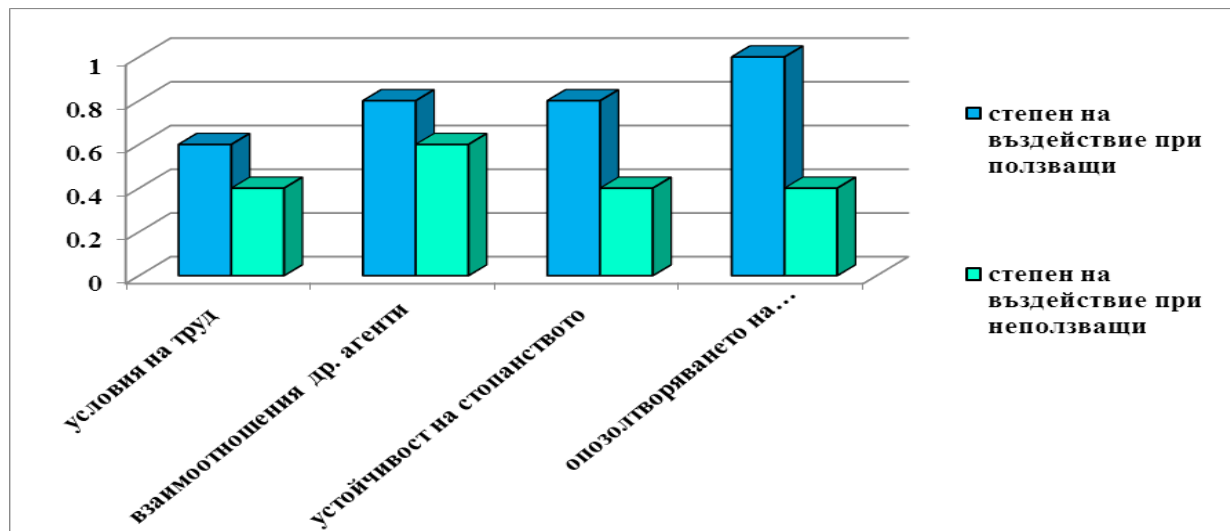
- ✓ Обогаляване на почвата с органични вещества
- ✓ Повишаване на добива
- ✓ Подобро качество на продукцията
- ✓ По-ефективно използване на поземлените, материални, трудови и финансови ресурси
- ✓ По-бързо покълване на семената и поникване на растенията
- ✓ По-бързо вегетационно развитие на културата

За много от социалните и екологическите ефекти се използват *качествени класификации* за оценка на ефекта. За тези ефекти има и нормативно (институционално) определени стандарти, които показват минимални или максимални граници, в които определени (предимно отрицателни) ефекти са социално и/или екологически приемливи и допустими.

При въздействието на **социалните ефекти** (Фиг. 3.) идентифицираме следните ползи: Увеличаване на доходите на земеделските производители; Повишена устойчивост на земеделското стопанство; намаляване на количеството на отпадъците и на съвкупните разходите за тяхното съхранение и унищожаване; подобрена конкурентоспособност; улеснен процес за прилагане на утайката върху землището, ако то се намира в отдалечено населено място. Установява се, че социалните ефекти имат и своето отрицателно въздействие и то най-вече върху обществените нагласи към тези процеси: понижен

комфорт на населението в периоди на внасяне на утайки (недоволство при поява на специфична миризма); нежелание от собственици на земи да предоставят земята си под аренда, на земеделски производители, които внасят утайка; конфликти с други фермери и заинтересовани страни; нежелание на ползващите фермери да споделят положителния си опит по различни причини (най-вече заради негативните обществени нагласи и/или поддържане на високо ниво на конкурентоспособност сред другите фермери в района.

Фиг. 3. Степен на въздействие на социалните ефекти

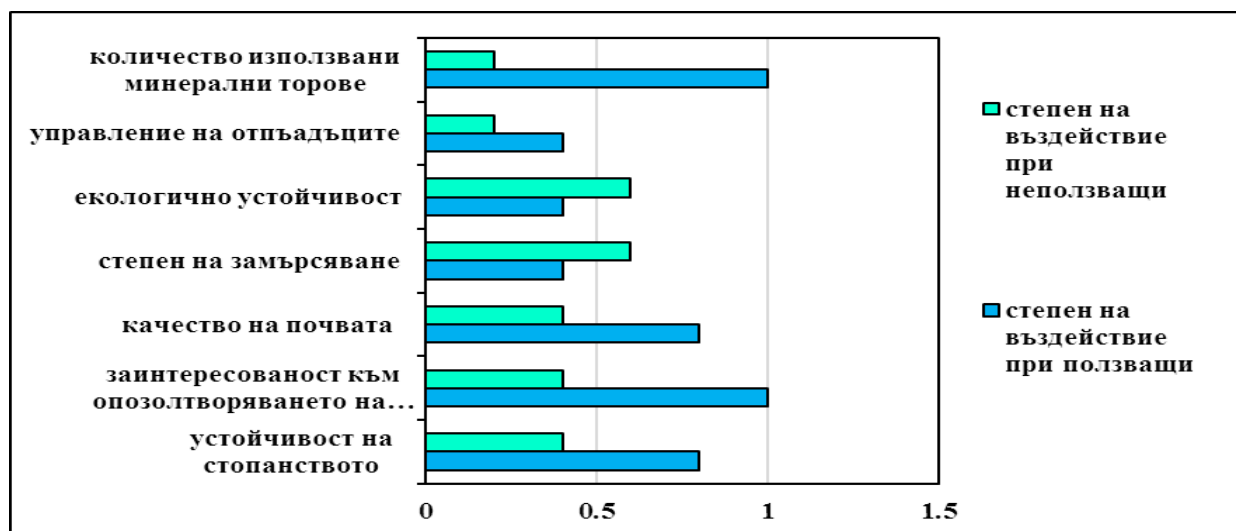


Източник: собствени изчисления.

При **екологичните ефекти** (Фиг. 4.) установихме, че с най-силно влияние и положителни резултати за стопанството са: поддържане и подобряване на плодородието и качеството на земеделските земи; повишено съхранение на водите в стопанствата; повишена екологическа устойчивост на земеделието; подобро и по-ефективно управление на отпадъците.

Въпреки доказаните резултати в това проучване и осъзнатостта на земеделските производители за положителния ефект на всички описани по-горе основни фактори (Фиг. 5.), все още търсенето и използването на утайката е ограничено. Наличието на многостранна, актуална и надеждна информация за възможностите, начините, условията, ефектите, предизвикателствата и рисковете, свързани с оползотворяване на утайки в земеделието би помогнала за популяризирането на метода. Адекватната нормативна, научна, експериментална и практическа информация е важна не само за земеделските производители, но и за всички останали участници в този процес – държавни органи, ПСОВ, земеделски производители, заинтересовани лица, крайни потребители и широката общественост.

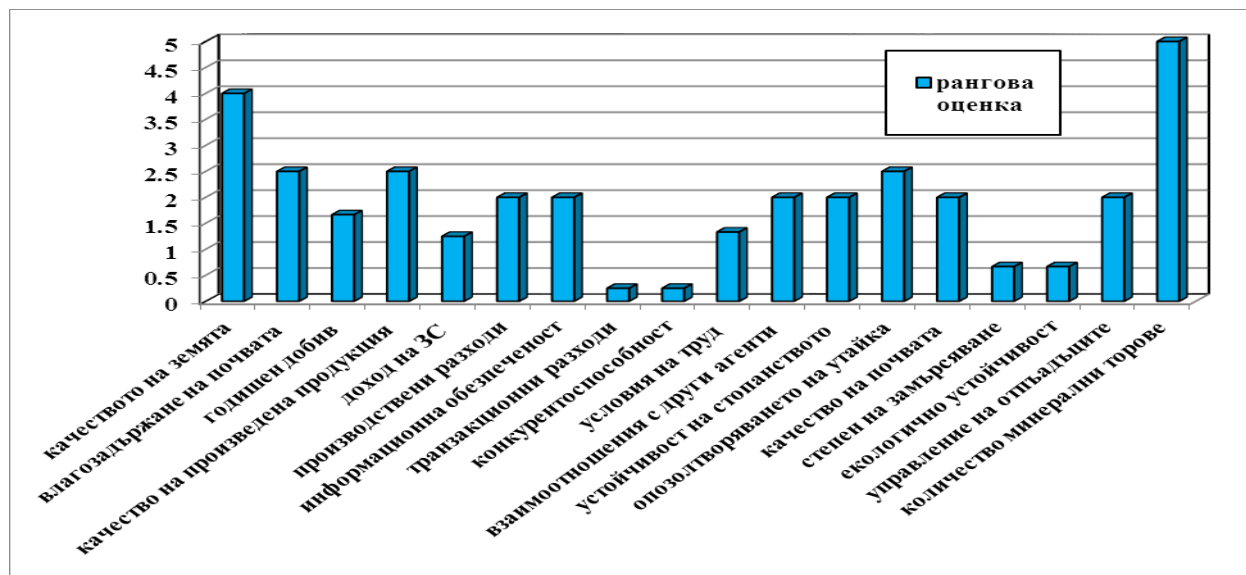
Фиг. 4. Степен на въздействие на екологичните ефекти



Източник: собствени изчисления.

С тази цел се направи и анкетно проучване, което да определи *мотивиращите и демотивиращи фактори и нагласи на земеделските производители за използване на утайката като торно средство.*

Фиг. 5. Обобщена рангова оценка на основни показатели при влагането на утайка в земеделските стопанства



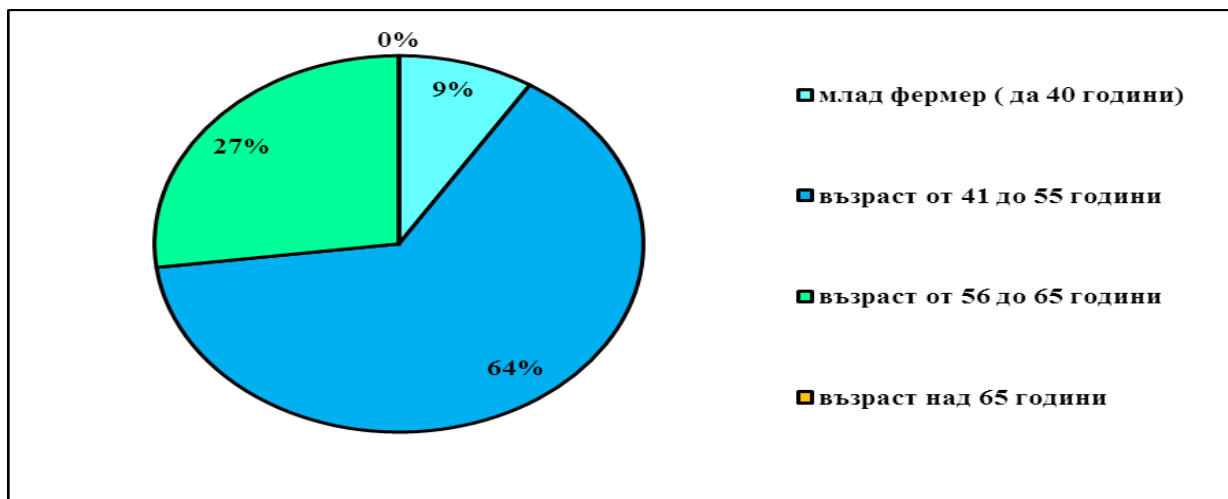
Източник: собствени изчисления.

Земеделските производители в района на София област (и по конкретно земеделските производители от района на Самоков) осъзнават загубата на почвено плодородие, силната уязвимост и/или икономическата зависимост на района от развитието

на земеделски дейности. Почвеното разнообразие на територията включва алувиално ливадни почви, излужени канелени горски почви, кафяви горски почви и планинско ливадни горски почви. Земеделието не е с определяща тежест за икономиката, но е с важно социално-икономическо значение за селските територии. Раздробеността на земеделската земя на малки участъци, поради планинския релеф са непригодни за земеделска дейност и облагородяване, за монокултурно земеделие. Основните култури, отглеждани на територията са картофи, пшеница, царевица, както и различни ягодоплодни (малини, ягоди и др.).

Основно стопанствата са стопанства на физически лица, със среден размер 800-960 дка. обработваема земя. Възрастта на стопаните е между 41 и 55 г. с богат практически опит и с теоретични познания в земеделската наука (Фиг. 6.). Стопанствата им съществуват повече от 5-10 г. Демонстрират добри познания на съвременни технологии, добра информираност, черпят чужд опит отвън, посещават изложения, активно работят с научните институти на Селскостопанска академия, вземат активно участие в семинари и земеделски асоциации на производителите. Прави впечатление, че някои земеделски производители са чели и научни статии за утайките и за тях изсушената и третирана утайка не би трябвало да има проблем с миризмата при заораването ѝ в почвата. Категорично всички са запознати с използването на утайките от ПСОВ и каква е практиката. Информацията са я получили неформално - от колеги производители, от научни работници, от пресата. На въпроса *за ползите, които биха имали, ако ползват утайка получихме еднозначен отговор*: Това е отпадането на разходите за оран, следствие от заораването на утайката в почвата, следван със същата тежест положителен отговор: Отпадане на разходите за наторяване с минерални торове.

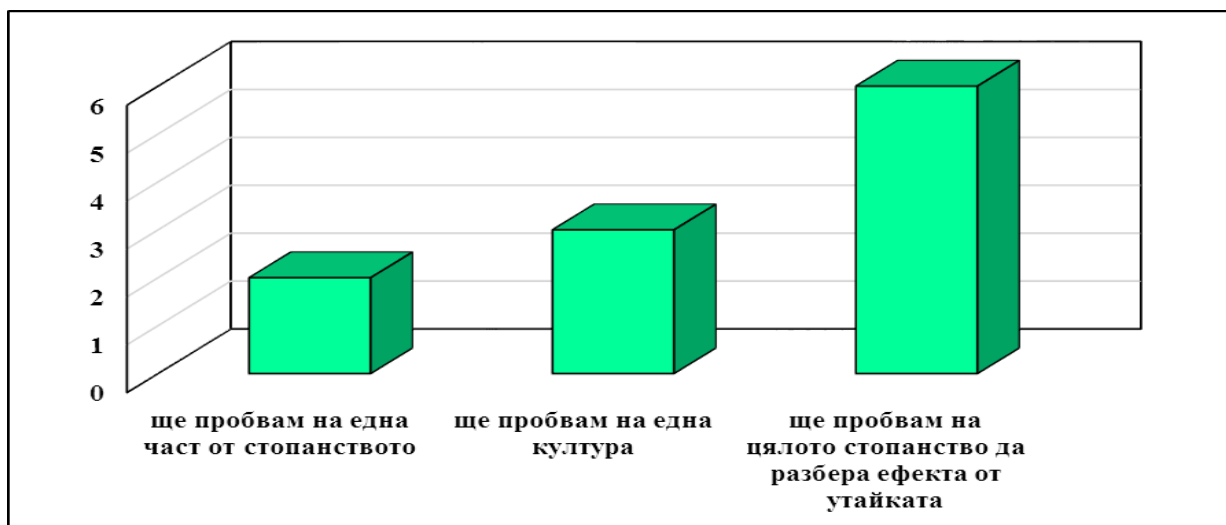
Фиг. 6. Възраст на собствениците сред анкетираниите земеделски стопанства



Източник: собствени изчисления.

Оттук правим извода за водещите мотиви за това как да се оползотворява утайката и те са: **икономически** (двойно увеличение на добива) и **технологични**. Имат положителни нагласи и готовност да приложат утайката на цялото землище (Фиг. 7.). На въпроса за това дали са ”правили лабораторни проби на стопанството”, голям процент отговарят „не”, споделят, че причината е високите разходи за това (Фиг. 8.). За тях намаляване на разходите е важно решение за оцеляване на стопанството. Голям процент земеделски производители биха споделили опитата си, защото това е начин на информираност между тях (Фиг. 9.). Имаме и няколко отговора на този въпрос, че не биха споделили цялата информация, заради повишаване на конкурентостта в района. Важно за тях е, че ако се установи, че утайката е неекологосъобразна и вреди на обществото и региона, те не биха я използвали (Фиг. 10.). Това е резултат от това, че все още утайките от ПСОВ се третираат като „отпадък“. Ето тук е назрял моментът в съзнанието на земеделските производители, тази утайка да се превърне в продукт както всички останали и познати на пазара биологични продукти за наторяване. Беше им зададен въпрос каква е причината утайките да не са често срещана практика в дейността на земеделските производители в района, и отговора беше категоричен, че 1-во липсва официална информация и 2-ро, че те сами чрез интернет, литературни източници, неформална информация (много често разговори между тях или чувайки за практика за прилагане на утайки от други региони на страната) се информират.

Фиг. 7. Нагласи на земеделските стопани при първоначално използване на утайка от ПСОВ



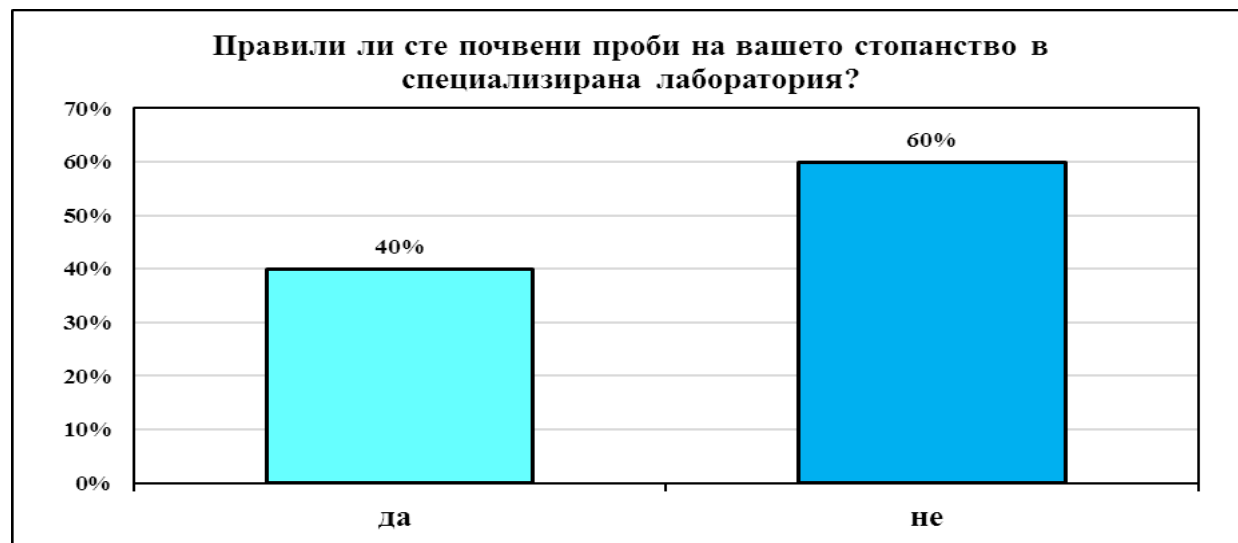
Източник: собствени изчисления.

Заедно с получените резултати и проведения анализ открихме и ограничаващи, дори изцяло блокиращи ефективното оползотворяване на утайките, специфичните условия на определени стопанства, райони, производства и т.н. Така например транзакционните и

други разходи на земеделския производител за доставка на утайки могат да се окажат много високи (договаряне и конфликти с ПСОВ, получаване на разрешителни, заплащане за почвени проби и т.н.), което да ограничи силно или дори да блокира иначе ефективното (по отношение на добив, производствени разходи и др.) използване на утайки в стопанството.

Други фактори, които влияят на решението на земеделските стопани дали да използват утайки, включват политически, екологичен, социален и икономически натиск. Несъмнено икономическият натиск е факторът, който влияе най-много и обуславя употребата на продукти за растителна защита от земеделските стопани. Например 81% от отговорите на проучването, посочват финансовия натиск като основна причина за използването на пестициди от земеделските стопани. По-специално високите производствени разходи се явяват сериозен стимул за земеделските стопани да използват повече продукти за растителна защита. Въпреки всичко те не отричат, че са запознати с ползите и биха споделили опита си с други фермери.

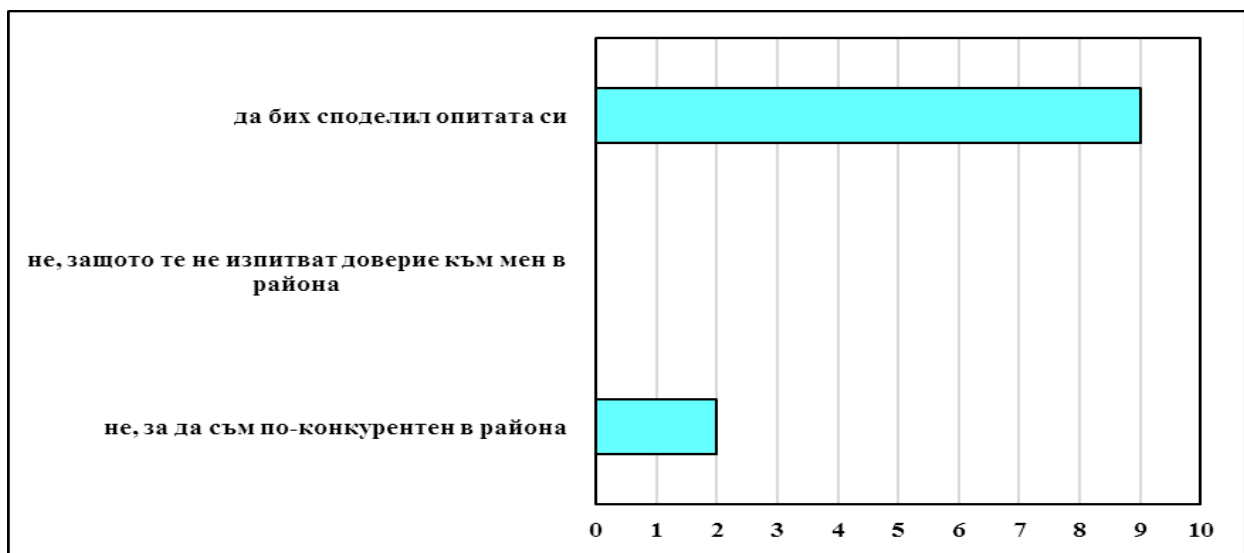
Фиг. 8. Готовност на собствениците да отговорят на задължителното изискване за направа на почвени проби върху землищата си



Източник: собствени изчисления.

Най-голямата трудност пред земеделците е скъпият мониторинг, попълване на документи, с което не всеки земеделски производител би се справил и покриване на много изисквания, както и необходимостта и високите цени от направата на почвени проби на отделни участъци на землищата им, преди стартиране на процедурата за влагане на утайката.

Фиг. 9. Споделяне на опит от прилагането на утайки сред фермерите



Източник: собствени изчисления.

Фиг. 10. Екологични нагласи на земеделските стопани



Източник: собствени изчисления.

На база множеството проведени срещи, анализи и дълбочинни интервюта изведохме и конкретни препоръки към заинтересованите лица за оползотворяване на утайките в земеделието на съвременния етап от развитието.

- Използването на утайки има и позитивни агрономически, производствени, екологически и други ефекти, които допълнително стимулират земеделските производители да повишат ефективността на производството си. Още на първата/втората година от прилагане на утайката икономическите и производствени резултати са налице в стопанството.

- Получените резултати от проведените изследвания сред земеделските производители са показател за промяна на отношението на „младото поколение“ и възможност за налагане на иновационни екологични подходи сред земеделските производители;

- Съществува разминаване в информацията, подадена от различните заинтересовани страни, относно използването на утайките и методите за обезвреждане. Тук основно трябва да се наблегне на ефекта от цялостния процес при използване на утайките върху земеделското стопанство, с положителното влияние по отношение на почви, икономически резултати, социална отговорност от стопанската дейност. Така и по-доброто информирание на земеделските производители за техния негативен и/или позитивен принос към регионалното икономическо развитие ще е по-осезаемо. Създаване на (звено/структура) към ПСОВ за осъществяване на дейността по управление на утайките. Включване в структура чрез концесия на различни предприятия и фирми, които да участват в извозването, последващата преработка и оползотворяването на утайките;

- Увеличаване на частното и публичното финансиране за обучение и оказване на подкрепа на сътрудничеството между експерти от МЗХ, МОСВ, управители на ПСОВ и земеделски производители, особено по въпроси, свързани с научните изследвания и иновациите в областта на продуктите за растителна защита; засилване на ролята на консултантските услуги за насърчаване на най-добрите практики за растителна защита

- Изграждане на логистична стратегия за управление на утайките, с активно участие от ПСОВ и/или допълнително назначаване на експерти, които да се заемат с този процес в пречиствателните станции.

- В близко бъдеще, голяма част от земеделските производители имат намерение да участват в „зелените“ мерките на ПРСР, да получават еко субсидии от ЕС. Не малка част от стопанствата също планират въвеждане на нови продукти, разширяване на стопанствата и участие в различни форми на коопериране с други местни стопанства. В рамките на ОСП има предпоставки за разработване на мерки, свързани с оползотворяването на утайките в земеделието. Интересът към използването на утайки може да се увеличи и при получаване на обществени субсидии, ограничаване на употребата на минерални торове в отделни райони, производства или типове стопанства в ЕС.

- Активно включване на местната власт в процеса на информираност - така те ще бъдат убедени в ефекта от цялостната дейност на местните земеделски стопанства и пряко ще наблюдават отражението върху почви, ландшафт и икономическо развитие на района. Необходимо е да се изгради нужния капацитет, да се повиши обществената заинтересованост. Също така местната общественост трябва да бъде убедена, че ефектът е положителен и по отношение на въздух, наземни води, подземни води, климат и социално развитие на района.

- Организиране на семинари/симпозиуми за подходящите практики и техники при управлението на утайките, с активното участие на ПСОВ, земеделски производители, научни организации, МОСВ, МЗХ.

- Решенията трябва да се търсят на регионално ниво, за да се постигне ефективност и икономия от мащаба. Да, това е вярно, но тук си позволяваме да обърнем внимание на сътрудничество между отделните ПСОВ относно: транспортиране на утайка в съседни области, при проявен интерес от страна на местните земеделски производители. Засилване на сътрудничеството, дори общи инвестиции, между близки регионални ПСОВ. Селскостопанските земи имат достатъчно капацитет да поемат цялото количество образувани утайки. Търсене на земища при рекултивация на нарушени терени. Търсене на сътрудничество с местните регионални служби към МЗХ.

Когато е добре управлявано, внасянето на утайка в почвите може да намали употребата на минерални торове, както и емисиите на парникови газове. Поинтелигентната им и широка употреба ще повиши още повече амбицията на ЕС за разширяване на дела на районите за биологично производство, което ще увеличи необходимостта от алтернативи на минералните торове. Поради тази причина някои от мненията, изразени в проучването сочат, че е важно да продължи да се защитава стабилен модел на иновативност и сигурност особено, ако се вземат предвид амбициозните цели за постигане на 25% обработвана по биологичен начин земя в ЕС.

Използването на отпадъчни води от пречиствателните станции в земеделието може да предложи редица предимства:

1. С растящото световно население и нарастващите нужди от хранителни продукти, земеделието се изправя пред предизвикателството да увеличи производството, запазвайки природните ресурси и околната среда. Отпадъчните води от ПСОВ представляват потенциален източник на вода и хранителни вещества, които могат да се използват в земеделската практика.

2. Технически и технологични предимства: Използването на обработени отпадъчни води изисква напреднали методи за пречистване и дезинфекция, за да се гарантира безопасността както на растенията, така и на хората, които консумират културите.

3. Екологични предимства: Използването на обработени отпадъчни води може да намали натоварването върху водните източници, като се намалят изискванията за пряка питейна вода. Освен това, водата може да съдържа хранителни и органични вещества, които да подобрят почвеното плодородие.

4. Икономически предимства: Интегрирането на обработени отпадъчни води в земеделската дейност създава нови възможности за доходи, по-високи добиви след внедряването на утайката в почвата, намаляване на разходите за наторяване в рамките до 5 г., премахване на разходите за минерални торове в земеделското стопанство.

Позицията на ПСОВ

Пречистването на отпадъчните води в България е област, в която едва през последните няколко години се наблюдава бърз растеж и разрастване и в по-малко населените райони. Следователно търсенето на безопасни начини за оползотворяване на увеличаващите се количества утайки е предизвикателство, което ще става все по-актуално. Традиционните методи за справяне с образуваните утайки се оказват неподходящи поради недостатъчния си капацитет и правните ограничения. Нови начини за управление на нарастващите количества утайки и предотвратяване на рисковете в резултат на различното им качество са неразделна част от решението, което изисква тази съществуваща ситуация.

Това означава, че при управлението на утайките от отпадъчни води в страната трябва да се обърне особено внимание на малките пречиствателни станции, разположени на територията на страната, а не само на ПСОВ, с потенциал и капацитет за обновяване и иновации.

Например по-малките ПСОВ в страната (ПСОВ Самоков и Боровец, ПСОВ Кюстендил, ПСОВ от Бургаския район), както и земеделските стопани от тези региони са убедени, че при необходимата стриктна обработка, утайките могат да бъдат полезни и ценни за земеделието със своите компоненти (сред които органични вещества, азот, фосфор, калий и в по-малка степен, калций, сяра и магнезий) и че утайките като цяло могат да намалят киселинността на почвата.

На база на проведени case study в посочените по-горе региони обобщихме следната информация: ПСОВ в Кюстендил, ПСОВ - Враца и ПСОВ Самоков разполагат с изсушителни полета.

Отпадните води на гр. Самоков се третира от пречиствателна станция за отпадни води - ПСОВ Самоков. В община Самоков има изградени: ПСОВ за нуждите на гр. Самоков; ПСОВ за курорта Боровец и ПСОВ на с. Белчин.

В ПСОВ Враца има изградени съвременни технологии и изсушителни полета, а в случай на натрупване на повече количества утайки, те се използват за рекултивиране на ДЕПО между гр. Враца и гр. Мездра.

В регионите има земеделски производители, които са заинтересовани от използването на утайките, но основна пречка пред тях се явяват разходите за оползотворяване (транспортни, за почвени проби и др.), неяснотата от процеса и документните изисквания, както и несигурността за дългосрочно партньорство с ПСОВ. Фермерите трябва да бъдат убедени, като се ангажират повече организации по районите, че приложението на утайките е съобразно закона и гарантира безопасност по отношение

екологията. По-широка информационна кампания и административно – процедурни облекчения биха засилили интереса у повече земеделци.

На територията на община Бургас, само по-големите пречиствателни станции – Бургас, Равда, Обзор имат по-големи изсушителни полета и едно по-малко, на територията на ПСОВ - Царево, което се използва като временно ДЕПО до извозването. Останалите – по-малките станции - нямат изсушителни полета. При анкетното проучване бяха установени малки количества утайка в процес на изсушаване на териториите на ПСОВ в Бургас, Китен и Царево. Само в Царево, технологията за обезводняване на утайката е чрез преса, поради което тя не се използва през зимните месеци, при температура под 10 градуса. В момента, според централизираното управление от ВИК – Бургас, утайките от другите пречиствателни станции се събират периодично, според натрупаните количества в централната пречиствателна станция в Бургас, откъдето карат в ДЕПО – Дебелт, на мястото на стара строителна кариера. Въпросът за бъдещото ѝ съхранение, при пренатрупване на количествата стои открит и дава посоки за предложения – как да бъдат използвани утайките по-широко в земеделието по Южното Черноморие и други сфери, например – в строителството.

Нужно е по-активно включване и на МЗм, а и евентуални облекчения и субсидии за земеделците, които използват утайката от отпадъчни води за съхранение и обогатяване на почвата, включително и чрез европейски средства. В момента активите на пречиствателните станции са собственост на общините,

Цялото произведено количество утайки от Бургаския район се използва 100% за рекултивация и подобряване на разрушени полета. От цялата община Бургас (основна) годишно се получават около 5-7 хил. тона утайки, в т.ч. Китен и Приморско и ММЦ) – 400 тона, Поморие – 1 200 тона, Бургас – Меден рудник – 500 тона, Равда (поема води от Свети Влас, Несебър, Слънчев Бряг, Равда и Ахелой) – 1 700 тона, Обзор – 150 тона, Созопол – 840 тона, Царево – 80 тона. Бургас (Ветрен – обхваща кв. Ветрен, Банево и Мин. бани) – 480 тона. Предлага се направата на инсталации за изгаряне на утайките, със специални филтри за задържане на пепелта за да не се замърсява въздуха.

Операторите на ПСОВ трябва да предвидят дългосрочно решение при управлението на образуваните от тях утайки. Ако дадена възможност за третиране на утайките не е надеждна за по-дълъг период от време (най-малко 10 години), трябва паралелно с нея да се осигурят други варианти, за да се обезпечи третирането на цялото количество образувани утайки, във всеки един момент.

Процедурните и структурните недостатъци в частност, трябва да бъдат преодолявани заедно с поэтапното изграждане на инфраструктурата за третиране на утайките и разширяването на кръга от възможности за тяхното оползотворяване. Липсва и

информация или контрол по отношение на възможностите за обезвреждане на утайките на местно ниво. Все още не са създадени независими външни органи или допълнителни компетентни институции, които да подпомогнат процеса. В резултат, липсва и подходящ контрол върху прилагането на разпоредбите при заустването на промишлени отпадъчни води в канализационните.

Поради създадите се опасения, свързани с рисковете и тяхното ефективно предотвратяване, директното оползотворяване на утайките за земеделски цели се превръща в сравнително несигурен вариант в дългосрочен план. В някои държави пълната забрана за оползотворяване на нетретирани утайки върху земеделски земи вече е реалност. По принцип трябва да се приеме, че директното оползотворяване на утайки в земеделието ще бъде все повече и повече ограничавано. Следователно е препоръчително да се търсят и прилагат алтернативни варианти за рециклиране/материалното оползотворяване на утайките като органичен ресурс, като възможност за третиране на отпадъците, което стои най-високо в йерархията за управление на отпадъците след предотвратяването и повторната употреба.

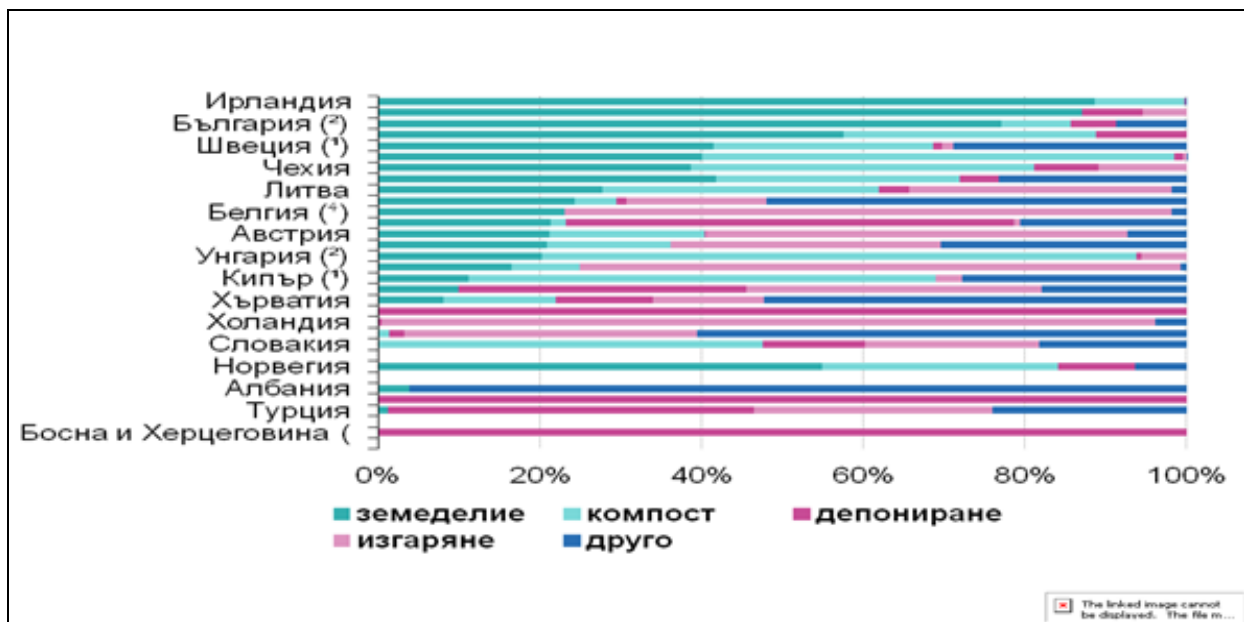
Предизвикателства и възможности за управление на утайките от ПСОВ

За България е настъпил моментът, в който трябва да се разработи и използва потенциалът на ПСОВ при оползотворяване на утайките от отпадъчни води, като вид услуга/продукт на агроecosystemите. Ефективното управление, от икономическа и екологична гледна точка, на утайките и изборът на подходящ метод за третиране е трудоемък процес, който изисква дълъг процес, с участието на институциите, местната власт, управителите на ПСОВ, земеделските производители и обществото. България трябва да намери най-удачния начин за третиране на утайките, като изгарянето, оползотворяване в селското стопанство, като торно средство, рекултивация на терени и генериране на енергия.

Изборът на подходящо дългосрочно решение (стратегия за управление) за третиране, трябва да бъде основан не само на техническите възможности на методите, но и на всички останали икономически, екологични и социални аспекти. Земеделските производители и обществото трябва да осъзнаят, че превръщането на утайката от отпадъчна суровина в **продукт за подобряване на почвата** и подхранване на растенията не е автоматичен процес, а изисква вложения и технологични решения, което има своята цена. Прилагането на тези практики са икономически по-изгодни и ефективно обосновани икономически, отколкото другите възможни методи (изгаряне, получаване на биогаз и др.). Ето защо може да се работи в посока както да се насърчават фермерите да използват продукт за почвено торене, базиран на утайките, което да позволи пречиствателните

станции да получат средства за извършване на необходимите инвестиции, така също и пречиствателните станции да имат достъп до публичен ресурс за финансова помощ за изграждане на инсталации и технологии за създаване на продукт от утайките, използван за торене. В контекста на екологичните услуги, които земеделските производители все повече трябва да предоставят, за да получават публична подкрепа, работата по темата с утайките е не само перспективна, но и с потенциал да се постигнат широки ползи за различните участници.

Фиг. 11. Обезвреждане на утайки от ПСОВ по начин на обезвреждане в държавите от ЕС, 2020 г.



Източник: Eurostat (online data code: env_ww_spd).

Препоръчително е също пречиствателните станции да търсят и прилагат и други алтернативни варианти за екологично оползотворяване на утайките като ресурс.

- Такава възможност представлява **компостирането на утайките**, заедно с биоотпадъците, с цел получаване на висококачествена органична тор, компост, които са с гарантирано качество и безопасност по отношение на околната среда и здравето на населението, както и технологиите за рециклирането на фосфора от утайките. Процесът компостиране понастоящем широко и успешно се използва, тъй като трансформира биомасите, генерирани от урбанистичния цикъл на формиране на отпадъците (зелени, хранителни, селскостопански, утайки от ПСОВ и др.). Компостирането е технология за стабилизиране на утайката. Утайката се размесва с вещество разбухвател (слама, листа, дървени стърготини и др.) с цел да се достигне определена влажност (около 60%) и достъп на въздух във вътрешността на сместа. Компостирането е вид аеробно изгниване.

Необходими са доста големи площи за компостиране на утайката и периодично разбъркване на сместа, за да няма анаеробни зони.

- Друг метод е оползотворяването на утайки в земеделието и **рекултивация на нарушени терени е най-директния начин за оползотворяване на хранителни вещества, включващи фосфора от утайките** Тук се включва техническа рекултивация, при която се извършват почистване и подготовка на терена; изземване и транспортиране на земни маси по тяхното предназначение; подравняване и оформяне на терена в окончателния му вид; добавяне на подобрители; изземване, транспортиране и разстилане на хумусния пласт; изграждане на временни и постоянни пътища; изграждане на противоерозийни и хидромелиоративни съоръжения.

- Друга алтернативна възможност, в определени случаи, представлява **самостоятелното изгаряне на утайки с оползотворяване на енергия**, като този метод позволява допълнително оползотворяване на фосфора от пепелта или директно по време на течната фаза в ПСОВ. Що се отнася до третирането на утайки в термични процеси с оползотворяване на енергия, може да се приеме, че в дългосрочен план, обезпечаването на този метод е по-високо, отколкото при директното оползотворяване на утайки в земеделието. Този подход за третиране на утайки е приемлив, в случай че вложените разходи са съизмерими с ползата от това.

- анаеробно разграждане с производство на биогаз.

- ко-генерация на биогаз с производство на електро и/или топлоенергия.

- смесено изгаряне или моноизгаряне, с цел оползотворяване на енергията.

- Получаване на **биохумус с калифорнийски червей** - В страната вече има много фермерски стопанства, които използват оборски тор (основно от говедовъдството), като суровина при производството на биохумус с калифорнийски червей. Поради факта, че непрекъснато намалява броя на животновъдните стопанства се намалява и количеството на оборския тор, което открива възможност утайките да се използват за производство на такъв биологичен обогатител на почвата.

- Използване на утайките **в строителството** - след подходящо третиране, утайките да се използват за включване в състава на строителни материали (производство на цимент/тухли) са дългосрочни решения от страна на ПСОВ.

Кои са конкретните намерения, възможностите и инвестиционни идеи за оползотворяване на отпадъчното съдържание от пречиствателните станции в съответния район? Какво е нивото на интерес на земеделците с различен размер стопанства? Какъв е ефектът върху почвата, качеството и количеството на продукцията от терена, където е приложена утайката? Кои институции си съдействат и как занапред трябва да бъде разширена информационната дейност и

взаимодействие за разясняване полезността от оползотворяване на утайките? Може ли утайката да се превърне в нов продукт на пазара?

Това са въпроси, на които и занапред ще се търсят отговори и ще се надгражда и работи, за да се даде най-оптималното решение и за достигане на здрава “спойка“ както между земеделските стопани, пречиствателните станции, обществото, науката и бизнеса, и всички заинтересовани национални и регионални институции.

Използвана литература:

Guidi, C. (1981). Relation between Organic Matter of Sewage Sludge and Physicochemical Properties of Soil. In Characterization, Treatment and Use of Sewage Sludge; L’Hermite, P., Ott, H., Eds.; Springer Nature: Dordrecht, The Netherlands, 1981; pp. 530–544. [Google Scholar]

Marzougui, N.; Ounalli, N.; Sabbahi, S.; Gara, A. (2021). Agricultural Reuse of Sewage Sludge at Beja Governorate. In Atlas for Adaptation to Climate Change in Tunisian Agriculture; Broekman, A., Jebari, S., Berndtsson, R., Souissi, T., Bouslahi, Z., Eds.; European Commission: Tunis, Tunisia, 2021; pp. 137–139. [Google Scholar]

Saljnikov, E.; Cakmak, D.; Rahimgalieva, S. (2013). Soil Organic Matter Stability as Affected by Land Management in Steppe Ecosystems. In Soil Processes and Current Trends in Quality Assessment; Hernandez Soriano, M.C., Ed.; Intech Open: London, UK, 2013; pp. 269–310. [Google Scholar] [CrossRef]

Rorat, A.; Courtois, P.; Vandenbulcke, F.; Lemiere (2019). S. Sanitary and Environmental Aspects of Sewage Sludge Management. In Industrial and Municipal Sludge, 1st ed.; Vara Prasad, M.N., de Campos Favas, P.J., Vithanage, M., Mohan, V., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 155–180. Google Scholar

Palme U, Lundin M, Tillman A, Molander S, (2005). Sustainable development indicators for wastewater systems – researchers and indicator users in a co-operative case study Resources, Conservation and Recycling 43 (2005) 293–311.

Food and Agriculture Organization of United Nations (2015). Worlds Fertilizer Trends and Outlook to 2018; FAO: Rome, Italy, 2015. [Google Scholar]

Stenstrom, Sahachaisaeree and Stenstrom (2011). Socio-Economic Criteria for Wastewater Treatment System Selection: a Case of Municipality Contextual Determinants in Thailand, Proceedings of the Water Environment Federation.