florozon
center for environmental democracy



РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА

ЗА УРБАНА И ПЕРИУРБАНА СРЕДИНА



ПРИРАЧНИК

florozon
center for environmental democracy



ПРИРАЧНИК

РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА

ЗА УРБАНА И ПЕРИУРБАНА СРЕДИНА



Ноември 2025 година

CFLI/FCIL
Canada Fund for Local Initiatives
Fonds canadien d'initiatives locales

Canada

Прирачник:
РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА
за урбана и периурбана средина

Автор: **ас. д-р Викторија Брндевска Стипановиќ**

уредник: **Кирил Ристовски**

Издание: **ноември 2025**

Издавач: **Здружение на граѓани ФЛОРОЗОН Центар за еколошка демократија**

Дизајн: **График Мак Принт**

Печати: **График Мак Принт**

Тираж: 185

Проект: **Решенија засновани на природата за унапредување на ублажувањето на климатските промени во градот Скопје**

Спроведувачи: **Здружение на граѓани ФЛОРОЗОН Центар за еколошка демократија**

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека “Св. Климент Охридски”, Скопје

502.131.1:711.4(035)

БРНДЕВСКА Стипановиќ, Викторија

Прирачник : решенија засновани на природата за урбана и периурбана средина / Викторија Брндевска Стипановиќ. - Скопје : Флорозон, 2025. -

76 стр. : илустр. ; 30 см

Библиографија: стр. 69-74

ISBN 978-608-67493-0-9

а) Одржлив развој -- Животна средина -- Еколошки решенија -- Урбана и периурбана средина -- Прирачници

COBISS.MK-ID 67550213

Оваа публикација е подготвена во рамките на проектот „Решенија засновани на природата за унапредување на ублажувањето на климатските промени во градот Скопје“, имплементиран од Центарот за еколошка демократија ФЛОРОЗОН, со поддршка на Амбасадата на Канада во Србија, Црна Гора и Северна Македонија преку Канадскиот фонд за локални иницијативи. Содржината на оваа публикација е единствена одговорност на Центарот за еколошка демократија ФЛОРОЗОН и на никаков начин не може да се смета дека ги одразува ставовите на Амбасадата на Канада во Србија, Северна Македонија и Црна Гора.

СОДРЖИНА:

ЛИСТА НА КОРИСТЕНИ ТЕРМИНИ (називи на македонски и англиски јазик) 6
ЛИСТА НА ИКОНИ 7
ПРЕДГОВОР 9
1. ВОВЕД 11
2. ДЕФИНИЦИЈА И ПОИМ 12
3. ЦЕЛИ И ПРЕДИЗВИЦИ 12
4. ЕКОСИСТЕМСКИ УСЛУГИ 13
5. ПРИНЦИПИ ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА 14
6. ТИПОВИ РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА 15
7. РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА ЗА УРБАНИ И ПЕРИУРБАНИ СРЕДИНИ 18
7.1. ЗЕЛЕНИ УРБАНИ ПРОСТОРИ 19
7.1.1. УРБАНИ ПАРКОВИ 19
7.1.2. ЏЕБНИ ПАРКОВИ 22
7.1.3. ЛИНИСКИ УЛИЧНИ ДРВЈА 24
7.1.4. ГРУПИ ОД ДРВЈА 28
7.2 АЛТЕРНАТИВНИ ОЗЕЛЕНУВАЊА 36
7.2.1. ЕКСТЕНЗИВНИ КРОВНИ ГРАДИНИ, ЕКСТЕНЗИВНИ ЗЕЛЕНИ КРОВОВИ 36
7.2.2. ИНТЕНЗИВНИ КРОВНИ ГРАДИНИ, ИНТЕНЗИВНИ ЗЕЛЕНИ КРОВОВИ 39
7.2.3. КОНСТРУИРАН (ИЗГРАДЕН) ВЛАЖЕН ПОКРИВ 42
7.2.4. ЗЕЛЕНИ ФАСАДИ (ФАСАДНО ЗЕЛЕНИЛО) 45
7.2.5. МОБИЛНО ЗЕЛЕНИЛО 49
7.2.6. SИД ОД МОВ 52
7.3. УПРАВУВАЊЕ СО АТМОСФЕРСКИТЕ ВОДИ 55
7.3.1. БИОКАНАЛИ 55
7.3.2. КОНСТРУИРАНО (ИЗГРАДЕНО) МОЧУРИШТЕ 57
7.2.4. РЕТЕНЦИОНО ЕЗЕРЦЕ 59
7.2.5. ПРОПУСТЛИВИ СИСТЕМИ ЗА ПОКРИВАЊЕ/ПОПЛОЧУВАЊЕ 62
8. ЗАЧУВУВАЊЕ НА ПОЧВАТА И ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА 65
8.1. БИОРАЗГРАДЛИВИ ПОДЛОГИ СО ВЕГЕТАЦИЈА 65
9. ЗАКЛУЧОК 68
КОРИСНИ ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦИ 68
ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА 69

ЛИСТА НА КОРИСТЕНИ ТЕРМИНИ

(називи на македонски и англиски јазик)

- Решенија засновани на природата - Nature-based Solutions (NbS)
- Зелени урбани простори - Urban green spaces
- Урбани паркови - Urban parks
- Џебни паркови - Pocket parks
- Линиски улични дрвја - Single line street trees
- Групи од дрвја - Groups of trees
- Дождовни градини - Rain gardens
- Ксерискејпинг - Xeriscaping
- Екстензивни кровни градини, Екстензивни зелени кровови - Extensive roof gardens, Extensive green roofs
- Интензивни кровни градини, Интензивни зелени кровови - Intensive roof gardens, Intensive green roofs
- Конструиран (изграден) влажен покрив - Constructed wet roof
- Зелени фасади, Фасадно зеленило - Green facades
- Мобилно зеленило - Mobile greening
- Ѕид од мов - Moss wall
- Конструирано (изградено) мочуриште - Constructed wetland
- Ретенционо езерце - Retention pond
- Пропустливи системи за покривање/поплочување - Permeable paving systems
- Биоразградливи подлоги со вегетација - Planted embankment mats
- Топлотен ефект, Термален комфор - Cooling effect, Thermal comfort
- Воден биланс и регулација - Water balance and regulation service
- Прочистување на водата - Water purification service
- Прочистување на воздухот - Air purification service
- Биодиверзитет - Biodiversity service
- Погодности - Amenity value service
- Јавно здравје и благосостојба - Public health and well-being
- Храна/Енергија/Материјали - Food/Energy/Material
- Природни и климатски опасности - Natural and climatic hazards
- Секвестрација (врзување) на CO_2 - CO_2 sequestration
- Систем од плочки или камења со вегетација - Vegetated grid pavers
- Климатската отпорност - Climate resilience
- Управувањето со водите - Water management
- Квалитетот на воздухот - Air quality
- Социјалната правда и кохезија - Social justice and cohesion
- Урбан топлотен остров – Urban heat island
- Биогени испарливи органски соединенија (фитонциди) - Biogenic volatile organic compounds, phytoncides (BVOC)

ЛИСТА НА ИКОНИ

	Топлотен ефект, Термален комфор - *Cooling effect, Thermal comfort*
	Воден биланс и регулација - *Water balance and regulation service*
	Прочистување на водата - *Water purification service*
	Прочистување на воздухот - *Air purification service*
	Биодиверзитет - *Biodiversity service*
	Погодности - *Amenity value service*
	Јавно здравје и благосостојба - *Public health and well-being*
	Храна / Енергија / Материјали - *Food / Energy / Material*
	Природни и климатски опасности - *Natural and climatic hazards*
	Секвестрација (врзување) на CO_2 - *CO_2 Sequestration*
	Потенцијални придобивки
	Потенцијални ограничувања

ПРЕДГОВОР

Современиот свет се соочува со комплексни и меѓусебно поврзани предизвици како што се климатските промени и рапидната урбанизација која резултира со деградација на екосистемите и намалувањето на биолошката разновидност. Конвенционалните инфраструктурни и технолошки решенија често не успеваат да одговорат на овие проблеми на одржлив начин. Во тој контекст, решенијата базирани на природата (Nature-Based Solutions – NBS) претставуваат современ пристап кој ги користи природните екосистеми за решавање на климатските предизвици. Овие решенија не само што придонесуваат за климатска адаптација и ублажување на ефектите од климатските промени, туку истовремено го подобруваат квалитетот на воздухот и водата, создаваат простор за рекреација, поттикнуваат биодиверзитет и ја јакнат социјалната кохезија. Во таа смисла, NBS се израз на холистички и интегриран пристап кој го надминува класичниот инженерски начин на размислување и се фокусира на соработка меѓу човекот и природата.

Токму преку активирање на локалните екосистемски услуги, оваа парадигма обезбедува ефективни, флексибилни и економски одржливи решенија кои, покрај климатската отпорност, обезбедуваат и социјални придобивки. Преку NBS, климатската акција станува видлива, инклузивна и конкретна бидејќи таа се случува во нашите населби, училишта, паркови и дворови, со непосредно учество на граѓаните и локалните власти. Затоа, NBS не се само алатка, туку визија за здрава, праведна и отпорна иднина.

Овој прирачник е резултат на потребата за зголемување на капацитетите на локалните власти, граѓанските организации, образовните институции и поширокатa јавност за разбирање, планирање и примена на NBS. Прирачникот е структуриран така што ќе биде практично применлив за општинските стручни служби, урбанистичките планери, наставниците, граѓанските активисти, како и за сите оние кои сакаат да преземат чекори за зелена и праведна трансформација на нивната заедница.

Веруваме дека имплементацијата на решенија засновани на природата може да биде мотив и клучен двигател на еколошка, социјална и економска трансформација.

Центарот за еколошка демократија „Флорозон“ останува посветен на промовирањето на еколошка правда преку примена на иновативни решенија кои го почитуваат правото на секој човек да живее во здрава животна средина. Овој прирачник е уште еден чекор во таа насока.

Со почит,

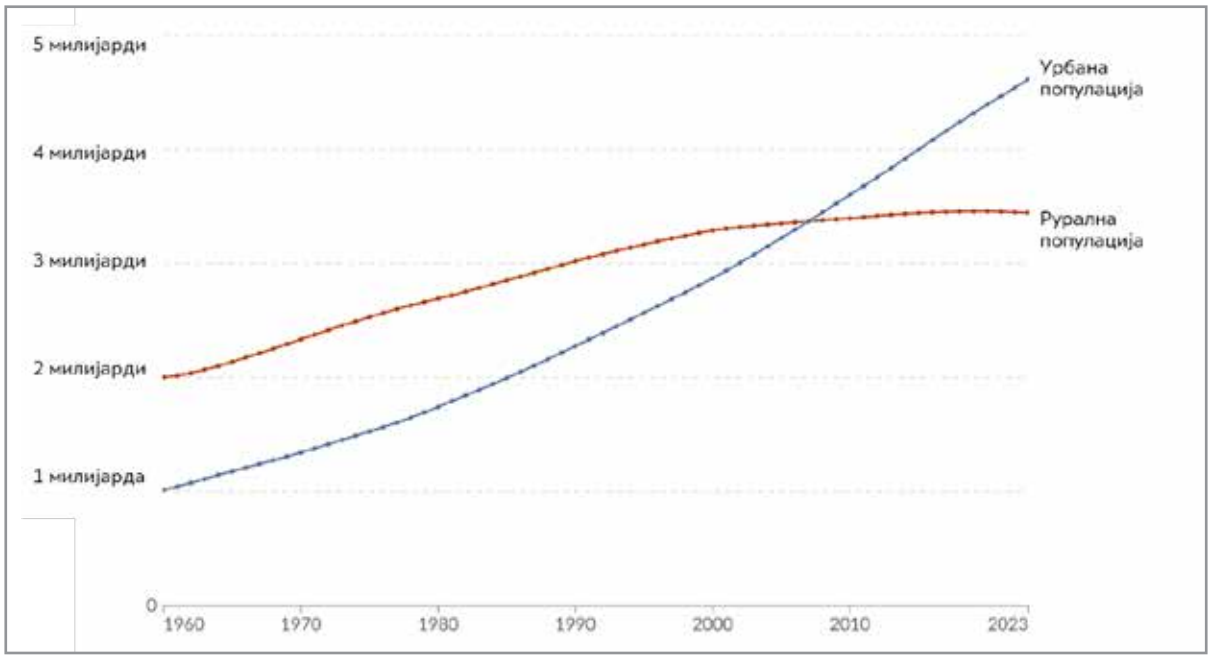
Кирил Ристовски,

Претседател на Здружение на граѓани

ФЛОРОЗОН Центар за еколошка демократија

1. ВОВЕД

Урбанизацијата е еден од најважните процеси на современото општество, кој го обликува секојдневието на милиони луѓе ширум светот. Во последните 50 години, особено се забележува брзо зголемување на стапките на урбанизација низ целиот свет [1] (Слика 1). Повеќе од половина од светското население, поточно повеќе од 4 милијарди луѓе, живеат во урбаните средини и тоа сè повеќе во градови со голема густина на населеност, а се претпоставува дека до 2050 година тој број ќе се зголеми, и повеќе од две третини од светската популација ќе биде урбана популација [1].



Слика 1. Број на луѓе кои живеат во урбаните и руралните области во светот (јазично адаптирана) [1]

Сепак, урбаните средини се релативно нов феномен во човековата историја и претставуваат транзиција која го трансформира начинот на кој живееме, гледано од различни аспекти: еколошки, социјален, економски, културен... [2].

Со ширењето на градовите и пренасочувањето на населението кон урбаните средини, човекот добива повеќе можности за образование, за работа и културен развој, но сепак овој процес не е без последици. Брзото темпо на урбанизација придонесува за зголемено загадување на околината [3-7] и губење на зелените површини [8, 9], што директно влијае врз квалитетот на живот. Загадувањето на животната средина како процес кој претставува внесување на штетни супстанци или загадувачи во природната средина, предизвикува негативни ефекти врз живите организми и екосистемите, континуирано се зголемува од ден на ден и создава неповратна штета [10, 11]. Различните видови на урбано загадување, како што се: загадувањето на воздухот, водата, почвата, потоа бучавата, радиоактивното и термичкото загадување, делуваат штетно врз здравјето на луѓето [12-15], ја нарушуваат еколошката рамнотежа [16, 17] и доведуваат до деградација на природните ресурси [18-21].

Дополнително, климатските промени стануваат сè поголема закана, топлотните бранови и екстремните временски појави го загрозуваат здравјето и благосостојбата на урбаниот човек [22-26]. Затоа, животот во градовите денес е исполнет не само со предности и можности, туку и со сериозни предизвици кои бараат одржливи решенија и нов начин на функционирање и прилагодување.

Потребата на човекот за контакт со природата никогаш не била понагласена. Концептот за биофилија предложен од Вилсон во 1984 година [27], подразбира вродена наклонетост кон растенијата и другите живи суштества, како и емоционална привржаност на човекот кон природата. Хипотезата за биофилија и многубројните истражувања на таа тема покажуваат дека како вид,

ние и понатаму силно реагираме на природните форми и процеси [28, 29]. Дури и нешто толку едноставно како што е само поглед во природа, зеленило во урбан контекст, може да има длабоки ефекти врз човековите емоции, неговата физиолошка и ментална состојба и општата благосостојба [30], што ја потврдува длабоката приврзаност на човекот кон природата и потребата за контакт со неа во секојдневниот живот [31, 32].

Оттука доаѓа и потребата за создавање *решенија засновани на природата*, како и нивна имплементација во урбаните и периурбаните средини.

Со оглед на тоа што препораките и политиките насочени кон подобрување на состојбата на урбаното зеленило на европско [33, 34] и на светско ниво [35-37] стануваат клучни во борбата против предизвиците на современото време, како што се климатските промени, прекумерната урбанизација, урбаното загадување и оддалечувањето на човекот од природата [38, 39], а и свеста за значењето и придобивките од урбаното зеленило континуирано расте [40-43], оправдано може со оптимизам да се очекува позитивна иднина.

2. ДЕФИНИЦИЈА И ПОИМ

Концептот за *решенијата засновани на природата* првпат се спомнува во 2008 година од страна на Светската банка [44]. Тој произлегува од потрагата по иновативни решенија за управување со природните системи на начин што може да ги балансира придобивките и за природата и за општеството, односно за човекот. Со други зборови, работејќи со природата, а не против неа, човековите заедници можат да развијат и имплементираат одржливи, економски исплатливи и повеќекратни решенија кон отпорна, ресурсно-ефикасна и здрава животна средина.

Во 2015 година, *решенијата засновани на природата* за првпат официјално се дефинирани од страна на Европската комисија [45] како: „Активности кои истовремено се справуваат со еколошките, социјалните и економските предизвици преку максимизирање на придобивките што ги обезбедува природата, кои се инспирирани, поддржани или копирани од самата природа“.

Друга општоприфатена дефиниција која е дадена од страна на Меѓународната унија за зачувување на природата [46] е дека: „*Решенијата засновани на природата* претставуваат акции за заштита, одржливо управување и обновување на природните или изменетите екосистеми кои ефикасно и адаптивно се справуваат со општествените предизвици, истовремено обезбедувајќи придобивки за човековата благосостојба и биодиверзитетот“.

Накратко кажано, *решенијата засновани на природата* се активности за справување со општествените предизвици кои се инспирирани од процесите и функционирањето на самата природа. Со нивно развивање и имплементирање се постигнува отпорност, и се добиваат општествени, еколошки и економски придобивки. Тие се стратегии што ги користат природните процеси и екосистеми за справување со општествените предизвици како што се климатските промени, загубата на биодиверзитетот, недостигот од вода и безбедноста на водата, како и ризикот од катастрофи, преку заштита, одржливо управување и реставрација на екосистемите, во корист на човековата благосостојба.

3. ЦЕЛИ И ПРЕДИЗВИЦИ

Решенијата засновани на природата имаат за цел да се справат со бројните предизвици како што се:

1. Климатската отпорност
2. Управувањето со водите
3. Опасности од природни и климатски катастрофи
4. Квалитетот на воздухот
5. Биодиверзитетот
6. Јавното здравје и благосостојбата
7. Социјалната правда и кохезија

Целите можеме да ги поделиме во неколку категории:

- *Ублажување на климатските промени - климатска митигација:*
  ублажување на топлотниот ефект, ублажување на влијанието на топлотните острови и намалување на емисиите на стакленичките гасови преку секвестрација (врзување) на CO2
- *Климатска адаптација:*
  зголемување на отпорноста од поплави, суши, топлотни бранови и бури, преку зачувување и обновување на екосистемите, како и преку создавање нови
- *Зачувување и зголемување на биодиверзитетот:*
  заштита, зачувување и обновување на живеалиштата за одржување на разновидноста на видовите, како и создавање нови
- *Управување со водите:*
  подобрување на квалитетот на водата, регулирање на протокот и намалување на ерозијата со користење на мочуришта, крајбрежни тампон зони, зелена инфраструктура, биоканали и дождовни градини
- *Човекова благосостојба:*
  обезбедување простор за рекреација, подобрени услови за живот (чист воздух, квалитетна вода, подобрен термален комфор, намалено ниво на бучава...), придобивки за физичкото и менталното здравје

4. ЕКОСИСТЕМСКИ УСЛУГИ

Екосистемските услуги се дефинираат како придобивки што луѓето ги добиваат од екосистемите [47]. Според тоа, со имплементирање на *решенијата засновани на природата* се добиваат и одредени екосистемски услуги.

Екосистемските услуги, односно придобивките од *решенијата засновани на природата* можеме да ги поделиме во четири категории (Табела 1), и тоа:

1. Придобивки за животната средина,
2. Економски екосистемски услуги,
3. Социјални екосистемски услуги и
4. Екосистемски услуги кои позитивно влијаат врз климата, односно создаваат климатска отпорност.

Табела 1. Екосистемски услуги од решенијата засновани на природата

КАТЕГОРИЈА	ЕКОСИСТЕМСКИ УСЛУГИ
Животна средина	• Биодиверзитет • Заштита и прочистување на водата и почвата • Прочистување на воздухот • Заштита од ерозија • Секвестрација на CO_2
Економски	• Намалување на ризикот од катастрофи • Управување со атмосферските води • Зелени бизниси • Одржливо земјоделство • Ефикасност на ресурсите (храна, енергија и суровини/материјали)
Социјални	• Здравје и благосостојба • Рекреација • Естетски вредности • Социјалната кохезија
Климатска отпорност	• Заштита од поплави • Заштита од бури • Заштита од суши • Ублажување на топлотниот ефект (Термален комфор)

5. ПРИНЦИПИ ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА

Поради поголема успешност и справување со предизвиците, со цел да се овозможи отпорност и долгорочна одржливост, во процесот на имплементација на решенијата засновани на природата потребно е да се придржуваме кон одредени принципи и тоа:

- *Заштита и обнова на екосистемите:*
  враќање на природните функции на екосистемите
- *Инклузивност:*
  вклучување на локалните заедници и сите засегнати страни
- *Подреденост:*
  прилагодено од локално до регионално ниво
- *Повеќекратни придобивки:*
  интегрирање на еколошките, социјалните и економските цели
- *Мониторинг (следење) и адаптација (прилагодување):*
  следење на резултатите и подобрување на применетите практики

6. ТИПОВИ РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА

Постојат различни типови решенија засновани на природата. Сите тие се карактеризираат со различни решенија кои вршат бројни екосистемски услуги. Според локациите каде се имплементираат можеме да ги поделиме во четири групи:

1. *ШУМИ*
   - *Пошумување/обнова на шуми:*
     садење дрвја за обнова на деградирани подрачја, секвестрација (врзување) на CO2, заштита на почвата
   - *Урбани шуми:*
     формирање на урбани шуми во периурбани подрачја, првенствено за ублажување на топлотниот ефект во урбаната средина и за подобрување на квалитетот на воздухот
   - *Агрошумарство:*
     интеграција на дрвја во земјоделските предели за зголемување на екосистемските услуги како што е биодиверзитетот и *ублажувањето на топлотниот ефект*

2. *МОЧУРИШТА И КРАЈБРЕЖЈА*
   - *Крајбрежја:*
     заштита на крајбрежјата од бури, поплави и ерозија
   - *Мочуришта:*
     стабилизирање на крајбрежјата, заштита од поплави и обезбедување живеалишта за водниот жив свет, заштита и промоција на биодиверзитетот
   - *Обнова (реставрација) на поплавени подрачја:*
     повторно поврзување на реките со поплавните рамнини за заштита од поплави, подобрување на квалитетот на водата, управување со води, заштита на почвата

3. *ПАСИШТА И ЗЕМЈОДЕЛСКИ ПРЕДЕЛИ*
   - Одржливи практики за пасење:
     одржување на плодноста на почвата, заштита на почвата и спречување на опустинување, биодиверзитет
   - Покривни култури и заштитни појаси:
     намалување на процесите на ерозија и губењето на хранливи материи, како и подобрување на составот на почвата
   - Зелени коридори:
     олеснување на движењето на животните, инсектите и организмите низ фрагментираните предели, заштита и промоција на биодиверзитет

4. *УРБАНИ СРЕДИНИ*
   - *Паркови и јавни градини:*
     заштита и промоција на биодиверзитет, социјална кохезија, секвестрација (врзување) на CO2, заштита на почвата, прочистување на воздухот, ублажување на топлотниот ефект, управување со атмосферските води
   - *Линиски улични дрвја и групи од дрвја:*
     подобрување на квалитетот на воздухот, ублажување на топлотниот ефект и управување со атмосферските води
   - *Зелени кровови и вертикално зеленило:*
     ублажување на топлотниот ефект, ублажување на ефектот на урбани топлотни острови, подобрување на квалитетот на воздухот и управување со атмосферските води
   - *Дождовни градини, урбани мочуришта и биоканали:*
     управување со атмосферските води, подобрување на инфилтрацијата и заштита од поплави, заштита и промоција на биодиверзитет

- *Ксерискејпинг:*
  управување со атмосферските води, заштита и промоција на биодиверзитет, климатска отпорност и заштита од суши
- *Пропустливи системи за покривање/поплочување:*
  управување со атмосферските води, подобрување на инфилтрацијата, заштита и прочистување на водата и заштита од поплави
- *Биоразградливи подлоги со вегетација:*
  озеленување на косини за заштита од ерозија

Различните примери за интервенции и имплементација на *решенијата засновани на природата,* како и клучните придобивки од нив се прикажани во Табела 2.






Табела 2. Типови решенијата засновани на природата

ТИП	ПРИМЕР ЗА ИНТЕРВЕНЦИИ	КЛУЧНИ ПРИДОБИВКИ
Шуми	• Пошумување/обнова на шуми	обнова на деградирани подрачја, секвестрација (врзување) на CO_2, заштита на почвата
	• Урбани шуми	ублажување на топлотниот ефект, подобрување на квалитетот на воздухот
	• Агрошумарство	биодиверзитет, ублажување на топлотен ефект
Мочуришта и крајбрежја	• Крајбрежја	заштита од бури, поплави и ерозија
	• Мочуришта	заштита од поплави, заштита и промоција на биодиверзитет
	• Обнова (реставрација) на поплавени подрачја	заштита од поплави, подобрување на квалитетот на водата, управување со води, заштита на почвата
Пасишта и земјоделски предели	• Одржливи практики за пасење	заштита и прочистување на почвата, биодиверзитет
	• Покривни култури и заштитни појаси	заштита од ерозија, заштита и прочистување на почвата
	• Зелени коридори	заштита и промоција на биодиверзитет
Урбани средини	• Паркови и јавни градини	заштита и промоција на биодиверзитет, социјална кохезија, секвестрација (врзување) на CO_2, заштита на почвата, прочистување на воздухот, ублажување на топлотниот ефект, управување со атмосферските води
	• Линиски улични дрвја и групи од дрвја	подобрување на квалитетот на воздухот, ублажување на топлотниот ефект и управување со атмосферските води
	• Зелени кровови и вертикално зеленило	ублажување на топлотниот ефект, ублажување на ефектот на урбани топлотни острови, подобрување на квалитетот на воздухот и управување со атмосферските води
	• Дождовни градини, урбани мочуришта и биоканали	управување со атмосферските води, подобрување на инфилтрацијата и заштита од поплави, заштита и промоција на биодиверзитет
	• Ксерискејпинг	управување со атмосферските води, заштита и промоција на биодиверзитет, заштита од суши
	• Пропустливи системи за покривање/поплочување	управување со атмосферските води, заштита и прочистување на водата, заштита од поплави
	• Биоразградливи подлоги со вегетација	озеленување на косини за заштита од ерозија

7. РЕШЕНИЈА ЗАСНОВАНИ НА ПРИРОДАТА ЗА УРБАНИ И ПЕРИУРБАНИ СРЕДИНИ

Во рамките на овој Приручник разработени се дел од актуелните *решенија засновани на природата* кои наоѓаат примена во урбаните и периурбаните средини, и успешно се соочуваат со предизвиците на новото време, притоа обезбедувајќи отпорна, одржлива и здрава животна средина. Тие се поделени во четири главни групи и подредени по следниот распоред:

1. *ЗЕЛЕНИ УРБАНИ ПРОСТОРИ*

- *Урбани паркови*
- *Џебни паркови*
- *Линиски улични дрвја*
- *Групи од дрвја*
- *Дождовни градини*
- *Ксерискејпинг*

2. *АЛТЕРНАТИВНИ ОЗЕЛЕНУВАЊА*

- *Екстензивни кровни градини, екстензивни зелени кровови*
- *Интензивни кровни градини, интензивни зелени кровови*
- *Конструиран (изграден) влажен покрив*
- *Зелени фасади (фасадно зеленило)*
- *Мобилно зеленило*
- *Sид од мов*

3. *УПРАВУВАЊЕ СО АТМОСФЕРСКИТЕ ВОДИ*

- *Биоканали*
- *Конструирано (изградено) мочуриште*
- *Ретенционо езерце*
- *Пропустливи системи за покривање/поплочување*

4. ЗАЧУВУВАЊЕ НА ПОЧВАТА И ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА

- *Биоразградливи подлоги со вегетација*

За сите обработени *решенија засновани на природата* се наведени:

- *Општите карактеристики,*
- *Техничките и дизајнерските параметри,*
- *Условите за реализација,*
- *Потенцијалните придобивки*
- *Потенцијалните ограничувања и*
- *Улогата на природата со оцена на нејзиното влијание.*

Влијанието на природата е оценето преку влијанието на секое од *решенијата засновани на природата* врз следниве појави и предизвици значајни за квалитетот на животот во новото време:

- Топлотен ефект, Термален комфор – *транспирација, сенка, евапорација, инсулација (на градби), рефлексија (албедо)*
- Воден биланс и регулација – *пренос, инфилтрација, ретенција (задржување), складирање, повторно користење, повторно користење (реупотреба)*
- Прочистување на водата – *филтрација, био-ремедијација*

- Прочистување на воздухот – *дејонирање, биофилтрација, намалување на бучава*
- Биодиверзитет – *обезбедување на живеалишта, поврзување на екосистеми*
- Погодности – *естетика/изглед, употребливост/функционалност, социјална интеракција и кохезија и едукација*
- Јавно здравје и благосостојба – *физичко здравје, ментално здравје*
- Храна/Енергија/Материјали – *храна, енергија, материјали*
- Природни и климатски опасности – *заштита од поплави, заштита од ветер, заштита од суша*
- *Секвестрација (врзување) на CO2 - CO2 секвестрација*

7.1. ЗЕЛЕНИ УРБАНИ ПРОСТОРИ

Во групата зелени урбани простори се сместени зелените урбани простори кои се дел од зелената инфраструктура на градот.

7.1.1. УРБАНИ ПАРКОВИ

Урбаните паркови претставуваат идеални простори кадешто современиот човек може да ја исполни својата вродена потреба за контакт со природата и сите нејзини елементи [48, 49]. Како дел од природата и дел од зелената инфраструктура во градот, урбаните паркови директно влијаат на животот на современиот човек и го подобруваат неговото физичко и ментално здравје, влијаат врз намалување на стресот, менталните пореметувања и промените на расположението [50-52]. Социјалните и психолошките придобивки од урбаните паркови, како што се рекреацијата, здравјето, благосостојбата и туризмот се од посебно значење за квалитетот на животот на современиот човек, меѓусебно се поврзани и зависат едни од други [53-56].

Урбаните паркови, како дел од зелената инфраструктура во кои главно доминира вегетација [57], нудат и значајни еколошки придобивки [58, 59], позитивно влијаат на климата и ублажувањето на климатските промени [60-63], играат важна улога во одржувањето, зачувувањето и унапредувањето на биодиверзитетот [64-67], а исто така придонесуваат и за намалување на урбаното загадување [68-70]. Сето тоа, како директно, така и индиректно го подобрува квалитетот на животот на современиот човек создавајќи здрава и квалитетна животна средина [71-73].

Покрај социјалните, психолошките и еколошките придобивки кои урбаните паркови ги нудат, не треба да се заборават ниту економските користи од нив [57, 74]. Прв значаен аспект е заштедата на енергија [74-76], бидејќи вегетацијата во урбаните паркови значително може да ги намали трошоците за енергија за ладење на објектите кои се наоѓаат во близина, со што се намалува потребата за вештачко ладење во текот на летните месеци. Исто така, урбаните паркови играат битна улога во управувањето со водите, т.е. водниот менаџмент [74, 77, 78], што е особено значајно во контекст на климатските промени и зголемената потреба за вода, но и во контекст на заштитата од поплави поради присуството на непоплочени површини. На крај, деловите од градот со доволно зеленило имаат поголема вредност на имот, бидејќи се естетски попријатни и атрактивни, како за жителите, така и за инвеститорите [57, 74, 79, 80].

Урбаните паркови имаат стратешко значење за квалитетот на животот во современите урбани средини и играат важна улога во подобрувањето на животните услови во градовите [81]. Со сите екосистемски услуги кои ги нудат, позитивно влијаат на унапредување на животот на современиот човек, меѓутоа, степенот на нивното влијание зависи од различни фактори, кои вклучуваат не само природни услови, туку и социо-економски и политички аспекти [82-84].



Слика 1. Урбан парк (Извор: https://elements.envato.com/bench-in-a-park-on-a-beautiful-sunny-day-JGFMLM5)

Технички и дизајнерски параметри

Дизајнот на урбаните паркови е релативно флексибилен. Во зависност од типот на паркот, големината, дизајнот, но и екосистемските услуги кои ги нудат можат да бидат различни. Тоа зависи не само од специфичните еколошки услови, туку и од потребите на заедницата, односно на потенцијалните посетители. Заедничко за сите е дека е потребно да се лесно достапни на граѓаните и да бидат поврзани со изградените и природните урбани структури.

Услови за реализација

Урбаните паркови мора да бидат предвидени според генералниот урбанистички план. Новите урбани развојни области најчесто овозможуваат избор за најсоодветна локација, со што се максимизираат позитивните ефектите врз климата, управувањето со атмосферските води и биодиверзитетот. Притоа, освен правилното планирање значајна е и просторно еднаквата распределба на парковите.

Потенцијални придобивки

Урбаните паркови се мултифункционални и ги нудат сите придобивки од зелената инфраструктура.

Потенцијални ограничувања

Пристапноста и правилната распределба се клучен фактор за успех.

Улоѓа на ѝрироѓаѿа – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	●	●
	Евапорација	●	●	●
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	●	●	●
	Инфилтрација	●	●	●
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	●	●	●
	Био-ремедијација	●	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	●	●
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	●	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	●
	Едукација	●	●	●
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	●	●
	Ментално здравје	●	●	●
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	●	●	○
	Енергија	●	●	○
	Материјали	●	●	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	●	●	●
	Заштита од ветер	●	●	●
	Заштита од суша	●	●	○
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	●	●	○

7.1.2. ЏЕБНИ ПАРКОВИ

Џебните паркови, познати и како мини-паркови, зелени џебови или паркови на уличните агли, потекнуваат од реконструкцијата на европските градови по Втората светска војна [85]. Тие претставуваат отворени, јавни урбани простори со мала површина, можат да се сместат и расфрлаат низ урбаното ткиво и најмногу му користат на непосредното локално население [86]. Концептот за џебни паркови произлегува од потребата за подобрување на квалитетот на урбаниот живот во однос на пристапноста на јавните простори, вклучително и зелените површини [87]. Покрај сите придобивки и функции кои ги вршат како паркови, вредно е да се нагласи дека џебните паркови со оглед на нивната локација, секогаш во густо населена и изградена урбана средина, имаат висок потенцијал за намалување на еколошкиот стрес предизвикан од ефектот на урбаните топлотни острови, а со тоа позитивно влијаат врз термалниот комфор [88-91]. Токму поради тоа, тие се едни од клучните ефикасни катализатори на процесот на урбана регенерација [85].

На Слика 2 се прикажани примери за џебни паркови.



Слика 2. Џебни паркови во Филаделфија (Извор: https://urbandesignlab.in/pocket-parks-in-concrete-jungles/)

Технички и дизајнерски параметри

Дизајнот на џебните паркови е релативно флексибилен како и на секој друг тип на парк. Главните екосистемски услуги кои ги нудат можат да бидат различни во зависност од големината и елементите кои ги содржат. За зголемување на позитивното влијание врз термалниот комфор препорачливо е вклучување и на водни елементи во дизајнот. Овие паркови секогаш се лесно достапни за граѓаните.

Услови за реализација

Како и за сите други урбани паркови и за џебните паркови потребна е правилна локација со цел да се максимизираат позитивните ефекти.

Потенцијални придобивки

Џебните паркови се мултифункционални и ги нудат сите придобивки од зелената инфраструктура со акцент на позитивното влијание врз микроклимата и врз биодиверзитетот претставувајќи живеалишта за разновидни живи организми, но пред сè простори кои ги поврзуваат истите.

Концептот на џебни паркови всушност претставува паметно искористување на простори коишто претходно биле нефункционални, претварајќи ги во корисни и функционални јавни места кои го подобруваат квалитетот на урбаниот живот.

Потенцијални ограничувања

Малиот простор го ограничува дизајнот, односно поставувањето на различни типови елементи. Во одредени случаи постои можност, поради локацијата (доколку не е фреквентна), паркот да е достапен само за помал број посетители.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	○
	Сенка	●	●	○
	Евапорација	●	●	○
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	○	○
	Инфилтрација	●	●	●
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	○
	Био-ремедијација	●	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	●	●
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	●	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	●
	Едукација	●	●	●
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	●	●
	Ментално здравје	●	●	●
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	●	○	○
	Енергија	●	○	○
	Материјали	●	○	○

	Природни и климатски опасности Заштита од полави Заштита од ветер Заштита од суша	●●● ●●● ●●○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација	●○○

7.1.3. ЛИНИСКИ УЛИЧНИ ДРВЈА

Линиските улични дрвја се дрвја распоредени по едната или двете страни од улиците, велосипедските патеки, тротоарите или пешачките патеки (Слика 3). Тие претставуваат одлична можност за засадување на повеќе зеленило во урбаните средини.

Покрај генералното позитивно влијание на микроклиматските услови, тие ги апсорбираат и загадувачките материи, а обезбедуваат и сенка за луѓето кои ги користат улиците и патеките, но и за зградите, во зависност од местоположбата каде се насадени. Од физичко-еколошки аспект, уличните дрвја го намалуваат ефектот на стаклена градина со засенчување на домовите и деловните згради, ја апсорбираат топлината од околината и со тоа ја намалуваат температурата [92].



Слика 3. Линиски улични дрвја – Портланд, Орегон (Извор: https://elements.envato.com/empty-tree-lined-cobblestone-street-with-tram-line-5DEJTJ6)

Еден од главните позитивни ефекти за човековата благосостојба во потоплите периоди е токму позитивното влијание врз термалниот комфор, поради засенчување и транспирација. Потенцијалните ефекти од линиските улични дрвја зависат од повеќе фактори, како што се: растителниот вид, големината на дрвјата, нивното меѓусебно растојание, големината на крошната и густината на лисната маса, здравствената состојба на растението, локацијата и сл. [93].

Растот на линиските улични дрвја е под влијание на низа абиотски и биотски фактори, вклучувајќи ја влажноста и порозноста на почвата, квалитетот на воздухот, како и достапноста на вода [94, 95].

Технички и дизајнерски параметри

Најважниот аспект во процесот на дизајнирање на линиските улични дрвја е изборот на соодветни видови кои ја исполнуваат наменетата цел и одговараат за условите. Дополнително, избраните дрвни видови треба да имаат низок потенцијал за производство на биогени испарливи органски соединенија (фитонциди) за да се намали можниот негативен ефект од производството на озон во потоплите месеци [96]. Ова е особено важно во области со густ сообраќај на возила. Фитонцидите претставуваат природни хемиски супстанции кои ги произведуваат одредени растенија, а имаат антимикробни, антиинфламаторски и антиоксидативни својства [97] и делуваат позитивно на централниот нервен систем, го смалуваат крвниот притисок, ги уништуваат бактериите и го подобруваат имунитетот [98]. Но, постојат тврдења дека и покрај сите придобивки од нив, за време на фитохемиските реакции на фитонцидите со антропогените испарливи органски соединенија кои се создаваат од индустриските процеси, транспортот и другите антропогени активности, може да се создадат нови соединенија, од кои некои се штетни за здравјето на човекот [96, 99-102].

На местата на садење задолжително е да има простор за развој на кореновиот систем на дрвјата. Во зависност од локалните климатски услови, новозасадените улични дрвја имаат потреба од редовно наводнување барем во првите неколку години, а честопати потребно е дополнително наводнување и потоа. Затоа, треба да се земат предвид трајни или привремени капацитети за наводнување и секогаш кога е можно да се користат одржливи методи (пр. користење на дождовница).



Слика 4. Заштитни елементи на линиски улични дрвја (Извор: https://hitsa.com/product-type/tree-grilles/)

Растојанието помеѓу дрвјата зависи од растителниот вид, од условите на локацијата, но и од идеите за дизајн, односно посакуваната функционалност. Често се препорачуваат, а во одредени случаи неопходни се и мерки за заштита, како на пример: столбови против паркирање автомобили, жичана мрежа или конструкции од различни материјали за заштита на стеблото, решетки за заштита на кореновиот систем изработени од различен материјал и сл. (Слика 4).

Услови за реализација

Локалните околности како што се карактеристиките на улицата или патеката, условите на почвата, употребата на околното земјиште и на подземниот простор, треба да се земат предвид при планирањето и имплементацијата на линиските улични дрвја. Соодветната локација за поставување

линиски улични дрвја е потребно да нуди доволно простор за дрвјата да растат, и над и под земјата. Особено важно е да се земе предвид максималната висина и ширина на дрвјата со крошна, со цел да се избегнат проблеми со просторот во иднина. Затоа, во зависност од условите на локацијата и достапниот простор, мора да се изберат соодветни видови дрвја.



Слика 5. „Заробено“ улично стебло
(Извор: https://elements.envato.com/wooden-trunk-of-a-big-tree-with-fallen-yellow-leav-N3RVPLV)

Поради релативно малиот простор за раст и развој на кореновиот систем, препорачлива е употреба на квалитетни почви кои може да помогнат во подобрувањето на условите за раст на урбаните линиски улични дрвја и да поддржат подлабок раст на корените. Исто така треба да се внимава на лошите практики на „заробување“ на стеблата со непропустливи материјали, како што се асфалтот, бетонот, бехатонските плочки и сл. [103, 104], поради штетното влијание врз целокупниот развој на растението (Слика 5).

Потенцијални придобивки

Линиските улични дрвја позитивно влијаат врз микроклимата, бидејќи со засенчување ги намалуваат температурите, исто така обезбедуваат живеалишта, но и ги поврзуваат живеалиштата, со што позитивно влијаат врз биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

Намален проток на воздух во зависност од локацијата на садење, што потенцијално води до поголемо загадување на микролокацијата, алергиски потенцијал на полен од дрвја и емисии на фитонциде во зависност од изборот на растителните видови, како и можност да се предизвика штета на инфраструктурата на улиците и патеките поради развој на кореновиот систем кај одредени дрвни видови [93] (Слика 6).



Слика 6. Штета на инфраструктура на улица од коренов систем на улични дрвја (Извор: https://elements.envato.com/autumn-in-the-city-QDVHPH2)

Улоѓа на ѝродаѓа – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	●	●
	Евапорација	●	●	●
	Инсулација (на градби)	●	●	●
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	○	○
	Инфилтрација	●	●	●
	Ретенција (Задржување)	●	○	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	○	○
	Био-ремедијација	○	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	●	○
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	○
	Поврзување на екосистеми	●	●	○
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	●
	Едукација	●	●	●

	Јавно здравје и благосостојба Физичко здравје ● ● ● Ментално здравје ● ● ●
	Храна / Енергија / Материјали Храна ○ ○ ○ Енергија ● ● ○ Материјали ○ ○ ○
	Природни и климатски опасности Заштита од полави ● ● ● Заштита од ветер ● ● ● Заштита од суша ● ○ ○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ● ○ ○

7.1.4. ГРУПИ ОД ДРВЈА

Групите дрвја имитираат шума во урбаната средина (Слика 7), а урбаните шуми и дрвјата воопшто играат важна улога во урбаните екосистеми, додека нивниот потенцијал како *решенија засновани на природата* навистина ветува многу [105, 106]. Освен тоа тие претставуваат можност за дизајнирање на контрастен елемент во густо изградени области.

Овие растителни композиции можат да се развијат и од постоечки, саморастечки дрвја кои се развиле спонтано, а можат да бидат и новонасадени.

Урбаните групи од дрвја нудат многу придобивки како што се: подобрено управување со водите, ублажување на урбаниот топлотен стрес, позитивно влијание врз термалниот комфор и микроклимата и сл. Дополнително, изборот на разновидни растителни видови, особено во комбинација со втор и трет кат вегетација, може да помогне во зачувување и подобрување на биодиверзитетот со самата имплементација на разни видови растенија и со создавањето нови, разновидни живеалишта.



Слика 7. Група од дрвја, Токио
(Извор: https://elements.envato.com/a-serene-view-of-the-fir-tree-garden-near-tokyo-im-5RSNW3V)

Технички и дизајнерски параметри

Препорачливо е садење на поголеми, оформени садници од дрвја со цел посакуваниот ефект врз микроклимата, односно максималната корист од групите дрвја да се добие за пократок временски период. Најдобро е растојанието помеѓу дрвјата да биде колку е можно помало, но сепак соодветно за нивни правилен раст и развој.

Неопходно е наводнување во текот на првите години, а препорачливо е и во текот на целиот животен век. Идеално, за одржување на групите дрвја би било да се користат одржливи методи за наводнување.

Услови за реализација

Група на дрвја може да се засади на локации со природни или антропогени почви, но и на локации кои се наоѓаат над подземни објекти кадешто има доволна длабочина на почвата и структурна потпора.

Потребен е внимателен избор на растителни видови соодветни за избраните месторастења во урбани услови.

Потенцијални придобивки

Регулација на микроклимата, позитивно влијание врз термалниот комфор, подобрена естетика на просторот, обезбедување места за социјализација и обезбедување живеалишта со што позитивно се делува на биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

Алергиски потенцијал на полен од дрвја и емисии на фитонциди кои можат да бидат потенцијално штетни во зависност од изборот на растителните видови.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	●	●
	Евапорација	●	●	●
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	●	●
	Инфилтрација	●	●	●
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	●
	Био-ремедијација	●	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	●	●
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	●	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	○

	Погодности Естетика / Изглед ● ● ● Употребливост / Функционалност ● ● ○ Социјална интеракција и кохезија ● ● ○ Едукација ● ● ○
	Јавно здравје и благосостојба Физичко здравје ● ○ ○ Ментално здравје ● ● ●
	Храна / Енергија / Материјали Храна ● ● ○ Енергија ● ● ○ Материјали ● ● ○
	Природни и климатски опасности Заштита од полави ● ● ○ Заштита од ветер ● ● ○ Заштита од суша ● ○ ○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ● ○ ○

7.1.5. ДОЖДОВНИ ГРАДИНИ

Постојат повеќе дефиниции за дождовни градини, но главно се дефинирани како вдлабнати површини во пејзажот во кои се засадени перени и други повеќегодишни растенија кои собираат дождовница од покривите, улиците и останатите поплочени површини [107]. Популарноста на овој тип на градини расте со нагласувањето на климатските промени, и со потребите градовите да се прилагодат на нив [107-109]. Всушност, некои дефиниции ја претставуваат дождовната градина како растителна вдлабнатина која е формирана со цел да се ублажат климатските промени и да се зголеми одржливоста [107].

Атмосферските води се дренираат во дождовните градини, каде што привремено се складираат, а потоа се инфилтрираат низ почвата или пак се влеваат во канализациониот систем [110], на тој начин подобрувајќи го целокупниот систем на управување со атмосферските води [111, 112]. Дождовните градини се особено ефикасни во намалувањето на површинското истекување и ублажувањето на поплавите, а истовремено го подобруваат квалитетот на водата преку процесите на биофилтрација кои се потпомогнати од вегетацијата и почвата [113].

Меѓу другото, дождовните градини позитивно влијаат и врз биодиверзитетот, претставувајќи живеалишта на различни видови организми [114], естетски се примамливи и позитивно влијаат и врз микроклимата и термалниот комфор [115].

Технички и дизајнерски параметри

Постојат различни дизајни на дождовни градини кои вклучуваат различни елементи, меѓу кои се: вегетацијата, соодветни подлоги од почва и песок, како и неживи земјишти покривачи од органско и неорганско потекло. Секој од овие елементи врши посебна функција, некои повеќе влијаат врз процесот на успорување на филтрацијата и складирањето на водата, а други на зголемувањето на процесот на евапотранспирација. Затоа, потребно е при изборот на елементите и формирањето на дизајнот да се земат предвид локалните карактеристики. Благиот наклон надолу го олеснува протокот на вода во основниот дел на дождовната градина и со тоа позитивно влијае врз процесот на инфилтрација [116].

На Слика 8 се прикажани составните делови на една дождовна градина.



Слика 8. Составни делови на дождовна градина
(Извор: https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/ - јазично адаптирана)

Дождовните градини треба да бидат засадени со релативно густа вегетација која може да издржи повремени поплави. Во основата на дождовната градина, во најдолниот дел, се садат растителни видови кои толерираат најмногу вода. Сепак, изборот на растенија за дождовни градини не е едноставен, бидејќи се очекуваат циклични поплави и непредвидливо ниво на вода [117]. Повеќегодишните тревни видови, односно перените, имаат извонредна разновидност во толеранцијата на поплавни услови и затоа се најпрепорачливи за таа намена, иако изборот за локација на која ќе бидат насадени во самата градина не е едноставен [117].

Услови за реализација

За изградба на дождовна градина значајно е да се избере соодветен простор, по можност со благ наклон и во близина на места од кои може да се собира дождовницата (Слика 9).



Слика 9. Дождовна градина (Извор: https://vaswcd.org/rain-garden/)

Потенцијални придобивки

Управување и контрола на атмосферските води, намален ризик од поплави, подобрување на квалитетот на водата и обезбедување на живеалишта со што позитивно се влијае врз биодиверзитетот. Дождовните градини имаат висока естетска вредност и влијаат позитивно врз микроклимата.

Потенцијални ограничувања

Ограничен избор на локации според специфичните барања и потреба за редовно одржување

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	●	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	●	○
	Инфилтрација	●	●	○
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	●
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	○	○
	Био-ремедијација	●	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	○	○
	Биофилтрација	●	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	○
	Едукација	●	●	○
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	●	●
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○

	Природни и климатски опасности Заштита од полави ●●● Заштита од ветер ○○○ Заштита од суша ●●○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ○○○

7.1.6. КСЕРИСКЕЈПИНГ

Ксерискејпинг е практика во која се користат што е можно повеќе растенија отпорни на суша и на тој начин се овозможува пејзажно уредување на ефикасни начини за заштеда на вода, со кое се намалува или елиминира потребата за наводнување [118] (Слика 10). Коцептот датира од 1980 година од Денвер, Колорадо, периодот кога оваа област се соочувала со чести сушни периоди [119]. На ваквите пејзажи им треба малку вода, а во зависност од локалните услови може и воопшто да не им е потребно дополнително наводнување од она што го обезбедува природната клима. Овој стил на пејзажно уредување е сè попопуларен особено во сушните области поради неговите еколошки и финансиски придобивки и сè почесто се користи како оружје за ублажување на климатските промени [120].

Технички и дизајнерски параметри

Најважниот еколошки аспект во процесот на дизајнирање кај ксерискејпингот е изборот на вегетација, соодветно на локалната клима. За дизајнирање се употребуваат термоксерофилни видови, најчесто перени или грмушки (Слика 11).



Слика 10. Ксерофилна градина
(Извор: https://elements.envato.com/rockery-garden-with-led-lighting-installed-ZKZTEB8)



Слика 11. Растителност во ксерофилна градина
(Извор: https://elements.envato.com/urban-landscaping-flower-bed-with-colorful-plants--5LMKW7U)

Исто така, карактеристично е што површината која вообичаено во другите стилови на дизајнирање се планира како тревник, овде се заменува со различни типови на покривачи на земјиштето од органско или неорганско потекло или пак од живи растителни покривачи, толерантни на суша [121].

Користењето на покривачи на површината може да создаде идеален изглед, но пред сè помага да се задржи влагата. Органските покривачи се на база на растенија (дрвени струготини, кора од дрвја, мулч од шишарки, борови иглички, слама и сл.), а неорганските на база на камен (разни видови и големини на камен и карпи – цели, кршени или дробени, чакал, ризла и сл.). И двата типа земјишни покривачи покрај функционалноста имаат и естетска улога и се поставуваат да создадат визуелен ефект и текстура. Органските покривачи постепено се распаѓаат и на тој начин ја збогатуваат почвата со хранливи материи, но потребно е нивно периодично обновување.

Преку различни истражувања докажано е дека со ксерискејпингот употребата на вода може да се намали за 50 – 75% [121]. Популарноста на овој тип на пејзажно дизајнирање е различна во различни држави, а најмногу се должи на климатските услови.

Услови за реализација

Потребно е сончева експозиција и соодветна почва за развој на ксерофилни растенија.

Потенцијални придобивки

Заштеда на вода, создавање и поддршка на биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

Потреба од соодветна локација изложена на сончева експозиција и почва која одговара за развој на ксерофилни растенија. Препорачливо е редовно одржување од аспект на замена на органските земјишни покривачи.

Улоѓа на ѝрироѓаѿа – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	●	○	○
	Инфилтрација	●	●	○
	Ретенција (Задржување)	○	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	●	○	○
	Био-ремедијација	●	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	○	○
	Биофилтрација	●	●	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	○
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	○	○
	Едукација	●	●	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	●	○
	Ментално здравје	●	●	●
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	●	○	○
	Заштита од ветер	○	○	○
	Заштита од суша	●	●	●
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	●	○	○

7.2 АЛТЕРНАТИВНИ ОЗЕЛЕНУВАЊА

7.2.1. ЕКСТЕНЗИВНИ КРОВНИ ГРАДИНИ, ЕКСТЕНЗИВНИ ЗЕЛЕНИ КРОВОВИ

Екстензивните кровни градини се лесни системи кои се состојат од тенок слој на подлога засадена со брзорастежни растенија со плитки корени [122] (Слика 12). Типични групи на вегетација за екстензивните зелени кровови се сукуленти, перени и мовови, бидејќи тие се релативно отпорни и често можат да преживеат во услови на ниска содржина на хранливи материи. Откако ќе се инсталираат, екстензивните зелени кровови се карактеризираат со минимални барања за одржување. Најчесто не се отворени за јавно користење.



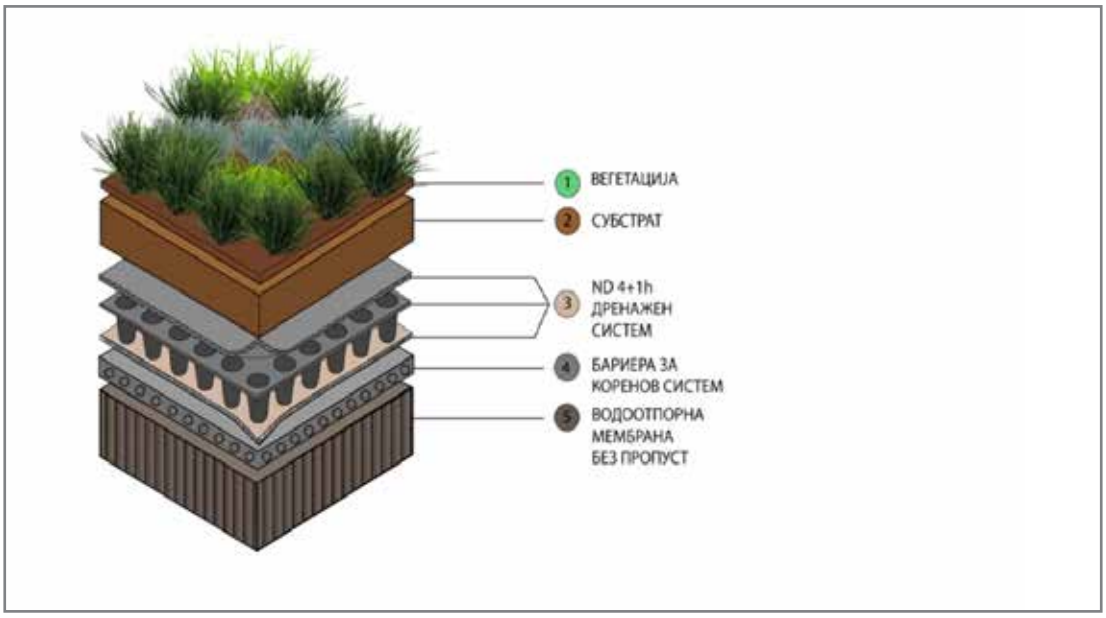
Слика 12. Екстензивни кровни градини (Извор: https://foja.com.mk/sempervel/)

Во споредба со класичните покриви, екстензивните зелени кровови нудат бројни придобивки како што се: намалување на температура на воздухот, ублажување на ефектот на топлотните острови, намалување на загадувањето, придонесуваат во процесот на управување со водите, а создаваат и живеалишта со што позитивно влијаат врз биодиверзитетот [123].

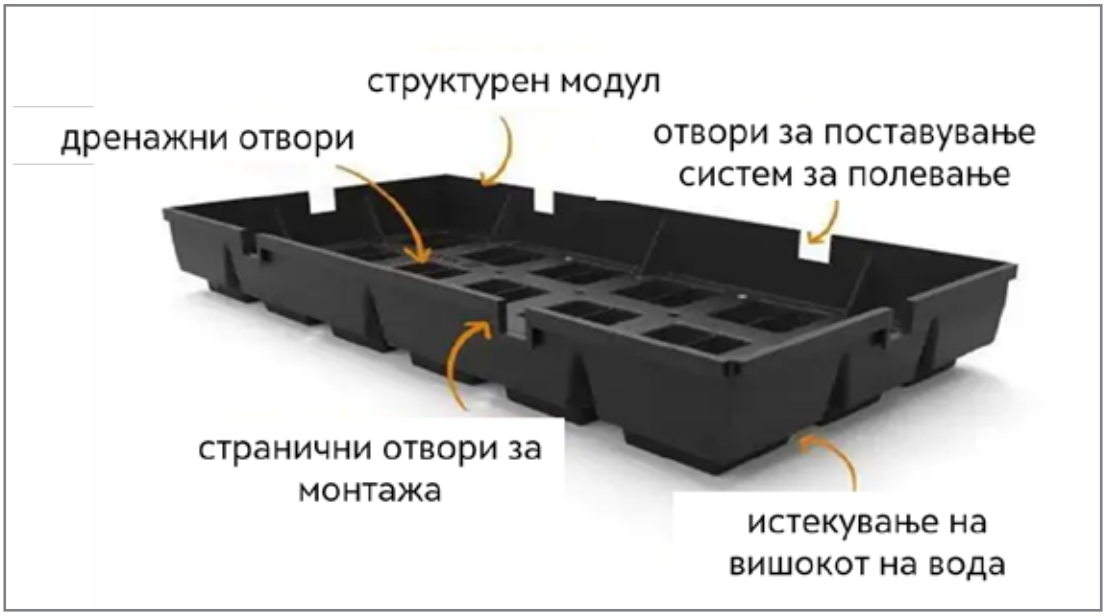
Технички и дизајнерски параметри

Не постои униформен дизајн за формирање на екстензивни кровни градини. На пазарот има многу различни системи кои се користат за оваа намена. Но, главно, редоследот на слоевите при изградба е следниот од долу нагоре (Слика 13): водоотпорна непропустлива мембрана, бариера за коренов систем, дренажен систем, субстрат и вегетација [123, 124].

Системите кои се користат за оваа намена претставуваат инстант вегетативни модули кои се полнат со супстрат, се садат со соодветната растителност и потоа се спојуваат и монтираат на подготвената површина [125]. Пример за вегетативен модул е прикажан на Слика 14.



Слика 13. Слоеви при изградба на екстензивна кровна градина
(Извор: https://nophadrain.com/en/documentation/system-brochures/ - јазично адаптирана)



Слика 14. Пример за вегетативен модул за екстензивна кровна градина
(Извор: https://foja.com.mk/sempervel/ - адаптирана)

Иако вегетацијата е ограничена на недрвенести растенија, најчесто перени од родот Sedum (Слика 15) и Sempervivum, сепак постои можност за разновидност [126]. Соодветни растенија за екстензивните зелени кровови се нискорастечките, брзорастечки растенија со плиток корен, вклучувајќи и сукуленти, кои се способни да преживеат со минимално внесување на хранливи материи. Избраните растенија за екстензивни зелени кровови се генерално добро адаптирани на алпски или карпести средини и толерираат различни климатски услови, како што се суша и температурни флуктуации [127].



Слика 15. Насаден вегетативен модул за екстензивна кровна градина со растенија од родот Sedum
(Извор: https://foja.com.mk/sempervel/)

Екстензивните зелени кровови за разлика од интензивните имаат помала тежина, бараат помалку вода и можат да се садат и на благо наклонети површини [123]. Затоа постојните згради почесто имаат тенденција да се озеленуваат со екстензивни кровни градини. Потребно е повремено одржување и наводнување во зависност од климатските услови.

Услови за реализација

За имплементација на екстензивните кровни градини потребни се цврсти и стабилни градби со висок капацитет на носивост и рамни или релативно рамни кровови.

Потенцијални придобивки

Управување со атмосферските води и подобрување на квалитетот на водата, подобрување на квалитетот на воздухот, намалување на ефектот на топлотните острови, позитивно влијание врз микроклимата, заштеда на енергија за зградите, заштита од бучава и обезбедување живеалишта на различни организми со што се поддржува биодиверзитетот [123].

Потенцијални ограничувања

Најчесто не се јавно достапни и изборот за растителни видови е ограничен.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	●	○
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	●	○
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	●	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○

	Прочистување на водата			
	Филтрација	○	○	○
	Био-ремедијација	○	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	○	○
	Биофилтрација	●	○	○
	Намалување на бучава	●	●	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	○
	Поврзување на екосистеми	●	●	○
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	○
	Употребливост / Функционалност	●	○	○
	Социјална интеракција и кохезија	○	○	○
	Едукација	○	○	○
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	○	○	○
	Ментално здравје	●	●	●
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	Природни и климатски опасности			
	Заштита од полави	●	●	●
	Заштита од ветер	○	○	○
	Заштита од суша	●	●	●
	Секвестрација (врзување) на CO_2			
	CO_2 секвестрација	●	○	○

7.2.2. ИНТЕНЗИВНИ КРОВНИ ГРАДИНИ, ИНТЕНЗИВНИ ЗЕЛЕНИ КРОВОВИ

Интензивните зелени кровови се потешки системи за зеленило кои се карактеризираат со погуст растителен медиум и со поразновидни типови вегетација во споредба со екстензивните зелени кровови [122]. Тие всушност се исти со обичните градини, но се изградени на кров. Вообичаените растенија што се користат за интензивни зелени кровови вклучуваат различни помали дрвја, грмушки и перени. Во зависност од дизајнот, интензивните кровни градини обезбедуваат многу придобивки како што се: управување со атмосферските води, намалување на загадувањето на воздухот и водата, позитивно дејство врз микроклимата со намалување на температурата на воздухот и создавање живеалишта со што се подобрува биодиверзитетот [123]. Тие најчесто се наоѓаат на јавни објекти (Слика 16), комерцијални згради, хотели, луксузни станбени згради и често се мултифункционални области што можат да се користат за многу активности, вклучувајќи градинарство [128], релаксација,

рекреација и дружење [129]. За да се овозможат активности за луѓето и интеграција на поголеми растенија, односно дрвја, како и елементи на малата парковска архитектура, покривите треба да бидат релативно рамни и да исполнуваат посложени технички барања во однос на носивоста.



Слика 16. Интензивна кровна градина – Лондон (ул. „Канон"), Англија (
Извор: https://waterscapes.co.uk/portfolio/25-Cannon-Street-Roof-Garden-Terraces)

Интензивните зелени кровови обезбедуваат различни екосистемски услуги меѓу кои како фундаментални може да се издвојат позитивното дејство во процесот на управувањето со водите и ублажувањето на урбаниот топлотен остров преку засенчување и транспирација [130].

Технички и дизајнерски параметри

Постојат многу различни системи за зеленило за интензивни зелени кровови, и затоа не постои униформна конструкција. Самиот покрив мора да биде релативно рамен (0-5°) и важно е да се земат предвид тежината, системот за наводнување, подлогата за растење и одржувањето [116]. Поради нивниот структурен дизајн, изборот на соодветни растенија е поголем отколку за екстензивните зелени кровови. Подлогата за раст на интензивните зелени покриви треба да биде релативно длабока и богата со хранливи материи за да го поддржи растот на растенија како што се дрвјата.

Врз основа на самата техничка конструкција и избраниот медиум за растење, интензивните зелени кровови можат да бидат дизајнирани за привремено складирање на атмосферските и отпадните води и за намалување на нечистотиите. Подебелите подлоги што се користат за интензивни зелени кровови можат да го зголемат потенцијалот на екосистемски услуги, и во исто време да претставуваат и изолација на згради и да ја вршат филтрацијата, складирањето и задржувањето на вода [116].

Услови за реализација

За изградба на интензивни кровни градини потребни се цврсти, стабилни бетонски згради со висок капацитет на носивост и рамни или релативно рамни покриви со подземни потпорни конструкции. Дополнително, потребен е систем за наводнување.

Потенцијални придобивки

Управување и квалитет на атмосферските води, подобрен квалитет на воздухот, естетска и социјална вредност, производство на храна преку урбано градинарство (Слика 17), позитивно влијание врз

микроклимата со намалување на локалната температура на воздухот, намалување на потребата за енергија за зградите за греење и ладење, влијание врз намалувањето на бучавата и обезбедување живеалишта со што позитивно се влијае врз биодиверзитетот [131].



Слика 17. Урбана фарма на кровна градина – Бруклин, Њу Јорк
(Извор: https://www.brooklyngrangefarm.com/brooklyn-navy-yard)

Потенцијални ограничувања

За изградба на интензивна кровна градина потребна е специфична локација со рамен или скоро рамен кров, со голема носивост. Задолжително е инсталирање на систем за наводнување.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	●	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	●	●	●
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	●	●
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	○
	Био-ремедијација	○	○	○

	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	●	●	○
	Биофилтрација	●	●	○
	Намалување на бучава	●	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	●
	Едукација	●	●	●
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	●	●
	Ментално здравје	●	●	●
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	●	●	○
	Енергија	●	●	●
	Материјали	○	○	○
	Природни и климатски опасности			
	Заштита од полави	●	●	○
	Заштита од ветер	●	●	○
	Заштита од суша	●	○	○
	Секвестрација (врзување) на CO_2			
	CO_2 секвестрација	●	○	○

7.2.3. КОНСТРУИРАН (ИЗГРАДЕН) ВЛАЖЕН ПОКРИВ

Идејата за конструираните (изградените) влажни покриви е да се комбинираат екстензивните зелени кровови и конструираните (изградените) мочуришта, првенствено за третман на отпадни води од домаќинствата, т.е. за третман на сивата вода [132]. Изградените влажни покриви привремено ја задржуваат атмосферската вода и постепено ја ослободуваат, со што се намалува протокот на истекување и со тоа позитивно се делува врз процесот на управување со водите.

Конструираните влажни покриви нудат многу од истите придобивки како и екстензивните зелени покриви, но се физиолошки поактивни од нив, особено во топлите и суви периоди, придонесувајќи за посилни позитивни влијанија врз микроклимата, намалувањето на температурите на воздухот, квалитетот на воздухот и биодиверзитетот [133]. Дополнително, третираната вода од конструираните влажни покриви може да се користи повторно за наводнување или пак, на пример, како санитарна вода за употреба во тоалети [132].

Конструираните влажни покриви се инспирирани и ги имитираат процесите на природните мочуришта, па со оглед на тоа една од главните придобивки од нив е и управувањето со атмосферските води [134]. Тие собираат и привремено задржуваат атмосферска вода, со што се намалува ризикот од

поплави за време и кратко после обилни дождови. Како и во природата, водата потоа испарува директно од површината и се транспирира од површините на растенијата, намалувајќи ја притоа температурата на воздухот и зголемувајќи ја релативната влажност. Дополнително, конструираните влажни покриви ги намалуваат нечистотиите во атмосферската вода или во домашната или индустриската сива вода, додека таа се филтрира низ системот.

Технички и дизајнерски параметри

Конструираниот влажен покрив обично се состои од тресетни подлоги со песоклива почва и вегетација што се вкоренува во стабилизациски плочи на подлога која претставува мешавина од песок и лесни експандирани глинени агрегати [116] (Слика 18).



Слика 18. Конструиран влажен покрив – Лајпциг, Германија
(Извор: https://www.blumberg-engineers.com/en/ecotechnologies/wetland-roofs/)

Растенијата се наводнуваат со атмосферската вода и со отпадните води. Видовите отпадни води што можат да се користат во конструираните влажни покриви вклучуваат отпадни води од домаќинствата. Се градат на умерено до високо наклонети покриви, со водоотпорна површина. Можна е и изградба на рамни покриви, а во тој случај дел од водата се задржува во долниот дел од вегетативните подлоги [116].

Некои од техничките уреди што треба да се земат предвид при изградбата и одржувањето на конструираниот влажен покрив вклучуваат септички и влезни јами, пумпи за секое лежиште, цевки под притисок (цевка за довод и одвод) и инфилтрациско езерце.

Услови за реализација

Како и кај сите зелени покриви, потребно е покривот да биде водоотпорен и да има доволна носивост. Препорачливо е покривот да има и благ наклон кон излезите на вода и преливниците.

Потенцијални придобивки

Позитивно влијание врз микроклимата, намалување на температурата на воздухот, намален ризик од поплави поради задржување на водата, подобрување на квалитетот на водата, реупотреба на водата за различни намени, обезбедување живеалишта и поддршка на биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

Задолжително е редовно одржување кое бара поголеми трошоци отколку одржувањето на традиционалните екстензивни зелени кровови.

Улоѓа на ѝрироѓаѿа – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	○	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	●	●	○
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	●	●	○
	Био-ремедијација	●	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	●	○
	Биофилтрација	●	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	○	○
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	○	○
	Употребливост / Функционалност	●	●	○
	Социјална интеракција и кохезија	○	○	○
	Едукација	○	○	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	●	○
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	●	●	○
	Заштита од ветер	○	○	○
	Заштита од суша	●	●	○
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	●	○	○

7.2.4. ЗЕЛЕНИ ФАСАДИ (ФАСАДНО ЗЕЛЕНИЛО)

Зелените фасади, односно живите ѕидови на вертикалните зелени системи добиваат сè поголемо значење како елементи за одржлив развој на зградите, бидејќи покрај многубројните еколошки екосистемски услуги кои ги нудат, тие можат да го подобрат и влијанието на самата зграда врз животната средина [135-137].

На Слика 19 е прикажана така наречената Боско вертикална шума во Милан, Италија.



Слика 19. Фасадно зеленило – Боско вертикална шума, Милан, Италија (Извор: https://elements.envato.com/bosco-verticale-in-milan-9N5VTTF, https://elements.envato.com/bosco-verticale-and-old-building-in-milan-D9PJMES)

Технички и дизајнерски параметри

Постојат два основни типа на озеленување на фасадите: директно озеленување на фасадата и озеленување на фасадата со растителност која се сади во земјата покрај објектите.

Директното озеленување на фасадата се прави со монтирање на панели или контејнери кои се фиксираат на фасадата или пак се дел од самата фасада (Слика 20). Структурните елементи, во зависност од производителот можат да бидат со различни димензии и да се изработени од различни материјали (пластика, метал и др.), а меѓусебе се поврзуваат во структурна рамка [138]. Вегетацијата се сади директно во панелот пред негово монтирање. За овој тип на озеленување најчесто не се користат ползавици, а панелите во текот на зимскиот период по потреба, во однос на растителноста, можат и да се отстранат, за после тоа повторно да се монтираат. Сепак, најекономично и најпрактично решение е да се садат растителни видови кои во конкретните климатски услови успеваат и во зимскиот период. Секој панел се состои од супстрат за садење кој содржи различен состав на почва и хранливи материи, во зависност од видот на растението кое се користи [138]. На овие системи за вертикално зеленило задолжително се поставува соодветен систем за наводнување.



Слика 20. Фасадно зеленило со монтирање на панели
(Извор: https://elements.envato.com/green-plant-wall-outside-the-building-JY6LPCD)



Слика 21. Фасадно зеленило кое расте директно на ѕид
(Извор: https://elements.envato.com/green-ivy-grows-along-the-beige-wall-of-painted-ti-KSYDZT7)



Слика 22. Фасадно зеленило кое расте на рамка
(Извор: https://elements.envato.com/common-ivy-creeping-plant-growing-up-the-wires-in--WVSYXTM)

За формирање на зелените фасади кои се озеленуваат со растителност која се сади во земја покрај објектите се употребуваат ползавици (Слика 21). Овие растенија растат директно на ѕидот или се искачуваат на специјално направена рамка, како основа, која е поврзана со ѕидот, но се монтира на мало растојание од него (Слика 22). Важно е да се направи разлика помеѓу ползавиците на кои им е потребен систем за потпора и оние кои можат да се прилепуваат самостојно на постоечките фасади. Изборот на растителност зависи од еколошките фактори, од климатските услови и од самиот дизајн, односно ефектот кој сакаме да се постигне. Понекогаш препорачливо е комбинирање на неколку видови растенија, како на пример зимзелена и листопадна вегетација, со цел да се добијат различни ефекти и придобивки во летниот и зимскиот период од годината.

Услови за реализација

Иако сите површини се потенцијално употребливи за зелена фасада, ѕидовите на поголема изложеност на сонце и со поблаги микроклиматски услови (пр., не многу суви, топли или ладни), се најпрепорачливи.

За фасадно зеленило кое се добива со монтирање на панели или други структури, соодветни се мововите и перените со помал раст, но може да се избере и друга соодветна вегетација (Слика 23).



Слика 23. Фасадно зеленило, мешавина од мовови и перени
(Извор: https://elements.envato.com/low-angle-view-of-modern-plant-architecture-on-a-s-ADESQMY)

За формирање зелена фасада со зеленило кое се сади директно во земја, потребна е квалитетна почва и подлога или цврста фасада. Потребни се околу 5-20 години за зеленилото кое се сади директно во земја целосно да ја покрие фасадата на куќа со средна големина, а времетраењето зависи пред сè од растителниот вид, но и од климатските и еколошките услови.

Без разлика за кој тип на фасадно зеленило станува збор, задолжително е редовно одржување.

Потенцијални придобивки

Позитивно влијание врз микроклимата со намалување на локалната температура, намалување на загадувањето на воздухот, апсорбирање на штетните материи и честички, намалување на температурата на површината на фасадата преку засенчување, испарување и рефлексија, изолација на зградите, заштита од бучава, естетски ефект и поддршка на биодиверзитетот преку зголемена поврзаност и обезбедување на живеалишта.

Потенцијални ограничувања

Задолжително е потребен систем за наводнување, постои ризик од мразеви во зависност од растителноста и локацијата и потребен е релативно долг период за ѕидовите целосно да бидат покриени со зеленило доколку се формира фасадно зеленило со растенија кои се садат директно во земјата покрај објектите.

Улоѓа на ѝриродаѿа – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	○	○	○
	Инсулација (на градби)	●	●	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	○	○	○
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	○	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	○	○	○
	Био-ремедијација	○	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	●	●
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	○	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	○
	Поврзување на екосистеми	●	●	○
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	●	●
	Социјална интеракција и кохезија	○	○	○
	Едукација	●	○	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	●	●
	Ментално здравје	●	●	●
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	●	●	○
	Енергија	●	●	○
	Материјали	●	●	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	○	○	○
	Заштита од ветер	○	○	○
	Заштита од суша	●	○	○
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	●	○	○

7.2.5. МОБИЛНО ЗЕЛЕНИЛО

Мобилното зеленило се состои од модули на живи зелени ѕидови кои не се статични, односно кои може да се пренесуваат по потреба [139]. Тие претставуваат важна компонента на модерното урбанистичко планирање и биофилниот дизајн, и во значителна мера можат да ја зголемат квадратурата на зеленило во градовите [140].



Слика 24. Мобилно зеленило, конструкција за одмор
(Извор: https://elements.envato.com/conifer-and-slate-path-with-bark-mulch-and-native--YHBDW6D)

Примери за мобилно зеленило се: конструкција покриена со вегетација која обезбедува сенка за одмор на шеталишта (Слика 24), паркинзи (Слика 25), озеленети автобуски постројки, озеленети контејнери кои претставуваат места што се користат за образовни цели, за демонстрација на зелената инфраструктура во урбаните средини, озеленети контејнери кои се користат како отворени зелени канцеларии за информативни и комуникациски цели, озеленети паркинзи и сл.



Слика 25. Зелени паркинзи - Јапонија
(Извор: https://thehardengarden.com/japans-green-rooftop-car-parks-turning-parking-lots-into-floating-gardens/)

Мобилното зеленило е одржливо решение кое обезбедува различни екосистемски услуги: го прочистува воздухот, позитивно влијание врз термалниот комфор со засенчување и транспирација, позитивно влијае врз физичкото и менталното здравје и обезбедува живеалишта за различни организими, а со тоа позитивно влијание врз зачувувањето и зголемувањето на урбаниот биодиверзитет [141].

Технички и дизајнерски параметри

Мобилното зеленило може да се инсталира и премести на било која локација која што одговара за развој на конкретните растителни видови (Слика 26). Тоа функционира како полуавтономна единица со вграден резервоар за вода и систем за наводнување на кој му е потребно снабдување со енергија. Може да биде поставено вертикално, како мобилни вертикални ѕидови, но и хоризонтално на крововите од паркинзите, автобуските постројки и сл.



Слика 26. Мобилно вертикално зеленило
(Извор: https://cities-today.com/how-a-pollution-eating-tree-is-cleaning-cities-air/)

Услови за реализација

Потребен е соодветен простор кадешто ќе може да се достават елементите за инсталирање на конструкцијата, редовно одржување, односно задолжително полнење на резервоарот со вода.

Потенцијални придобивки

Мобилното зеленило покрај бројните екосистемски услуги кои ги остварува може да користи и како модел за тестирање на конкретната локација за развој на трајно вертикално зеленило. Делува позитивно врз подигнување на јавната свест за важноста на урбаното зеленило и употребата на *решенијата засновани на природата* во урбаните средини.

Потенцијални ограничувања

Потребен е соодветен простор за поставување.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	●	○
	Сенка	●	○	○
	Евапорација	○	○	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	●	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	○	○	○
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	○	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○

	Прочистување на водата Филтрација Био-ремедијација	●○○ ●○○
	Прочистување на воздухот Депонирање Биофилтрација Намалување на бучава	●○○ ●●○ ●○○
	Биодиверзитет Обезбедување на живеалишта Поврзување на екосистеми	●●● ●●●
	Погодности Естетика / Изглед Употребливост / Функционалност Социјална интеракција и кохезија Едукација	●●● ●●● ●●● ●●●
	Јавно здравје и благосостојба Физичко здравје Ментално здравје	●○○ ●●●
	Храна / Енергија / Материјали Храна Енергија Материјали	○○○ ○○○ ○○○
	Природни и климатски опасности Заштита од полави Заштита од ветер Заштита од суша	○○○ ○○○ ○○○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација	●○○

7.2.6. ЅИД ОД МОВ

Конструираните ѕидови од мов ги користат природните капацитети на мововите за намалување на загадувањето на воздухот [142, 143].

Постојат низа тест полигони со експерименти на отворено со цел да се тестира ефикасноста за намалување на фината прашина и подобрувањето на квалитетот на воздухот со користење на ѕидови од мов [144].

Дополнително, мововите во споредба со другите растенија, имаат голема биоактивна површина, транспирираат повеќе и влијаат врз микроклимата, придонесувајќи за намалување на температурата на воздухот [145].

Технички и дизајнерски параметри

Ѕидовите од мов претставуваат конструктивни елементи за вертикално озеленување (Слика 27) во кои најчесто се комбинираат повеќе типови на мов, а на тој начин се создава врска помеѓу урбаната средина и природата [146].

Услови за реализација

Потребен е соодветен простор кадешто ќе може да се постават конструкциите, редовно одржување, односно задолжително полнење на резервоарите со вода вградени во самата конструкција.



Слика 27. Ѕид од мов
(Извор: https://elements.envato.com/green-moss-hanging-art-amarantus-gardens-on-a-wall-4KZUMWH)

Потенцијални придобивки

Конструираните ѕидови од мов имаат позитивно влијание врз микроклимата намалувајќи го загадувањето на воздухот и позитивно делувајќи врз термалниот комфор со намалување на температурата.

Потенцијални ограничувања

Потребен е соодветен простор за поставување и можност за достава на елементите за конструкција.

Улоѓа на ѝрироѓаѿа – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	●	●
	Сенка	●	○	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	○	○	○
	Инфилтрација	○	○	○
	Ретенција (Задржување)	○	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	○	○	○
	Био-ремедијација	○	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	●	●
	Биофилтрација	●	●	●
	Намалување на бучава	●	○	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	○	○	○
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	○	○
	Социјална интеракција и кохезија	●	○	○
	Едукација	●	○	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	○	○	○
	Ментално здравје	●	●	●
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	○	○	○
	Заштита од ветер	○	○	○
	Заштита од суша	○	○	○
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	○	○	○

7.3. УПРАВУВАЊЕ СО АТМОСФЕРСКИТЕ ВОДИ

7.3.1. БИОКАНАЛИ

Меѓу иновативните *решенија засновани на природата,* биоканалите се едни од фундаменталните и широко прилагодливи елементи во урбаните средини, дизајнирани за ефикасно управување со истекувањето на атмосферските води [147]. Биоканалите или биобраздите се вегетативни, линеарни структури кои често се градат во урбаните средини, во близина на патишта и патеки или помеѓу нив, со цел да се намали ризикот од поплави за време на обилни дождови или после тоа. Целта на изградба на биоканалите и нивната функција е слична и споредлива со целта и функцијата која ја вршат дождовните градини [148]. Успешната имплементација на биоканалите зависи од повеќе фактори, како што се: изборот на материјали за изработка, локацијата во урбаниот пејзаж, како и изборот на растителни видови и климатските услови [149]. Не сите дрвни видови се соодветни за раст и развој во биоканали, а како најефикасни се видовите со висока стомална спроводливост [150].

Биоканалите апсорбираат, складираат и пренесуваат површински истек на вода, но исто така ги отстрануваат и загадувачите и седиментите додека водата тече низ вегетацијата и слоевите на подлогата и на тој начин ја филтрираат [151, 152]. Преносот на вода е сличен на оној на речното корито. Доколку се правилно дизајнирани и засадени со соодветни видови, биоканалите може да придонесат за локално управување со атмосферските води, но можат и да помогнат во поддршката на биодиверзитетот [152].

Технички и дизајнерски параметри

Иако се слични на дождовните градини, сепак има голема разлика, а основната е првенствено во големината. Биоканалите обично претставуваат поголеми елементи, најчесто линеарни, со благ наклон надолу, што го олеснува протокот на вода и позитивно влијае на инфилтрацијата. Препорачливо е да бидат засадени со густа вегетација, која ќе може да го успори протокот на вода, но сепак не толку густа за да предизвика застој. Најдобар избор се видови со подлабоки корења, но и мешавина од перени, кои може да издржат повремени поплави. Значаен е и составот на почвата, која е препорачливо да биде добро обработена [153], а битен е и пристапот за одржување.

Услови за реализација



За изградба на биоканалите потребна е доволно голема површина за тие да бидат ефикасен дел од сино-зелениот систем за управување со атмосферските води (Слика 28). За да се максимизира ефикасноста, препорачливо е атмосферската вода од покривите или поплочените површини да се собира и намерно да се насочува во биоканалите.

Слика 28. Биоканал
(Извор: https://elements.envato.com/canal-bank-along-street-of-residential-buildings-i-SUQ9ALT)

Потенцијални придобивки

Управување и контрола на атмосферските води, намален ризик од поплави, подобрување на квалитетот на водата, обезбедување живеалишта и зголемување на биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

За формирање на биоканалите се соодветни само одредени специфични локации, како и одредени видови дрвја. Потребно е редовно и соодветно одржување.

Улога на природата – оцена на влијание

	**Топлотен ефект, Термален комфор**			
	Транспирација	●	●	○
	Сенка	●	●	○
	Евапорација	●	●	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	**Воден биланс и регулација**			
	Пренос	●	●	●
	Инфилтрација	●	●	●
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	**Прочистување на водата**			
	Филтрација	●	●	●
	Био-ремедијација	●	○	○
	**Прочистување на воздухот**			
	Депонирање	●	●	○
	Биофилтрација	●	●	○
	Намалување на бучава	●	○	○
	**Биодиверзитет**			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	●	●
	Употребливост / Функционалност	●	○	○
	Социјална интеракција и кохезија	●	○	○
	Едукација	●	○	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	●	●
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	●	●	●
	Заштита од ветер	●	●	●
	Заштита од суша	●	●	○

	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ● ○ ○

7.3.2. КОНСТРУИРАНО (ИЗГРАДЕНО) МОЧУРИШТЕ

Конструираните (изградени) мочуришта се вештачки мочуришта со главна цел да се собира, третира и складира дождовницата, но и отпадните води во урбаните средини. Тие претставуваат исплатлива алтернатива, бидејќи често се поевтини од конвенционалните опции за третман на отпадни води [154]. Мочуриштата се сложени системи каде што вегетацијата, почвата, микробиолошката активност и нивните интеракции играат важна улога во нивните перформанси на филтрирање [155, 156]. Изградените мочуришта можат да го подобрат и урбаниот биодиверзитет, со вклучување елементи на дизајн како што е разновидната вегетација [157].

Технички и дизајнерски параметри

Конструираните мочуришта се плитки базени кои се исполнети со подлога најчесто составена од песок или чакал, а слојот на подлогата е засаден со водна или полуводна вегетација [158] (Слика 29). Имаат влезна цевка за внес на вода, а непречистената вода потоа може да тече преку или низ слојот на подлогата и вегетацијата додека природно се филтрира и чисти.



Слика 29. Конструирано (изградено) мочуриште
(Извор: https://elements.envato.com/outdoor-landscape-garden-with-pond-4XD36X4)

Конструираните мочуришта исто така се опремени и со излезна цевка за контролирано испуштање на водата. Во зависност од дизајнот, третираната вода може да тече во друго езерце каде што се складира, а складираната вода потоа се користи за различни намени, како на пример за наводнување. Отпадните води можат да течат хоризонтално над површината на земјата, хоризонтално под површината на земјата и низ слојот на подлогата, или вертикално низ мочуриштето [159].

Услови за реализација

За изградените мочуришта мора да се изберат соодветни локации. Потребно е да има доволно пристапно земјиште со компактни почви со цел да се минимизира инфилтрацијата во подземните води и теренот да биде лоциран надвор од поплавните рамнини. Заради поголема функционалност

препорачливо е да бидат лоцирани во близина на извор на отпадни води. Идеално место за изградба се висорамнини на благ наклон. Неопходна е редовна контрола на водата и редовно одржување. Конструираните мочуришта покрај функционалноста имаат и естетски ефект и од тој аспект се значајни како елементи на пејзажот.

Потенцијални придобивки

Управување и контрола на атмосферските води, намален ризик од поплави, подобрување на квалитетот на водата, обезбедување живеалишта и зголемување на биодиверзитетот, како и обезбедување вода за различни намени (пр. за наводнување).

Потенцијални ограничувања

Потребна е голема површина за изведба, задолжителен мониторинг за квалитетот на филтрираната вода и редовно одржување.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	●	●
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	○	○
	Инфилтрација	●	○	○
	Ретенција (Задржување)	●	○	○
	Складирање	●	●	●
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	●
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	○
	Био-ремедијација	●	●	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	○	○	○
	Биофилтрација	○	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	●	●
	Поврзување на екосистеми	●	●	●
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	○
	Употребливост / Функционалност	●	●	○
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	●
	Едукација	●	●	○
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	●	●

	Храна / Енергија / Материјали Храна Енергија Материјали	●	○	○
		●	○	○
		●	○	○
	Природни и климатски опасности Заштита од полави Заштита од ветер Заштита од суша	●	●	●
		○	○	○
		●	●	●
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација	○	○	○

7.2.4. РЕТЕНЦИОНО ЕЗЕРЦЕ

Ретенционите езерца или езерцата за задржување на вода се површински базени за складирање на атмосферската вода. За време на периоди на обилни дождови, кога областа во која се изградени се поплавува, езерцето може да се наполни и да ја задржи водата и неколку дена. Потоа, водата тече во канализациониот систем или во идеални случаи се инфилтрира низ почвата и ги надополнува подземните води. Доколку нема обилни дождови, базените за задржување остануваат суви и се користат како зелена површина.

Слично на природните езера и ретенционите езерца го подобруваат квалитетот на водата со инфилтрација и седиментација [160], но обезбедуваат и живеалишта за различни видови [161].

Иако дизајнот може да биде различен, скоро секогаш имитираат природен пејзаж (Слика 30) кој содржи хетерогена површина составена од повисоки и пониски области. На тој начин, водата останува во пониските делови подолго време додека не се инфилтрира или додека не испари.



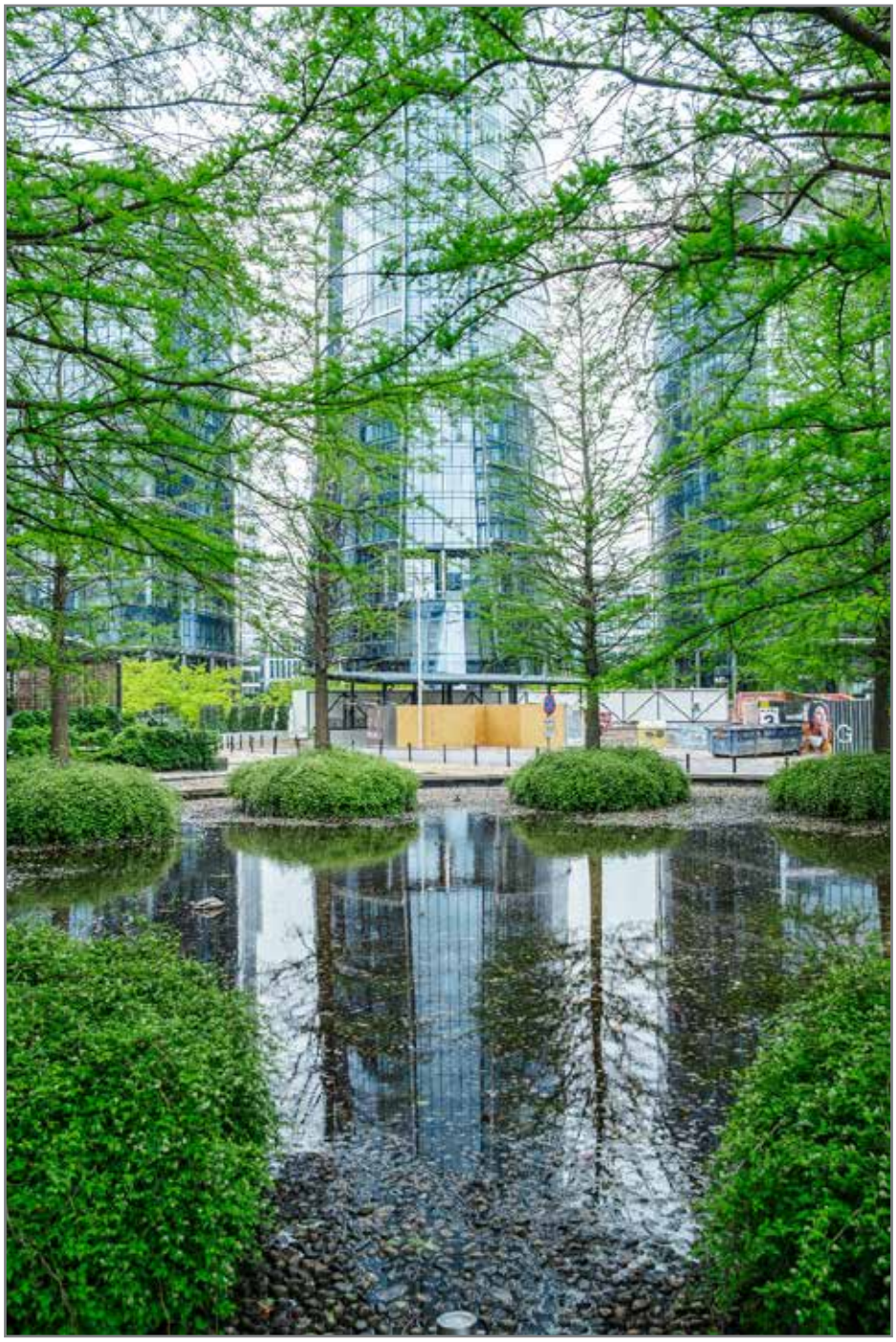
Слика 30. Ретенционо езерце
(Извор: https://elements.envato.com/wildflowers-blooming-on-the-shoreline-of-south-san-ZAFHNYR)

Технички и дизајнерски параметри

Ретенционите езерца можат да се вградат во јавни површини (Слика 31) како што се паркови и спортски терени, но секогаш мора да бидат на најниските дел од зеленият простор [162]. Дополнително, традиционалните суви езерца за задржување можат да се користат како зелени површини во време без обилни врнежи од дожд.

Услови за реализација

За изградба на ретенционите езерца потребна е соодветна локација и доволно пристапно земјиште. Идеално место за изградба се најниските делови од зеленият простор.



Слика 31. Ретенционо езерце во централен урбан простор (Извор: https://elements.envato.com/green-square-amidst-urban-jungle-HBKDAMA)

Потенцијални придобивки

Управување и контрола на атмосферските води, намален ризик од поплави од обилни дождови, потенцијална повторна употреба на водата за наводнување, но нудат и можност за рекреација и имаат голема естетска вредност [163].

Потенцијални ограничувања

Потребна е поголема површина за изведба со специфични услови.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	○	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	●	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	●	○
	Инфилтрација	●	●	○
	Ретенција (Задржување)	●	●	●
	Складирање	●	●	○
	Повторно користење (Реупотреба)	●	●	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	●
	Био-ремедијација	●	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	○	○	○
	Биофилтрација	○	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	○	○
	Поврзување на екосистеми	●	○	○
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	●	○
	Употребливост / Функционалност	●	●	○
	Социјална интеракција и кохезија	●	○	○
	Едукација	●	○	○
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	●	●
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○

	Природни и климатски опасности Заштита од полави ●●● Заштита од ветер ○○○ Заштита од суша ●●○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ○○○

7.2.5. ПРОПУСТЛИВИ СИСТЕМИ ЗА ПОКРИВАЊЕ/ПОПЛОЧУВАЊЕ

Пропустливите системи за покривање/поплочување се површини кои имаат способност да ја апсорбираат атмосферска вода, со што се минимизира и одложува истекувањето на површинските води. Одредени студии ги нагласуваат придобивките од користењето пропустливи системи за покривање/поплочување, како што се намалување на истекувањето, надополнување на подземните води, заштеда на вода преку рециклирање и спречување на загадувањето со подобрување на квалитетот на инфилтрираната атмосферска вода [164-166].

Пропустливите системи за покривање/поплочување претставуваат важен составен дел од одржливите урбани системи за одводнување [167].

Во зависност од типот на пропустливиот систем за поплочување, водата или се слева низ самата пропустлива површина или низ празнините. Притоа, таа привремено се складира во основниот слој и се инфилтрира во почвата или во дополнителен дренажен слој кој ја носи водата во подземен одвод.

Тие најчесто се инсталираат на паркинзи, станбени улици или тротоари. Постојат различни системи на пропустливи подлоги: хомогени патеки од чакал, песок, порозен асфалт, пропустлив бетон, систем од плочки или камења со вегетација и сл. Последните, односно системот од плочки или камења со вегетациска подлога (Слика 32), се поефикасни во споредба со хомогените системи бидејќи вегетациската покривка овозможува подобра инфилтрација и апсорпција на водата од страна на растенијата [168, 169].



Слика 32. Пропустлив систем за покривање/поплочување - примери (Извор: https://pavementnetwork.com/permeable-pavements/, https://www.portland.gov/ppd/infrastructure/managing-rain-your-property/permeable-pavement)

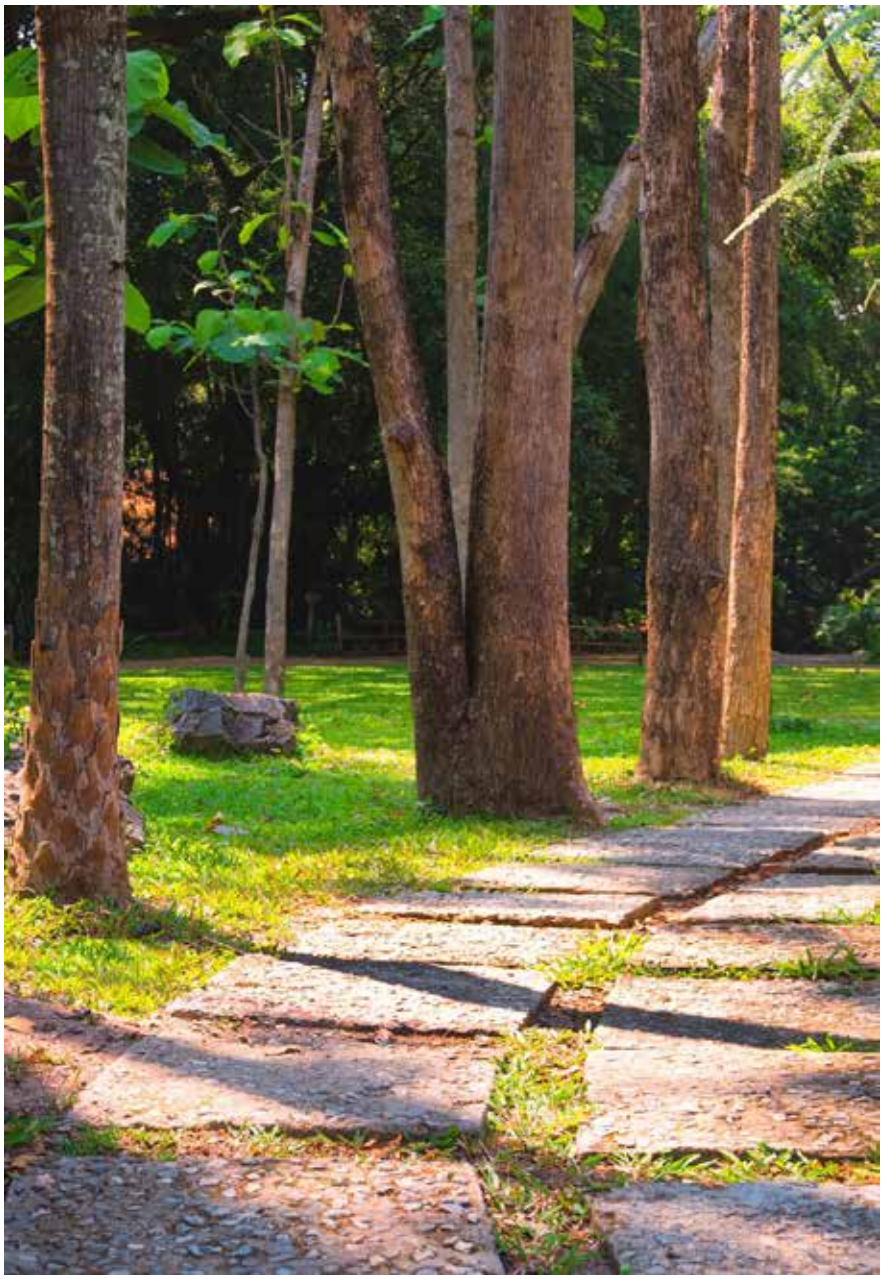
Пропустливите системи за покривање/поплочување всушност го имитираат ефектот на пропустливост и дренажата на природните почви. Пропустливоста сепак зависи од повеќе фактори помеѓу кои се видот на почвата, степенот на заситеност со вода, но и самиот тип на пропустлив систем за поплочување.

Технички и дизајнерски параметри

Техничките и дизајнерските параметри зависат од конкретното имплементирано решение. Но главно, сите имаат едноставна конструкција што се состои од еден надворешен горен слој од плочки или камења, а под него подлога од чакал и дренажен слој. Исто така, сите бараат редовно одржување со цел да се избегне затнување на подлогата и да се одржи функционалноста.

Услови за реализација

Пропустливите системи за покривање/поплочување може да се постават на нови неизградени локации, но и на претходно постоечки веќе изградени терени. Затоа е потребна претходна анализа на почвата и секако правилен избор на растителните видови кои го формираат вегетативниот слој. Покрај тоа, препорачливо е користење на пропустливите системи за покривање/поплочување и при изградба на патеки во парковите (Слика 33).



Слика 33. Пропустлив систем за покривање/поплочување во урбан парк
(Извор: https://elements.envato.com/row-of-big-tree-trunks-with-curve-stone-pavement-f-WUJSPFC)

Потенцијални придобивки

Филтрирање и заштита на квалитетот на водата, управување со атмосферските води, намалено површинско истекување, контролирана инфилтрација и привремено складирање на водата [167].

Потенцијални ограничувања

Пропустливите системи за покривање/поплочување не се применливи за брзи или многу прометни патишта и задолжително е редовно одржување.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	○	○	○
	Инфилтрација	●	●	○
	Ретенција (Задржување)	●	●	○
	Складирање	●	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	●	○
	Био-ремедијација	○	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	○	○	○
	Биофилтрација	○	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	○	○
	Поврзување на екосистеми	●	○	○
	Погодности			
	Естетика / Изглед	●	○	○
	Употребливост / Функционалност	●	●	○
	Социјална интеракција и кохезија	●	●	○
	Едукација	●	○	○
	Јавно здравје и благосостојба			
	Физичко здравје	●	●	○
	Ментално здравје	●	○	○
	Храна / Енергија / Материјали			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○

	Природни и климатски опасности Заштита од полави ● ● ○ Заштита од ветер ○ ○ ○ Заштита од суша ● ● ○
	Секвестрација (врзување) на CO_2 CO_2 секвестрација ○ ○ ○

8. ЗАЧУВУВАЊЕ НА ПОЧВАТА И ЗАШТИТА ОД ЕРОЗИЈА

8.1. БИОРАЗГРАДЛИВИ ПОДЛОГИ СО ВЕГЕТАЦИЈА

Биоразградливите подлоги со вегетација претставуваат насипни подлоги, комбинација од биоразградливи материјали со вегетативен слој. Овие подлоги се користат за рекултивирање на речните брегови и воопшто за заштита од ерозија. Тие имитираат природни вегетациски слоеви со силни и разгранети коренови мрежи и нудат природна заштита од ерозија [170].

Самите биоразградливи подлоги обезбедуваат привремена контрола на ерозијата, а откако вегетацијата ќе развие силни коренови мрежи, ерозијата се спречува долгорочно.



Слика 34. Противерозивен насип формиран со биоразградлива подлога со вегетација (Извор: https://www.covergreen.nl/en/toepassing/embankments/)

Технички и дизајнерски параметри

Подлогите се едноставно изработени со употреба на биоразградливи материјали од растителна основа, како што се кокосовото влакно [170] или јутата [171], а инсталацијата на истите е едноставна и брза [172].

Потребно е да се изберат соодветни растителни видови со брз раст, кои развиваат силен коренов систем со цел да се создаде долгорочна заштита и контрола на ерозијата. Дополнително, со садењето на соодветна вегетација се поддржува реставрацијата на живеалишта и се подобрува биодиверзитетот.

Услови за реализација

Потребно е климатските услови во периодот на изградба да бидат соодветни, односно да нема врнежи и земјата да не биде презаситена со влага. Изградбата е едноставна и брза, а оваа техника може да се комбинира и со други техники на биоинженерството кои се користат за заштита на земјиштето од ерозија.

Потенцијални придобивки

Заштита од ерозија, создавање на живеалишта и позитивно влијание врз биодиверзитетот.

Потенцијални ограничувања

Кога се врши заштита од ерозија на брегови од река, тешко е да се пресмета и предвиди стабилноста на самиот насип.

Улога на природата – оцена на влијание

	Топлотен ефект, Термален комфор			
	Транспирација	●	○	○
	Сенка	○	○	○
	Евапорација	●	○	○
	Инсулација (на градби)	○	○	○
	Рефлексија (Албедо)	●	○	○
	Воден биланс и регулација			
	Пренос	●	○	○
	Инфилтрација	●	●	○
	Ретенција (Задржување)	●	○	○
	Складирање	○	○	○
	Повторно користење (Реупотреба)	○	○	○
	Прочистување на водата			
	Филтрација	●	○	○
	Био-ремедијација	●	○	○
	Прочистување на воздухот			
	Депонирање	○	○	○
	Биофилтрација	○	○	○
	Намалување на бучава	○	○	○
	Биодиверзитет			
	Обезбедување на живеалишта	●	○	○
	Поврзување на екосистеми	●	○	○

	**Погодности**			
	Естетика / Изглед	●	○	○
	Употребливост / Функционалност	○	○	○
	Социјална интеракција и кохезија	○	○	○
	Едукација	●	○	○
	**Јавно здравје и благосостојба**			
	Физичко здравје	●	○	○
	Ментално здравје	●	○	○
	**Храна / Енергија / Материјали**			
	Храна	○	○	○
	Енергија	○	○	○
	Материјали	○	○	○
	**Природни и климатски опасности**			
	Заштита од полави	●	●	●
	Заштита од ветер	●	○	○
	Заштита од суша	●	○	○
	**Секвестрација (врзување) на CO_2**			
	CO_2 секвестрација	○	○	○

9. ЗАКЛУЧОК

Решенијата засновани на природата претставуваат моќен пристап за справување со повеќе општествени и еколошки предизвици, истовремено. Со правилен дизајн и правилно управување, тие ја зајакнуваат отпорноста, ги подобруваат условите за живот во урбаната и периурбаната средина, создаваат добитна ситуација и за луѓето и за планетата Земја.

Свесни сме „каде сме сега“, со какви предизвици се соочуваме... Знаеме „каде сакаме да отидеме“, знаеме што ни е потребно за квалитетен и здрав живот. И што е најважно, знаеме „како да стигнеме таму“. Решенијата ни ги дава природата. Наше е да ги имплементираме.

Со *решенијата засновани на природата* до квалитетен живот!

КОРИСНИ ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦИ

1. https://www.nature-basedsolutions.com/page/1239/managing-urban-heat-island-effects
2. https://iucn.org/resources/issues-brief/ensuring-effective-nature-based-solutions
3. https://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/suds-components/infiltration/rain-gardens.html
4. https://www.rhs.org.uk/garden-features/rain-gardens
5. https://landarch1.com/pocket-park-design-green-islands-in-the-grid/
6. https://urbandesignlab.in/pocket-parks-in-concrete-jungles/
7. https://www.botanicalinterests.com/community/blog/xeriscaping-your-yard/
8. https://thewatershedproject.org/rain-gardens-bioswales/
9. https://trca.ca/news/complete-guide-building-maintaining-rain-garden/
10. https://vaswcd.org/rain-garden/
11. https://foja.com.mk/sempervel/
12. https://nophadrain.com/en/
13. https://www.blumberg-engineers.com/en/ecotechnologies/wetland-roofs/
14. https://unalab.eu/en

ЦИТИРАНА ЛИТЕРАТУРА:

[1] Ritchie, H., V. Samborska, and M. Roser, *Urbanization.* Our world in data, 2024.
[2] Lomskov, M.A., et al. *Urbanization as an ecological phenomenon*. in *E3S Web of Conferences*. 2023. EDP Sciences.
[3] Liang, L., Z. Wang, and J. Li, *The effect of urbanization on environmental pollution in rapidly developing urban agglomerations.* Journal of cleaner production, 2019. 237: p. 117649.
[4] Liang, W. and M. Yang, *Urbanization, economic growth and environmental pollution: Evidence from China.* Sustainable Computing: Informatics and Systems, 2019. 21: p. 1-9.
[5] Uttara, S., N. Bhuvandas, and V. Aggarwal, *Impacts of urbanization on environment.* International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences, 2012. 2(2): p. 1637-1645.
[6] Liu, X., T. Sun, and Q. Feng, *Dynamic spatial spillover effect of urbanization on environmental pollution in China considering the inertia characteristics of environmental pollution.* Sustainable Cities and Society, 2020. 53: p. 101903.
[7] Ofoezie, E.I., et al., *Climate, urbanization and environmental pollution in West Africa.* Sustainability, 2022. 14(23): p. 15602.
[8] Mensah, C.A., *Destruction of urban green spaces: A problem beyond urbanization in Kumasi city (Ghana).* 2014.
[9] Li, F., et al., *Urban green space fragmentation and urbanization: A spatiotemporal perspective.* Forests, 2019. 10(4): p. 333.
[10] Khan, M.A. and A.M. Ghouri, *Environmental pollution: its effects on life and its remedies.* Researcher World: Journal of Arts, Science & Commerce, 2011. 2(2): p. 276-285.
[11] Hamilton, R. and H. Crabbe, *Environment, pollution and effects*, in *The Effects of air pollution on cultural heritage*. 2009, Springer. p. 1-27.
[12] Piracha, A. and M.T. Chaudhary, *Urban air pollution, urban heat island and human health: a review of the literature.* Sustainability, 2022. 14(15): p. 9234.
[13] Maynard, R.L., *Health effects of urban pollution.* Issues in Environmental Science and Technology, 2009. 28: p. 108.
[14] Komilova, N., et al., *The impact of urban air pollution on human health.* Медичні перспективи= Medicni perspektivi (Medical perspectives), 2023(3): p. 170-179.
[15] Tu¨rk, Y.A. and M. Kavraz, *Air Pollutants and Its Effects on Human Healthy: The Case of the City of Trabzon*, in *Advanced Topics in Environmental Health and Air Pollution Case Studies*. 2011, IntechOpen.
[16] Perini, K., *Environmental and Ecological Imbalances in Dense Urban Areas.* Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure, 2017: p. 17-25.
[17] Kurbatova, S., L.Y. Aisner, and A. Volkova. *Urban ecology as a means of ensuring the ecological balance of modern cities.* in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. IOP Publishing.
[18] Zipperer, W.C., R. Northrop, and M. Andreu, *Urban development and environmental degradation.* Oxford research encyclopedia of environmental science, 2020. 2020.
[19] Ferreira, C.S., R.P. Walsh, and A.J. Ferreira, *Degradation in urban areas.* Current Opinion in Environmental Science & Health, 2018. 5: p. 19-25.
[20] Nathaniel, S.P., N. Nwulu, and F. Bekun, *Natural resource, globalization, urbanization, human capital, and environmental degradation in Latin American and Caribbean countries.* Environmental science and pollution research, 2021. 28(5): p. 6207-6221.
[21] Capps, K.A., C.N. Bentsen, and A. Ramírez, *Poverty, urbanization, and environmental degradation: urban streams in the developing world.* Freshwater Science, 2016. 35(1): p. 429-435.
[22] Franchini, M. and P.M. Mannucci, *Impact on human health of climate changes.* European journal of internal medicine, 2015. 26(1): p. 1-5.
[23] Haines, A., et al., *Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation.* The Lancet, 2006. 367(9528): p. 2101-2109.
[24] McMichael, A.J., R.E. Woodruff, and S. Hales, *Climate change and human health: present and future risks.* The lancet, 2006. 367(9513): p. 859-869.
[25] Kovats, R.S., D. Campbell-Lendrum, and F. Matthies, *Climate change and human health: estimating avoidable deaths and disease.* Risk Analysis: An International Journal, 2005. 25(6): p. 1409-1418.
[26] Semenza, J.C., *Climate change and human health*. 2014, MDPI. p. 7347-7353.
[27] Wilson, E.O., *Biophilia, the Human Bond With Other Species.* Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts), 1984: p. 157 p.
[28] Kellert, S., *Biophilic urbanism: the potential to transform.* Smart and Sustainable Built Environment, 2016.

5(1).
[29] Kellert, S.R., *Building for life: Designing and understanding the human-nature connection*. 2012: Island press.
[30] Cvetkovski, B. and K. Sotirovski, *Outdoor Advertising Panels are Taking Over Not Only View to Greenspace, But Greenspace Itself–Skopje as a Case Study.*
[31] Amat, R., et al. *A dimension of biophilia in urban design*. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. IOP Publishing.
[32] Griffin, C., *An introduction to biophilia and the built environment*. RMI Solutions Newsletter, 2004. 20(1): p. 7.
[33] EC. *European Commission. Sustainable Development Goals (SDGs).* 2015; Available from: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/glossary/sustainable-development-goals.html.
[34] EC. *European Commision. Urban Greening Plans. Guidance for cities to help prepare an Urban Greening Plan*. 2021; Available from: https://environment.ec.europa.eu/topics/urban-environment/urban-nature-platform_en.
[35] UN. *United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. 2015; Available from: https://sdgs.un.org/.
[36] UN. *United Nations. The Sustainable Development Goals Report 2024*. 2024; Available from: https://sdgs.un.org/goals.
[37] WHO. *World Health Organization. Urban green spaces and health*. 2016.
[38] Sutton, P.W., *The environment: a sociological introduction*. 2007: Polity.
[39] Taylor, G., *Evolution's edge: The coming collapse and transformation of our world*. 2008: New Society Publishers.
[40] Jim, C.Y., L.C. Hui, and C.D. Rupprecht, *Public perceptions of green roofs and green walls in Tokyo, Japan: A call to heighten awareness.* Environmental Management, 2022. 70(1): p. 35-53.
[41] Kronenberg, J., *Why not to green a city? Institutional barriers to preserving urban ecosystem services.* Ecosystem services, 2015. 12: p. 218-227.
[42] Mansor, M., et al., *Appreciation of vertical greenery in a city as public.* Planning Malaysia, 2017. 15.
[43] Tsantopoulos, G., et al., *Public perceptions and attitudes toward green infrastructure on buildings: The case of the metropolitan area of Athens, Greece.* Urban Forestry & Urban Greening, 2018. 34: p. 181-195.
[44] MacKinnon, K., C. Sobrevila, and V. Hickey, *Biodiversity, climate change, and adaptation: nature-based solutions from the World Bank portfolio.* World Bank, Washington, DC, 2008.
[45] Commission, E., D.-G.f. Research, and Innovation, *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities – Final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' – (full version).* 2015: Publications Office.
[46] Nature, I.U.f.C.o. and N. Resources, *Global standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS.* 2020.
[47] Boyd, J. and S. Banzhaf, *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units.* Ecological economics, 2007. 63(2-3): p. 616-626.
[48] Delavari-Edalat, F. and M.R. Abdi, *Human-environment interactions based on biophilia values in an urban context: Case study.* Journal of urban planning and development, 2010. 136(2): p. 162-168.
[49] Tokhmehchian, A. and M. Gharehbaglou, *Biophilic perception in urban green spaces (Case study: El Gölü Park, Tabriz).* International Journal of Urban Sciences, 2019. 23(4): p. 568-585.
[50] Abkar, M., et al., *The role of urban green spaces in mood change.* Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2010. 4(10): p. 5352-5361.
[51] Annerstedt, M., et al., *Green qualities in the neighbourhood and mental health–results from a longitudinal cohort study in Southern Sweden.* BMC public health, 2012. 12: p. 1-13.
[52] Thompson, C.W., et al., *More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence from salivary cortisol patterns.* Landscape and urban planning, 2012. 105(3): p. 221-229.
[53] Çay, R.D., *Recreation and urban park management.* Environment and Ecology at the Beginning of 21st Century, 2015. 302.
[54] Peters, K., *Being together in urban parks: Connecting public space, leisure, and diversity.* Leisure Sciences, 2010. 32(5): p. 418-433.
[55] Ulrich, R.S. and D.L. Addoms, *Psychological and recreational benefits of a residential park.* Journal of Leisure Research, 1981. 13(1): p. 43-65.
[56] Vernihorova, N.V., *Urban parks as an innovative social space and a factor of social and environmental welfare.* Науковии Вісник, 2022: p. 69.
[57] Konijnendijk, C.C., et al., *Benefits of urban parks. A systematic review. A Report for IFPRA, Copenhagen & Alnarp*. 2013.
[58] Semeraro, T., et al., *Planning of urban green spaces: An ecological perspective on human benefits.* Land, 2021.

10(2): p. 105.
[59] Wu, S., et al., *Ecological Benefits and Plant Landscape Creation in Urban Parks: A Study of Nanhu Park, Hefei, China.* Sustainability, 2023. 15(24): p. 16553.
[60] Brown, R.D., et al., *Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change.* Landscape and Urban Planning, 2015. 138: p. 118-131.
[61] Guo, A., et al., *Quantifying the cooling effect and benefits of urban parks: A case study of Hangzhou, China.* Sustainable Cities and Society, 2024. 113: p. 105706.
[62] Heidt, V. and M. Neef, *Benefits of urban green space for improving urban climate*, in *Ecology, planning, and management of urban forests: International perspectives.* 2008, Springer. p. 84-96.
[63] Yan, M., L. Chen, and R. Sun, *Climatic effects on landscape multifunctionality in urban parks: a view for integrating ecological supply and human benefits.* Environmental Research Letters, 2023. 19(1): p. 014032.
[64] Brown, C. and M. Grant, *Biodiversity and human health: What role for nature in healthy urban planning?* Built Environment, 2005. 31(4): p. 326-338.
[65] Lakićević, M., et al., *Measuring dendrofloristic diversity in urban parks in Novi Sad (Serbia).* Trees, Forests and People, 2022. 8: p. 100239.
[66] Taylor, L. and D.F. Hochuli, *Creating better cities: how biodiversity and ecosystem functioning enhance urban residents' wellbeing.* Urban ecosystems, 2015. 18: p. 747-762.
[67] Wood, E., et al., *Not all green space is created equal: Biodiversity predicts psychological restorative benefits from urban green space.* Frontiers in psychology, 2018. 9: p. 2320.
[68] Qin, H., et al., *The effect of vegetation enhancement on particulate pollution reduction: CFD simulations in an urban park.* Forests, 2019. 10(5): p. 373.
[69] Xing, Y. and P. Brimblecombe, *Role of vegetation in deposition and dispersion of air pollution in urban parks.* Atmospheric Environment, 2019. 201: p. 73-83.
[70] Xing, Y. and P. Brimblecombe, *Urban park layout and exposure to traffic-derived air pollutants.* Landscape and Urban Planning, 2020. 194: p. 103682.
[71] Hussain, G., et al., *Impact of public parks on human life: A case study.* Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 2010. 47(3): p. 225-230.
[72] Secco, G. and G. Zulian, *Modeling the social benefits of urban parks for users.* Ecology, planning, and management of urban forests: International perspectives, 2008: p. 312-335.
[73] Shuib, K.B., H. Hashim, and N.A.M. Nasir, *Community participation strategies in planning for urban parks.* Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2015. 168: p. 311-320.
[74] Sadeghian, M.M. and Z. Vardanyan, *The benefits of urban parks, a review of urban research.* Journal of Novel Applied Sciences, 2013. 2(8): p. 231-237.
[75] Akbari, H., *Energy saving potentials and air quality benefits of urban heat IslandMitigation.* 2005.
[76] Yu, C. and W.N. Hien, *Thermal benefits of city parks.* Energy and buildings, 2006. 38(2): p. 105-120.
[77] Feldman, A., R. Foti, and F. Montalto, *Green infrastructure implementation in urban parks for stormwater management.* Journal of sustainable water in the built environment, 2019. 5(3): p. 05019003.
[78] Novotny, V., *Sustainable urban water management*, in *Water and urban development paradigms.* 2008, CRC Press. p. 37-50.
[79] Crompton, J.L., *The impact of parks on property values: A review of the empirical evidence.* Journal of leisure research, 2001. 33(1): p. 1-31.
[80] Hammer, T.R., R.E. Coughlin, and E.T. Horn IV, *The effect of a large urban park on real estate value.* Journal of the American Institute of Planners, 1974. 40(4): p. 274-277.
[81] Ter, Ü., *Quality criteria of urban parks: The case of Alaaddın Hill (Konya-Turkey).* African Journal of Agricultural Research, 2011. 6(23): p. 5367-5376.
[82] Tyrväinen, L., et al., *Benefits and uses of urban forests and trees.* Urban forests and trees: A reference book, 2005: p. 81-114.
[83] Wang, D., G. Brown, and Y. Liu, *The physical and non-physical factors that influence perceived access to urban parks.* Landscape and urban planning, 2015. 133: p. 53-66.
[84] Wilkerson, M.L., et al., *The role of socio-economic factors in planning and managing urban ecosystem services.* Ecosystem Services, 2018. 31: p. 102-110.
[85] Dong, J., et al., *Pocket parks-a systematic literature review.* Environmental Research Letters, 2023. 18(8): p. 083003.
[86] Blake, A., *Pocket parks.* Open Space Seattle, 2013. 2100(1).
[87] Labuz, R. *Pocket park–a new type of green public space in Kraków (Poland).* in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019. IOP Publishing.
[88] Hou, J., et al., *Environmental effects from pocket park design according to district planning patterns—Cases from Xi'an, China.* Atmosphere, 2022. 13(2): p. 300.

[89] Park, J., et al., *The influence of small green space type and structure at the street level on urban heat island mitigation.* Urban forestry & urban greening, 2017. 21: p. 203-212.
[90] Motazedian, A., A.M. Coutts, and N.J. Tapper, *The microclimatic interaction of a small urban park in central Melbourne with its surrounding urban environment during heat events.* Urban forestry & urban greening, 2020. 52: p. 126688.
[91] Liu, C., Y. Li, and J. Li, *Geographic information system-based assessment of mitigating flash-flood disaster from green roof systems.* Computers, Environment and Urban Systems, 2017. 64: p. 321-331.
[92] Abd Kadir, M.A. and N. Othman, *Towards a better tomorrow: street trees and their values in urban areas.* Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012. 35: p. 267-274.
[93] Mullaney, J., T. Lucke, and S.J. Trueman, *A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments.* Landscape and urban planning, 2015. 134: p. 157-166.
[94] Morgenroth, J., G. Buchan, and B.C. Scharenbroch, *Belowground effects of porous pavements–Soil moisture and chemical properties.* Ecological engineering, 2013. 51: p. 221-228.
[95] D'Amato, N.E., et al., *Root growth beneath sidewalks near trees of four genera.* Arboriculture & Urban Forestry (AUF), 2002. 28(6): p. 283-290.
[96] Calfapietra, C., et al., *Role of Biogenic Volatile Organic Compounds (BVOC) emitted by urban trees on ozone concentration in cities: A review.* Environmental pollution, 2013. 183: p. 71-80.
[97] Li, Q., et al., *Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function.* International journal of immunopathology and pharmacology, 2009. 22(4): p. 951-959.
[98] He, M., et al., *Therapeutic plant landscape design of urban forest parks based on the Five Senses Theory: A case study of Stanley Park in Canada.* International Journal of Geoheritage and Parks, 2022. 10(1): p. 97-112.
[99] Cho, K.S., et al., *Terpenes from forests and human health.* Toxicological research, 2017. 33: p. 97-106.
[100] Jaars, K., et al., *Receptor modelling and risk assessment of volatile organic compounds measured at a regional background site in South Africa.* Atmospheric Environment, 2018. 172: p. 133-148.
[101] Eisenman, T.S., et al., *Urban trees, air quality, and asthma: An interdisciplinary review.* Landscape and urban planning, 2019. 187: p. 47-59.
[102] Zorić, M., et al., *Phytochemical screening of volatile organic compounds in three common coniferous tree species in terms of forest ecosystem services.* Forests, 2021. 12(7): p. 928.
[103] Foster, R.S. and J. Blaine, *Urban tree survival: trees in the sidewalk.* 1978.
[104] Sotirovski, K. and B. Cvetkovski, *The Losing Concept of Singular Urban Trees and the Related Long-term Negative Implications for Urban Greenspace.* 2019.
[105] Kong, X., et al., *Review on urban forests and trees as nature-based solutions over 5 years.* Forests, 2021. 12(11): p. 1453.
[106] Marrazzo, G. and A. Raimondi, *The role of urban trees as nature-based solutions for stormwater runoff control.* Urban Forestry & Urban Greening, 2025. 103: p. 128598.
[107] Bąk, J. and M. Barjenbruch, *Benefits, inconveniences, and facilities of the application of rain gardens in urban spaces from the perspective of climate change–A review.* Water, 2022. 14(7): p. 1153.
[108] Karabay, K., et al., *Assessment of urban rain gardens within climate change adaptation and circularity challenge*, in *Nature-based Solutions for Circular Management of Urban Water*. 2024, Springer. p. 51-72.
[109] Haque, M.M., A. Rahman, and B. Samali, *Evaluation of climate change impacts on rainwater harvesting.* Journal of Cleaner Production, 2016. 137: p. 60-69.
[110] Eisenberg, B. and V. Polcher, *Nature Based Solutions–Technical Handbook.* EU Horizon, 2020.
[111] Sharma, R. and P. Malaviya, *Management of stormwater pollution using green infrastructure: The role of rain gardens.* Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, 2021. 8(2): p. e1507.
[112] Ishimatsu, K., et al., *Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning.* Landscape and Ecological Engineering, 2017. 13(1): p. 205-212.
[113] Wang, M., et al., *The application of rain gardens in urban environments: a bibliometric review.* Land, 2024. 13(10): p. 1702.
[114] Onur, M., *The Employment of Rain Gardens in Urban Water Management to Improve Biodiversity and Ecosystem Resilience*, in *Nature-based Solutions for Circular Management of Urban Water*. 2024, Springer. p. 73-91.
[115] Ge, M., et al., *Examining the microclimate pattern and related spatial perception of the urban stormwater management landscape: The case of rain gardens.* Atmosphere, 2023. 14(7): p. 1138.
[116] Eisenberg, B. and V. Polcher, *Nature Based Solutions–Technical Handbook.* Personal Communication, 2019: p. 2020-02.
[117] Yuan, J. and N. Dunnett, *Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species.* Urban Forestry & Urban Greening, 2018. 35: p. 57-65.

[118] Smith, C. and R.S. Hilaire, *Xeriscaping in the urban environment.* New Mexico Journal of Science, 1999: p. 241-241.
[119] Özyavuz, A. and M. Özyavuz, *Xeriscape in landscape design.* Landscape planning, 2012: p. 353-360.
[120] ZEYBEK, O., *THE IMPORTANCE OF XERISCAPE IN THE FACE OF CLIMATE CHANGE.* Scientific Approaches in Landscape Architecture 2024, 2024: p. 173.
[121] Ismaeil, E.M. and A.E.E. Sobaih, *Assessing xeriscaping as a retrofit sustainable water consumption approach for a desert university campus.* Water, 2022. 14(11): p. 1681.
[122] Bastola, R., *Green roofs.* 2019, Eesti Maaülikool.
[123] Getter, K.L. and D.B. Rowe, *The role of extensive green roofs in sustainable development.* HortScience, 2006. 41(5): p. 1276-1285.
[124] Kosareo, L. and R. Ries, *Comparative environmental life cycle assessment of green roofs.* Building and environment, 2007. 42(7): p. 2606-2613.
[125] Korol, E. and N. Shushunova, *Benefits of a modular green roof technology.* Procedia Engineering, 2016. 161: p. 1820-1826.
[126] Arabi, R., et al., *Considerations for plant selection in green roofs.* Universiti Putra Malaysia. Alam Cipta, 2015. 8(3): p. 10-17.
[127] Blanusa, T., et al., *Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'?* Building and Environment, 2013. 59: p. 99-106.
[128] Whittinghill, L.J., D.B. Rowe, and B.M. Cregg, *Evaluation of vegetable production on extensive green roofs.* Agroecology and sustainable food systems, 2013. 37(4): p. 465-484.
[129] Pouya, S., *Evaluation of roof gardens as recreation areas.* Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 2019. 2(1): p. 40-49.
[130] Bass, B. and B. Baskaran, *Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas.* 2003.
[131] Raid, M.M., et al., *The ecological benefits of rooftop garden for betterment of Local Urban Habitat In Malaysia.* Journal of Technology Management and Business, 2017. 4(2).
[132] Zapater-Pereyra, M., et al., *Constructed wetroofs: A novel approach for the treatment and reuse of domestic wastewater.* Ecological Engineering, 2016. 94: p. 545-554.
[133] Song, U., et al., *Wetlands are an effective green roof system.* Building and Environment, 2013. 66: p. 141-147.
[134] Zehnsdorf, A., et al., *Wetland roofs as an attractive option for decentralized water management and air conditioning enhancement in growing cities–A review.* Water, 2019. 11(9): p. 1845.
[135] Radić, M., M. Brković Dodig, and T. Auer, *Green facades and living walls–a review establishing the classification of construction types and mapping the benefits.* Sustainability, 2019. 11(17): p. 4579.
[136] Tedesco, S., R. Giordano, and E. Montacchini, *How to measure the green façade sustainability? A proposal of a technical standard.* Energy Procedia, 2016. 96: p. 560-567.
[137] Convertino, F., G. Vox, and E. Schettini, *Evaluation of the cooling effect provided by a green façade as nature-based system for buildings.* Building and Environment, 2021. 203: p. 108099.
[138] Othman, A.R. and N. Sahidin, *Vertical greening façade as passive approach in sustainable design.* Procedia-social and behavioral sciences, 2016. 222: p. 845-854.
[139] Kyselov, V. and G. Kyselova, *Mobile systems urban greening. as a factor of sustainable development (on the example of Odessa).* 2022.
[140] Микайло, О.А., *Innovative mobile solutions for vertical greenery in cities.* 2024.
[141] Fonseca, F., M. Paschoalino, and L. Silva, *Health and well-being benefits of outdoor and indoor vertical greening systems: a review.* Sustainability, 2023. 15(5): p. 4107.
[142] Gerdol, R., et al., *Use of moss (Tortula muralis Hedw.) for monitoring organic and inorganic air pollution in urban and rural sites in Northern Italy.* Atmospheric environment, 2002. 36(25): p. 4069-4075.
[143] Jiang, Y., et al., *Mosses are better than leaves of vascular plants in monitoring atmospheric heavy metal pollution in urban areas.* International journal of environmental research and public health, 2018. 15(6): p. 1105.
[144] Baczewska-Dąbrowska, A.H., B. Gworek, and W. Dmuchowski, *The use of mosses in biomonitoring of air pollution in the terrestrial environment: a review.* Environ. Prot. Nat. Resour, 2023. 34(2): p. 19-30.
[145] Oishi, Y., *Urban heat island effects on moss gardens in Kyoto, Japan.* Landscape and Ecological Engineering, 2019. 15(2): p. 177-184.
[146] Julinova, P. and D. Beckovsky, *Perspectives of moss species in urban ecosystems and vertical living-architecture: A review.* Advances in engineering materials, structures and systems: Innovations, mechanics and applications, 2019: p. 2370-2375.
[147] Şen, E. and B. Şat, *Bioswales as engineering functions of nature-based solutions to increase urban resilience: A*

review. Forestist, 2024. 74(2): p. 253-258.
[148] Ellis, L. and K. Bettin, *Stormwater management: Rain gardens to bioretention areas.* 2022.
[149] Folorunso, O.C., *Bioswales in Urban Stormwater Management: A literature review on design principles and performance assessment.* 2020.
[150] Scharenbroch, B.C., J. Morgenroth, and B. Maule, *Tree species suitability to bioswales and impact on the urban water budget.* Journal of environmental quality, 2016. 45(1): p. 199-206.
[151] Anderson, B.S., et al., *Bioswales reduce contaminants associated with toxicity in urban storm water.* Environmental toxicology and chemistry, 2016. 35(12): p. 3124-3134.
[152] Chen, T., et al., *Unlocking the positive impact of bio-Swales on hydrology, water quality, and biodiversity: A bibliometric review.* Sustainability, 2023. 15(10): p. 8141.
[153] Xiao, Q. and E.G. McPherson, *Performance of engineered soil and trees in a parking lot bioswale.* Urban Water Journal, 2011. 8(4): p. 241-253.
[154] Koskiaho, J., et al., *Retaining agricultural nutrients in constructed wetlands–experiences under boreal conditions.* Ecological Engineering, 2003. 20(1): p. 89-103.
[155] Sleytr, K., et al., *Investigation of bacterial removal during the filtration process in constructed wetlands.* Science of the Total Environment, 2007. 380(1-3): p. 173-180.
[156] Wu, H., et al., *Constructed wetlands for pollution control.* Nature reviews earth & environment, 2023. 4(4): p. 218-234.
[157] Zhang, C., et al., *Can constructed wetlands be wildlife refuges? A review of their potential biodiversity conservation value.* Sustainability, 2020. 12(4): p. 1442.
[158] Torrens, A., et al., *Impact of design and operation variables on the performance of vertical-flow constructed wetlands and intermittent sand filters treating pond effluent.* Water research, 2009. 43(7): p. 1851-1858.
[159] Hijosa-Valsero, M., et al., *Optimization of performance assessment and design characteristics in constructed wetlands for the removal of organic matter.* Chemosphere, 2010. 81(5): p. 651-657.
[160] Yazdi, M.N., et al., *Efficacy of a retention pond in treating stormwater nutrients and sediment.* Journal of cleaner production, 2021. 290: p. 125787.
[161] Le Viol, I., et al., *The contribution of motorway stormwater retention ponds to the biodiversity of aquatic macroinvertebrates.* Biological Conservation, 2009. 142(12): p. 3163-3171.
[162] Birkinshaw, S.J. and V. Krivtsov, *Evaluating the effect of the location and design of retention ponds on flooding in a peri-urban river catchment.* Land, 2022. 11(8): p. 1368.
[163] Krivtsov, V., et al., *Monitoring and modelling SUDS retention ponds: case studies from Scotland.* ICONHIC 2019, 2019.
[164] Jia, H., et al., *Planning of LID–BMPs for urban runoff control: The case of Beijing Olympic Village.* Separation and Purification Technology, 2012. 84: p. 112-119.
[165] Pratt, C., J. Mantle, and P. Schofield, *Urban stormwater reduction and quality improvement through the use of permeable pavements*, in *Urban discharges and receiving water quality impacts.* 1989, Elsevier. p. 123-132.
[166] Park, D.-G., et al., *A case study: Evaluation of water storage capacity in permeable block pavement.* KSCE Journal of Civil Engineering, 2014. 18(2): p. 514-520.
[167] Scholz, M. and P. Grabowiecki, *Review of permeable pavement systems.* Building and environment, 2007. 42(11): p. 3830-3836.
[168] Thorpe, D. and Y. Zhuge. *Advantages and disadvantages in using permeable concrete as a pavement construction material.* in *Proceedings of the 26th Annual Conference of the Association of Researchers in Construction Management (ARCOM 2010).* 2010. University of Southern Queensland.
[169] Beleri, P.S. and K. Kotyal, *ECO-FRIENDLY PAVING SOLUTIONS IN LANDSCAPE DESIGN.* FLORICULTURE AND LANDSCAPING: p. 119.
[170] Vishnudas, S., et al., *The protective and attractive covering of a vegetated embankment using coir geotextiles.* Hydrology and earth system sciences, 2006. 10(4): p. 565-574.
[171] Islam, S., *Use of vegetation and geo-jute for slope protection.* 2013.
[172] Datta, U., *Application of jute geotextiles.* Journal of Natural fibers, 2007. 4(3): p. 67-82.