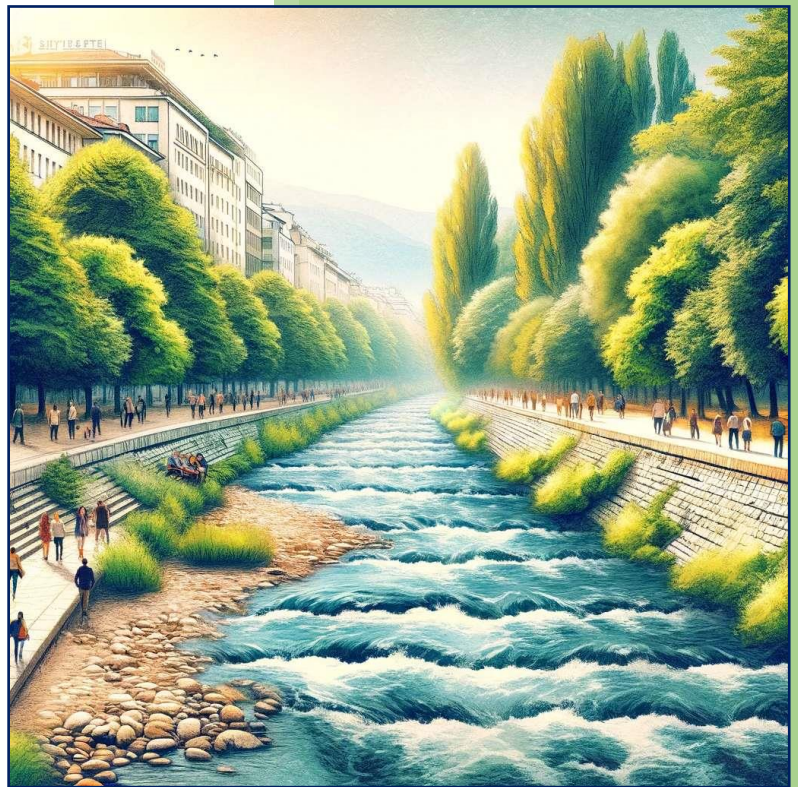


2024

# Подходи при възстановяване на градските реки



д-р Радослава Бекова

д-р Милена Павлова

**Радослава Бекова** е доктор по хидробиология и ихтиология. Завършва висшето си образование към Биологически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“, където придобива и научната си степен „Доктор“. Работи в Институт по океанология към БАН. Има повече от 15-годишен опит и множество експертизи в областта на опазването на околната среда и биологичното разнообразие. Автор на повече от 50 научни публикации и участник в повече от 30 международни и национални проекти, свързани с мониторинга и опазването на рибните запаси, морските бозайници и оценката на замърсяването с морски отпадъци по Българското крайбрежие. Работи и по проекти, свързани с интегрираното управление на сладководните води, опазването и управлението на влажните зони, картирането и определянето на природозащитни местообитания. Носител е на няколко награди, в това число и на стипендиантската програма „За жените в науката“ и наградата на БАН „Професор Марин Дринов“ за научни постижения в направление „Климатични промени, рискове и природни ресурси“.

**Милена Павлова** е доктор по хидробиология и ихтиология. Завършва висшето си образование към Биологически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. Придобива научната степен „Доктор“ към Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания на БАН, където и работи. Има повече от 15-годишен опит и множество експертизи в областта на опазването на околната среда и биологичното разнообразие. Автор на повече от 25 научни публикации и участник в повече от 20 международни и национални проекти. Има опит в характеризирането на екологично състояние на повърхностните води по биологичен елемент „Риби“; Биологични и екологични особености на видовете риби в състава на ихтофауната на реки и езера; Моделиране на трофични вериги; Опазване на местообитания от мрежата НАТУРА 2000; Консервационни мерки за опазване на сладководни екосистеми. Носител на наградата „WETZEL Travel Award“, 2013, International Society of Limnology.

## СЪДЪРЖАНИЕ

ВЪВЕДЕНИЕ .....	4
ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР .....	5
ПОДДЪРЖАНЕ НА ВЪЗСТАНОВЕНИ РЕЧНИ ПРОСТРАНСТВА ПРИ СИЛНО МОДИФИЦИРАНИ ВОДОСБОРИ .....	14
СТРАТЕГИИ ЗА УСПЕШНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА РЕЧНИ ЕКОСИСТЕМИ .....	16
ПОГРЕШНИ СХВАЩАНИЯ И РЕАЛИСТИЧНИ ЦЕЛИ И РЕЗУЛТАТИ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ .....	19
ПРОСТРАНСТВЕНА ТИПОЛОГИЯ НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ.....	21
ФАКТОРИ, СВЪРЗАНИ С ПРАКТИКАТА НА РЕЧНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ И ЗНАЧЕНИЕТО ИМ ПРИ УПРАВЛЕНИЕТО НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ .....	25
НЕОБХОДИМОСТТА ОТ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ В БЪЛГАРИЯ .....	26
СТРУКТУРА НА МАЛЪК ПИЛОТЕН ПРОЕКТ .....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	34
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА.....	36
Приложение 1.....	47

## ВЪВЕДЕНИЕ

Загубата на речни местообитания в Европа е резултат от инженерни дейности и промени в реките и техните заливни зони, както и от различни по произход замърсители, свързани с антропогенната дейност. Тези дейности са реакция на промените в ландшафта, породени от индустриализацията, урбанизацията и интензификацията на селското стопанство. Обикновено тези дейности са свързани с процеси като защита от наводнения, корабоплаване, водоснабдяване, различни видове производства. Те включват пряко инженерно строителство и промени в речния режим, като например укрепване на коритото и бреговете, промени в речните участъци, обширно канализиране, прокарване на водопроводи, дълбоко изкопаване и удълбочаване на канали и съпътстващите замърсявания. Това води до промени в естествените хидрологични режими, като отклоняване на водата, спиране и запречване на речния поток, спиране на преноса на материали в речното дъно, което в крайна сметка довежда до деградация на речната среда. Отделно замърсяването от различен произход има пряка връзка с качеството на водата и загубата на биологично разнообразие.

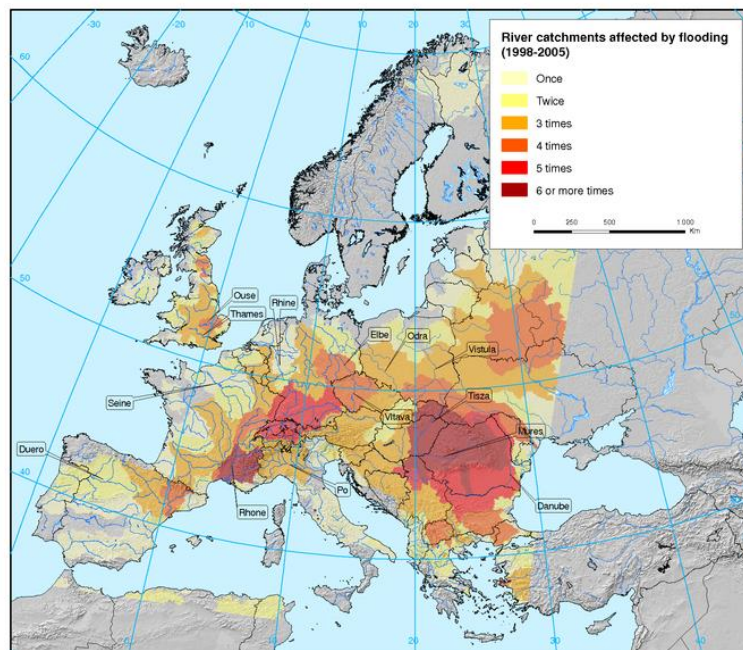
Тези дейности, съчетани с широко разпространеното намаляване и промяна на заливните равнини в резултат на интензифицираното използване на земята, са довели до значително **намаляване на площта на речните местообитания** и промяна на естествените хидроморфоложки условия на речните екосистеми. Влошаването на местообитанията е добре документирано в научната литература по отношение на повечето големи реки в Европа, САЩ и азиатските държави.

По-малко от 20% от реките и заливните зони в Европа все още са в естественото си физическо състояние. Много от тези реки се намират предимно в отдалечените бореални и арктически региони. Повечето от нашите реки и водни течения са модифицирани за нуждите на човешкото население с различна степен на въздействие. През 2009 г. Европейската агенция по околна среда установи, че само 15% от сладководните местообитания са в благоприятно състояние, 30% са в лошо състояние, а 35% са силно повлияни и на практика „мъртви“. Силното влошаване на състоянието на речните местообитания и намаляването на функционалната заливна зона допринасят за значителното влошаване на биологичното разнообразие, което включва въздействия върху пространствено-времевата хетерогенност, функционалните процеси и видовете, свързани с тях.

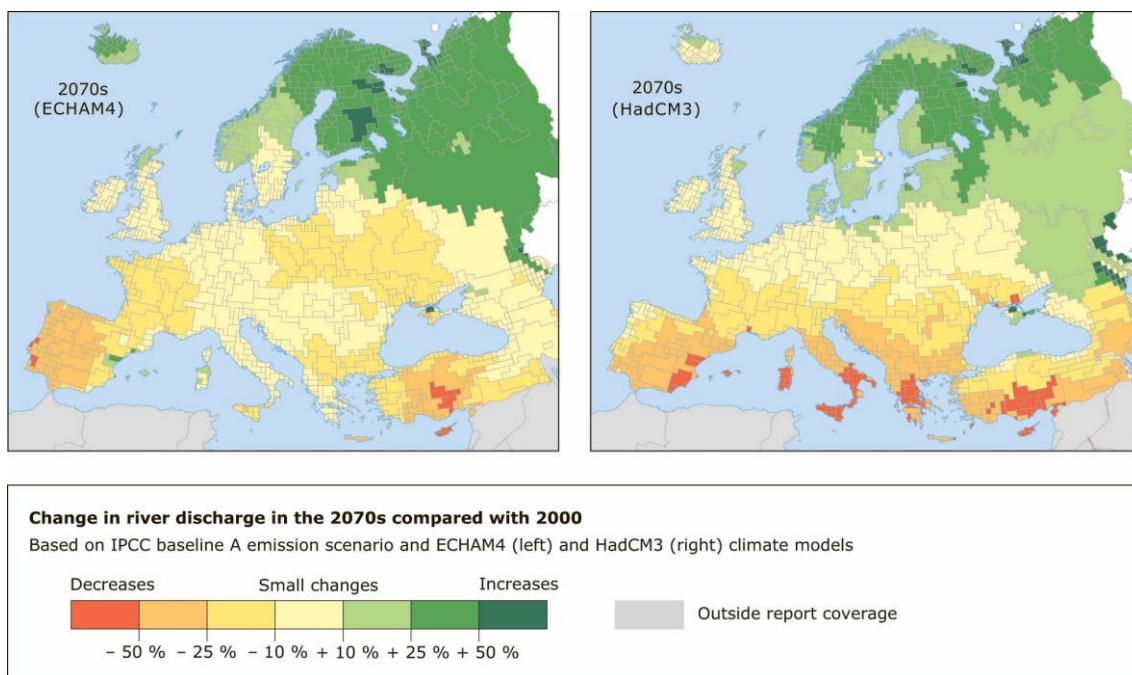
## ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

В повечето случаи градовете по света са разположени покрай или близо до реки поради наличието на питейна вода и възможността за транспорт, храна, енергия и други ресурси, които те предоставят (*Habersack et al, 2016; Hohensinner et al, 2013; Surian and Rinaldi, 2003*). Като цяло, градските реки постепенно се канализират и се третират като обикновени колектори на отпадъчни и дъждовни води (*Burian and Edwards, 2002*). Тези действия са довели до проблеми с качеството на водата (*Dai et al, 2020*), морфологични дисбаланси и повишен риск от наводнения (*Violin et al, 2011*). Ефектите от урбанизацията върху речните екосистеми са известни като „синдром на градския поток“/“the urban stream syndrome” (*Walsh et al, 2005*), тъй като деградиралите градски реки вече не са в състояние да изпълняват основните си функции (*Grimm et al, 2008*). Световният съвет по водите (*World Water Council*) изчислява, че повече от половината реки в света са замърсени и/или са изложени на риск от засушаване (*Perini and Sabbion, 2016*).

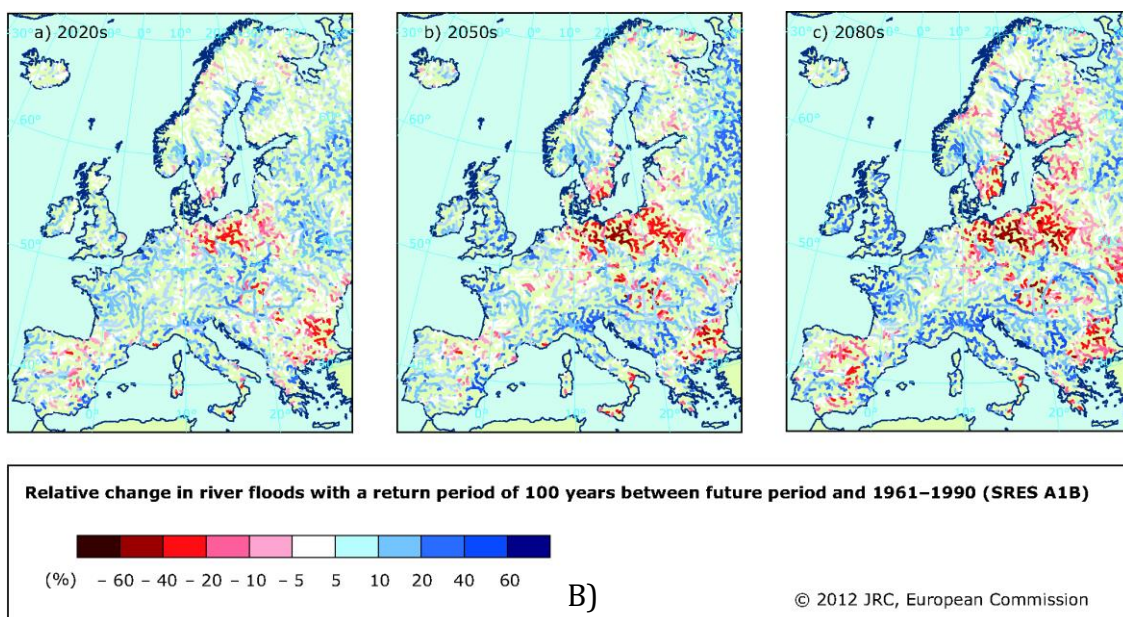
Този стрес прави реките по-малко устойчиви на последиците от изменението на климата. Текущите модели за голяма част от Европа предвиждат, че зимните валежи ще бъдат по-интензивни, което ще доведе до увеличаване на наводненията, а летните валежи ще намалят с увеличаване на много горещите летни дни, което ще доведе до намаляване на водните нива, поради което общностите са по-малко способни да се справят с изменението в климат (*Европейска агенция по околна среда, 2012 г.*) (Фиг. 1).



A)



Б)



В)

**Фигура 1.** А/ Честота на наводненията в Европа (1998-2005 г) (ЕЕА, 2005); Б/ през 2070 г. в сравнение с 2000 г. (ЕЕА, 2017); В/ Прогнозирана промяна в речните наводнения с период на повторение от 100 години (Rojas et al 2012, JRC)

Глобалното затопляне и променящите се климатични модели имат значителни екологични последици, особено за гъстонаселените градски речни райони. Междуправителственият панел за климатични промени (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*) сочи, че речните наводнения са един от най-широко разпространените резултати от изменението на климата. Тенденциите към нарастване на екстремните валежи в речните басейни увеличават риска от наводнения в речните водосбори (*IPCC, 2015*). Особено

уязвими към последиците от изменението на климата са градските райони с висока и нарастваща гъстота на населението (*UN-Habitat, 2007*).

За да се осигури устойчиво управление на околната среда и да се предотвратят наводненията, в международен план се насърчава развитието на многофункционални реки (*Prominski, M. et al, 2012*). Замяната на традиционните канали и водостоци с цел увеличаване на пропускателната способност (*Turner, T, 1987*) с интегриран подход към управлението на водите, подчертава ролята на градските реки като универсална мрежа от открити пространства (*Rouse, D.C., 2013*), използваща практики на зелената инфраструктура за предоставяне на екосистемни услуги (*Goode, D., 2006*). Основната полза е да се предпази водната среда от последиците на изменението на климата и нарастването на населението, като същевременно се осигури устойчиво управление на водите (*Wong & Brown, 2009*). Речните коридори се възприемат като ценни природни активи, обогатяващи околната среда чрез широк спектър от екологични и социални функции. Те включват осигуряването на чиста вода, контрола на водния поток и температурата, обогатяването на подземните водни ресурси, поддържането на биоразнообразието, като в същото време могат да предоставят места за отдих и културни пространства. (*Yu, K.J., 2013*).

Независимо от това, процесът на урбанизация поражда по-голям риск и несигурност при управлението на водите, например при повърхностното оттичане и замърсяването им (*White & Howe, 2004*), които оказват значително въздействие върху околната среда. Много от градските реки са претърпели значителни промени с цел улесняване на оттичането на водата. Някои от тези реки са пренасочени в подземни канали, за да се скрият различни видове зауствания и за да се разшири наличната градска територия, включително за изграждане на паркинги, търговски центрове и жилищни площи (*Chou, R.J., 2013*) (Снимка 1). Въпреки това пренасочването на водата в подземни водостоци е проблематично, тъй като ограничава капацитета на отводняването, повишава риска от наводнения надолу по течението, вреди на водните екосистеми, влошава качеството на водата и прави водното пространство „невидимо“ за хората (*Gregory, K.J. & Chin, A. 2002; Pinkham, R., 2000*). Ето защо значението на отварянето



**Снимка 1.** Силно коригирано речно корито на р. Перловска (София), „скрито“ под пешеходен тротоар.

на подземните водопроводи ("декултивиране" или "осветяване през деня") (Jones, P. & Macdonald, N., 2007) става все по-разпространено в международен план (Dreiseitl, H. & Grau, D. (Eds.), 2005).

В идеални условия градските реки могат да действат като екокоридори, осигурявайки високо биологично разнообразие (Vermaat et al., 2016). Освен това те могат да бъдат свързани с паркове или други зелени площи, подобрявайки градския пейзаж и увеличавайки качеството на живот на жителите (Tunstall et al., 2000). Реките и потоците под естествени условия обикновено имат по-добро качество на водата и по-голямо биоразнообразие и осигуряват защита от наводнения (Bernhardt and Palmer, 2007). В този контекст през последните десетилетия се наблюдава промяна в управлението на дъждовните води - от подход, доминиран от твърди инженерни решения, които се стремят да контролират водната динамика, към подход с многофункционални мерки, фокусирани върху възстановяването на екологията и екосистемните услуги на реките (Junker u Buchecker, 2007; Roy et al., 2008). В рамките на екосистемните услуги запазването и/или възстановяването на реките може да се счита за най-добрия начин за справяне с нарастващите рискове от наводнения (Miguez et al., 2016).

Възстановяването на реките, както предлага *Italian Center for River Restoration (CIRF, 2006)*, включва сложен и синергичен комплект от мерки и методики - правни, административни, финансови и структурни. Целта е да се интегрира по-ефективно водният път и прилежащите територии („речната система“), възстановявайки до максимална степен техните естествени процеси и функционални характеристики - геоморфологични, хидроморфологични, физикохимични и биологични. Това се прави с оглед подобряване на екологичната стойност и удовлетворяване на социално-икономическите потребности. Така общата цел за възстановяването на реката е да се постигне воден път, където характеристиките на околната среда са по-добри от текущото ѝ състояние, като първо се предотврати влошаването на състоянието ѝ, а след това се стартира обратния процес – този на възстановяване (Veról et al., 2019).

В градските райони възстановяването на реката е по-сложно поради липсата на открити пространства за възобновяване на естествените процеси в речното корито и неговите брегове, които често са ограничени от сгради, диги и/или подземни тръбопроводи вследствие на широко разпространените промени в земеползването на водосбора (Ahern, 2011). Урбанизацията въвежда значителни промени във водния цикъл, които водят до намалено задържане и инфилтрация на повърхностните води и увеличени повърхностни потоци (Miguez et al., 2019). Leopold (1968) отбелязва увеличение до 6 пъти на пиковите изхвърляния на валежи поради непропускливостта и действието на дренажната мрежа. Mascarenhas et al. (2005) пресмятат, че урбанизацията може да увеличи пиковите потоци на определена област с приблизително 3-4 пъти в сравнение с първоначалните показатели за петгодишен период на повторение на валежите. Пространството, необходимо за заливните тераси в градските райони, е значително по-голямо от това в селските райони, където водосборът е по-близо до



естественото си състояние или поне по-малко модифициран. Необходимостта от намаляване на риска от наводнения, увеличен от самата урбанизация и влошен от разрастването на градската инфраструктурна мрежа, често води до изкуствено модифициране на градските речни участъци, с широко канализиране и загуба на връзката с околната среда (Andik и Sarang, 2017; Neale и Moffett, 2016).

При разглеждането на темата за възстановяването на градските реки е необходимо да се обърне внимание на ограниченото пространство в градовете, като се насочат усилията за постигане на баланс между естествения ландшафт и застроената среда (Miguez et al, 2012). В същото време човешкото присъствие трябва да се вземе предвид при формулирането на стандарт за качество на околната среда за тези реки (Perini and Sabbion, 2017), тъй като хората са неотделима част от природата, а социалните им нужди трябва да бъдат справедливо взети под внимание и адекватно адресирани в процеса (Linton and Budds, 2014). Резултатът от възстановяването на градска река е по-самоподдържаща се система, която може или не може да бъде подобна на естествената, но която добавя екологична стойност към реката, като същевременно допринася за смекчаване на последиците от евентуални наводнения и предлагане на алтернативи за използване от обществото, интегрирани в града като референтен елемент на ландшафта (Tánago and Jalón, 2007).

Niezgoda and Johnson (2005) представят концепцията за сива, зелена и синя инфраструктура (Green and Blue Infrastructure "GBI") в многофункционални ландшафти. Според Voskamp and Van de Ven (2015) концепцията за GBI може да бъде от полза за управлението на дъждовните води в градовете, като включва контрола на количеството на водата чрез намаляване на оттока и подхранване на градските водоносни хоризонти, както и подобряване на качеството чрез пречистване на повърхностни или подземни води. GBI също така може да допринесе за директни подобрения на градските реки, като помага за създаването на връзки между важни фрагменти от останалата природна среда чрез зелени или сини открити пространства (Kazmierczak & Carter, 2010), които възникват в резултат на оживяването на градската среда и спомагат за увеличаване на биоразнообразието в града (Gehrels et al, 2016).

Концепциите за GBI и възстановяването на реките имат значително припокриване на целите, така че може да се каже, че прилагането на зелена и синя инфраструктура е важен инструмент за възстановяване на градските реки. В световен мащаб са осъществени няколко случая на пълно възстановяване на градски реки с цел подобряване на хидроложките и биологичните условия на реките и много такива на частично възстановяване (Bash and Ryan, 2002; Nilsson et al, 2016). Целите и мащабът на проектите варират в зависимост от фактори като степента на урбанизация и деградация на реките, така че е важно интервенциите да се адаптират към дадените условия. Възстановяването на реките се е превърнало и в широко приета социална цел в развитите страни (Shields et al, 2003), тъй като възстановената река е не само „по-здрава“ от гледна точка на



пространство за реката да се движи и достатъчно време да се възстанови поточният режим и натрупването на седименти. Поради тази причина градските реки изискват специфично внимание. Освен това градските реки обикновено имат значително променен водосборен басейн по начин, който вече не позволява да се осигури време и пространство за „излекуване“ на реката.

С оглед на липсата на открити пространства и промените в земеползването в силно урбанизираните райони, възстановяването на естествените процеси в значителна степен е предизвикателство (Kondolf, 2011). Затова термините "морфология", "седимент", "екосистема", "местообитание" и "екология", които са свързани с физическото и биологичното балансиране на речната екосистема и показват актуалността на тези въпроси за възстановяването на реките, се представят далеч от "възстановяването на урбанизираните реки" в мрежовата карта (Фиг. 2). От друга страна, "водосборният басейн" дава идеята, че инициативите за възстановяване на реките, дори в урбанизираните райони, трябва да бъдат адресирани към мащаба на водосборните басейни не само в речния коридор, а "рехабилитацията" като алтернативна цел, отделена от пристрастната представа за реката (или дори като частично възстановяване на реката), изглежда по-реалистична в урбанистичната среда (Фиг. 2).

Философският въпрос "Защо да рехабилитираме урбанизираните реки" е обсъден от Findlay and Taylor (2006). Те изказват мнение, че не съществуват пречки за рехабилитиране на урбанизираните речни системи. Дори ако даден участък на реката не може да бъде върнат във възможно най-естествено му състояние, в повечето случаи съществуват добри възможности за подобряване на екологичното му функциониране.

В градските райони недостигът на открити пространства е голям. Опитът тези пространства да бъдат „усвоени“ в името на нуждата от жилища, често води до пренебрегване на безопасността, от една страна, а от друга, води до почти безвъзвратното унищожаване на даден бряг от конкретна речна система (Bernhardt and Palmer, 2007). Такъв пример е р. Перловска при бул. „Генерал Данаил Николаев“ (Снимка 2). В подобни райони възстановяването на реките трябва да бъде адаптирано и вероятно преосмислено, като се възстановят поне зоните, предразположени към наводнения - например чрез паркове или зелени коридори. В допълнение, по този начин може да се предотврати ново неадекватно застрояване по крайбрежията им. Дори ако цялостното възстановяване не е постижимо, частичната намеса може



**Снимка 2.** Строеж върху речния бряг на р. Перловска, бул. "Ген. Данаил Николаев".

да доведе до по-екологична и безопасна среда, което може да има ползи по много начини. Принципът на възстановяване на отделни речни сегменти е много по-практичен (*Miller et al, 2010*). Възприемането на мултифункционални речни паркове, съобразени с концепцията за зелена и синя инфраструктура, и създаването на програми за зелен туризъм, например, може да бъде полезно за целите на околната среда, туризма и смекчаването на наводненията в контекста на градската река (*Ibrahim et al, 2020*).

Основните неблагоприятни влияния на урбанизацията върху реките, според *European Centre for River Restoration (ECRR)*, могат да бъдат обобщени по следния начин:

- ❖ физическа структура: изкуствени стени заместват крайбрежната растителност и естествените речни брегове или в много случаи реката е скрита под земята;
- ❖ качество на водата: повишеното оттичане от непропускливи повърхности като пътища, бетонни брегове, както и замърсяването от промишлени зауствания влошава качеството на водата;
- ❖ способност за поддържане на дивата флора и фауна: загубени са естествените коридори, крайречните зони и местообитанията в коритото на реката;
- ❖ премахване на крайбрежната растителност: намалява количеството на органичните вещества и сложността на местообитанията, повишава се температурата на реката и намалява стабилността на бреговете;
- ❖ геоморфологични и хидроморфологични: градските реки нямат пространство за ерозия на бреговете си и отлагане на седименти или за връзка със заливната си тераса, което води до промяна на морфологията. Мостовете, тръбите и другата инфраструктура променят широчината и дълбочината на реките, а теченията им се променят чрез изправяне и заобикаляне;
- ❖ количество на водата: намаляване на дебита и понижаване на нивата на подпочвените води чрез водочерпене и увеличаване на дебита от повърхностния отток, увеличаване на честотата на наводненията и намаляване на инфилтрацията;
- ❖ инвазивни видове: градските райони често страдат от интродуцирани неместни видове, които стават доминиращи и нанасят щети на околната среда.

## ПОДДЪРЖАНЕ НА ВЪЗСТАНОВЕНИ РЕЧНИ ПРОСТРАНСТВА ПРИ СИЛНО МОДИФИЦИРАНИ ВОДОСБОРИ

От най-ранните етапи на човешкото развитие реките са играли важна роля не само чрез оформянето на физическия пейзаж, но и чрез предоставянето на подходящи екосистемни услуги (*Bergstrom and Loomis, 2017*). Тези услуги се разбират като ползи, които човек получава от екосистемата и които подобряват човешкото благосъстояние (*MEA, 2005*). Примери за услуги, които реките могат да предоставят, включват естествени граници, доставка на вода, храна и строителни материали, транспорт (*Vermaat et al, 2013*), местообитания на диви животни, воден туризъм (*Bergstrom and Loomis, 2017*), разреждане на заустваните отпадъчни води (*Richardson and Loomis, 2009*), подхранване на подпочвените води и намаляване на ерозията (*Ahilan et al, 2018; ECRR, 2014*), намаляване на риска от наводнения (*Logar et al, 2019*), увеличаване на стойността на имотите по течението на реката (*Lewis et al, 2008; Provencher et al, 2008*) и намаляване на ефекта на градския топлинен остров (*Hathway and Sharples, 2012*). Качеството на екосистемните услуги играе определяща роля за устойчивостта на градските райони (*Leal Filho et al, 2020*). Проектите за възстановяване на градските реки се разглеждат като решения, базирани на природата, които се очаква да подобрят екологичното състояние на реките, да подобрят биоразнообразието и да предотвратят по-нататъшни загуби. Те носят ползи за обществото чрез възстановяване на изгубени екосистемни услуги, като така подобряват благосъстоянието на хората в градските райони чрез повече възможности за удобства, туризъм и свободно време (*Logar et al, 2019; Addy et al, 2016; Bernhardt et al, 2005; Palmer et al, 2005*).

Броят на неповлияните местообитания намалява в световен мащаб, а останалите райони са под нарастваща заплаха от антропогенен натиск (*Swift and Hannon, 2010*). Следователно, екологичното състояние на градските реки е било отрицателно повлияно от различни човешки действия (*Ahn et al, 2011; Paul and Meyer, 2001*). В този контекст възстановяването на реките в гъсто населените градски райони получава все по-голямо внимание както в развитите, така и в развиващите се страни с цел генериране на стабилно и устойчиво предлагане на екосистемни услуги в градовете (*Kurth and Schirmer, 2014; Niebuhr et al, 2015*) и в опит да се спре цикълът на деградация и да се увеличи екологичната им стойност (*Deason et al, 2010*).

Възстановяването на заливните тераси, без да се обръща внимание на настоящата конфигурация на водосбора, който осигурява вода и седименти на реката, е голяма грешка в хидроложко и геоморфоложко отношение (*Stoll et al, 2016*). Речната заливна тераса периодично се наводнява, а физическите ѝ граници зависят от речните оттоци и морфологията на нейните брегове. Тази крайречна зона е съставена от алувиални седименти на водното течение и морфологията е свързана с капацитета за транспортиране и отлагане на тези седименти, което води до чувствителност към хидродинамични промени (*Pander et al, 2016, 2018*). Въпреки това, за да се определят границите и морфологията на тази област,

хидродинамичните и седиментните модификации не могат да бъдат ограничени до реката или нейните брегове.

Антропогенният натиск променя водния цикъл чрез ограничаване на инфилтрацията, намаляване на задържането и лимитирането на крайбрежната растителност, намаляване на базовите потоци, увеличавайки оттока и следователно рисковете от наводнения. Това е така поради факта, че заливните тераси са силно видоизменени, като са били „вкарани“ в бетонни корита или други форми на корекция. Този аспект изкарва на преден план и необходимостта от възстановяване на естествените речни функции и брегове освен на отделни участъци, но и на водосбрите на конкретната река. В този контекст е от съществено значение да се извършат системни действия в целия водосбор за възстановяване на градската река, дори и това възстановяване да е на принципа на отделни участъци (*Feld et al, 2016; Lorenz and Feld, 2013*), и да се възстановят хидродинамичните и седиментните приноси до близки с нивата преди урбанизацията. Едва тогава ще може да се мисли за цялостно възстановяване на дадена река.

Следвайки това разсъждение, *Kondolf (2011)* заявява, че най-големият потенциал за възстановяване на реките се намира в реки, чийто поток и режим на подаване на седименти все още са разумно „непокътнати“. Авторът представя идеята, че реката може да се „самолекува“, ако се запази заливната тераса и се премахнат околните изкуствени структури (диги, бетонни корита и т.н.). Тази стратегия често има предимството, че е по-евтина за внедряване и поддръжка (*Nardini and Pavan, 2012*) в сравнение с тежките инженерни работи. Този подход обаче не е универсално приложим поради факта, че хидроморфологията, хидрологията и химичният състав на някои реки са били променени толкова много, че вече не могат да разчитат на процесите на саморегулация и самопочистване, но ако все пак се оставят на тези саморегулаторни процеси, времето, за което биха се възстановили, ще отнеме от няколко години до десетилетия (*Hóckendorff et al, 2017*). С други думи, ако не се приложат активни мерки, при тези реки може да отнеме толкова време, за да се самовъзстановят, че мерките за възстановяване трябва да бъдат избрани съзнателно. Когато потенциалът за екологично възстановяване е ограничен, социалните ползи могат да бъдат най-голямата мотивация на инициативата за възстановяване. От друга страна, важно е да се оценят разходите за възстановяване на дадена река или участък от нея, особено разходите за тяхната поддръжка, тъй като има примери, при които разходите за поддържане са били неоправдани, като например река Мансанарес в Мадрид (*Hernández-Lamas et al, 2016*) и река Яра в Мелбърн (*SMEC, 2010*, цитирано в *Moore and Rutherford, 2017*).

## СТРАТЕГИИ ЗА УСПЕШНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА РЕЧНИ ЕКОСИСТЕМИ

Възстановяването на реките все още може да бъде икономически изгодно, когато ползите надвишават разходите (Kenney et al, 2012; Logar et al, 2019; Sarvilinna et al, 2017). При по-малко изкуствените реки тенденцията е разходите за изпълнение и поддръжка на граждански структури да са по-ниски, и това също може да представлява възможност за подобряване на градската среда и реинтегриране на реката като част от градския пейзаж.

Възстановяването на градските реки е дългосрочен процес, така че резултатите може да не се наблюдават веднага. Ето защо публичните действия по този въпрос трябва ясно да дефинират целите и сроковете, позволявайки на общността да бъде напълно ангажирана и запозната с очакваните резултати.

При планирането на възстановяване на дадена река може да се посочат четири основни цели: **(I)** подобряване на качеството на водата; **(II)** намаляване на риска от неблагоприятните хидроложки явления; **(III)** подобряване на речните/лотичните екосистеми; и **(IV)** включване на местните общности в опазването на реката. Тези действия следва да бъдат всеобхватни и лесно адаптивни и приложими към различни сценарии, включващи главно социални, екологични и икономически аспекти. Важно е да се отбележи, че целите си взаимодействат помежду си.

## Основни цели при възстановяване на градските реки



### ПОДОБРЯВАНЕ КАЧЕСТВОТО НА ВОДАТА

Установяване и минимизиране на замърсяванията. Идентифициране на всички незаконни зауствания и тяхното отстраняване.



### ПОДОБРЯВАНЕ НА ЛОТИЧНИТЕ ЕКОСИСТЕМИ

Възстановяване на физичните, биологичните, хидроморфологичните и химичните показатели на реките, достигайки до възможно най-доброто им естествено състояние.



### НАМАЛЯВАНЕ НА РИСКА ОТ НЕБЛАГОПРИЯТНИ ХИДРОЛОЖКИ ЯВЛЕНИЯ

Намаляване на риска от наводнения, водни щети или други опасности.



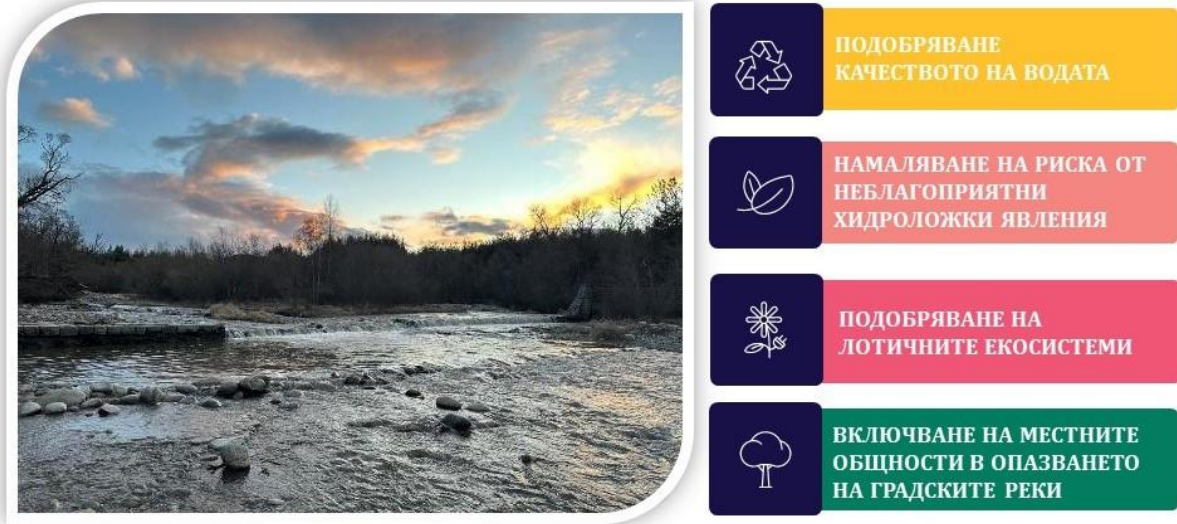
### ВКЛЮЧВАНЕ НА МЕСТНИТЕ ОБЩНОСТИ В ОПАЗВАНЕТО НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ

Местни инициативи за почистване и поддържане на речните екосистеми.



Посочените четири направления включват няколко основни дейности, които могат да бъдат описани по следния начин:

## КАКВО ДА НАПРАВИМ?



### I. Подобряване на водното качество:

- Насърчаване на правилното събиране, изхвърляне и третиране на твърди отпадъци;
- По-добро събиране и пречистване на отпадъчни води от различен характер (битов и индустриален характер, дъждовни води);
- Намиране на устойчиви решения за отводняване и включване на предложения за зелена и синя инфраструктура;
- Дългосрочен мониторинг на качеството на водите.

### II. Намаляване на риска от неблагоприятни хидроложки явления:

- Определяне/идентифициране и защитаване на районите, застрашени от наводнения;
- Създаване на речни паркове, зелени коридори и зони за защита на речната околна среда;
- Адекватно планиране и контролиране на градското разрастване в тези райони;
- Изграждане на физически структури по протежението на реката (водоскоци, бентове и вирове, благоприятстващи самовъзстановяващата се функция).

### III. Подобряване на лотичните екосистеми

- Възстановяване на крайречната растителност и водните местообитания;
- Запазване/възстановяване на речни меандри и брегове;
- Поддържане/възстановяване на «пропускливи зони», екологични потоци и правилно функциониране на речните процеси;
- Прилагане на мерки за контрол на наводненията;
- Да не са изпускат непречистени отпадъчни води, както и изхвърляне на битови или други отпадъци.

#### IV. Включване на местните общности в опазването на градските реки

- Разработване на проекти и тяхното прозрачно отчитане;
- Прилагане на възможности за отдих/рекреация;
- Насърчаване на екологичното образование;
- Прилагане на подобрения на крайбрежната зона на реките в урбанизираните райони.

## КАКВО ДА ОЧАКВАМЕ?

### ПРИЛАГАНЕ НА ЦЕЛ 1

- ↓ Намаляване на водопреносимите заболявания и патогени;
- ↑ Увеличение на биоразнообразието на реката;
- ↓ Намаляване на разходите за пречистване на вода;
- ↑ Увеличение на безопасното рекреационно използване;
- ↑ По-голямо участие в решенията относно реката;
- ↑ Чистата вода.

### ПРИЛАГАНЕ НА ЦЕЛ 2

- ↑ Подобряване на свързаността между естествени и изкуствено създадени среди;
- ↑ Многофункционални ландшафти;
- ↓ Намаление на пиковите нива на наводненията;
- ↑ Увеличение на стойността на недвижимите имоти;
- ↓ Намаляване на материалните щети, причинени от наводнения;
- ↑ Усилване на контрола над реката;
- ↑ Превантивни мерки.

### ПРИЛАГАНЕ НА ЦЕЛ 3

- ↑ Увеличаване на градското биоразнообразие
- ↑ Индиректно подобряване на благосъстоянието и здравето на гражданите
- ↑ Усъвършенстване на цикъла на хранителните вещества в речната система

### ПРИЛАГАНЕ НА ЦЕЛ 4

- ↑ Качество на живота
- ↑ Присвояване на обществени пространства от местните общности
- ↑ Привличане на туризъм и/или търговски дейности
- ↑ Устойчиви градове и общности.



## ПОГРЕШНИ СХВАЩАНИЯ И РЕАЛИСТИЧНИ ЦЕЛИ И РЕЗУЛТАТИ ПРИ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ

Управлението на реките търпи промяна на парадигмата от дългогодишния дебат за защита от наводнения към по-широкото понятие за екологичното възстановяване на реките (*Adams, W. M. et al, 2004*). Този дебат е много актуален сред учените, на практика той сякаш показва, че възстановяването на реките означава различни неща за различните хора (*Cowx, I. et al, 2016*). От гледна точка на мащаба и обхвата то може да бъде: пълно, структурно и функционално връщане към състоянието преди нарушението; частично възстановяване на функционалното и/или структурното състояние на реките (т.е. рехабилитация); възстановяване на естественото състояние на речната екосистема, без да се цели реално постигане на девственото състояние преди нарушението (т.е. ренатурализация); или подобряване на настоящото състояние на реките и прилежащите им територии с цел подобряване на техните екологични, социални, икономически или естетически характеристики (т.е. подобряване) (*Cengiz, B. 2013*). Въпреки че е нереалистично да се очаква, че който и да е подход за възстановяване ще постигне девствено състояние на реката, възможностите за възстановяване трябва да се определят, за да се набележат постижими цели (*Haase, P. et al, 2013; Kamp, U. et al, 2007*). Например като цели за възстановяване на реките в САЩ често се посочват подобро качество на водата, управление на крайречните зони, вътрешно речни местообитания, рибни проходи, стабилизиране на бреговете, ландшафтна цялост, отдих, образование и управление на дъждовните води (*Bernhardt, E.S. et al, 2005*). Много от проектите за възстановяване на реки в Обединеното кралство са скромни по мащаб и ограничени по обхват, като целят само сравнително ограничено подобряване на околната среда (*Adams, W. M. et al, 2004*). Най-просто казано, съществуват три общи вида цели за възстановяване на реките: възстановяване на местообитанията, възстановяване на ландшафтните и възстановяване на екосистемните услуги и химичното състояние (*Beechie, T. et al, 2008*). Тези цели очевидно могат да се различават по сложност, но все пак е важно да се разбере какви очаквания за възстановяване са осъществими по отношение на петте измерения на речното възстановяване: концептуално, пространствено, времево, технологично и презентационно (*Boon, P. J., 1998*).

Тъй като реалистичните цели са от основно значение за напредъка към благоприятни резултати (*Hobbs, R. J., 2007*), значението на успеха за възстановяването на реките зависи от проекта. Съществуват различни методи за оценка на успеха на речното възстановяване, които се отнасят главно до екологичните характеристики на реките, но се разглеждат и социално-икономически аспекти (*Woolsey, S., et al, 2007*). Оценката обаче често е съсредоточена върху измерими, научно обективни параметри, като по-субективните аспекти (напр. естетиката на ландшафта и рекреационната стойност) често се пренебрегват, въпреки че играят решаваща роля за възприемането и съобщаването на успешното възстановяване (*Jáhnig, S.C., et al, 2011*). Като цяло най-ефективните проекти за възстановяване на реки могат да се намират в пресечната точка на трите основни оси на успеха: **(1)** успех на

заинтересованите страни, който отразява удовлетвореността на хората от резултатите от възстановяването (напр. естетика, икономически ползи и рекреация); (2) екологичен успех, който показва, че желаните функции на екосистемата са постигнати (напр. възстановяване на местообитанията и превръщане в самоподдържаща се система); и (3) успех в обучението, който отразява напредъка в научните знания и управленските практики, които ще бъдат от полза за бъдещи проекти за възстановяване (напр. научен принос, управленски опит и подобрени методи) (*Palmer, M.A. et al., 2005*). Фокусът на възстановяването на реките постепенно се променя с течение на времето, преминавайки от екологична цялост към по-широки ползи за човека, които обхващат широк спектър от действия, насочени към подобряване на характеристиките на околната среда (*Dufour, S. & Piegay, H., 2009*).

Възстановяването на реките е тясно свързано и с предотвратяването на евентуални наводнения. Въпреки че възстановяването на реките е основна мярка за намаляване на риска от наводнения, предизвикателството се крие във факта, че възприемането на риска и сигурността на водните ресурси са ключови аспекти за общественото отношение към промените в реките (*Buijs, A.E., 2009*). Възстановяването на реките обикновено поражда местни опасения относно въздействието върху предотвратяването на наводнения и безопасността на общността (*Tunstall, S.M., et al., 2000*), поради динамичните характеристики на реката (напр. височина, скорост и обем на потока), които засилват несигурността в управлението на водите и генерират потенциални страхове относно опасности от наводнения (*Eden, S. & Tunstall, S., 2006*). Общественото участие и местната подкрепа са от основно значение за проектите за възстановяване на реките. Местната общественост определя успеха или очакванията за възстановяването на реката със свои собствени разбирания. Това в градска среда може да се основава главно на намаляването на риска от наводнения и подобряването на развлекателните и естетическите стойности (*Wohl, E. et al., 2005*). Това очевидно включва разнообразни ползи за градските води и техните крайречни зони.

## ПРОСТРАНСТВЕНА ТИПОЛОГИЯ НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ

По отношение на класифицирането на основните типове градски речни участъци може да се приложи следната пространствена типология (по Rung-Jiun Chou, 2016), посочена в Таблица 1.

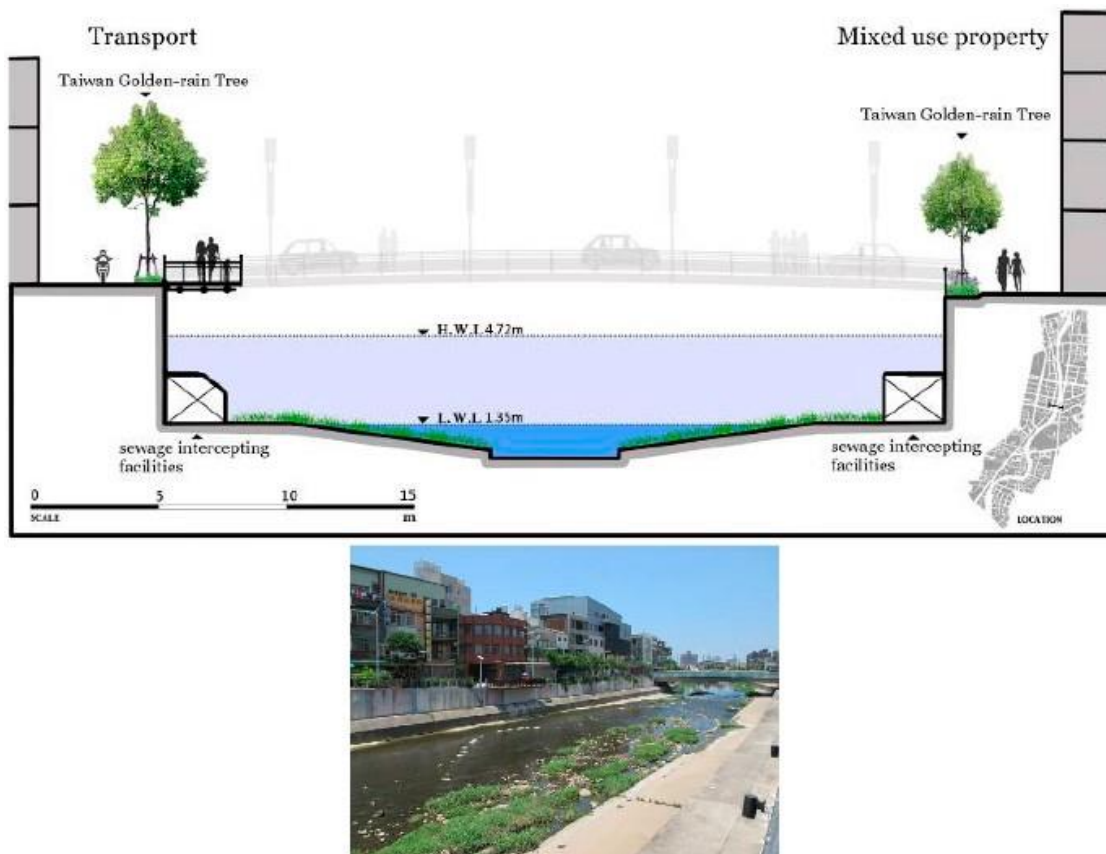
**Таблица 1.** Типология на градските реки (по Rung-Jiun Chou, 2016).

Пространствени типове	Характеристики, които могат да бъдат идентифицирани	Диаграми
Отдых	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обществено пространство за отдих в близост до реките, като например крайречни паркове.</li> <li>2. Проектиране на велосипедни алеи, пешеходни пътеки и други подобни.</li> <li>3. Зони без автомобили и мотоциклети.</li> <li>4. Озеленени буферни ивици като основен елемент на природния ландшафт.</li> </ol>	
Транспорт	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сивата инфраструктура, предназначена за автомобили и мотоциклети.</li> <li>2. Крайречни пътища и места за паркиране (обществени или частни).</li> <li>3. Наличие на пешеходни или велосипедни алеи, разположени между реките и пътищата.</li> </ol>	
Със смесено предназначение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Жилищни, търговски или промишлени сгради в близост до реките.</li> <li>2. Обикновено фасадата на сградите е обърната към реките.</li> <li>3. Понякога пешеходни или велосипедни алеи се разполагат между реките и сградите.</li> </ol>	
Подземни водостоци	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Реките, скрити под земята от твърда бетонна конструкция.</li> <li>2. Предназначени за бързо движение на водата, скриване на замърсяването на водата и изкуствено създаване на повече пространство.</li> <li>3. Земята често се използва за паркинг, пътища и зелени площи.</li> <li>4. Обикновено се предпочита от местните хора.</li> </ol>	

В повечето случаи реките, които подлежат на възстановяване, имат и четирите посочени пространствени типа по протежението на своето течение. След определянето на пространствените типове може да се състави контролен списък

за оценка относно дизайна на разнообразието на дадената градска река. Достъпността, разнообразието, местата за отдих и устойчивостта - като четирите ключови концепции за проектиране и възстановяване на градски реки за постигане на множество развлекателни, социални и екологични роли - формират структурата на контролния списък за оценка. Основните теми може да се групират в следните категории: (1) достъпност; (2) дейности; (3) обществени съоръжения; (4) качество на околната среда; (5) екологична стойност; и (6) предотвратяване на наводнения. Този изследователски инструмент може да бъде използван за систематично и ефективно насочване на оценката.

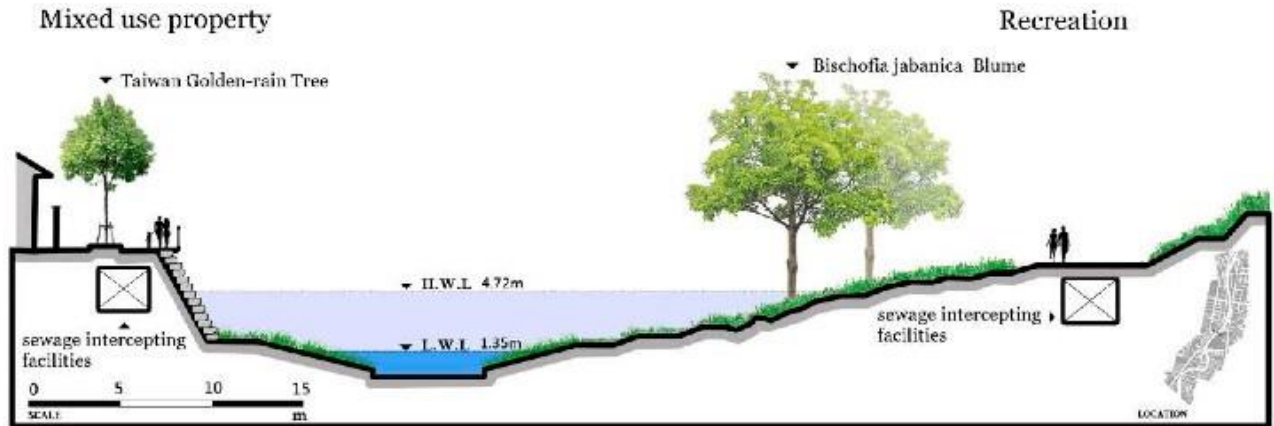
Съобразно характеристиките на речния участък, който може да бъде избран за възстановяване, могат да бъдат приложени няколко подхода, съответстващи на посочената концепция. Първият е според това, дали двата бряга на участъка са „твърди“, т.е. бетонирани, застроени и т.н. Може да се приложи възстановяване на крайбрежната растителност директно върху бетонирания участък, като се насипе с подходящ субстрат, който при евентуално наводнение да не бъде отнесен от течението (Фиг. 3, по *Rung-Jiun Chou, 2016*).



**Фигура 3.** Напречено сечение на възстановен участък с бетонирани брегове (Пример Laojie River, Taoyuan по *Rung-Jiun Chou, 2016*).

Другият вариант е, когато единият бряг позволява пълно възстановяване и не е бетонирани, застроени и т.н., тоест позволява засаждане и възстановяване на крайбрежната растителност, като площта може да се използва като зелен коридор. Това включва тревисти леки склонове, естествено изглеждащи буферни

ивици и естествени субстратни „облицовки“ (напр. циментиран чакъл и камъни), поддържани от чакълени речни корита, ниски каменни бентове и криволичещи пътеки за велосипедисти и пешеходци (Фиг. 4, по *Rung-Jiun Chou, 2016*). В сравнение с другия вариант, този подход за реставриране на крайречната зона предлага увеличени екологични и социални ползи в гъсто урбанизирана зона.



**Фигура 4.** Напречено сечение на възстановен участък с един „твърд“ и един „мек“ бряг (Laojie River, Taoyuan по *Rung-Jiun Chou, 2016*)

Много добър пример за предварително изготвяне на карта за залесяване с местни крайречни видове (*Rung-Jiun Chou, 2016*), което би трябвало да съпътства всяка една реставрация на даден речен участък. Схемата за засаждане, която в дадения случай е базирана освен на местни видове, но и на неместни дървесни видове, много добре онагледява участъците, в които може да се възстанови крайречната растителност (Фиг. 5).



Фигура 5. Предварителна оценка и списък на подходящи местни крайречни видове растителност (Laojie River, Taoyuan по Rung-Jiun Chou, 2016).



## ФАКТОРИ, СВЪРЗАНИ С ПРАКТИКАТА НА РЕЧНО ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ И ЗНАЧЕНИЕТО ИМ ПРИ УПРАВЛЕНИЕТО НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ

Управлението на градските реки претърпява промяна в парадигмата от дългогодишния дебат за ориентирания към отводняване подход за защита от наводнения към нов дебат за възстановяване на реките. Този нов дебат оценява значението на многофункционалността на реките, включваща аспекти на екологията, ландшафта и екосистемните услуги. Река Лаодзие в град Таоюан (Тайван) е най-скорошният значим случай за промяна от канализирано, прекъснато от канали водно течение за контрол на наводненията към обществено достъпен коридор на зелената инфраструктура.

Могат да бъдат изведени няколко основни заключения относно факторите, свързани с практиката на речното възстановяване и тяхното значение за управлението на градските реки:

- ✓ Възстановяването на реката с премахване на водостоците като цяло е подкрепено от местните хора за подобряване на качеството на околната среда, но се изразява загриженост за потенциални наводнения. Това може да се дължи на различните възприятия и неправилното разбиране на риска от наводнения, което се е получило между експертите и широката общественост.
- ✓ Както „твърдите“, така и „меките“ водни брегове формират подобрени крайречни пейзажи, показвайки смесица от методи за управление на реките в гъсто урбанизирани райони. За да се осигури ефективна функционалност, е необходима адекватна поддръжка.
- ✓ За подобряване на качеството на речните води се възприема интеграция на система за пречистване с контактно окисляване на чакъл на място и крайречни канализационни съоръжения, но тя би се оказала неефективна без подкрепата на канализационната инфраструктура в целия речен басейн.
- ✓ Положителните нагласи на хората към възстановяването на реката са свързани главно с естетиката на ландшафта и рекреационната стойност, въпреки че замърсяването на водата и екологичната деградация биха останали проблемни, ако не се проведат широкомащабни кампании за информиране относно ползите при възстановяването на даден речен участък.

## НЕОБХОДИМОСТА ОТ ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ГРАДСКИТЕ РЕКИ В БЪЛГАРИЯ

В България над 90% от реките преминават през градски или селски райони (Фиг. 6). Повечето от тях са силно модифицирани и повлияни от човешката дейност. Темата за възстановяване на градските речни системи става все по-актуална и е необходимо да ѝ бъде обърнато голямо внимание.



Фигура 6. Основна речна мрежа (География на България, 2001)

Един пример за стартиране на подобни инициативи се наблюдава в контекста на участието на държавните органи в района на река Бели Лом (Басейнова дирекция Дунавски район, БДДР). В този случай, държавните органи извършиха проверки и последващ анализ с цел установяване на възможен източник на замърсяване. (Фиг. 7). Това е един от най-важните етапи при стартиране на процеси за възстановяването на реки, а именно установяването на източниците на замърсяване.

## Точка след заустване на ГПСОВ Разград, „Биовет“ АД, и „АДМ“ ЕАД гр. Разград (3)



Точката на вземане отчита влиянието на всички, заустващи в района обекти. Анализът на резултатите от изпитване показват следното:

- Отклонение от нормите за добро състояние се установява при всички биогенни замърсители, като концентрациите на част от тях се повишават, а на други намалява.

- Вариациите в концентрацията на различните азотсъдържащи показатели, е **индикатор за заустване на непречистени отпадъчни води и протичащи процеси на нитрификация и денитрификация;**



### Фигура 7. Резултати от проведени анализи за установяване на замърсители при р. Бели Лом (презентация на инж. Петър Димитров, МОСВ)

Извършените анализи на получените резултати сочат, че заустваните в реката и дерето отпадъчни води водят до замърсяването на река Бели Лом в района на Разград. С цел събиране на по-голям брой данни, които да послужат за допълнителна преценка за приноса на всеки един от разгледаните източниците на замърсяване, БДДР е възложила извършване на допълнителен проучвателен мониторинг. Планирано е да се извърши едновременно вземане на водни проби от реката и от отделните точки на заустване на отпадъчни води. На водните проби е назначено изпитване по едни и същи показатели, за да може да се определи въздействието на отделните потоци. Допълнително ще бъде събирана и информация за производствената дейност на отделните предприятия в района и възможните емисии на замърсители в отпадъчните води (*Доклад към министъра на околната среда и водите Юлиян Попов, декември 2023 г.*). След получаване на резултатите от проучвателния мониторинг ще се извърши допълнителен анализ и оценка на източниците на натиск и състоянието на р. Бели Лом в района на гр. Разград и тогава ще могат да бъдат предприети мерки за недопускане на замърсяване, а оттам и за възстановяване на екосистемата в реката.

Примерът, даден за р. Бели Лом, е от изключителна важност при стартирането на какъвто и да е било проект, свързан с възстановяване на река, повлияна от човешката дейност. Пример и за доброто функциониране на

държавните органи, като при по-добро разпространение на направените анализи това може да се превърне в една добра практика за първичен анализ на въздействията върху негативно повлияните реки.

Река Перловска (гр. София) е друг пример за силно засегната и модифицирана речна система (Фиг. 8). Основното ѝ предназначение в момента е да се използва като канал за отвеждане на силно замърсени води (както законни, така и незаконни зауствания). Процесът на възстановяване на нейния естествен облик може да допринесе за намаляване на риска от евентуални наводнения и за създаване на климатични острови, които ще придобиват все по-голямо значение, особено имайки предвид нарастващите изменения в климата и свързаните с тях планове за адаптиране. Важно е обществото да промени своето отношение към възприемането на този вид реки, като ги разглежда не само като отводни канали, а като речни екосистеми, които могат да бъдат от полза за човека, ако се управляват по-ефективно и устойчиво.



**Фигура 8.** Градски участък на р. Перловска и граничещата с нея р. Слатинска.

След анализ на Изпълнителната агенция по околна среда (ИАОС) при Министерството на околната среда и водите се установява, че реката е замърсена основно от незаконни зауствания. За да се изготви добре обоснована концепция за възстановяване на река Перловска, е необходимо да се извърши по-продължителен и цялостен мониторинг.

Възстановяването на градските реки в България е от първостепенно значение поради няколко ключови фактора:

- Съхранение на екосистемите: Градските реки са важни компоненти на екосистемите, създавайки среда, която е от съществено значение за разнообразието от растения, животни и други организми. Процесът на възстановяване на тези водни пътища подпомага запазването и възстановяването на техните естествени функции и биоразнообразие.
- Управление на водните ресурси: Възстановяването на градските реки допринася за по-ефективното управление на водните ресурси в градовете. Това включва регулиране на водните потоци, предотвратяване на наводнения и подобряване на качеството на водата.
- Подобряване на качеството на водата: Много от градските реки са замърсени с отпадъци и други замърсители, което представлява сериозен проблем за околната среда и обществото. Процесът на възстановяване на тези водни пътища включва пречистване на водата и възстановяване на тяхната екологична функция, като така се постига подобрене на качеството на водата и защита на здравето на хората и екосистемите.
- Създаване на природни рекреационни зони: Градските реки предоставят възможности за отдих, рекреация и наслаждаване на природата за градското население. Процесът на възстановяване на тези реки създава природни и рекреационни зони, които са важни за благополучието и качеството на живот на градското население.

Обобщено, възстановяването на градските реки в България е критично важно за опазването на природата, управлението на водните ресурси, подобряването на качеството на водата и създаването на природни и рекреационни обекти за градското население.

## СТРУКТУРА НА МАЛЪК ПИЛОТЕН ПРОЕКТ



Разработването на **дългосрочен план** за възстановяване на градски реки е от съществено значение по няколко причини:

- Координация и синхронизация: Дългосрочният план позволява на различните заинтересовани страни да се съгласуват и да работят заедно по постигането на общи цели. Това включва местни органи, обществени организации, експерти, граждани и други участници.
- Оптимизация на ресурсите: Планирането предварително на възстановителните дейности позволява по-ефективно използване на финансовите и човешките ресурси. Това води до по-добро управление на бюджета и по-ефективно изпълнение на проектите.
- Устойчивост: Дългосрочният план включва стратегии за устойчиво управление на реките, което води до поддържане на дългосрочната жизнеспособност на екосистемите и подобряване на устойчивостта на градските среди към измененията в климата и други предизвикателства.
- Превенция на бедствия: Планирането на предпазни мерки срещу наводнения и други бедствия, свързани с водата, е от съществено значение за защитата на живота и имуществото на хората, които живеят в близост до реките.
- Създаване на обществено признание и подкрепа: Дългосрочният план за възстановяване на градски реки може да създаде обществено признание и подкрепа за проекта. Когато хората разберат важността на възстановителните дейности и видят резултатите от тях, е по-вероятно да ги подкрепят и да се включат в тях.

Планирането на **мониторинг** при възстановяването на градски реки е от съществено значение за оценка на ефективността на въведените мерки, за следене на промените в екосистемите и за наблюдение на влиянието върху градската среда и обществото като цяло. *Необходимо е да се инвестира и в закупуването на някои основни апаратури (като оксиметри, рН-метри,*

кондуктометри и др.), които могат да бъдат използвани от заинтересованите страни, за да правят контролен и изчерпателен собствен мониторинг при изпълнението и дългосрочното управление на възстановяването на градските реки. Ето някои от ключовите аспекти, които следва да бъдат включени в плана за мониторинг:

- Идентифициране на целите и показателите за успех: трябва да се определят ясно какви са целите на възстановителните дейности и какви показатели ще се използват за оценка на техния успех. Това може да включва параметри като качество на водата, биоразнообразие, стабилност на речните брегове и други.
- Методи и технологии за мониторинг: трябва да се избират подходящи методи и технологии за събиране на данни, които отговарят на конкретните цели и показатели. Това може да включва използването на датчици за качество на водата, дрони за наблюдение на речните брегове, системи за наблюдение на биоразнообразието и други.
- Определение на честотата и продължителността на мониторинга: мониторингът трябва да се планира колко често и за какъв период от време ще се извършва. Това може да бъде периодичен мониторинг или непрекъснато наблюдение в рамките на определен период. В *Приложение 1* са посочени най-важните параметри, които да бъдат включени при една мониторингова кампания. Тук е важно обучението на собствени кадри, които да могат да извършват този мониторинг и да не се инвестира във външни изпълнители.
- Обработка и анализ на данните: трябва да се предвиди как ще бъдат обработвани и анализирани събраните данни. Това включва използването на подходящи статистически методи, моделиране на данните и интерпретация на резултатите.
- Комуникация на резултатите: тук трябва да се има предвид как ще се комуникират резултатите от мониторинга между заинтересованите страни, включително управляващи органи, обществени организации, население и други заинтересовани страни. Това може да включва публикуване на отчети, организиране на събрания и работилници, изготвяне на информационни материали и други комуникационни дейности.

**Обучението** на заинтересованите страни е важна част от процеса на възстановяване на градските реки по няколко причини:

- Разбиране на целите и ползите: Обучението помага на заинтересованите страни да разберат целите и ползите от възстановителните дейности върху градските реки. Това им помага да се ангажират и да подкрепят проекта.
- Участие и съдействие: Заинтересованите страни, които са обучени и информирани, са по-склонни да участват активно във възстановителните усилия. Те могат да предоставят ценни знания, умения и ресурси за подкрепа на проекта.
- Устойчивост: Обучението помага на заинтересованите страни да разберат как да се грижат за възстановените реки и околната среда дългосрочно.

Инвестирайки в обучението на собствени кадри, се дава възможност за дългосрочно и устойчиво управление както на собствения мониторинг, така и на възможността за бърза реакция при създаването на различни кризисни ситуации (замърсяване от различно естество, установяване на причините при измиране на различни хидробионти и т.н.). Това допринася за устойчивостта на проекта и за запазване на неговите ползи в бъдеще.

- Разрешаване на конфликти: Обучението може да помогне за предотвратяване и разрешаване на конфликти между различните заинтересовани страни, като насърчава диалога, разбирателството и сътрудничеството.
- Промяна на поведението: Обучението може да вдъхнови заинтересованите страни да променят своето поведение и практики, за да подпомогнат възстановителните усилия и да се грижат за околната среда по-ефективно.

Общо казано, обучението на заинтересованите страни е ключов елемент за успешното изпълнение и устойчивост на проектите за възстановяване на градските реки.

При управлението на градските реки, терминът **хидромелиоративни дейности** се отнася до комплекс от инженерни и технически интервенции, насочени към подобряване и оптимизиране на водния режим в градската среда. Тези дейности включват мерки за предотвратяване на наводнения, контрол на ерозията, почистване и подобряване на качеството на водата, възстановяване на речни брегове и реконструкция на речни корита за целите на екологичното равновесие, рекреация и устойчиво използване на водните ресурси в градската среда.

Такива дейности могат да включват също:

- Изграждане и поддръжка на буферни зони в реките за намаляване на замърсяването и поддържане на биоразнообразието.
- Създаване на зони за задържане на водата, които да улавят преливната вода при силен дъжд и да намаляват риска от наводнения.
- Проектиране и изпълнение на системи за управление на дъждовната вода, проникваеми павирани площи и дренажни системи, които да улесняват проникването на водата обратно в почвата.
- Възстановяване на речните корита, за да се върне естественят им характер и да се подобри екологичната функция на реките в градската среда.

Целта на тези дейности е да се създаде устойчива и функционална градска водна среда, която да служи на нуждите на градското население, да поддържа и увеличава биологичното разнообразие и да предпазва градските райони от отрицателните последици от климатичните промени.

Осигуряването на **дългосрочен бюджет** при разработването на проекти, свързани с възстановяването на градските реки, е важно по няколко причини:

- Консистентност и устойчивост: Дългосрочният бюджет осигурява консистентност във финансирането на проекта през целия му жизнен цикъл.



Това позволява непрекъснато изпълнение на възстановителните мерки и поддържане на устойчивост в реализацията на проекта.

- **Планиране и прозрачност:** Дългосрочният бюджет позволява по-добро планиране на разходите и ресурсите, необходими за възстановителните дейности. Това включва определение на приоритетите, разпределение на ресурсите и управление на финансовите рискове. Освен това осигурява прозрачност и доверие сред заинтересованите страни относно финансовото управление на проекта.
- **Избягване на прекъсвания и загуби:** Дългосрочният бюджет предпазва проекта от прекъсвания във финансирането и недостиг на средства, което може да доведе до загуби от време, усилия и ресурси. Той осигурява стабилност и непрекъснато изпълнение на възстановителните дейности, което е от съществено значение за успешното постигане на целите на проекта.
- **Подкрепа за дългосрочни решения:** Дългосрочният бюджет предоставя възможност за подкрепа на дългосрочни решения и стратегии за възстановяване на градските реки, които могат да доведат до по-устойчиви и дългосрочни резултати за околната среда и обществото. Целите са обобщени в *Приложение 1*.

Общо казано, дългосрочният бюджет осигурява стабилност, планиране и устойчивост на проектите за възстановяване на градските реки, което е от съществено значение за успешното им реализиране и дългосрочното им въздействие.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеният преглед и анализ показват, че много ползи могат да дойдат от инициативите за възстановяване на градските реки, но все още има важни предизвикателства пред такива инициативи по отношение на ограниченията, наложени от градската среда, както и трудностите, свързани с финансовите инвестиции, тъй като разходите за изпълнение и поддръжка обикновено не са адекватни и не са дългосрочни. Освен това повишената честота на екстремни събития, дължащи се на изменението на климата, е друг аспект, който засилва значението на инициативите за възстановяване на реките. Щетите, свързани с подобни събития, са огромни и трябва да се вземат предвид при оценката на дългосрочните ползи от тези начинания.

Много успешни проекти за възстановяване на реки са широко известни. Повечето от тях обаче са в развитите страни, с повече случаи в селските или крайградските райони. Що се отнася до развиващите се страни, ясно е, че обикновено са налице ограничени приоритети, тъй като е много трудно да се обхванат всички аспекти на възстановяването на реките. Ограничените пространства в градската среда затрудняват прилагането на възстановителни мерки в целия речен басейн, така че са възможни само частични подобрения.

Също така е важно да се отбележи, че модифицираният градски водосбор, който включва реката, трябва да бъде съвместно оценен и обмислен в процеса на възстановяване, тъй като никакви възстановителни действия няма да бъдат адекватно подкрепени в речните пространства, без да се възстановят поне част от хидроложките и седиментните процеси на водосбора.

Друг много важен аспект са и местните инициативи, които биха допринесли както за възстановяването на даден участък, така и за информирането на повече заинтересовани страни от ползите при възстановяването на градските реки. Освен това международните политики, създадени през 2015 г., като Парижкото споразумение относно изменението на климата и Програмата за устойчиво развитие до 2030 г., могат да бъдат от помощ, за да направят тези проекти по-осъществими и лесно подкрепени.

Могат да се направят няколко важни извода по отношение на ефективността от прилагането и разработването на проекти, свързани с възстановяването на градските реки:

- Много е важно да се анализира и дефинира икономическият аспект на възстановяването на градските реки в сравнение с очакваните краткосрочни ползи.
- Разходите за проекти за възстановяване на градските реки са по-високи от проектите за селските райони (главно поради цената на градската земя и интензивното застрояване). Въпреки това, качествено разработеният проект би могъл да ограничи вредите от потенциални наводнения и добавената стойност към градската земя в близост, като може да предложи по-големи ползи от тези със строго екологичен характер.

- В силно модифициран водосбор действията, фокусирани изключително върху процеса на „самовъзстановяване“ на реката и заливните територии, може да са неефективни при възстановяването на природните характеристики. Освен това самовъзстановяването е много дълъг процес, който е силно зависим от наличието на замърсители. Поради тази причина е добре това възстановяване да бъде модулирано и подпомогнато.
- Мониторингът и измерването на ефективността на предложените цели за възстановяване на градските реки е от решаващо значение за успеха на дадено възстановяване.

Действията за възстановяване на реката генерират разработки, които надхвърлят подобренията в реката и не се ограничават само до даден речен канал. В този смисъл възстановяването на реките може да има отражение върху обществените политики за подобряване на качеството на водите (напр. правилно събиране, изхвърляне и третиране на твърди отпадъци; събиране и третиране на отпадни води; зелена и синя инфраструктура); намаляване на риска от неблагоприятни хидроложки явления (напр. идентифициране и защита на райони, предразположени към наводнения; създаване на речни паркове, зелени коридори и зони за защита на околната среда; планиране и контрол на разрастването на градовете; изграждане на структури по протежение на реката), подобряване на речните екосистеми (напр. опазване и възстановяване на речни меандри и речни брегове, установяване на минимален дебит) и посрещане на стремежите на общността (напр. реализиране на възможности за отдих/рекреация; насърчаване на екологичното образование; изпълнение на подобрения на крайбрежието и градско съживяване). Предложената рамка обобщава някои от основните действия за възстановяване на градските реки и може да бъде полезна при избора на набор от по-прости и по-подходящи действия за конкретен случай на възстановяване.

Ясно е, че всяко усилие за възстановяване на реката, дори частично, може да бъде от полза за градската среда. Процесът на възстановяване се опитва да превърне деградирала река в катализатор за намаляване на публичните разходи, насърчаване на социалното развитие и предлагане на алтернативи за градско съживяване и подобрения на околната среда.

## ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА<sup>1</sup>

1. Acumar - Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo, 2016. Plan Integral de Saneamiento
2. Ambiental Actualización PISA 2016: Hacia una visión compartida de la cuenca.
3. Acuña, V., Ramon Diez, J., Flores, L., Meleason, M., Elozegi, A., 2013. Does it make sense to restore rivers for their ecosystem services? *J. Appl. Ecol.* 50, 988–997.
4. Addy, S., Cooksley, S., Dodd, N., Waylen, K., Stockan, J., Byg, A., Holstead, K., 2016. River Restoration and Biodiversity: Nature-Based Solutions for Restoring River in the UK and Republic of Ireland. URL. CREW. accessed 05.15.21. <https://www.crew.ac.uk/publications>.
5. Adams, W.M.; Perrow, M.R.; Carpenter, A. 2004. Conservatives and champions: River managers and the river restoration discourse in the United Kingdom. *Environ. Plan. A* 2004, 36, 1929–1942
6. Ahern, J., 2011. From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world. *Landsc. Urban Plann.* 100, 341–343.
7. Ahilan, S., Guan, M., Sleight, A., Wright, N., Chang, H., 2018. The influence of floodplain restoration on flow and sediment dynamics in an urban river. *J. Flood Risk Manag.* 11, 986–1001. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12251>.
8. Ahn, J.M., Lee, S., Kang, T., 2011. Evaluation of dams and weirs operating for water resource management of the Geum River. *Sci. Total Environ.* 103–111. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.038>.
9. Andik, B., Sarang, A., 2017. Daylighting Buried Rivers and Streams. Tehran. Angelopoulos, N.V., Cowx, I.G., Buijse, A.D., 2017. Integrated planning framework for successful river restoration projects: upscaling lessons learnt from European case studies. *Environ. Sci. Pol.* 76, 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.06.005>.
10. Ayres, A., Gerdes, H., Goeller, B., Lago, M., Catalinas, M., Garcia Canton, A., Brouwer, R., Sheremet, O., Vermaat, J., Angelopoulos, N., Uhuil, I.C., 2014. REFORM Deliverable D1.4 - Inventory of River Restoration Measures: Effects, Costs and Benefits.
11. Bash, J.S., Ryan, C.M., 2002. Stream restoration and enhancement projects: is anyone monitoring? *Environ. Manag.* 29, 877–885. <https://doi.org/10.1007/s00267-001-0066-3>.
12. Bateman, I.J., Mace, G.M., Fezzi, C., Atkinson, G., Kerry Turner, R., 2010. Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environ. Resour. Econ.* 48, 177–218.
13. Becker, N., Greenfeld, A., Zemah Shamir, S., 2019. Cost-benefit analysis of full and partial river restoration: the Kishon River in Israel. *Int. J. Water Resour. Dev.* 35, 871–890. <https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1501349>.
14. Beechie, T., Pess, G., Roni, P. 2008. Setting river restoration priorities: A review of approaches and a general protocol for identifying and prioritizing actions. *N. Am. J. Fish. Manag.* 28, 891–905
15. Benedict, M.A., McMahon, E.T., 2012. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. The Conservation Found. Island Press.

---

<sup>1</sup> Включена и литературата използвана при генерирането на модела показан на Фигура 2.

16. Bergstrom, J.C., Loomis, J.B., 2017. Economic valuation of river restoration: an analysis of the valuation literature and its uses in decision-making. *Water Resour. Econ.* 17, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2016.12.001>.
17. Bernhardt, E.S., Palmer, M.A., 2007. Restoring streams in an urbanizing world. *Freshw. Biol.* 52, 738–751. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2006.01718.x>.
18. Bernhardt, E.S., Palmer, M.A., Allan, J.D., Alexander, G., Barnas, K., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C., Follstad-Shah, J., Galat, D., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D., Hassett, B., Jenkinson, R., Katz, S., Kondolf, G.M., Lake, P.S., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Powell, B., Sudduth, E., 2005. Synthesizing U.S. River restoration efforts. *Science* (80) 308, 636–637.
19. Boon, P. J. 1998. River restoration in five dimensions. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, 8, 257–264.
20. Bos, D.G., Brown, H.L., 2015. Overcoming barriers to community participation in a catchment-scale experiment: building trust and changing behavior. *Freshw. Sci.* 34 (3), 1169–1175. <https://doi.org/10.1086/682421>.
21. Bouma, J.A., Van Beukering, P.J.H., 2015. Ecosystem services: from concept to practice. *Ecosyst. Serv. Concept Pract.* 1–267. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612>.
22. Buijs, A.E. 2009. Public support for river restoration: A mixed-method study into local residents' support for and framing of river management and ecological restoration in the Dutch floodplains. *J. Environ. Manag.*, 90, 2680–2689.
23. Burian, S.J., Edwards, F.G., 2002. Historical perspectives of urban drainage. In: *Global Solutions for Urban Drainage*, pp. 1–16.
24. Canton of Zurich, 2011. Revitalization of flowing water in the canon of Zurich: basis and strategy (in German). Report of the Canton of Zurich, office of waste, water, energy and air. [www.reformrivers.eu/system/files/1.4 Inventory of restoration costs and benefits.pdf](http://www.reformrivers.eu/system/files/1.4%20Inventory%20of%20restoration%20costs%20and%20benefits.pdf). (Accessed 27 February 2017).
25. Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., Defries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J., Whyte, A., 2009. Science for managing ecosystem services: beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A* 106, 1305–1312. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106>.
26. Cengiz, B. 2013. Urban river landscapes. In *Advances in Landscape Architecture*; Ozyavuz, M., Ed; InTech: Rijeka, Croatia.
27. Chen, W.Y., Cho, F.H.T., 2019. Environmental information disclosure and societal preferences for urban river restoration: latent class modelling of a discrete-choice experiment. *J. Clean. Prod.* 231, 1294–1306.
28. Chen, W.Y., Cho, F.H.T., 2021. Understanding China's transition to environmental information transparency: citizens' protest attitudes and choice behaviours. *J. Environ. Pol. Plann.* 23 (3), 275–301.
29. Chen, N., Li, H., Wang, L., 2009. A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: management implications. *Ecol. Econ.* 68, 2768–2776. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.12.001>.
30. Chen, W.Y., Liekens, I., Broekx, S., 2017. Identifying societal preferences for river restoration in a densely populated urban environment: evidence from a discrete

- choice experiment in central brussels. *Environ. Manag.* 60, 263–279. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0885-5>.
31. Chin, A., Gregory, K.J., 2005. Managing urban river channel adjustments. *Geomorphology* 69, 28–45. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.10.009>.
  32. Chou, R.J., 2016. Achieving successful river restoration in dense urban areas: lessons from Taiwan. *Sustain. Times*. <https://doi.org/10.3390/su8111159>.
  33. Chou, R.J., 2013. Addressing watercourse sanitation in dense, water-pollution-affected urban areas in Taiwan. *Environ. Urban.*, 25, 523–540.
  34. CIRF, 2006. La riqualificazione fluviale in Italia: linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio.
  35. Cowx, I.; Angelopoulos, N.; Noble, R.; Slawson, D.; Buijse, T.; Wolter, C. 2016, Measuring Success of River Restoration Actions Using End-Points and Benchmarking. Available online: <http://www.reformrivers.eu/measuring-success-river-restoration-actions-using-end-points-and-benchmarking>
  36. Dai, Z., Zhang, J., She, R., Hu, N., Xia, S., Ma, G., Han, R., Ming, R., 2020. Numerical investigation on Re-oxygenation efficiency of stepped overflow weir in urban stream. *J. Clean. Prod.* 258, 120583.
  37. de Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemsen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision-making. *Ecol. Complex.* 7, 260–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>.
  38. de Bell, S., Graham, H., White, P.C.L., 2020. Evaluating dual ecological and well-being benefits from an urban restoration project. *Sustainability* 12–695. <https://doi.org/10.3390/su12020695>.
  39. Deason, J.P., Dickey, G.E., Kinnell, J.C., Shabman, L.A., 2010. Integrated planning framework for urban river rehabilitation. *J. Water Resour. Plann. Manag.* 136, 688–696. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000076](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000076).
  40. DEFRA, 2007. An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK, p. 65.
  41. Dreiseitl, H.; Grau, D. (Eds.) 2005. *New Waterscapes: Planning, Building and Designing with Water*; Birkhauser: Basel, Switzerland.
  42. Dufour, S.; Piegay, H. 2009. From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: Forget natural references and focus on human benefits. *River Res. Appl.* 2009, 25, 568–581. <https://doi.org/10.1002/rra.1239>.
  43. ECRR, 2014. The economics of river restoration [WWW Document]. URL, accessed 11.10.18. <http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Economics/tabid/2613/Default.aspx>.
  44. Eden, S.; Tunstall, S. 2006. Ecological versus social restoration? How urban river restoration challenges but also fails to challenge the science—Policy nexus in the United Kingdom. *Environ. Plan. C Gov. Policy*, 24, 661–680
  45. Edwards, P.J., Abivardi, C., 1997. Ecological engineering and sustainable development. In: Urbanska, K.M., Webb, N.R., Edwards, P.J. (Eds.), *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 325–352.
  46. Everard, M., Moggridge, H.L., 2012. Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosyst.* 15, 293–314. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0174-7>.

47. Faggi, A., 2015. Case study: matanza-riachuelo. Restoring Europe's Rivers [WWW Document]. URL. [https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case\\_study%3AMatanza-Riachuelo](https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=Case_study%3AMatanza-Riachuelo)
48. anza-Riachuelo.
49. Feld, C.K., Birk, S., Eme, D., Gerisch, M., Hering, D., Kernan, M., Maileht, K., Mischke, U., Ott, I., Pletterbauer, F., Poikane, S., Salgado, J., Sayer, C.D., Van Wichelen, J., Malard, F., 2016. Disentangling the effects of land use and geo-climatic factors on diversity in European freshwater ecosystems. *Ecol. Indicat.* 60, 71–83. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.024>.
50. Findlay, S.J., Taylor, M.P., 2006. Why rehabilitate urban river systems? *Area* 38, 312–325. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.2006.00696.x>.
51. Firehock, K., 2010. A short history of the term green infrastructure and selected literature [Online]. Available at: <http://www.gicinc.org/PDFs/GI%20History.pdf>.
52. Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecol. Econ.* 68, 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>.
53. Fuks, M., Chatterjee, L., 2008. Estimating the willingness to pay for improvement of an urban park in southern Brazil using the contingent valuation method. *J. Urban Plann. Dev.* 134 [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488).
54. Gehrels, H., van der Meulen, S., Schasfoort, F., Bosch, P., Brolsma, R., van Dinther, D., Massop, H.T.L., 2016. Designing green and blue infrastructure to support healthy urban living. TO2 federatie.
55. Gerner, N.V., Nafo, I., Winking, C., Wencki, K., Strehel, C., Wortberg, T., Niemann, A., Anzaldúa, G., Lago, S., Birk, S., 2018. Large-scale river restoration pays off: a case study of ecosystem service valuation for the Emscher restoration generation project. *Ecosyst. Serv.* 30, 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.020>.
56. Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M., 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* 319 (80-), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>.
57. Gregory, K.J.; Chin, A. Urban stream channel hazards. *Area* 2002, 34, 312–321.
58. Goode, D. 2006. Green Infrastructure: Report to the Royal Commission on Environmental Pollution. Available online: <http://www.greeninfrastructurenw.co.uk/climatechange/doc.php?docID=168>
59. Habersack, H., Hein, T., Stanica, A., Liska, I., Mair, R., Jäger, E., Hauer, C., Bradley, C., 2016. Challenges of river basin management: current status of, and prospects for, the River Danube from a river engineering perspective. *Sci. Total Environ.* 828–845. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.123>.
60. Hathway, E.A., Sharples, S., 2012. The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: a UK case study. *Build. Environ.* 58, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.06.013>.
61. Haase, P.; Hering, D.; Jahng, S.C.; Lorenz, A.W.; Sundermann, A. 2013. The impact of hydromorphological restoration on river ecological status: A comparison of fish, benthic invertebrates, and macrophytes. *Hydrobiologia*, 704, 475–488. Kamp, U.; Binder, W.; Hölzl, K. River habitat monitoring and assessment in Germany. *Environ. Monit. Assess.* 2007, 127, 209–226.

62. Heldt, S., Budryte, P., Ingensiep, H.W., Teichgräber, B., Schneider, U., Denecke, M., 2016. Social pitfalls for river restoration: How public participation uncovers problems with public acceptance. *Environ. Earth Sci.* 75, 1053. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5787-y>.
63. Hermoso, V., Pantus, F., Olley, J., Linke, S., Mugodo, J., Lea, P., 2012. Systematic planning for river rehabilitation: integrating multiple ecological and economic objectives in complex decisions. *Freshw. Biol.* 57, 1–9. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2011.02693.x>.
64. Hernández-Lamas, P., Rubio Gavilán, A., Bernabeu-Larena, J., 2016. Parks and Roads Build the Cities: the M-30 and Madrid-Río Project, Building Landscape. Hockendorff, S., Tonkin, J.D., Haase, P., Bunzel-Drüke, M., Zimball, O., Scharf, M., Stoll, S., 2017. Characterizing fish responses to a river restoration over 21 years based on species' traits. *Conserv. Biol.* 31, 1098–1108. <https://doi.org/10.1111/cobi.12908>.
65. Hobbs, R.J. 2007. Setting effective and realistic restoration goals: Key directions for research. *Restor. Ecol.* 15, 354–357
66. Hohensinner, S., Lager, B., Sonnlechner, C., Haidvogel, G., Gierlinger, S., Schmid, M., Krausmann, F., Winiwarter, V., 2013. Changes in water and land: the reconstructed Viennese riverscape from 1500 to the present. *Water Hist.* 5, 145–172. <https://doi.org/10.1007/s12685-013-0074-2>.
67. Honey-Rosés, J., Acuña, V., Bardina, M., Brozović, N., Marcé, R., Munné, A., Sabater, S., Termes, M., Valero, F., Vega, A., Schneider, D.W., 2013. Examining the demand for ecosystem services: the value of stream restoration for drinking water treatment managers in the llobregat river, Spain. *Ecol. Econ.* 90, 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.03.019>.
68. Ibrahim, A., Bartsch, K., Sharifi, E., 2020. Green infrastructure needs green governance: lessons from Australia's largest integrated stormwater management Project, the River Torrens Linear Park. *J. Clean. Prod.* 121202.
69. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2014: Synthesis Report*; IPCC: Geneva, Switzerland, 2015
70. Jähnig, A.S.C., Lorenz, A.W., Hering, D., Antons, C., Sundermann, A., Jedicke, E., Antons, C., Haase, P., 2015. River restoration success: a question of perception. *Ecol. Appl.* 21 <https://doi.org/10.1890/10-0618.1>, 2007–2015.
71. Jones, P., Macdonald, N. 2007. Making space for unruly water: Sustainable drainage systems and the disciplining of surface runoff. *Geoforum*, 38, 534–544.
72. Jiang, X., Liu, Y., Xu, S., Qi, W., 2018. A gateway to successful river restorations: a preassessment framework on the river ecosystem in Northeast China. *Sustain. Times* 10, 1029. <https://doi.org/10.3390/su10041029>.
73. Jin, J., Wang, R., Li, F., Huang, J., Zhou, C., Zhang, H., Yang, W., 2011. Conjugate ecological restoration approach with a case study in Mentougou district. *Beijing. Ecol. Complex.* <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2011.01.005>.
74. Junker, B., Buchecker, M., 2007. Aesthetic preferences versus ecological objectives in river restorations. *Landsc. Urban Plann.* 85, 141–154. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.11.002>.
75. Junker, B., Buchecker, M., 2006. Social science contributions to the participatory planning of water systems - results from swiss case studies. In: *Topics on System*



- Analysis and Integrated Water Resources Management, pp. 243–255. <https://doi.org/10.1016/B978-008044967-8/50013-0>.
76. Kamp, U.; Binder, W.; Hölzl, K. 2007. River habitat monitoring and assessment in Germany. *Environ. Monit. Assess.*, 127, 209–226.
  77. Kazmierczak, A., Carter, J., 2010. Adaptation to Climate Change Using Green and Blue Infrastructure. A Database of Case Studies. Kenney, M.A., Wilcock, P.R., Hobbs, B.F., Flores, N.E., Martínez, D.C., 2012. Is urban stream restoration worth it? *J. Am. Water Resour. Assoc.* 48, 603–615. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2011.00635.x>.
  78. Kondolf, G.M., 2011. Setting goals in river restoration: when and where can the river “heal itself”?
  79. Kondolf, G.M., Boulton, A.J., O’Daniel, S., Poole, G.C., Rahel, F.J., Stanley, E.H., Wohl, E., Bang, A., Carlstrom, J., Cristoni, C., Huber, H., Koljonen, S., Louhi, P., Nakamura, K., 2006. Process-based ecological river restoration: visualizing threedimensional connectivity and dynamic vectors to recover lost linkages. *Ecol. Soc.* 11 (2), 5.
  80. Kristensen, P., Hansen, H., 1994. European rivers and lakes - assessment of their Environmental State. EEA Environ. Monogr. 1. Kurth, A.M., Schirmer, M., 2014. Thirty years of river restoration in Switzerland: implemented measures and lessons learned. *Environ. Earth Sci.* 72, 2065–2079. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3115-y>.
  81. Lafuente, N., 2016. Contaminación del Río Matanza (Riachuelo) Argentina [WWW Document]. URL. accessed 10.23.18. <https://www.monografias.com/trabajos105/contaminacion-del-rio-matanza-riachuelo-argentina/contaminacion-del-rio-matanza-riachuelo-argentina.shtml>
  82. Leal Filho, W., Barbir, J., Nagy, G.J., Sima, M., Kalbus, A., Paletta, A., Villamizar, A., Martinez, R., Azeiteiro, U.M., Pereira, M.J., Mussetta, P.C., Ivars, J.D., Guerra, J.B.S. O.A., Neiva, S.S., Moncada, S., Galdies, C., Klavins, M., Nikolova, M., Gogu, R.C., Balogun, A.L.B., Bouredji, A., Bonoli, A., 2020. Reviewing the role of ecosystems services in the sustainability of the urban environment: a multi-country analysis. *J. Clean. Prod.* 121338.
  83. Leopold, L., 1968. Hydrology for urban land planning - a guidebook on the hydrologic effects of urban land use. *Geol. Surv. Circular*.
  84. Lewis, L.Y., Bohlen, C., Wilson, S., 2008. Dams, Dam removal, and river restoration: a hedonic property value analysis. *Contemp. Econ. Pol.* 26, 175–186. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.2008.00100.x>.
  85. Lewis, L.Y., Landry, C.E., 2017. River restoration and hedonic property value analyses: guidance for effective benefit transfer. *Water Resour. Econ.* 17, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2017.02.001>. LI, 2016. Wandle Park [WWW Document]. URL, accessed 1.15.19. <https://my.landscapeinstitute.org/case-study/wandle-park/ac166c22-d37b-e911-a99b-00224801ab04>.
  86. Linton, J., Budds, J., 2014. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relationaldialectical approach to water. *Geoforum* 57, 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008>.
  87. Logar, I., Brouwer, R., Paillex, A., 2019. Do the societal benefits of river restoration outweigh their costs? A cost-benefit analysis. *J. Environ. Manag.* 232, 1075–1085. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.098>.

88. Loomis, J., Kent, P., Strange, L., Fausch, K., Covich, A., 2000. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecol. Econ.* 33, 103–117. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00131-7).
89. Lorenz, A.W., Feld, C.K., 2013. Upstream river morphology and riparian land use overrule local restoration effects on ecological status assessment. *Hydrobiologia* 704, 489–501. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1326-3>.
90. Mascarenhas, F.C.B., Miguez, M.G., De Magalhaes, L.P.C., Prodanoff, J.H.A., 2005. Onsite stormwater detention as an alternative flood control measure in ultra-urban environments in developing countries. In: IAHS-AISH Publication, pp. 196–202.
91. Miguez, M.G., Ver'ol, A.P., Carneiro, P.R.F., 2012. Sustainable drainage systems: an integrated approach, combining hydraulic engineering design, urban land control and river revitalisation aspects. In: *Drainage Systems*. IntechOpen.
92. Miguez, M.G., Ver'ol, A.P., Rezende, O.M., 2016. *Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade*, 1a ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
93. Miguez, M.G., Ver'ol, A.P., Battemarco, B.P., Yamamoto, L.M.T., de Brito, F.A., Fernandez, F.F., Rego, A.Q., 2019. A framework to support the urbanization process on lowland coastal areas: exploring the case of Vargem Grande–Rio de Janeiro, Brazil. *J. Clean. Prod.* 231, 1281–1293.
94. MEA, 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Preface and Summary for Decision-Makers*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington DC, USA. [https://doi.org/10.5822/978-1-61091-484-0\\_1](https://doi.org/10.5822/978-1-61091-484-0_1).
95. Miller, S.W., Budy, P., Schmidt, J.C., 2010. Quantifying macroinvertebrate responses to in-stream habitat restoration: applications of meta-analysis to river restoration. *Restor. Ecol.* 18, 8–19. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00605.x>.
96. Moore, H.E., Rutherford, I.D., 2017. Lack of maintenance is a major challenge for stream restoration projects. *River Res. Appl.* 1–13. <https://doi.org/10.1002/rra.3188>.
97. Morandi, B., Piégay, H., Lamouroux, N., Vaudor, L., 2014. How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects. *J. Environ. Manag.* <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.010>.
98. Mrozińska, N., Glińska-Lewczuk, K., Burandt, P., Kobus, S., Gotkiewicz, W., Szymańska, M., Bąkowska, M., Obolewski, K., 2018. Water quality as an indicator of stream restoration effects—a case study of the kwacza river restoration project. *Water* 10 (9), 1249. <https://doi.org/10.3390/w10091249>.
99. Naidoo, R., Balmford, A., Ferraro, P.J., Polasky, S., Ricketts, T.H., Rouget, M., 2006. Integrating economic costs into conservation planning. *Trends Ecol. Evol.* 21, 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.10.003>.
100. Nakamura, F., Ishiyama, N., Sueyoshi, M., Negishi, J.N., Akasaka, T., 2014. The significance of meander restoration for the hydrogeomorphology and recovery of wetland organisms in the kushiro river, a lowland River in Japan. *Restor. Ecol.* 22, 544–554. <https://doi.org/10.1111/rec.12101>.
101. Nardini, A., Miguez, M.G., 2016. An integrated plan to sustainably enable the city of riohacha (Colombia) to cope with increasing urban flooding, while improving its environmental setting. *Sustainability* 8, 198. <https://doi.org/10.3390/su8030198>.

102. Nardini, A., Pavan, S., 2012. River restoration: not only for the sake of nature but also for saving money while addressing flood risk. A decision-making framework applied to the Chiese River (Po basin, Italy). *J. Flood Risk Manag.* 5, 111–133. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2011.01132.x>.
103. Neale, M.W., Moffett, E.R., 2016. Re-engineering buried urban streams: daylighting results in rapid changes in stream invertebrate communities. *Ecol. Eng.* 87, 175–184.
104. Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D.R., Chan, K.M.A., Daily, G.C., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T.H., Shaw, M.R., 2009. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Front. Ecol. Environ.* 7, 4–11. <https://doi.org/10.1890/080023>.
105. Niebuhr, B.B.S., Wosniack, M.E., Santos, M.C., Raposo, E.P., Viswanathan, G.M., Da Luz, M.G.E., Pie, M.R., 2015. Survival in patchy landscapes: the interplay between dispersal, habitat loss and fragmentation. *Sci. Rep.* 5, 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep11898>.
106. Niezgoda, S.L., Johnson, P.A., 2005. Improving the urban stream restoration effort: identifying critical form and processes relationships. *Environ. Manag.* 35 (5), 579–592.
107. Nilsson, C., Aradottir, A.L., Hagen, D., Halldórsson, G., Høegh, K., Mitchell, R.J., Raulund-Rasmussen, K., Svavarsdóttir, K., Tolvanen, A., Wilson, S.D., 2016. Evaluating the process of ecological restoration. *Ecol. Soc.* 21–41. <https://doi.org/10.5751/ES-08289-210141>.
108. Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan, J.D., Lake, P.S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C.N., Follstad Shah, J., Galat, D.L., Loss, S.G., Goodwin, P., Hart, D.D., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, G.M., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Sudduth, E., 2005. Standards for ecologically successful river restoration. *J. Appl. Ecol.* 42, 208–217. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x>.
109. Pander, J., Geist, J., 2013. Ecological indicators for stream restoration success. *Ecol. Indicat.* 30, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.01.039>.
110. Pander, J., Mueller, M., Geist, J., 2018. Habitat diversity and connectivity govern the conservation value of restored aquatic floodplain habitats. *Biol. Conserv.* 217, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.024>.
111. Pander, J., Mueller, M., Sacher, M., Geist, J., 2016. The role of life history traits and habitat characteristics in the colonisation of a secondary floodplain by neobiota and indigenous macroinvertebrate species. *Hydrobiologia* 772, 229–245. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-2667-0>.
112. Paul, M.J., Meyer, J.L., 2001. Streams in the urban landscape. *Annu. Rev. Ecol. Systemat.* 333–365.
113. Peng, Z., Zhang, L., Yin, J., Wang, H., 2018. Study of impact factors of willingness to pay regarding water reserve of South-to-North Water Diversion Project in Beijing based on Bayesian network model. *J. Clean. Prod.* 184, 569–578.
114. Perini, K., Sabbion, P., 2016. Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure, Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure. <https://doi.org/10.1002/9781119245025>.

115. Perini, K., Sabbion, P., 2017. *Urban Sustainability and River Restoration*. Wiley Blackwell
116. Pinto, P.J., Kondolf, G.M., 2020. The fit of urban waterfront interventions: matters of size, money and function. *Sustainability* 12 (10), 4079. <https://doi.org/10.3390/su12104079>.
117. Pinkham, R. 2002. *Daylighting: New Life for Buried Streams*; Rocky Mountain Institute: Boulder, CO, USA.
118. Provencher, B., Sarakinos, H., Meyer, T., 2008. Does small dam removal affect local property values? an empirical analysis. *Contemp. Econ. Pol.* 26, 187–197. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.2008.00107.x>.
119. Prominski, M.; Stokman, A.; Zeller, S.; Stimberg, D.; Voermanek, H. *River Space Design: Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*; Birkhauser: Basel, Switzerland, 2012.
120. Richardson, L., Loomis, J., 2009. The total economic value of threatened, endangered and rare species: an updated meta-analysis. *Ecol. Econ.* 68, 1535–1548. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.10.016>.
121. R. Rojas, L. Feyen, A. Bianchi, and A. Dosio. 2012. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Volume 117, Issue D17, D17109.
122. Rouse, D.C.; Bunster-Ossa, I.F. 2013. *Green Infrastructure: A Landscape Approach*; American Planning Association: Washington, DC, USA,
123. Sarvilinna, A., Lehtoranta, V., Hjerppe, T., 2017. Are urban stream restoration plans worth implementing? *Environ. Manag.* 59, 10–20. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0778-z>.
124. Shields, F.D., Cooper, C.M., Knight, S.S., Moore, M.T., 2003. Stream corridor restoration research: a long and winding road. *Ecol. Eng.* 20, 441–454. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.08.005>.
125. Stanford, J.A., Ward, J.V., Liss, W.J., Frissell, C.A., Williams, R.N., Lichatowich, J.A., Coutant, C.C., 1996. A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regul. Rivers Res. Manag.* 12, 391–413. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199607\)12:4/53.0.CO, 2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199607)12:4<391::AID-RRM124>3.0.CO;2-4).
126. Stoll, S., Breyer, P., Tonkin, J.D., Früh, D., Haase, P., 2016. Scale-dependent effects of river habitat quality on benthic invertebrate communities - implications for stream restoration practice. *Sci. Total Environ.* 553 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.02.126>.
127. Strange, E.M., Fausch, K.D., Covich, A.P., 1999. Sustaining ecosystem services in humandominated watersheds: biohydrology and ecosystem processes in the South Platte River Basin. *Environ. Manag.* 24, 39–54. <https://doi.org/10.1007/s002679900213>.
128. Surian, N., Rinaldi, M., 2003. Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology* 50, 307–326. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00219-2](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00219-2).
129. Swift, T.L., Hannon, S.J., 2010. Critical thresholds associated with habitat loss: a review of the concepts, evidence, and applications. *Biol. Rev.* 85, 35–53. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2009.00093.x>.

130. Tánago, M., Jalón, D., 2007. Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos (River restoration. Methodological guide for design development). Ministerio de Medio Ambiente (Ministry of Environment), Madrid.
131. Tunstall, S.M., Penning-Rowsell, E.C., Tapsell, S.M., Eden, S.E., 2000. River restoration: public attitudes and expectations. *J. Chart. Inst. Water Environ. Manag.* 14, 363–370. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2000.tb00274.x>.
132. Turner, T. *Landscape Planning*; Hutchinson: London, UK, 1987.
133. UN-Habitat. *Enhancing Urban Safety and Security: Global Report on Human Settlements 2007*; Earthscan: London, UK, 2007
134. Van der Sluis, T., 2021. Co-benefits (ecosystem services) of measures to consolidate the Natura 2000 network, 2021. In: Van der Sluis, T., Schmidt, A.M. (Eds.), *E-BIND Handbook (Part B): Scientific Support for Successful Implementation of the Natura 2000 Network*.
135. Veról, A.P., Battemarco, B.P., Merlo, M.L., Machado, A.C.M., Haddad, A.N., Miguez, M. G., 2019. The urban river restoration index (URRIX) - a supportive tool to assess fluvial environment improvement in urban flood control projects. *J. Clean. Prod.* 239 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118058>.
136. Veról, A.P., Lourenço, I.B., Fraga, J.P.R., Battemarco, B.P., Merlo, M.L., de Magalhães, P. C., Miguez, M.G., 2020. river restoration integrated with sustainable urban water management for resilient cities. *Sustain. Times* 12, 4677.
137. Vermaat, J.E., Ansink, E., Catalinas Perez, M., Wagendonk, A., Brouwer, R., 2013. Valuing the ecosystem services provided by European river corridors – an analytical framework. In: *REMFARM Deliverable 2.3 Analytical Framework Ecosystem Services*. D1.1.
138. Vermaat, J.E., Wagendonk, A.J., Brouwer, R., Sheremet, O., Ansink, E., Brockhoff, T., Plug, M., Hellsten, S., Aroviita, J., Tylec, L., Giełczewski, M., Kohut, L., Brabec, K., Haverkamp, J., Poppe, M., Bock, K., Coerssen, M., Segersten, J., Hering, D., 2016. Assessing the societal benefits of river restoration using the ecosystem services approach. *Hydrobiologia* 769, 121–135. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2482-z>.
139. Vietz, G.J., Rutherford, I.D., Fletcher, T.D., Walsh, C.J., 2016. Thinking outside the channel: challenges and opportunities for protection and restoration of stream morphology in urbanizing catchments. *Landsc. Urban Plann.* 145, 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.09.004>.
140. Violin, C.R., Cada, P., Sudduth, E.B., Hassett, B.A., Penrose, D.L., Bernhardt, E.S., 2011. Effects of urbanization and urban stream restoration on the physical and biological structure of stream ecosystems. *Ecol. Appl.* 21, 1932–1949. <https://doi.org/10.1890/1075-1375-1151.1>.
141. Voskamp, I.M., Van de Ven, F.H.M., 2015. Planning support system for climate adaptation: composing effective sets of blue-green measures to reduce urban vulnerability to extreme weather events. *Build. Environ.* 83, 159–167. Available at: [doi:10.1016/j.buildenv.2014.07.018](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.07.018).
142. Wang, X., Wang, S., Peng, G., Katz, D.S.W., Ling, H., 2015. Ecological restoration for River ecosystems: comparing the Huangpu River in Shanghai and the Hudson River in New York. *Ecosyst. Health Sustain.* 1 (7), 1–14. <https://doi.org/10.1890/EHS15-0009.1>.

143. Walsh, C.J., Roy, A.H., Feminella, J.W., Cottingham, P.D., Groffman, P.M., Morgan, R.P., 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *J. North Am. Benthol. Soc.* 24, 706–723. <https://doi.org/10.1899/04-028.1>.
144. Wheaton, J.M., Pasternack, G.B., Merz, J.E., 2004. Spawning habitat rehabilitation - I. Conceptual approach and methods. *Int. J. River Basin Manag.* 2, 3–20. <https://doi.org/10.1080/15715124.2004.9635218>.
145. Wild, T.C., Bernet, J.F., Westling, E.L., Lerner, D.N., 2011. Deculverting: reviewing the evidence on the “daylighting” and restoration of culverted rivers. *Water Environ. J.* 25, 412–421. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2010.00236.x>.
146. Woolsey, S., Capelli, F., Gonser, T., Hoehn, E., Hostmann, M., Junker, B., Paetzold, A., Roulier, C., Schweizer, S., Tieg, S.D., Tockner, K., Weber, C., Peter, A., 2007. A strategy to assess river restoration success. *Freshw. Biol.* 52, 752–769. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01740.x>.
147. Wortley, L., Hero, J.M., Howes, M., 2013. Evaluating ecological restoration success: a review of the literature. *Restor. Ecol.* 21, 537–543. <https://doi.org/10.1111/rec.12028>.
148. Wohl, E.; Angermeier, P.L.; Bledsoe, B.; Kondolf, G.M.; MacDonnell, L.; Merritt, D.M.; Palmer, M.A.; Poff, N.L.; Tarboton, D. 2005. River restoration. *Water Resour. Res.* 41, W10301
149. Wong, T.H.F.; Brown, R.R. 2009. The water sensitive city: Principles for practice. *Water Sci. Technol.* 2009, 60, 673–682.
150. White, I.; Howe, J. 2004. The mismanagement of surface water. *Appl. Geogr.* 2004, 24, 261–280.
151. Yu, K.J. 2013. Two rivers in a distant place. *Landsc. Archit. Front* , 1, 7.
152. Zingraff-Hamed, A., Greulich, S., Pauleit, S., Wantzen, K.M., 2017. Urban and rural river restoration in France: a typology. *Restor. Ecol.* 25, 994–1004. <https://doi.org/10.1111/rec.12526>.

Исползвани софтуери и програми:

1. OpenAI. (2024). ChatGPT [Large language model]. /g/g-pmuQfob8d-image-generator
2. <https://app.vosviewer.com/docs/file-types/map-and-network-file-type/>

## *Приложение 1.*

### ПАРАМЕТРИ НА ПОЛЕВО ИЗСЛЕДВАНЕ

1. Анкетни карти;
2. Полево проучване на хидроморфоложките условия на дадения речен участък или водосбор;
3. Изготвяне на фотодокументация;
4. Хидроложки анализ;
5. Данни и картиране на висшата водна и крайречна растителност;
6. Анализ на субстрата;
7. Анализирание на аерофотоснимки и исторически карти;
8. Топографско проучване ;
9. Анализ на биологичните параметри – фито-и зообентос, ихтиофауна и др.;
10. Анализ на химичните показатели - основни физикохимични показатели, тежки метали и т.н.;
11. Анализ на основните замърсители по течението и водосбора на реката;
12. Проучвания на заинтересованите страни.

### ЦЕЛИ НА ВЪЗСТАНОВЯВАНЕТО

1. Преконфигуриране на каналите
2. Управление на крайречните зони
3. Стабилизиране на бреговете
4. Естетика, отдих, образование
5. Подобряване на местообитанията в течението
6. Управление на качеството на водата
7. Управление на дъждовните води
8. Възстановяване на заливната зона
9. Рибни проходи
10. Премахване/реконструкция на язовири

## Приложение 2

### Определяне на екологично състояние/потенциал в реки

Основен процес в управлението на водите според *Рамковата директива за водите* (Директива 2000/60/ЕО) е оценката на екологичното състояние/потенциал. Екологично състояние се оценява за естествени реки, а екологичен потенциал за силно модифицираните от човека такива, както и за изкуствените водни тела, като язовирите.

Основен нормативен акт в България за оценка на повърхностните води (реки, езера и язовири) е *Наредба № Н-4 от 14 септември 2012 г. за характеризирание на повърхностните води*.

За определяне на качеството на повърхностните води в реките, *Наредбата* съдържа методики за оценка по хидроморфологичен елемент за качество (ХМЕК), физико-химичен елемент за качество (ФХЕК) и биологичните елементи за качество (БЕК) фитобентос (диатомейни водорасли), макрофити (висши водни растения), дънни макробезгръбначни (макрозообентос) и риби.

Определеното по ХМЕК, ФХЕК и БЕК екологично състояние/потенциал има 5 степени, които се означават с различен цвят – син за „отлично“, зелен за „добро“, жълт за „умерено“, оранжев за „лошо“ и червен за „много лошо“ (**Таблица 2** и **Таблица 3**).

За общо състояние се приема най-ниското определено такова по описаните елементи за качество.

Методиките за оценка са типowo специфични, тоест за всеки от определените типове водни тела от категория „река“ има определен БЕК, по който е най-подходящо да се определи ЕС/ЕП, който да се ползва в общата оценка.

Като БЕК са подбрани индикаторни съобщества, характерни за съответните речни типове. Съставът на съобществата се променя под влияние на различните типове натиск (замърсяване, канализиране, отнемане на води за водоснабдяване, напояване и т.н.). Тези промени се означават като „въздействия“.

В ПУРБ се залагат мерки за постигане на общата цел – постигане на минимум „добро“ състояние/потенциал за всички реки. Мониторингът на състоянието установява ефекта от мерките и при нужда се предприемат коригиращи действия, за да се осигури постигане на целите по РДВ.



**Таблица 2** Стойности на EQR за определяне на екологично състояние на водни тела от категория „река“ (типове R4/R5) според Наредба № Н-4

Степени на екологично състояние	БИОЛОГИЧЕН ЕЛЕМЕНТ ЗА КАЧЕСТВО (БЕК)			
	Макрофити, стойност на EQR	Фитобентос		Макрозообентос, стойност на EQR
		R4	R5	
Отлично	1,00 - 0,52	EQR >= 0,875	EQR >= 0,85	>= 0,8
Добро	0,51 - 0,28	0,675 <= EQR < 0,875	0,65 <= EQR < 0,85	0,67 - 0,76
Умерено	0,27 - 0,16	0,475 <= EQR < 0,675	0,45 <= EQR < 0,65	0,5 - 0,6
Лошо	0,15 - 0,00	0,275 <= EQR < 0,475	0,25 <= EQR < 0,45	0,4
Много лошо	-	EQR < 0,275	EQR < 0,25	< 0,4

**Таблица 3** Стойности на основните физични и химични параметри на околната среда за определяне на физико-химично състояние на водни тела от категория „река“ (типове R4/R5) според Наредба № Н-4

Показатели/състояние	Разтворен кислород, mg/l	Н <sup>р</sup>	Ел.п р. $\mu$ S/cm	N - NH <sub>4</sub> , mg/l	N - NO <sub>3</sub> , mg/l	N - NO <sub>2</sub> , mg/l	Общ азот, mg/l	P - ortho-PO <sub>4</sub> , mg/l	P - Общ фосфор, mg/l	БПК <sub>5</sub> , mg/l
Отлично	10,5 - 8,00	-	<650	<0,04	<0,4	<0,01	<0,5	<0,02	<0,025	<1,2
Добро	8,00 - 6,00	6,5 - 8,5	650 - 750	0,04 - 0,2	0,4 - 1,4	0,01 - 0,03	0,5 - 1,5	0,02 - 0,04	0,025 - 0,075	1,2 - 3
Умерено	<6,00	-	>750	>0,2	>1,4	>0,03	>1,5	>0,04		

Фигура 9 Кратка схема на основните процеси в управлението на повърхностните води (реки, езера и язовири)

# Управление на реките в СЪПКИ 9

