

Systémy zachycování dešťové vody a hospodaření s povodňovými vodami ve venkovských oblastech: systematický přehled

IMANE BELKAF, MUSTAPHA HASNAOUI

Klíčová slova: klima – sucho – suchý, polosuchý, hydraulický systém – dešťová voda – zachycování dešťové vody (RWH) – povodeň – vodní eroze

ABSTRAKT

V klimatu charakterizovaném dlouhodobým suchem, pozorovaným především v suchých a polosuchých oblastech, se instalace vodních systémů pro zachycování a akumulaci dešťové vody ve venkovských a izolovaných oblastech stává nezbytností pro zachování chovu hospodářských zvířat a zajištění vodní bezpečnosti místního obyvatelstva. Za tímto účelem syntetizuje tato přehledová studie nedávné výzkumy zaměřené na různé vodní systémy využívané pro zachycování dešťové vody (rainwater harvesting, RWH) ve venkovských oblastech na podporu zemědělství, chovu hospodářských zvířat a domácností. Přehled zahrnuje 66 relevantních studií publikovaných v časopisech indexovaných v databázích ScienceDirect a Scopus v období pěti let (leden 2021 až prosinec 2025). Zdůrazňuje význam návrhu založeného na specifických charakteristikách jednotlivých lokalit či zemí, kritéria výběru lokalit pro realizaci, dopady systémů RWH na zemědělství, chov hospodářských zvířat a venkovské domácnosti. Identifikuje též stávající výzvy a navrhuje obecná doporučení pro udržitelné hospodaření s dešťovou vodou a snižování povodňových rizik.

ÚVOD

Tlak na vodní a přírodní zdroje ve světě, umocněný změnou klimatu, ohrožuje zemědělství, chov hospodářských zvířat a zvyšuje chudobu v suchých a polosuchých oblastech, zejména ve venkovských a izolovaných lokalitách. V tomto kontextu získávají systémy zachycování dešťové vody (rainwater harvesting, RWH) na mezinárodní úrovni na významu jako udržitelné řešení hospodaření s dešťovou vodou.

RWH je proces sběru dešťových srážek nebo odtoku a jejich akumulace v nádržích, rezervoárech či jiných akumulačních systémech. Zachycená dešťová voda může být následně využívána pro různé lokální účely vzhledem k jejímu omezenému objemu. Srážková voda může být zachycována z různých zdrojů. Systémy RWH (RWHS) jsou navrhovány tak, aby zadržovaly povrchový odtok ze strmých a řídky zalesněných horských svahů a odváděly jej do zemědělských oblastí [1]. Tyto systémy tak plní dvojí funkci: zajišťují zásobování vodou a zároveň přispívají k managementu povodňových vod, což je činí specifickými a výjimečnými [2]. Okello et al.

[3] uvádějí, že kromě zvyšování dostupnosti vody přispívá RWH k obnově okolních zdrojů podzemní vody a vytváří pracovní příležitosti v místních komunitách. V důsledku toho přispělo široké zavádění RWH jako strategického řešení nedostatku vody ke snížení odběrů podzemní vody. RWH je využíváno nejen k řešení narůstající nerovnováhy mezi nabídkou a poptávkou po vodě, ale také k podpoře sociálního, environmentálního a ekonomického rozvoje, což v konečném důsledku zlepšuje kvalitu života v suchých a polosuchých oblastech [4–7].

V průběhu posledních desetiletí projevila řada výzkumníků zájem o technologie a postupy RWH a zároveň mnoho zemí po celém světě využívá RWHS jako alternativní opatření k zajištění vody pro domácí a zemědělské účely v suchých a izolovaných oblastech. Tyto RWHS se však liší v závislosti na lokalitě podle řady kritérií, jako jsou geografická poloha, konfigurace reliéfu, hydrografická síť, účel využití dešťové vody, socioekonomická situace, preference místního obyvatelstva a environmentální podmínky. Výzkumníci se proto snaží tato kritéria kombinovat při návrhu a realizaci vhodného RWHS pro konkrétní lokalitu.

Současné přehledové studie se zaměřují především na přínosy RWHS při řešení nedostatku vody v oblastech ohrožených suchem [8, 9], modernizaci tradičních RWHS [10, 11], jejich potenciální využití v zemědělství a chovu hospodářských zvířat [12, 13] a integraci nových technologií za účelem maximalizace výkonnosti RWHS [14, 15]. Tyto přehledy však využívají odlišné metodologické přístupy a často zahrnují zdroje s rozdílnou úrovní vědecké rigoróznosti (odborné zprávy, kapitoly z knih). Některé studie se navíc úzce zaměřují na specifický aspekt RWH nebo jsou omezeny na určité regiony, jako je Blízký východ a severní Afrika (MENA) nebo země s nízkými a středními příjmy (LMICs). Tento roztržitý pohled omezuje komplexní porozumění globálnímu významu a různorodým aplikacím RWHS napříč různými sektory. Aby napravila tyto nedostatky, provádí tato studie systematický přehled literatury založený na rámci Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) a zaměřuje se výhradně na recenzované články publikované v databázích Scopus a ScienceDirect v období od ledna 2021 do prosince 2025. Tato strukturovaná a transparentní metodika zvyšuje reprodukovatelnost a poskytuje ucelenou syntézu výzkumu na globální úrovni. Na rozdíl od dřívějších přehledů zaměřených na RWHS (např. [7, 16–19]) je tato studie uspořádána tak, aby usnadnila porozumění komplexní struktuře RWHS, a je vedena klíčovými otázkami zaměřenými na identifikaci vědeckého pokroku v oblasti RWH, analýzu různých výzkumných přínosů v oblasti RWH a určení výzev politik hospodaření se srážkovou a povodňovou vodou. V rámci tohoto výzkumného úsilí studie poskytuje podrobnou syntézu hlavních principů, technik, aplikací a postupů RWH, které existují po celém světě. Zdůrazňuje rovněž nedávný pokrok a budoucí perspektivy udržitelného hospodaření s vodními zdroji.

Tento příspěvek je strukturován následovně: první část představuje metodiku studie a zdůrazňuje kritéria použitá pro výběr zdrojů a studií v rámci systematického přehledu literatury založeného na metodice PRISMA. Druhá část obsahuje literární rešerši, která shrnuje výsledky všech recenzovaných článků. Tato část je členěna do několika oddílů: nejprve je uveden přehled historických a tradičních technik RWH v suchých a polosuchých oblastech; následně je prezentován technický přehled RWHS, včetně jejich typů, návrhových hledisek, lokalit realizace a postupů údržby. Následující část se zabývá dopady RWH na zemědělství, chov hospodářských zvířat a obživu ve venkovských oblastech, jakož i jeho úlohou při řízení potravinové bezpečnosti a vodní eroze. Závěrečná část se věnuje politikám hospodaření s vodou a institucionálním mechanismům podpory.

METODY

Pro účely této studie byla zvolena metodika systematické literární rešerše ke sběru, analýze a hodnocení určitého počtu vědeckých prací zaměřených na RWH ve světě. K zajištění systematického a transparentního výběrového procesu byla použita metodika PRISMA. Moher et al. [20] představili metodiku PRISMA jako soubor doporučení zaměřených na zvýšení transparentnosti a úplnosti prezentace systematických přehledů prostřednictvím definovaného postupu zahrnujícího identifikaci studií, jejich screening, posouzení způsobilosti a konečné zařazení.

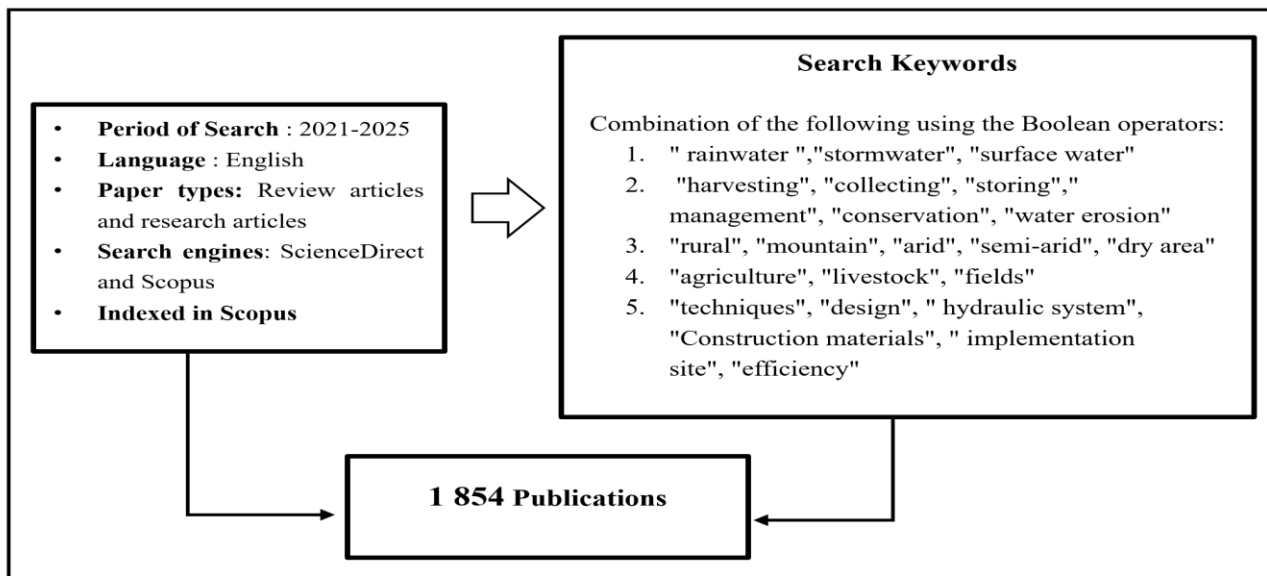
Kritéria způsobilosti

RWH se od počátku 21. století stalo významným tématem, přičemž počet publikací v průběhu let narůstá [16]. S ohledem na tento rozsáhlý objem publikací byly studie zahrnuté do tohoto přehledu pečlivě vybrány na základě předem stanovených kritérií způsobilosti s cílem zajistit jejich relevanci a konzistentnost. Tato kritéria způsobilosti zahrnovala recenzované články psané v angličtině, publikované v období od ledna 2021 do prosince 2025, indexované v databázi Scopus a dostupné ve ScienceDirect a Scopus a zaměřené na RWH ve venkovských oblastech.

Strategie vyhledávání

Pro vyhledávání článků byly použity bibliografické databáze ScienceDirect a Scopus. V rámci tohoto vyhledávání byla použita specifická klíčová slova a termíny související s RWH ve venkovských oblastech (*obr. 1*). Vyhledávací dotaz byl strukturován následovně: ("rainwater" OR "stormwater" OR "surface water") AND ("harvesting" OR "collecting" OR "storing" OR "management" OR "conservation" OR "water erosion") AND ("rural" OR "mountain" OR "arid" OR "semi-arid" OR "dry area") AND ("agriculture" OR "livestock" OR "fields") AND ("techniques" OR "design" OR "hydraulic system" OR "construction materials" OR

"implementation site" OR "efficiency"). Pomocí této vyhledávací strategie byl získán počáteční soubor 1 854 publikací.



Obr. 1. Strategie použitá při vyhledávání v bibliografických databázích

Fig. 1. Strategy used in the search of bibliographic databases

Proces screeningu a výběru studií

Správa referencí

Všechny publikace získané vyhledáváním byly importovány do Zotero, což je software pro správu bibliografických citací [21], za účelem identifikace a odstranění duplicitních záznamů. V této fázi bylo ze souboru odstraněno 79 publikací z důvodu duplicity (*obr. 2*).

Proces výběru studií

Po odstranění všech duplicitních záznamů byl na zbývajících 1 775 záznamů aplikován druhý filtr založený na názvech článků z důvodu zajištění relevantního obsahu. V souladu s tím byly z databáze vyloučeny články, které neobsahovaly předem definovaná klíčová slova (*obr. 1*) v názvu. Tímto způsobem bylo odstraněno 1 579 článků a počet záznamů se v této fázi snížil na 196. Za účelem dalšího zpřesnění tohoto souboru byl následně aplikován třetí, manuální filtr založený na abstraktech článků, jehož cílem bylo zahrnout pouze články odpovídající těmto třem hlavním tématům:

- postupy a technologie RWH v zemědělství, zachování chovu zvířat v hospodářstvích a ve venkovských domácnostech;
- hospodaření s povodňovou vodou a vodní erozí ve venkovských oblastech;

- politika správy vodních zdrojů.

Tento proces prováděli oba autoři, přičemž nejasné případy byly podrobněji analyzovány a diskutovány až do dosažení konsenzu.

Na konci tohoto procesu bylo po přečtení abstraktů vyřazeno 96 článků a 100 článků bylo vybráno k dalšímu zpracování (obr. 2).

Kritéria pro zařazení/vyřazení

Po podrobném prostudování plných textů článků splňujících počáteční aspekty screeningu byla stanovena jasná kritéria pro zařazení a vyřazení s cílem potvrdit jejich soulad s hlavními tématy výzkumu (tab. 1). Podle výsledku tohoto procesu bylo vybráno 89 článků k dalšímu hodnocení. Celý proces screeningu byl dokumentován pomocí nástroje Zotero a tabulek v Excelu, včetně relevantních poznámek ke každému článku.

Tab. 1. Kritéria pro zařazení a vyřazení

Tab. 1. Inclusion and exclusion criteria

Kritéria pro zařazení	Kritéria pro vyřazení
<p>Zařazené články se zabývaly:</p> <ul style="list-style-type: none"> – RWHS ve venkovských oblastech: návrhem, lokalitami realizace, postupy a technologiemi; – RWHS využívanými ke zlepšení kvality zemědělství, chovu hospodářských zvířat a života ve venkovských domácnostech; – hospodařením s povodňovou vodou a erozí ve venkovských oblastech prostřednictvím instalace RWHS; – politikou správy vodních zdrojů související s RWH. 	<p>Vyřazené články se týkaly:</p> <ul style="list-style-type: none"> – RWHS v urbanizovaných oblastech; – RWH zaměřeného na doplňování zásob podzemní vody; – kvality dešťové vody; – kombinovaných systémů: RWH a solární energie.

Proces sběru dat

Veškerá data týkající se 89 vybraných článků byla pečlivě extrahována a uspořádána do tabulky v Excelu. Tento získaný soubor dat zahrnuje klíčové informace, konkrétně jména autorů, názvy článků, roky publikace, lokality studií, hlavní témata, abstrakty, výzkumné metodiky a výsledky. Tento strukturovaný přístup usnadnil analýzu a zajistil lepší přístup k detailům jednotlivých článků pro účely porovnání a přehledu.

Hodnocení kvality

Kvalita metodiky všech zařazených článků byla hodnocena na základě dvou hlavních kritérií:

- srozumitelnost výzkumné metodiky;
- relevance a validita výsledků.

Toto hodnocení bylo provedeno manuálně oběma autory a poznámky k omezením jednotlivých článků byly zaznamenány do tabulek v Excelu. Na základě těchto stanovených kritérií bylo osm článků vyřazeno z důvodu slabé metodiky a 15 článků bylo vyřazeno z důvodu nedostatečné relevance a validity výsledků. Po tomto hodnocení splnilo stanovená kritéria 66 článků, jež byly zařazeny do finálního výběru.

Hodnocení zkreslení

Po hodnocení kvality bylo u zbývajících 66 článků provedeno hodnocení zkreslení pomocí kontrolního seznamu Critical Appraisal Skills Program (CASP). Toto hodnocení se zaměřilo na srozumitelnost výzkumného procesu, přítomnost odkazů na zdroje, empirická data a validitu zjištění. Na rozdíl od předchozího hodnocení kvality nebyly v této fázi na základě posouzení zkreslení vyřazeny žádné články, což znamená, že všechny zahrnuté studie vykazovaly přijatelnou úroveň kontroly zkreslení a transparentnosti.

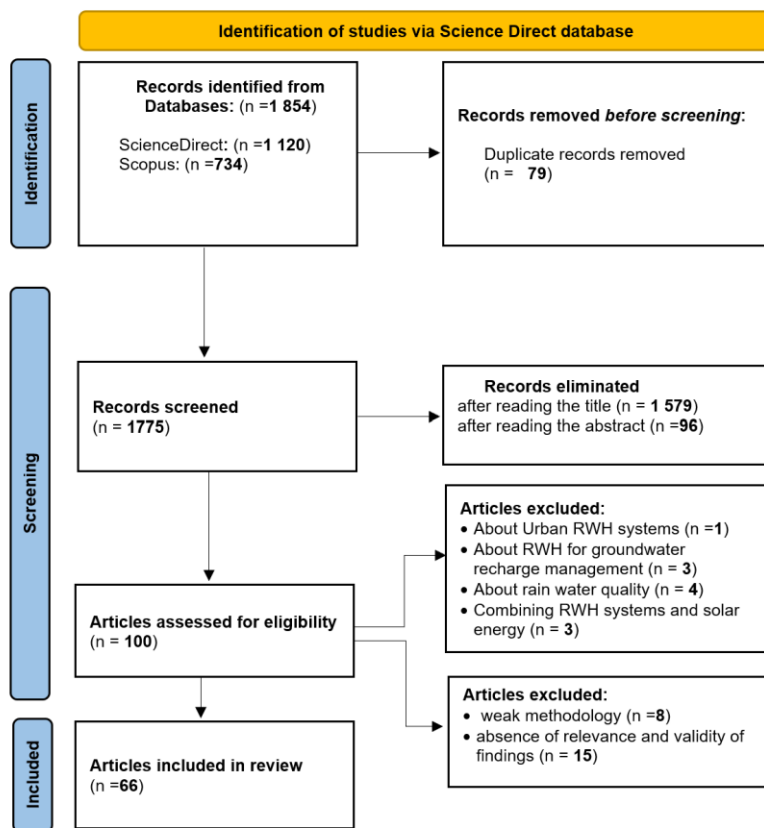
Syntéza dat

Konečný soubor obsahující 66 článků byl analyzován pomocí kvalitativního syntetického přístupu, který umožnil identifikaci, uspořádání a analýzu zjištění a výsledků jednotlivých studií. V průběhu tohoto procesu byly výsledky studií shrnuty, porovnány a byly hodnoceny jejich heterogenity. Následně byly články kategorizovány podle svého zaměření do hlavních podtémat, včetně RWH v historických a moderních stavbách, aplikací RWH ve venkovském prostředí, hospodaření s povodňovou vodou a vodní erozí a politik správy vodních zdrojů. Tato klasifikace poskytla systematický přehled existující literatury.

Vývojový diagram PRISMA

Na závěr tohoto procesu byl manuálně vytvořen vývojový diagram PRISMA (*obr. 2*), který znázorňuje celý proces výběru studií od počáteční identifikace záznamů až po jejich finální zařazení.

Tento strukturovaný postup zajišťuje transparentnost a zvyšuje reprodukovatelnost přehledu.



Obr. 2. Vývojový diagram Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)

Fig. 2. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flow diagram

VÝSLEDKY A DISKUZE

Zjištěné poznatky syntetizují informace z vybrané literatury a zdůrazňují reprezentativní příklady z různých regionů. Vzhledem k heterogenitě geografických kontextů a metodologických přístupů se síla důkazů mezi hodnocenými studiemi liší, což může ovlivnit zobecnitelnost závěrů. Celkovou míru důvěryhodnosti důkazů lze proto považovat za střední. Výsledky je proto třeba interpretovat s opatrností s ohledem na inherentní omezení dostupných důkazů.

Pro usnadnění komplexní analýzy byly články zařazené do finálního výběru klasifikovány a uspořádány do pěti podtémat pomocí nástroje Zotero:

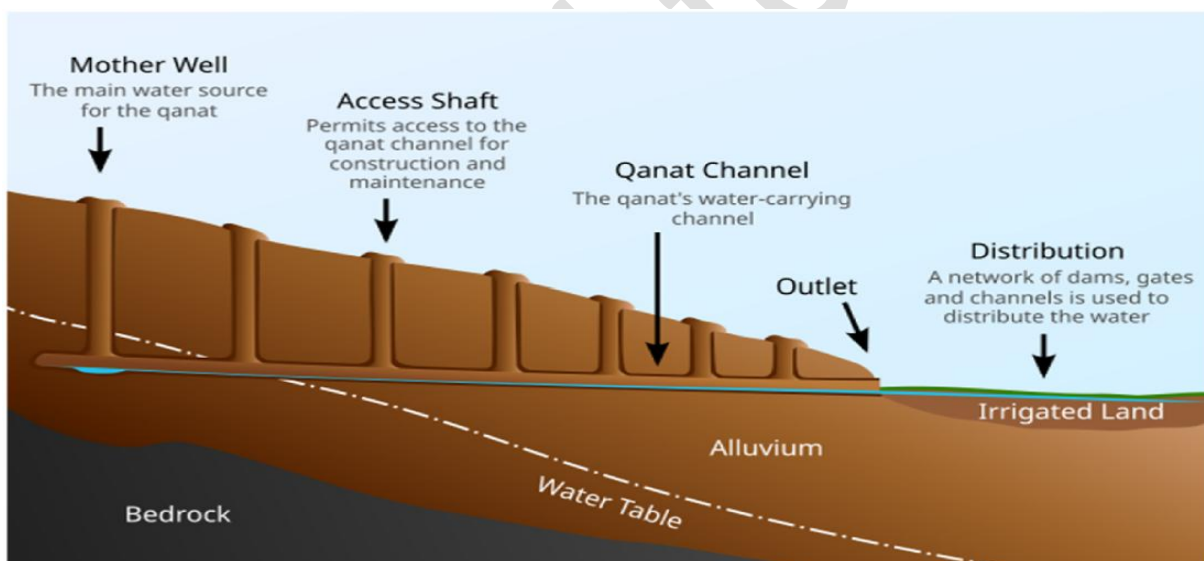
- historické a tradiční techniky RWH v suchých a polosuchých oblastech;
- hlavní charakteristiky RWHS;
- dopady RWHS na zemědělství, chov hospodářských zvířat a život ve venkovských domácnostech;
- hospodaření s povodňovou vodou a erozí ve venkovských oblastech;
- politika správy vodních zdrojů související s RWH a hospodařením s povodňovou vodou.

Historické a tradiční techniky RWH v suchých a polosuchých oblastech

RWH dlouhodobě představuje základní pilíř hospodaření s vodou v suchých a polosuchých oblastech a odráží vynalézavost a kulturní odolnost komunit čelících nedostatku vody. Tato část syntetizuje nedávné studie, které společně zdůrazňují význam a rozmanitost těchto tradičních postupů RWH a jejich kulturní význam napříč Blízkým východem, Asií, severní Afrikou a subsaharskou Afrikou

Podzemní kanály

Podzemní kanály představují jednu z nejvyspělejších tradičních praktik RWH v regionu MENA, navrženou tak, aby omezovala výpar a zvyšovala efektivitu. Tyto podzemní vodní systémy se liší mezi jednotlivými zeměmi jak technikami, tak názvoslovím, např. kanát, falaj (aflaj) nebo foggara [5]. Tyto systémy využívají gravitaci k transportu vody z výše položených zvodní do níže položených zemědělských oblastí. Tato technika nejen zajišťuje přívod vody do oblastí s omezenou dostupností povrchové vody, ale také snižuje ztráty vody výparem. Na druhé straně Weerahewa et al. [22] představují aflaj jako hydraulický systém inspirovaný místními tradicemi a islámskými principy rovnosti, které zajišťují spravedlivé rozdělování vody na Arabském poloostrově.



Obr. 3. Průřez systémem kanát (zdroj: [5])

Fig. 4. Cross-section of qanat system (Source: [5])

Cisterny

Tyto systémy akumulace vody umožňují zachycování vody v období dešťů za účelem jejího využití během dlouhodobého sucha. Cisterny se liší v závislosti na lokalitě z hlediska typologie i použitých stavebních materiálů a mohou mít podobu otevřených nádrží, jako např. v Sele na jižní transjordánské plošině [23], nebo

podzemních objektů, jako jsou **sarniç**, tedy tradiční cisterny využívané na ostrově Bozcaada (Turecko) k zajištění vody při jejím nedostatku [24].



Obr. 5. Starověká cisterna ve středním Maroku (zdroj: autoři)

Fig. 6. Ancient Cistern in central Morocco (Source: Authors)

Tradiční techniky zachycování povrchové vody

Zachycování povrchové vody může rovněž označovat RWH a zachycování povodňové vody. Tato metoda je založena na sběru a akumulaci dešťové nebo povodňové vody v půdě, přírodních nádržích nebo podzemí pro pozdější využití. Podle Ben Hassen et al. [5] je tato starobylá technika široce využívána v mnoha suchých a polosuchých oblastech po celém světě:

- V Tunisku se **jessour** využívají jako tradiční objekty pro zachycování vody, tvořené malými zemními hrázkami vybudovanými napříč údolními dny za účelem zachycení dešťové vody. Hlavní funkcí jessour je zachycovat srážkovou vodu z ojedinělých epizod a následně ji převádět prostřednictvím terasového systému, což umožňuje pěstování plodin, jako jsou olivovníky a mandloně, v suchých podmínkách.



Obr. 7. Systém jessour v Tunisku (zdroj: [5])

Fig. 8. The jessour system in Tunisia (Source: [5])

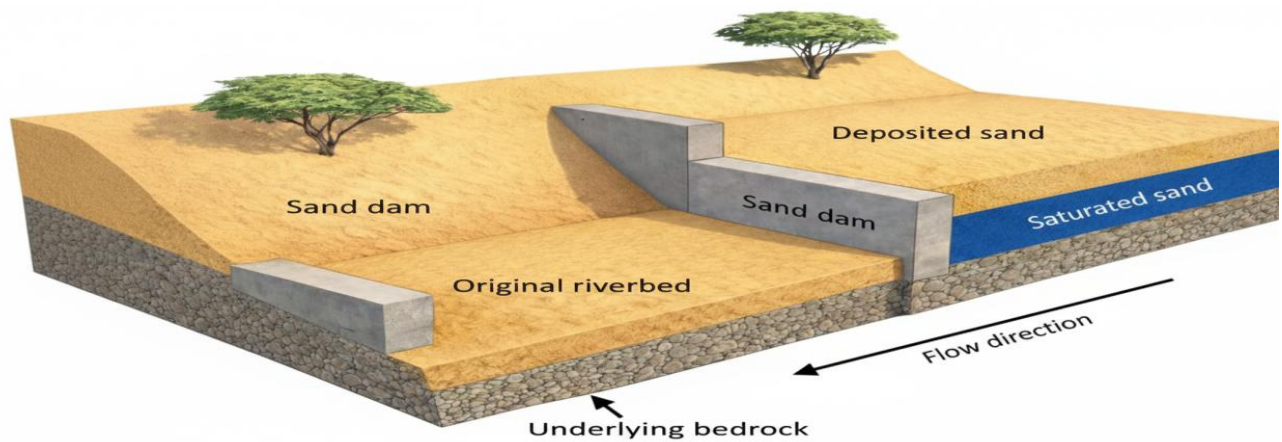
- V Jemenu se např. ve **vádích** běžně využívá **závlaha povodňovou vodou** (spate irrigation) jako starobylá a tradiční metoda hospodaření s vodou. Je navržena pomocí zemních konstrukcí, jež přeměrovávají povodňové vody gravitací z horských povodí na zemědělské pozemky, aby je bylo možné rychle zavlažit [5].



Obr. 9. Závlaha povodňovou vodou v Jemenu (zdroj: [5])

Fig. 10. Spate irrigation system in Yemen (Source: [5])

- V Keni a Tanzanii se využívají **pískové hráze** (sand dams) k ukládání dešťové vody v písku během období dešťů, čímž se omezuje výpar a zároveň zvyšuje doplňování podzemních vod [3].



Obr. 11. Průřez systémem pískové hráze (zdroj: autoři)

Fig. 12. Cross-section of a sand dam system (source: Authors)

Hlavní charakteristiky RWHS: inovace, návrh, realizace a udržitelnost

Modernizace tradičních systémů RWHS

Systémy zachycování dešťové vody (RWHS) jsou po staletí využívány k hospodaření s vodními zdroji a dokládají důmyslnost a moudrost tradičních venkovských komunit. Na jejich základě se současní výzkumníci stále více zaměřují na modernizaci tradičních RWHS prostřednictvím integrace nových technologií a pokroků s cílem vyvíjet udržitelná řešení nedostatku vody.

Ačkoli evropský přístup považuje dešťovou vodu za odpadní vodu, Madomguia et al. [11] zdůrazňují, že dešťová voda je udržitelným vodním zdrojem, odlišným od povrchových i podzemních vod. Nedávná studie Madomguia et al. [11] poukazuje na významnou roli RWH v pohoří Mandara v Kamerunu. V této oblasti jsou místními obyvateli obnovovány starobylé RWHS nazývané **biefs**, které slouží jako malé hráze. Kromě toho jsou kamenné terasové systémy udržovány prostřednictvím instalace zelených bambusových stěn. Tyto postupy nejen zvyšují výnosy plodin v terasovém zemědělství, ale také přispívají ke zmírnění povodňových rizik a zajištění potravinové a vodní bezpečnosti v této horské oblasti.

Podobně Carrion-Mero et al. [25] zdůrazňují využití hydrogeologických a geomorfologických analýz prostřednictvím GIS k efektivnější identifikaci vodních děl a odvodňovacích oblastí na svazích sopky Chimborazo v Ekvádoru. Výzkum podporuje modernizaci tradičních RWHS označovaných jako **camellones** s

cílem zvýšit jejich účinnost a podpořit udržitelné hospodaření s vodou.

V Tunisku slouží systém **tabias** jako tradiční objekt RWH určený ke kontrole povodní. Tyto vodní systémy se skládají z kamenných bariér propojených do terasovitě obhospodařovaných pozemků (např. jessour), které zachycují odtok, čímž chrání zemědělskou půdu před zaplavením a zároveň poskytují vodu pro závlahu. S ohledem na jejich zásadní význam pro zemědělství a protipovodňovou ochranu tuniská vláda mnoho tradičních tabias odstranila a značný počet těchto objektů vybudovala znovu za použití moderních stavebních nástrojů a technik [10].

Typy, návrhy a určování vhodných lokalit pro RWHS

RWHS se vyznačují rozmanitostí typů a návrhů v závislosti na geografické poloze, hydrologických podmínkách, sociokulturním prostředí uživatelů a účelu jejich využití. V důsledku toho bylo v posledních letech provedeno mnoho studií zaměřených na zkoumání těchto systémů a na přesné určení jejich optimálních budoucích lokalit.

- Vhodné metody výběru lokalit

Výběr vhodných lokalit pro realizaci RWHS je klíčovým krokem k zajištění dlouhodobé udržitelnosti a účinnosti těchto vodních děl [26]. Proces výběru potenciálních lokalit obvykle zahrnuje následující kroky:

- **Vymezení zájmového území a sběr dat:** Vymezit zájmové území a shromáždit relevantní prostorová i neprostorová data, včetně topografických map, geologických a hydrologických údajů, meteorologických záznamů, družicových snímků Landsat 8 (RS) a socioekonomických dat [4, 27–30].
- **Stanovení kritérií a zpracování dat:** Určit klíčová kritéria na základě rešerše literatury, terénních zkušeností a předpokládaného využití zachycené vody. Shromážděná data a kritéria jsou zpracována a převedena do tematických vrstev v prostředí GIS. Mezi běžné vrstvy patří sklon svahu, řád vodních toků, hustota odvodnění, srážky, typ půdy, využití krajiny/pokryv území (LULC) a silniční síť. Tyto tematické vrstvy jsou následně reklasifikovány [26, 28] a standardizovány pomocí fuzzy funkcí příslušnosti pro numerická data a krokových funkcí pro kategoriální data [29]. Zpracované vrstvy slouží jako vstupy do GIS pro vytvoření výsledné mapy vhodnosti.
- **Hydrologické modelování:** Pro zpřesnění mapy vhodnosti lze využít hydrologické modely, jako je model Soil and Water Assessment Tool (SWAT) [27] nebo metoda Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) [28, 29], k simulaci odtoku, infiltrace a odnosu sedimentů. Přestože je hydrologické modelování doporučováno řadou výzkumníků, při určování vhodných lokalit pro realizaci RWHS zůstává krokem volitelným.

- **Vážení kritérií a vícekritériální rozhodovací analýza (MCDA):** Přiřadit jednotlivým kritériím váhy pomocí metod, jako je Analytic Hierarchy Process (AHP) [27] nebo fuzzy AHP [29]. Pro zvýšení robustnosti výsledků některé studie kombinují techniky MCDA se statistickou analýzou prostorových vazeb, např. metodou Weight of Evidence (WOE) [28], nebo využívají metodu ViseKriterijumska Optimizacija (VIKOR) k hodnocení alternativ na základě subjektivních posouzení terénních expertů [29].
- **Tvorba a vizualizace mapy vhodnosti:** Integrovat vážená kritéria v prostředí GIS za účelem vytvoření mapy vhodnosti, která klasifikuje zájmové území do kategorií, jako jsou velmi vysoká, vysoká, střední, nízká a velmi nízká vhodnost [1, 4, 9, 27–29, 31, 32].
- **Validace a vazba na politiky:** Ověřit výsledky hodnocení vhodnosti jejich propojením s cíli udržitelného rozvoje (SDGs) a posoudit jejich soulad s místními vládními politikami v zájmové oblasti [27, 29].

Pro tvorbu map vhodnosti RWH byly využity různé modelovací nástroje. Patří mezi ně model SWAT založený na GIS pro hodnocení poddenního hydrologického vlivu RWH na závlahu krajiny [33]; metoda AHP realizovaná v GIS; algoritmy strojového učení [28] a Markovův řetězec odhadující pravděpodobnosti přechodů mezi hydrologickými stavy za účelem optimalizace výběru lokalit pro RWH [34]. Tyto nástroje společně slouží k podpoře tvůrců politik a zainteresovaných aktérů při vytváření rámců udržitelného hospodaření s vodou.

Typy RWH a jejich návrhové přístupy

RWHS vykazují širokou škálu návrhů, formovaných jejich uplatněním v různorodých kulturních a prostorových kontextech. Níže uvedená tabulka (*tab. 2*), sestavená na základě přehledu řady studií publikovaných celosvětově v letech 2021–2025, shrnuje návrhové přístupy spojené s jednotlivými existujícími typy RWH. Za pozornost stojí, že inovativní struktury a metody RWH jsou vyvíjeny především v Číně, např. bioinspirované jednorozměrné (1D) struktury [15] a technologie RWH založené na silniční infrastruktuře [35, 36]. Naopak nedávný výzkum v Indii zdůrazňuje RWHS zaměřené na minimalizaci kontaminace vody, což dokládají návrhy, jako je tzv. rain saucer [37].

V suchých a polosuchých venkovských oblastech v Pákistánu, na Srí Lance a v Džibutsku jsou běžné tradiční RWHS, jako jsou rybníky, vsakovací nádrže a malé vodní nádrže. Tyto stavby slouží jako malé povrchové zásobníky vody pro místní využití, např. pro závlahu a napájení hospodářských zvířat, a zároveň přispívají k doplňování podzemních vod. Jejich návrh je obecně jednoduchý, což odráží nízké nároky na stavební materiály. Tyto RWHS jsou obvykle umístěny na mírných svazích, zpravidla se sklonem menším než 5 %, přičemž půdní podmínky jsou přizpůsobeny jejich funkci: jílovité nebo hlinité půdy u rybníků pro minimalizaci průsaků,

a propustné půdy (písečné nebo rozpukané horninové formace) u vsakovacích nádrží, aby byla umožněna infiltrace vody do zvodní a zajištěno doplňování podzemních vod [28, 29]. Malé nádrže jsou často vzájemně propojeny do kaskádových systémů s cílem co nejvíce zvýšit distribuci vody a snížit ztráty způsobené výparem [32].

V zemích Blízkého východu jsou přehrady a přehrážky (check dams) považovány za klíčová řešení nedostatku vody. Jejich návrh a výstavba jsou výrazně ovlivněny místními podmínkami, zejména geologií a hydrologií, které určují optimální tvar, retenční kapacitu a použité stavební materiály. Ty jsou zpravidla získávány z místních zdrojů, jako jsou štěrk, jíla a vápencové horniny, aby se snížily náklady na výstavbu a zvýšila jejich odolnost. Návrh těchto objektů je rovněž určován jejich hlavním účelem; přehrážky slouží především ke kontrole eroze a k zachycování dešťové vody (RWH), zatímco přehrady plní více funkcí, včetně protipovodňové ochrany, akumulace vody pro zemědělské, domácí a průmyslové využití a výroby energie [1, 4, 9, 27, 28, 31].

Tyto integrované návrhové přístupy, kombinující tradiční postupy s moderními modelovacími nástroji, pomáhají tvůrcům politik a investorům identifikovat vhodné lokality pro realizaci RWHS a zvolit odpovídající návrhy RWH pro jednotlivé lokality, čímž zvyšují účinnost a udržitelnost těchto řešení [28, 29, 32].

Tab. 2. Typy RWHS a jejich návrhové přístupy

Tab. 3. RWH types and their design approaches

Typ RWHS	Návrhový přístup	Země	Literatura
Přehrad a přehrážky	Komplexní vodní dílo různorodých tvarů a retenčních kapacit. Jeho výstavba výrazně upřednostňuje využití lokálně dostupných materiálů. Návrh je přizpůsoben podmínkám dané lokality a zamýšlenému účelu.	Irák; Egypt; Maroko; Pákistán; Indie	[1, 4, 9, 27, 28, 31]
Rybníky, vsakovací nádrže a malé nádrže	Jednoduché vodní dílo různých tvarů, navržené za účelem podpory doplňování podzemních vod a sloužící jako zásobárna vody pro zemědělství a napájení hospodářských zvířat. Jeho návrh a rozměry jsou úzce přizpůsobeny specifickým charakteristikám lokality, jako jsou sklon, typy půd a poloha vodních toků.	Pákistán; Srí Lanka; Džibutsko	[28, 29, 32]
Rain saucer	Bezstřešní metoda RWH spočívající v	Indie	[37]

	instalaci plachty z potravinářského polypropylenu, která umožňuje přímé zachycování dešťové vody bez kontaktu s nečistotami.		
Silniční technologie RWH	Spočívá ve výstavbě betonových cisteren podél horských silnic, které umožňují gravitační přivádění dešťové vody a jejich plnění.	Čína	[35, 36]
Bioinspirované jednorozměrné (1D) struktury	Inspirováno přírodními mechanismy zachycování vody, např. u osin pšenice, na povrchu pavoučího vlákna, listu araukárie či trnů kaktusů.	Čína	[15]

Kromě toho byly jako doplněk k RWHS zavedeny membránové technologie. Ty jsou obvykle instalovány za objekty RWH jako forma úpravy dešťové vody, která zajišťuje její kvalitu před opětovným využitím pro domácí a zemědělské účely. Tato metoda spočívá ve filtraci dešťové vody pomocí různých typů membrán (povrchové membrány, gravitačně poháněné membránové procesy a membránový bioreaktor) [14].

Požadavky na údržbu a udržitelnost

Trvanlivost RWHS je vysoce žádoucí, zejména s ohledem na jejich pozitivní dopady na více úrovních. Udržitelnost RWH zahrnuje následující aspekty:

- Plné a dlouhodobé zapojení všech aktérů

Úspěch projektu RWH v konečném výsledku závisí na angažovanosti všech aktérů vodního hospodářství, včetně vládních institucí, investorů, zemědělců a venkovského obyvatelstva jako celku. Tato spolupráce by usnadnila výstavbu, ochranu a údržbu objektů RWH [38]. Tito aktéři hrají klíčovou roli při realizaci projektu – od jeho návrhu přes instalaci až po uvedení do provozu. Pala et al. [18] dále zdůrazňují význam vzdělávání a zvyšování povědomí mezi venkovskými komunitami o ochraně RWHS a doporučují prosazování právních předpisů a jejich úprav s cílem zachovat tato vodní díla.

- Údržba objektů RWH

Vzhledem k vysokým počátečním nákladům moderních objektů RWH je nutné již ve fázi proveditelnosti a koncepčního návrhu zohlednit náklady na jejich údržbu a požadavky spojené s provozem, aby byla zajištěna jejich dlouhodobá životnost [7, 39]. Pravidelná údržba je zásadní pro zachování funkčnosti RWHS [40]. Zahrnuje čištění nádrží na vodu, rybníků, cisteren a povodí; sledování zápachu, barvy a chemických vlastností

akumulované vody; úpravu stojaté vody před jejím využitím a opravy poškozených částí RWHS [17]. Dostatečná a pravidelná údržba přispívá k zachování funkčnosti těchto objektů a zajišťuje kontinuitu jejich pozitivních přínosů.

- **Environmentální udržitelnost**

Projekty RWH prokázaly pozitivní environmentální dopady, zejména tím, že přispívají ke snižování spotřeby energie, k doplňování podzemních vod, zmírňování povodní, a tím i k částečné obnově přirozeného vodního cyklu [19]. To zahrnuje podporu udržitelného využívání vodních zdrojů a ochranu místních ekosystémů.

Socioekonomické a environmentální hodnocení RWHS

Ačkoli je základní princip techniky RWH jednoduchý – zachycování, akumulace a poskytování vody –, výběr vhodných lokalit pro realizaci RWHS zůstává pro výzkumníky a rozhodovací orgány náročným úkolem, protože závisí na socioekonomických a environmentálních parametrech.

Socioekonomické problémy představují hlavní překážku pro původní obyvatele při zajišťování vody nebo investování do vodohospodářských staveb [6]. Proto RWHS přináší znevýhodněným komunitám nesporné sociální a ekonomické přínosy [41]. Rodrigues de Sá Silva et al. [7] v této souvislosti zdůrazňují pozitivní socioekonomické dopady využívání RWHS v zemědělství a domácnostech v suchých a polosuchých oblastech na Sprašové plošině v Číně, přičemž uvádějí roční úsporu vody ve výši 75,8 m³ na domácnost a roční úsporu energie 138,6 kWh na domácnost. Podobná studie provedená Richards et al. [42] v Indii zjistila, že instalace RWHS ve venkovských veřejných školách by mohla ušetřit přibližně 25 % vody využívané pro nepitné účely. Khanal et al. [43] dále zdůrazňují význam povědomí uživatelů RWHS o udržitelných postupech hospodaření s vodou a doporučují začlenění témat souvisejících s dešťovou vodou do univerzitních studijních programů s cílem rozšířit znalosti v této oblasti. Xue et al. [44] však upozorňují, že ekonomické přínosy využívání RWHS se výrazně liší v závislosti na klimatických podmínkách daného regionu.

Socio-environmentální proměnné, jako jsou topografické, klimatologické, hydrologické, zemědělské, geologické, pedologické a antropogenní faktory, jsou zásadní pro úspěšný výběr potenciálních lokalit RWHS ve velkoplošných územích [45]. V tomto kontextu Teston et al. [19] navrhli analýzu potenciálního umístění RWHS, jež zohledňuje environmentální dopady těchto systémů pomocí nástrojů hodnocení životního cyklu (LCA) a modelování vodní bilance.

RWHS VYUŽÍVANÉ KE ZLEPŠENÍ KVALITY ZEMĚDĚLSTVÍ, CHOVU HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT A ŽIVOTA VE VENKOVSKÝCH DOMÁCNOSTECH

Dopad RWH na zemědělství ve venkovských oblastech

Venkovské zemědělství je ohroženo nedostatkem vody v důsledku změny klimatu a nadměrného odběru podzemních vod [13]. Tato situace je dále zhoršována nepravidelným rozložením srážek a neefektivními zavlažovacími systémy, zejména v suchých a polosuchých oblastech. V této souvislosti se RWH jeví jako účinné řešení pro zvýšení efektivity využívání vody a posílení odolnosti venkovských zemědělských systémů. RWH je klíčové pro zajištění dostatečného množství vody pro produkci plodin, což přispívá ke zlepšení venkovské ekonomiky [12, 30]. Níže jsou na základě recenzovaných článků uvedeny konkrétní příklady přínosů RWH pro výnosy plodin.

V suchých a polosuchých oblastech Číny bylo provedeno několik studií zaměřených na pěstování vojtěšky v systémech RWH typu ridge-furrow v kombinaci s biočarem (Wang et al. [46]) a s nasekanou slámou (Zhao et al. [47]). Tyto studie prokázaly významný pozitivní dopad na produktivitu plodin a optimalizaci zásobování vodou. To zároveň potvrzuje odolnost plodin s vysokou hodnotou vůči suchu. Podobně Chen et al. [48] poukazují na výrazné zvýšení výnosů kukuřice na farmách využívajících RWHS typu ridge-furrow, což přispívá ke zlepšení životních podmínek místních zemědělců.

V okrajových oblastech Zimbabwe ukázala nedávná studie Kubiku et al. [49], zaměřená na dvě odrůdy čiroku jako hlavní potravinářské plodiny v jižní Africe, že RWHS na okrajích polí představují perspektivní nízkonákladový přístup k hospodaření s vodou a živinami v dešťově závislých systémech pěstování čiroku, což zvyšuje produktivitu plodin a posiluje potravinovou bezpečnost.

V polosuché oblasti tureckého regionu Černého moře provedli Yildirim et al. [50] výzkum zaměřený na vliv RWHS typu ridge-furrow na růst, výnos a kvalitu červené papriky. Výsledky ukazují, že RWHS zlepšily produkci červené papriky a přispěly k dosažení udržitelného čistého příjmu zemědělců v tomto regionu.

V suchých degradovaných oblastech Jordánska byly v regionu Badia zavedeny dva typy RWHS (Vallerani a Marab) za účelem zachycování dešťové vody a podpory růstu vegetace. Studie zdůrazňuje významnou roli RWHS při obnově krajiny a podpoře udržitelného zemědělství [51].

V Indii [52] doporučuje využití RWH v polních nádržích jako strategický přístup ke zvýšení výnosů druhé sklizně a ke zlepšení hospodaření s vodou v malých zemědělských komunitách.

Dopad RWH na hospodářská zvířata a kvalitu jejich produktů

Nedostatek vody výrazně ovlivňuje produktivitu hospodářských zvířat, zejména v suchých oblastech, kde je nedostatek vody hlavním stresovým faktorem pro skot. Zvířata vystavená vodnímu stresu si totiž často udržují tělesnou vodu snížením příjmu krmiva, což negativně ovlivňuje jejich zdravotní stav, reprodukční výkonnost, růst a kvalitu produkce [53]. Proto jsou ovce přímo ovlivněny omezeným přístupem k vodě a ztrácejí mezi 1,2 a 21,5 % své tělesné hmotnosti, jak uvádějí Chikwanha et al. [53], což má dopad na kvalitu i množství masa. Podobně Halimani et al. [54] zjistili, že drobní chovatelé ovcí v suchých oblastech Jižní Afriky vnímají nedostatek vody jako zásadní riziko, což je vede k zavádění různých strategií hospodaření s vodou (např. RWHS) s cílem zmírnit stres zvířat.

Instalace RWH se v suchých a polosuchých oblastech stávají nezbytností pro zlepšení kvality chovu skotu tím, že zajišťují dodatečný zdroj vody v období sucha. Podle Chikwanha et al. [53] a Halimani et al. [54] má přístup k RWH pozitivní vliv na produktivitu hospodářských zvířat a následně i na drobné chovatele ovcí, a to zvyšováním vodní bezpečnosti a udržení produkce i během období sucha. RWHS umožňují zemědělcům, zejména znevýhodněným skupinám, investovat do doplňkového krmení a využívat vhodně přizpůsobená plemena, čímž se zlepšuje růst, zdravotní stav a kvalita masa zvířat. Muhirirwe et al. [55] dále zdůrazňují význam RWHS pro mléčnou produkci, kdy dochází ke zvýšení dojivosti a kvality mléka díky snížení závislosti na sezonních zdrojích vody a podpoře přežívání hospodářských zvířat. RWHS tak zajišťují stabilní zásobování vodou jak pro zvířata, tak pro pěstování plodin, čímž zvyšují nutriční i ekonomickou hodnotu živočišných produktů.

RWH a kvalita života ve venkovských domácnostech

RWH významně přispívá k přeměně venkovských domácností tím, že zmírňuje nedostatek vody, zvyšuje zemědělskou produktivitu a posiluje odolnost zdrojů obživy v oblastech s nedostatkem vody. Z tohoto pohledu nedávná studie Waqas et al. [40] ukázala, že využití objektů RWH k doplňkové závlaze na polích zvýšilo potravinovou bezpečnost na plošině Potohar v Pákistánu. Podobně Gebru et al. [56] zdůrazňují klíčovou roli technologií RWH při zajišťování potravinové bezpečnosti domácností v suchých a polosuchých oblastech Etiopie. Tyto technologie umožňují využívat dešťovou vodu k pěstování plodin během období sucha a přispívají k diverzifikaci zemědělské produkce.

V lokalitách, kde jsou domácnosti vystaveny záplavám a špatnému odvodnění, jako je např. Asunción (Paraguay), jsou RWHS považovány za klíčové řešení pro řízení rizik spojených s tímto přírodním jevem [57]. Prostřednictvím RWHS je postupně zajišťováno zásobování domácností pitnou vodou ve venkovských suchých

a polosuchých oblastech. García-Avila et al. [17] provedli přehled systémů zachycování a skladování dešťové vody a jejich potenciálu poskytovat bezpečnou pitnou vodu ve venkovských domácnostech a zdůraznili význam sledování kvalitativních parametrů akumulované vody, jako jsou pH, zákal a *E. coli*, pro ochranu veřejného zdraví. V jiné studii Osayemwenre & Osibote [58] podali přehled zdravotních rizik spojených s využíváním dešťové vody zachycené z různých typů střech (např. zelené střechy, konvenční střechy a fotovoltaické střechy). Výzkum identifikoval potenciální kontaminanty, jako jsou mikroorganismy a těžké kovy, jež mohou negativně ovlivnit zdraví venkovského obyvatelstva, pokud nejsou správně řízeny. García-Avila et al. [17] proto zdůrazňují zásadní význam pečlivého výběru materiálů, pravidelné dezinfekce a údržby RWHS pro zajištění bezpečného využívání těchto systémů.

Navzdory přínosům pro zemědělství, chov hospodářských zvířat a kvalitu života ve venkovských domácnostech čelí zavádění RWHS řadě výzev. Muhirirwe et al. [55] upozorňují na vysoké počáteční náklady inovativních struktur RWH, a to i přes jejich dlouhodobé přínosy. Chikwanha et al. [53] a Halimani et al. [54] dále poukazují na to, že hlavními překážkami instalace RWHS u malých zemědělců jsou omezené finanční zdroje, nedostatek technických znalostí a nedostatečná institucionální podpora.

HOSPODAŘENÍ S POVODŇOVOU VODOU A ŘÍZENÍ EROZE VE VENKOVSKÝCH OBLASTECH

RWH a řízení vodní eroze

Vodní eroze je považována za hlavní hrozbu pro zemědělskou půdu na celé planetě. Ovlivňuje udržitelnost zemědělských pozemků i pastevních ploch. Podle Firoozi & Firoozi [59] dochází k vodní erozi působením hydrodynamických sil, kdy dešťová voda odtéká po povrchu nebo infiltruje do půdy, čímž uvolňuje a transportuje půdní částice. Tento proces postupně mění krajinu a vede ke ztrátě obdělávatelné půdy. Pro kontrolu vodní eroze Yu et al. [60] zdůrazňují nutnost studia srážkového režimu, protože intenzita srážek je považována za hlavní faktor uvolňování půdních částic. Haddad et al. [61] proto představují RWH jako účinné řešení pro zachycování a akumulaci povrchového odtoku, čímž se snižují účinky eroze a podporuje se růst místní vegetace v pastevních oblastech Jordánska. Podobně systémy RWH s přehrazenými hrůbkami (tied ridges) zpomalují erozní odtok během extrémních srážkových epizod a zároveň zachycují vodu při slabších srážkách v Tanzanii [62].

RWH a hospodaření s povodňovou vodou

V návaznosti na změny klimatu, charakterizované po sobě jdoucími roky sucha, nepravidelnými srážkami a nepředvídatelnými povodňovými událostmi, se udržitelné řízení těchto rizik stává stále důležitějším, zejména v

suchých a polosuchých oblastech. V tomto kontextu RWH představuje dvojí řešení, které umožňuje zmírňovat dopady povodní a zároveň akumulovat přebytečnou vodu pro její opětovné využití v činnostech, jako je závlaha plodin, napájení hospodářských zvířat a domácí využití. Ansari et al. [63] uvádějí konkrétní příklad pozitivního dopadu realizace objektů RWH v Pákistánu, konkrétně přehrady Mangla. Od svého uvedení do provozu dokáže tato přehrada snížit intenzitu povodní v povodí horního toku řeky Jhelum o 20 %, přestože jejím hlavním účelem je akumulace vody pro závlahu a výrobu energie. Podobně Raoufi & Tsubaki [2] navrhuji inovativní RWHS, jež transformují povodně na prostředek zmírnění sucha v jihozápadních provinciích Íránu. Tento přístup zahrnuje obnovu tradičních RWHS (např. kánát, Ab-Anbar) s cílem efektivně řídit a akumulovat přebytečnou povodňovou vodu pro využití v obdobích sucha. Zemědělci v jordánské poušti využívají povodňovou vodu k podpoře zemědělství prostřednictvím metody známé jako „floodwater farming“. Tato technika je založena na tradičních RWHS, jako jsou systémy zdí a kanálů, které slouží k přivádění, rozvádění, akumulaci a využívání povodňové vody pro závlahu plodin [64]. Ve stejném duchu Ndayiragije et al. [39] zdůrazňují význam zachycování a opětovného využívání povodňové vody pro podporu socioekonomického rozvoje. Tato praxe výrazně snižuje energetickou náročnost čerpání podzemní vody a zároveň zajišťuje udržitelný zdroj vody pro zemědělské činnosti.

Celkově analyzované studie ukazují, že RWH představuje účinnou strategii hospodaření s půdou a vodou, která současně zmírňuje erozi a snižuje rizika povodní. RWHS zvyšují infiltraci vody a pomáhají chránit zemědělskou půdu před degradací. Zachycená povodňová voda může být dále využívána pro nepitné účely, jako je závlaha nebo chov hospodářských zvířat, čímž se posiluje odolnost v suchých a polosuchých oblastech. Souhrnně lze říci, že odborná literatura mluví ve prospěch zavádění technik RWH s cílem podpořit udržitelné zemědělství a zlepšit životní podmínky ve venkovských oblastech.

Vodohospodářská politika ve vztahu k RWH a hospodaření s povodňovou vodou

S ohledem na současnou globální situaci charakterizovanou po sobě jdoucími roky sucha a nepravidelnými srážkovými režimy, zejména v suchých a polosuchých oblastech, dále zhoršovanou jevy, jako je vodní eroze a povodně, se začlenění RWH v jeho různých podobách do politik hospodaření s vodními zdroji stává pro jednotlivé státy nezbytností. Toto začlenění má za cíl zajistit udržitelné hospodaření s vodou v zemědělství a efektivnější řízení rizik spojených s vodní erozí a povodněmi.

Saúdská Arábie trpí výrazným nedostatkem vody v důsledku vysokého výparu a nízkých srážek, stejně jako vysoké spotřeby vody v zemědělství (87 % celkové spotřeby vody v zemi). V důsledku toho byla vláda Saúdské Arábie nucena přijmout pokročilé strategie v zemědělském sektoru, jako je zavádění precizní závlahy, podpora

plodin méně náročných na vodu a posilování objektů RWH a sběru vody z mlhy [65]. Podobně Egypt čelí závažným problémům s nedostatkem vody, včetně přívalových povodní a zasolování podzemních vod. Tyto výzvy zdůrazňují nutnost identifikace vhodných lokalit pro RWH a kombinování této technologie s hydrologickým modelováním s cílem snížit rizika přívalových povodní a podpořit doplňování zvodní, a tím zajistit vodu pro zemědělské i domácí potřeby [38]. Podobně je v Indii zapojení komunit a posilování RWHS považováno za strategický přístup k řízení rizik spojených s nadměrnými srážkami a povodněmi [66]. V Tunisku byla zavedena hydrosociální strategie založená na investicích do půdní a vodohospodářské infrastruktury s cílem zlepšit zachycování a opětovné využívání srážkové vody [67]. Bangladéš se rovněž potýká s extrémními meteorologickými podmínkami a nekontrolovaným využíváním vody, což vyžaduje zavádění komunitně založených RWHS (CBRWHS) a podporu ze strany státu ve formě finanční i technické pomoci s cílem rozšířit instalace RWH v pobřežních oblastech [68]. Dále začlenění RWHS do strategií hospodaření s vodou a posílení role místní správy při navrhování a údržbě těchto vodních děl v zemích s nízkými a středními příjmy (LMICs) přispěje ke snížení negativních dopadů povodní, sucha a nepředvídatelné dostupnosti vody v těchto regionech [8]. Navíc zavádění přírodě blízkých řešení pro obnovu degradované vodohospodářské infrastruktury a zapojení místních komunit do politik hospodaření s vodou v suchých a polosuchých oblastech Afriky povede ke snížení degradace půdy a ke zlepšení zásobování vodou pro zemědělské i domácí využití [3]. Navzdory rozdílům ve správě, klimatických podmínkách a technologiích napříč regiony odborná literatura doporučuje, aby začlenění RWHS do širších strategií adaptace na změnu klimatu a zajištění vodní bezpečnosti účinně podpořilo udržitelný rozvoj v oblastech s nedostatkem vody. Úspěch těchto iniciativ však do značné míry závisí na aktivní účasti všech aktérů, včetně tvůrců politik, výzkumníků, investorů a místních komunit, při plánování, realizaci a správě těchto vodních děl.

ZÁVĚR

Předložený článek představuje systematický přehled studií zaměřených na RWHS s využitím přístupu PRISMA. Přehled zahrnuje publikace z období od ledna 2021 do prosince 2025, získané z databází ScienceDirect a Scopus, se zaměřením na články indexované ve Scopusu.

Na základě komplexní analýzy 66 vybraných článků byla zpracována podrobná literární rešerše, která zdůrazňuje různé aspekty RWHS a jejich zásadní roli v hospodaření s vodními zdroji, zejména v suchých a polosuchých oblastech postižených výrazným suchem a nedostatkem vody.

Studie syntetizuje tradiční postupy RWH a zkoumá jejich kulturní význam na Blízkém východě, v Asii, severní

Africe a subsaharské Africe. Zároveň přináší poznatky o jejich modernizaci, zejména o integraci nových technologií a inovací při vývoji udržitelných řešení nedostatku vody a řízení povodní.

Tento přehled zdůrazňuje význam inovativních metod využívaných po celém světě k identifikaci potenciálních lokalit pro objekty RWH s ohledem na rozmanitost typů, návrhů a socioekonomických i environmentálních parametrů. Takový přístup pomáhá rozhodovacím orgánům a investorům při výběru vhodných lokalit pro realizaci různých typů RWHS.

Navzdory dvojímu přínosu RWHS, spočívajícímu v zajištění vody pro podporu zemědělství, chovu hospodářských zvířat a venkovských obživ, stejně jako ve zmírňování povodní a vodní eroze, nejsou tyto systémy dosud plně integrovány do politik hospodaření s vodními zdroji v řadě zemí trpících nedostatkem vody. Výzvy pro udržitelné hospodaření s vodními zdroji prostřednictvím RWHS zahrnují zvyšování povědomí a vzdělávání venkovských komunit o využívání a ochraně těchto vodních děl, stejně jako budování silných institucionálních podpůrných mechanismů.

Závěrem lze konstatovat, že budoucí výzkum by se měl zaměřit na hodnocení vládních a institucionálních rámců s cílem rozšířit zavádění RWHS v suchých a polosuchých oblastech a posílit jejich roli jako udržitelné techniky pro zmírnění nedostatku vody.

LITERATURA

- [1] BAKHTYAR, A. A., SALAR, S. G., SHAREEF, A. J. An Integrated New Approach for Optimizing Rainwater Harvesting System with Dams Site Selection in the Dewana Watershed, Kurdistan Region, Iraq. *Heliyon*. 2024, 10(6), e27273. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27273>
- [2] RAOUFI, A., TSUBAKI, K. Reviving Ancestral Water Management Practices: A Sustainable and Resilient Design Approach Addressing the Flood-Drought Paradox in Rural Ahvaz, Iran. *Journal of Environmental Management*. 2025, 385, 125476. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125476>
- [3] OKELLO, C., GITHIORA, Y. W., SITHOLE, S., OWUOR, M. A. Nature-Based Solutions for Water Resource Management in Africa's Arid and Sem-Arid Lands (ASALs): A Systematic Review of Existing Interventions. *Nature-Based Solutions*. 2024, 6, 100172. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2024.100172>
- [4] AMIRI, M., BOUGUELBA, S., SBAI, A., GHZAL, M., QADEM, Z., SALEM, A. Identification of Suitable Sites for Rainwater Harvesting Using AHP and GIS in the Middle and High Moulouya Basin, Morocco. *E3S Web of Conferences*. 2025, 607, 02001. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202560702001>
- [5] BEN HASSEN, T., EL BILALI, H., ALLAHYARI, M. S., CHATTI, C. B. Traditional Irrigation Knowledge for Sustainable Water Resource Management in Arid Environments: Insights from the MENA Region. *Journal of Arid Environments*. 2025, 231, 105466. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2025.105466>

- [6] OLMEDO, S. I., VALEGGIA, C. R., PALAVECINO, C., PEREZ-ESCAMILLA, R. I Never Don't Have Water Because I Collect Rainwater: Domains of Water Insecurity and Their Sociocultural Correlates in an Indigenous Community of Northern Argentina. *Current Developments in Nutrition*. 2025, 9(9), 107519. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2025.107519>
- [7] RODRIQUES DE SÁ SILVA, A. C., BIMBATO, A. M., BALESTIERI, J. A. P., VILANOVA, M. R. N. Exploring Environmental, Economic and Social Aspects of Rainwater Harvesting Systems: A Review. *Sustainable Cities and Society*. 2022, 76, 103475. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103475>
- [8] LEBU, S., LEE, A., SALZBERG, A., BAUZA, V. Adaptive Strategies to Enhance Water Security and Resilience in Low- and Middle-Income Countries: A Critical Review. *Science of the Total Environment*. 2024, 925, 171520. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171520>
- [9] HALDER, S., BOSE, S. Addressing Water Scarcity Challenges through Rainwater Harvesting: A Comprehensive Analysis of Potential Zones and Model Performance in Arid and Semi-Arid Regions – A Case Study on Purulia, India. *HydroResearch*. 2024, 7, s. 201–212. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.hydres.2024.04.001>
- [10] AKLAN, M., FRAITURE, C. de, HAYDE, L. G. Why We Should Revitalize Indigenous Water Harvesting Systems: Lessons Learned. *International Soil and Water Conservation Research*. 2025, 13(1), s. 152–163. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.05.004>
- [11] MADOMGUIA, D., NYA, E. L., NJOMOU-NGOUNOU, E. L., GATCHA-BANDJUN, N., MWAMILA, T. B., BALNA, J., HALIMASSIA, E., METSEBO, J., NZOUEBET, W. A. L., TCHOUMBE, R. R. et al. Revisiting Water Resources Management in the Mandara Mountains. *Heliyon*. 2025, 11(1), e41692. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41692>
- [12] LEAL PACHECO, F. A., TARLÉ PISSARA, T. C. Water Security in the Agriculture and Cattle Grazing Activities: A Systematic Review. *Water Security*. 2025, 26, 100191. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2025.100191>
- [13] INGRAO, C., STRIPOLI, R., LAGIOIA, G., HUISINGH, D. Water Scarcity in Agriculture: An Overview of Causes, Impacts and Approaches for Reducing the Risks. *Heliyon*. 2023, 9(8), e18507. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507>
- [14] LIU, X., REN, Z., NGO, H. H., HE, X., DESMOND, P., DING, A. Membrane Technology for Rainwater Treatment and Reuse: A Mini Review. *Water Cycle*. 2021, 2, s. 51–63. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.wateyc.2021.08.001>
- [15] WANG, X., LUO, H., LUO, N., WEI, H., ZHOU, X., QIN, B., MEI, Y., CAO, M., ZHANG, Y. Bioinspired 1D Structures for Water Harvesting: Theory, Design and Application. *Chemical Engineering Journal*. 2025, 506, 159917. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.159917>
- [16] YILDIRIM, G., ALIM, M. A., RAHMAN, A. Review of Rainwater Harvesting Research by a Bibliometric Analysis. *Water*. 2022, 14(20), 3200. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/w14203200>
- [17] GARCÍA-AVILA, F., GUANOQUIZA-SUARÉZ, M., GUZMÁN-GALARZA, J., CABELLO-TORRES, R., VALDIVIEZO-GONZALES, L. Rainwater Harvesting and Storage Systems for Domestic Supply: An Overview of Research for Water Scarcity Management in Rural Areas. *Results in Engineering*. 2023, 18, 101153. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101153>
- [18] PALA, G. K., PATHIVADA, A. P., VELUGOTI, S. J. H., YERRAMSETTI, C., VEERANKI, S. Rainwater Harvesting – A Review on Conservation, Creation & Cost-Effectiveness. *Materials Today: Proceedings*. 2021, 45(7), s. 6 567–6 571. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.593>
- [19] TESTON, A., SCOLARO, T. P., MAYKOT, J. K., GHISI, E. Comprehensive Environmental Assessment

of Rainwater Harvesting Systems: A Literature Review. *Water*. 2022, 14(17), 2716. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/w14172716>

- [20] MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G., The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Plos Medecine*. 2009. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
- [21] KRATOCHVÍL, J. Comparison of the Accuracy of Bibliographical References Generated for Medical Citation Styles by EndNote, Mendeley, RefWorks and Zotero. *The Journal of Academic Librarianship*. 2017, 43(1), s. 57–66. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2016.09.001>
- [22] WEERAHEWA, J., TIMSINA, J., WICKRAMASINGHE, CH., MIMASHA, S., DAYANANDA, D., PUSPAKUMARA, G. Ancient Irrigation Systems in Asia and Africa: Typologies, Degradation and Ecosystem Services. *Agricultural Systems*. 2013, 205, 103580. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2022.103580>
- [23] MARSAL, R. Early Water Management Systems on the Southern Transjordan Plateau. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2023, 47, 103795. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103795>
- [24] ŞAMILOĞLU, B., BABA, A., CUEVAS, R. M., GÜNDÜZ, O. Nature-Based Solutions in Island Water Management: A Case Study from Bozcaada (Türkiye). *Journal of Environmental Management*. 2025, 394, 127348. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127348>
- [25] CARRIÓN-MERO, P., TIVINO, I., HERVAS, E., JAYA-MONTALVO, M., MALAVÉ-HERNANDÉZ, J., SOLÓRZANO, J., BERREZUETA, E., MORANTE-CARBALLO, F. Water Sowing and Harvesting Application for Water Management on the Slopes of a Volcano. *Heliyon*. 2023, 9(5), e16029. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16029>
- [26] PREETI, P., SHENDRYK, Y., RAHMAN, A. Identification of Suitable Sites Using GIS for Rainwater Harvesting Structures to Meet Irrigation Demand. *Water*. 2022, 14(21), 3480. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/w14213480>
- [27] ABDALLA, M. A. I. GIS-Based Identification of Optimal Rainwater Harvesting Sites to Support Irrigation in Egypt's Northwestern Coastal Region. *Sustainable Geosciences: People, Planet and Prosperity*. 2025, 1, 100004. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.susgeo.2025.100004>
- [28] DU, X., TARIQ, A., ISLAM, F., AZIZ, S., WASEEM, L. A., AHMAD, M. N., AMIN, M., AMIN, N. U., ALI, S., ASLAM, M., SOUFAN, W. Integrated Study of GIS and Remote Sensing to Identify Potential Sites for Rainwater Harvesting Structures. *Physics and Chemistry of the Earth*. 2024, 134, 103574. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2024.103574>
- [29] MOUHOUMED, R. M., EKMEKCIOĞLU, Ö., ÖZGER, M. A Holistic Multi-Tiered Decision Framework for Evaluating Rainwater Harvesting Potential in Arid Regions: A Case Study of the Southeastern Basin of Djibouti. *Groundwater for Sustainable Development*. 2024, 25, 101090. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101090>
- [30] ZHENG, X., SARWAR, A., ISLAM, F., MAJID, A., TARIQ, A., ALI, M., GULZAR, S., KHAN, M. I., ALI, M. A. S., ISRAR, M. et al. Rainwater Harvesting for Agriculture Development Using Multi-Influence Factor and Fuzzy Overlay Techniques. *Environmental Research*. 2023, 238(2), 117189. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117189>
- [31] ALY, M. M., SAKR, S. A., ZAYED, M. S. M. Selection of the Optimum Locations for Rainwater Harvesting in Arid Regions Using WMS and Remote Sensing. Case Study: Wadi Hodein Basin, Red Sea, Egypt. *Alexandria Engineering Journal*. 2022, 61(12), s. 9 795–9 810. Dostupné z:

<https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.02.046>

- [32] LOPANE, F. D., AYLING, S., HOO, Y. R., SHAMSUDDUHA, M., WANG, Q., JOSEPH, G., BAHUGUNA, A. Optimising Water Storage for Climate Resilience: Geospatial Targeting for Small Tanks Rejuvenation in Sri Lanka. *Journal of Environmental Management*. 2025, 374, 124031. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124031>
- [33] LI, S., LIU, Y., HER, Y., NGUYEN, A. H. Enhancing the SWAT Model for Creating Efficient Rainwater Harvesting and Reuse Strategies to Improve Water Resources Management. *Journal of Environmental Management*. 2024, 366, 121829. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121829>
- [34] NOP, C., FADHIL, R. M., UNAMI, K. A Multi-State Markov Chain Model for Rainfall To Be Used in Optimal Operation of Rainwater Harvesting Systems. *Journal of Cleaner Production*. 2021, 285, 124912. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124912>
- [35] FU, Z., LIANG, P., BEHZAD, H. M., FANG, R., WANG, S., ZHAO, J., CHEN, H. Enhancing Rainwater Harvesting Efficiency in Karst Terrains: The Role of Road Intercepted Soil-Epikarst Lateral Flow. *Journal of Environmental Management*. 2025, 373, 123730. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123730>
- [36] LIU, F., JIANG, G., WANG, G., GUO, F., WANG, J., WANG, Q., SHI, J., CAI, J., WANG, M. Surface-Subsurface Hydrological Processes of Rainwater Harvesting Project in Karst Mountainous Areas Indicated by Stable Hydrogen and Oxygen Isotopes. *Science of the Total Environment*. 2022, 831, 154924. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154924>
- [37] MADGUNDI, M. M., KUMBHAR, A. P., LELE, G. M., KOMBLE, S. P., MARANE, Y. H., MATE, A. R. Design and Investigation on Rain Saucer: The Technique of Roofless Rainwater Harvesting. *Materials Today: Proceedings*. 2023, 72(3), s. 1 084–1 088. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.09.169>
- [38] EZZELDIN, M., KONSTANTINOVICH, S. E., IGOREVICH, G. I. Determining the Suitability of Rainwater Harvesting for the Achievement of Sustainable Development Goals in Wadi Watir, Egypt Using GIS Techniques. *Journal of Environmental Management*. 2022, 313, 114990. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114990>
- [39] NDAYIRAGIJE, J. M., FANG, H., ABIDUHAYE, N., NDUWIMANA, L., MBONIHANKUYE, S., SHI, M., LI, Y., LIU, N. Exploring Socio Environmental Benefits of Floodwater Utilization in a Changing Climate World. *iScience*. 2025, 28(11), 113646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113646>
- [40] WAQAS, M. S., BAYABIL, H. K., HAILEGNAW, N. S., HUSSAIN, S., TARIQ, A., ABUBAKAR, S. Drought Mitigation and Livelihood Improvement Options through Rainwater Harvesting Structures in a Rainfed Agricultural System. *Agricultural Systems*. 2025, 230, 104469. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104469>
- [41] ALBARRACÍN, M., RAMÓN, G., GONZÁLEZ, J., IÑIGUEZ-ARMIJOS, C., ZAKALUK, T., MARTOS-ROSILLO, S. The Ecohydrological Approach in Water Sowing and Harvesting Systems: The Case of the Paltas Catacocha Ecohydrology Demonstration Site, Ecuador. *Ecohydrology & Hydrobiology*. 2021, 21(3), s. 454–466. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2021.07.007>
- [42] RICHARDS, S., RAO, L., CONNELLY, S., RAJ, A., RAVEENDRAN, L., SHIRIN, S., JAMWAL, P., HELLIWELL, R. Sustainable Water Resources through Harvesting Rainwater and the Effectiveness of a Low-Cost Water Treatment. *Journal of Environmental Management*. 2021, 286, 112223. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112223>
- [43] KHANAL, G., MARASENI, T., THAPA, A., DEVKOTA, N., PAUDEL, U. R., KHANAL, C. K.

- Managing Water Scarcity Via Rainwater Harvesting System in Kathmandu Valley, Nepal: People's Awareness, Implementation Challenges and Way Forward. *Environmental Development*. 2023, 46, 100850. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100850>
- [44] XUE, CH., XIONG, F., LI, J., LI, X., LI, J., WANG, Y., LI, X., CUI, Z. Economic Feasibility Assessment and Parameter Sensitivity Analysis of Rainwater Harvesting Systems in Different Climatic Zones of China. *Water-Energy Nexus*. 2025, 8, s. 6–17. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.wen.2025.01.001>
- [45] DARABI, H., MORADI, E., DAVUDIRAD, A. A., EHTERAM, M., CERDA, A., HAGHIGHI, A. T. Efficient Rainwater Harvesting Planning Using Socio-Environmental Variables and Data-Driven Geospatial Techniques. *Journal of Cleaner Production*. 2021, 311, 127706. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127706>
- [46] WANG, Q., WANG, X., ZHANG, D., ZHOU, X., MAK-MENSAH, E., ZHAO, X., ZHAO, W., GHANNEY, P., HAIDER, F. U., LIU, Q., LI, G., LI, X., LI, Y., MAJEED, Y. Selection of Suitable Type and Application Rate of Biochar for Alfalfa (*Medicago sativa L.*) Productivity in Ridge-Furrow Rainwater-Harvesting in Semiarid Regions of China. *Field Crops Research*. 2022, 277, 108428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108428>
- [47] ZHAO, X., WANG, Q., QADEER, A., SUN, Y., AZIM, R., AWUKU, I., MASOUMKHANI, F., MA, W., LIU, Q., CUI, X., DONG, H., LI, X., LIU, B. Optimized Length and Application Rate of Chopped Straw for Alfalfa Production in Ridge-Furrow Rainwater-Harvesting in Semi-Arid Regions in China. *Agricultural Water Management*. 2025, 311, 109393. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109393>
- [48] CHEN, G., WU, P., WANG, J., ZHANG, P., JIA, Z. Ridge-Furrow Rainfall Harvesting System Helps to Improve Stability, Benefits and Precipitation Utilization Efficiency of Maize Production in Loess Plateau Region of China. *Agricultural Water Management*. 2022, 261, 107360. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107360>
- [49] KUBIKU, F. N. M., MANDUMBU, R., NYAMADZAWO, G., NYAMANGARA, J. Field Edge Rainwater Harvesting and Inorganic Fertilizers for Improved Sorghum (*Sorghum bicolor L.*) Yields in Semi-Arid Farming Regions of Marange, Zimbabwe. *Heliyon*. 2022, 8(2), e08859. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08859>
- [50] YILDIRIM, D., CEMEK, B., UNLUKARA, A. The Effect of Mulched Ridge and Furrow Micro Catchment Water Harvesting on Red Pepper Yield and Quality Features in Bafra Plain of Northern Turkey. *Agricultural Water Management*. 2022, 262, 107305. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107305>
- [51] HADDAD, M., WORQLUL, A. W., STROHMEIER, S., HAMMOUR, D. A., MAHASNEH, L., HADDAD, N. Suitability Mapping of Micro and Meso Scale Rain Water Harvesting for Vegetation-Based Restoration in Arid Degraded Areas of Jordan. *Catena*. 2024, 246, 108461. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108461>
- [52] DEO, A., KARMAKAR, S., ARORA, A. Rainwater Harvesting and Water Balance Simulation-Optimization Scheme to Plan Sustainable Second Crop in Small Rain-Fed Systems. *Journal of Environmental Management*. 2022, 323, 116135. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116135>
- [53] CHIKWANHA, O. C., MUPFIGA, S., OLAGBEGI, B. R., KATIYATIYA, CH. L. F., MOLOTSI, A. H., ABIODUN, B. J., DZAMA, K., MAPIYE, C. Impact of Water Scarcity on Dryland Sheep Meat Production and Quality: Key Recovery and Resilience Strategies. *Journal of Arid Environments*. 2021, 190, 104511.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104511>

- [54] HALIMANI, T., MARANDURE, T., CHIKWANHA, O. C., MOLOTSI, A. H., ABIODUN, B. J., DZAMA, K., MAPIYE, C. Smallholder Sheep Farmers' Perceived Impact of Water Scarcity in the Dry Ecozones of South Africa: Determinants and Response Strategies. *Climate Risk Management*. 2021, 34, 100369. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100369>
- [55] MUHIRIRWE, S. C., KISAKYE, V., BRUGGEN, B. V. d. Reliability and Economic Assessment of Rainwater Harvesting Systems for Dairy Production. *Resources, Conservation & Recycling Advances*. 2022, 14, 200079. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2022.200079>
- [56] GEBRU, T. A., BRHANE, G. K., GEBREMEDHIN, Y. G. Contributions of Water Harvesting Technologies Intervention in Arid and Semi-Arid Regions of Ethiopia, in Ensuring Households' Food Security, Tigray in Focus. *Journal of Arid Environments*. 2021, 185, 104373. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104373>
- [57] ORTIZ, S., DE BARROS BARRETO, P., CASTIER, M. Rainwater Harvesting for Domestic Applications: The Case of Asunción, Paraguay. *Results in Engineering*. 2022, 16, 100638. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100638>
- [58] OSAYEMWENRE, G., OSIBOTE, O. A. A Review of Health Hazards Associated with Rainwater Harvested from Green, Conventional and Photovoltaic Rooftops. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2021, 12(10), s. 289–303. Dostupné z: <https://doi.org/10.18178/ijesd.2021.12.10.1353>
- [59] FIROOZI, A. A., FIROOZI, A. A. Water Erosion Processes: Mechanisms, Impact, and Management Strategies. *Results in Engineering*. 2024, 24, 103237. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.103237>
- [60] YU, Y., ZHU, R., MA, D., LIU, D., LIU, Y., GAO, Z., YIN, M., BANDALA, E. R., RODRIGO-COMINO, J. Multiple Surface Runoff and Soil Loss Responses by Sandstone Morphologies to Land-Use and Precipitation Regimes Changes in the Loess Plateau, China. *Catena*. 2022, 217, 106477. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106477>
- [61] HADDAD, M., STROHMEIER, S. M., NOUWAKPO, K., RIMAWI, O., WELTZ, M., STERK, G. Rangeland Restoration in Jordan: Restoring Vegetation Cover by Water Harvesting Measures. *International Soil and Water Conservation Research*. 2022, 10(4), s. 610–622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.03.001>
- [62] ESCOBAR JARAMILLO, D., ARATA, L., MAUSCH, K., SCKOKAI, P., FASSE, A., ROMMEL, J., CHOPIN, P. Linking Innovations Adoption with Farm Sustainability: Empirical Evidence from Rainwater Harvesting and Fertilizer Micro-Dosing in Tanzania. *World Development*. 2024, 183, 106732. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106732>
- [63] ANSARI, R., LIAQAT, M. U., GROSSI, G. Improving Flood, Drought Management in Transboundary Upper Jhelum Basin-South Asia. *Science of The Total Environment*. 2024, 945, 174044. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174044>
- [64] FRIEDMAN, H., ADAMS, R., ANDERSON, J., BYRNE, P., GILBERTSON, D., GRATAN, J., HAYLOCK, K., HOLMAN, L., HUNT, C., O., TOLAND, H. Floodwater Farming and Quarrying at Jabal Hamra Arlbieg in the Jordanian Desert: Economic Support for the Classical Period Faynan Orefield. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2022, 42, 103056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.103056>
- [65] MIR, M. A., ASHRAF, M. W. The Challenges and Potential Strategies of Saudi Arabia's Water Resources:

A Review in Analytical Way. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*. 2023, 20, 100855. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100855>

- [66] KUMAR, S., GOYAL, M. K. Water Policy Review: Ensuring Sustainable Water Management for India. *Journal of Environmental Management*. 2025, 388, 125823. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125823>
- [67] NICOLAS-ARTERO, CH., KARAOULI, F., DHAOUADI, L., ALI, Z., KHELIF, N., ZAIED, M. B., OUESSAR, M., BRESCI, E., RULLI, M. C. Water (In)Security in Gafsa, Tunisia: A Hydrosocial Approach. *Agricultural Water Management*. 2025, 317, 109650. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109650>
- [68] MUKARRAM, M. M. T., KAFY, A.-A., RUKIYA, Q. U., ALMULHIM, A. I., DAS, A., FATTAH, M. A., RAHMAN, M. T., CHOWDHURY, M. A. Perception of Coastal Citizens on the Prospect of Community-Based Rainwater Harvesting System for Sustainable Water Resource Management. *Resources, Conservation & Recycling*. 2023, 198, 107196. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107196>

Autoři

Imane Belkaf

belkaf.imane@usms.ac.ma

Mustapha Hasnaoui

m.hasnaoui@usms.ma

Laboratoř environmentálního, ekologického a agroprůmyslového inženýrství, Fakulta věd a technologií,
Univerzita Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal (Maroko)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2026.03.006

ISSN 0322-8916/© 2026 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

RAINWATER HARVESTING SYSTEMS AND FLOOD WATER MANAGEMENT IN RURAL AREAS: A SYSTEMATIC REVIEW

BELKAF, I.; HASNAOUI, M.

Environmental, Ecological and Agro-Industrial Engineering Laboratory, Faculty of Science and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal (Morocco)

Keywords: climate – drought – arid, semi-arid, hydraulic system – rainwater – rainwater harvesting (RWH) – flood – water erosion

In a climate marked by prolonged drought, observed mainly in arid and semi-arid areas, the installation of hydraulic systems for rainwater collection and storage in rural and isolated areas is becoming a necessity to preserve livestock and ensure water security for the local population. For this purpose, this review synthesizes recent studies on the various hydraulic systems used for rainwater harvesting (RWH) in rural areas to support agriculture, livestock, and households. This review examines 66 relevant studies published in journals indexed in ScienceDirect and Scopus over a period of five years (January 2021 – December 2025). It emphasizes the importance of design based on the specific characteristics of each location or country, the criteria for selecting implementation sites, the impact of RWH systems on agriculture, livestock, and rural households, existing challenges, and proposes some guidelines for sustainable rainwater management and flood reduction.