

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Prírodovedecká fakulta

Katedra rozvojových a environmentálnych štúdií

Význam krajinných prvkov v kontexte retencie vody  
v poľnohospodárskej krajine

Martin Kuník

Vedúci práce: Mgr. et Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.

Olomouc 2021

## **Abstrakt**

Táto bakalárska práca sa zaoberá retenciou vody v poľnohospodárskej krajine Slovenska. Podrobne sú popísané jednotlivé faktory vplývajúce na zadržiavanie vody v krajine. Preberané sú súvislosti ohľadom retencie vody v krajine, súvislosti vody, pôdy a krajinných prvkov. Predstavené sú jednotlivé vybrané krajinné prvky ako medze, živé ploty, remízy, biopásy a i. Priblížený je historický vývoj poľnohospodárskej krajiny na Slovensku až po súčasnosť. V závere sú uvedené vhodné príklady z praxe poukazujúce na vhodnosť jednotlivých opatrení.

Kľúčové slová: poľnohospodárska krajina, krajinné prvky, retencia vody, infiltrácia, voda, pôda

## **Abstract**

This thesis deals with water retention in agricultural landscape of Slovakia. Each factor affecting the water retention is described in a detailed way. The linkage between landscape elements, water, soil and water retention is discussed as well. Short introduction to chosen individual landscape elements is included such as hedgerows, windbreaks, biostripes and so on. Historical development of agriculture is mentioned, as well as present state of the agriculture in Slovakia is described. Finally, good examples landscape elements introduction are listed to suggest possible solution to improve the state in the landscape.

Key words: agricultural landscape, landscape elements, water retention, infiltration, water, soil

Ďakujem vedúcemu práce Mgr. et Mgr. Tomášovi Daňkovi za jeho spoluprácu pri vedení tejto práce. Vážim si všetky jeho rady a predovšetkým čas, ktorý mi venoval. Taktiež poďakovanie patrí aj všetkým autorom z rád odborníkov, ktorý umožnili vypracovanie tejto záverečnej práce

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracoval samostatne s použitím citovaných zdrojov, ktoré sú uvedené v zozname použitej literatúry.

V Olomouci dňa:

Martin Kuník

# UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin KUNÍK**  
Osobní číslo: **R17391**  
Studijní program: **B1301 Geografie**  
Studijní obor: **Environmentální studia a udržitelný rozvoj**  
Téma práce: **Význam krajinných prvků v kontexte retence vody v poľnohospodárskej krajine**  
Zadávací katedra: **Katedra rozvojových a environmentálních studií**

### Zásady pro vypracování

Bakalárska práca sa bude zaoberať retenčnou funkciou poľnohospodárskej krajiny na Slovensku. Úvodom budú predstavené súvislosti týkajúce sa retencie vody, pôdy a krajinných prvkov. Následne bude popísaný súčasný a minulý stav poľnohospodárskej krajiny, ako aj spôsoby hospodárenia v nej. Budú tiež predstavené hlavné krajinné prvky významné pre retenciu vody. V závere si predstavíme príklady vhodných krajinných prvkov pre momentálny stav poľnohospodárskej krajiny a rovnako aj úspešné realizácie z praxe.

Rozsah pracovnej zprávy: **10 – 15 tisíc slov**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Jazyk zpracování: **Slovenština**

### Seznam doporučené literatury:

Špulerová, J., et al. Inventory and classification of historical structures of the agricultural landscape in Slovakia. *Ekológia (Bratislava)* 30.2 (2011): 157-170. Šantrůčková, H. (2014). *Základy ekologie půdy* (1st ed.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Molnárová, K. (2008). Hedgerow-defined medieval field patterns in the Czech Republic and their conservation. *Journal of Landscape Studies*, 1, 27-47. Marshall, E. and Moonen, A., 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89(1-2), pp.5-21. Baudry, J., Bunce, R. and Burel, F., 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *Journal of Environmental Management*, 60(1), pp.7-22. Burel, F., 1996. Hedgerows and Their Role in Agricultural Landscapes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15(2), pp.169-190. Ranzato, M., 2016. Landscape elements as a basis for integrated water management. *Urban Water Journal*, 14(7), pp.694-703. Kedziora, A., Zerihun Negussie, Y., Tenaw Asres, M. and Zalewski, M., 2011. Shaping of an agricultural landscape to increase water and nutrient retention. *Ecology and Hydrobiology*, 11(3-4), pp.205-222.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Tomáš Daněk, Ph.D.**  
Katedra rozvojových a environmentálních studií

Datum zadání bakalářské práce: 12. dubna 2020  
Termín odevzdání bakalářské práce: 10. dubna 2021

L.S.

---

doc. RNDr. Martin Kubala, Ph.D.  
děkan

---

doc. RNDr. Pavel Nováček, CSc.  
vedoucí katedry

V Olomouci dne 15. dubna 2020

## Obsah

1.	Úvod .....	1
2.	Ciele a metodika.....	2
3.	Poľnohospodárska krajina .....	3
4.	Poľnohospodárstvo na Slovensku.....	4
4.1	Historický pohľad .....	4
4.2	Súčasný stav .....	5
5.	Krajinné prvky .....	6
5.1	Krajinné prvky v poľnohospodárskej krajine .....	7
5.2	Nelesná drevinová vegetácia.....	8
6.	Pôda .....	10
6.1	Pôdny edafón .....	11
6.1.1	Edafón a trávnaté pásy .....	11
6.1.2	Edafón a živé ploty .....	12
7.	Voda a pôda .....	13
8.	Vegetácia a pôda .....	14
9.	Voda a jej význam.....	15
10.	Infiltrácia vody .....	16
10.1	Geomorfológia a jej vplyv na infiltráciu.....	18
11.	Retencia vody.....	18
12.	Jednotlivé prvky v krajine a ich význam .....	19
12.1	Stromoradia a ich význam .....	19
12.2	Solitéry a ich význam .....	21

12.3	Medze a ich význam.....	21
12.4	Živé ploty a ich význam .....	21
12.5	Skupiny stromov a ich význam .....	23
12.6	Terasy a ich význam.....	23
12.7	Trávnaté prvky a ich význam .....	23
12.7.1	Trávnatá údolnica.....	24
12.7.2	Biopásy .....	24
13.	Príklady vhodných realizácií v krajine .....	25
13.1	Zdoňov .....	25
13.2	Milešovka.....	26
13.3	Hriňová .....	26
14.	Diskusia a záver .....	27
15.	Zdroje.....	29

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Delenie NDV .....	9
------------------------------	---

## Zoznam skratiek

NDV	Nelesná drevinová vegetácia
HŠPK	Historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny
DPEP	Dobré poľnohospodárske a environmentálne podmienky
KP	Krajinné prvky
FAO	Food and Agriculture Organization
TTP	Trvalé trávnaté porasty

## 1. Úvod

Prejavom globálnej zmeny klímy sú nastupujúce extrémny v rozdieloch zrážok a počasia. Územie Európy podlieha čoraz zreteľnejším hrozbám sucha a nedostatku vody, naopak povodne sa opakujú v čoraz pravidelnejších intervaloch. Nástup sucha je zvyčajne pomalý a horšie predvídateľný, pre povodne platí prakticky to isté, s rozdielom často bleskového nástupu. Ekosystémy sa stávajú ohrozenými a služby, ktoré nám poskytujú strácajú svoje funkcie. Dopyt po vode sa rozsiahle zvyšuje a voda sa stáva vzácnou. V poľnohospodárstve obzvlášť, pre ktoré znamená jeden zo základných zdrojov. Adaptácia krajiny na nastávajúce zmeny, mitigácia negatívnych dopadov na krajinu a zmena prístupu v poľnohospodárstve je momentálne nutným krokom pre udržanie rovnováhy v krajine. (MŽP, 2018) Škody napáchané suchom sa na území Európy za posledných 30 rokov vyčíslili na viac ako 100 miliárd eur. V scenári pokračujúceho nárastu teplôt sa dá čakať ešte výraznejšie zhoršenie situácie okolo hospodárenia s vodou. (European Commission, 2012)

Historický vývoj hospodárenia v krajine na Slovensku vyústil na väčšine územia do neudržateľného stavu. Ten sa vyznačuje poľnohospodárskou krajinou s minimálnym zastúpením zelenej infraštruktúry, krajinných prvkov a iných vodozádržných opatrení. Maloformátové hospodárenie bolo zachované iba v niektorých častiach Slovenska, naopak intenzívne hospodárenie sa masovo rozšírilo do nížin a to aj na územia, pre ktoré tento spôsob hospodárenia nie je vhodný. Voda z krajiny, ktorej chýbajú prvky, odteká, spôsobuje eróziu pôdy a degraduje ju. Obnova a zakladanie krajinných prvkov do krajiny ako medze, remízy, skupiny stromov, solitéry, rozptýlená zeleň, trávnaté pásy, biopásy a i. sú vhodné riešenie pre predchádzanie týmto nepriaznivým javom v krajine. Do súvislosti s prvkami je nevyhnutné dať faktory ako pôda, voda, pôdny edafón alebo procesy infiltrácie a retencie, ktoré spoločne tvoria komplex previazaných dejov a faktorov vplývajúcich na retenciu vody v krajine. Úloha obnovy zelene v krajine má mnoho úskalí a to v podobe ekonomických, sociálnych alebo administratívnych. Rozsiahlejšie úpravy sú predovšetkým limitované pozemkovými nezrovnalosťami, prípadne demotivujúco pôsobí zložitý byrokratický proces pri žiadaní o podporu pre zakladanie prvkov.



## **2. Ciele a metodika**

Cieľom práce je poukázať na význam diverzifikácie poľnohospodárskej krajiny pomocou rôznych krajinných prvkov. Zreteľ je kladený predovšetkým na akumuláciu funkciu krajiny v zmysle retencie vody v krajine. Tento dej je preberaný v širších súvislostiach s rôznymi činiteľmi ako aj historickými vplyvmi na súčasný stav krajiny. Zameranie je hlavne na prepojenie vody, pôdy, pôdných organizmov, vegetácie a lokálnych podmienok. Na vhodných príkladoch z rôznych foriem hospodárenia budú uvedené možné adekvátne riešenia.

K vypracovaniu tejto práce boli primárne použité internetové zdroje a publikácie. Zakomponovaný je aj rešerš z literatúry k poľnohospodárskej tematike. Obsiahnuté sú práce a literatúra od českých a slovenských autorov zaoberajúcich sa tematikou krajiny, krajinného rázu, vzťahu vody a pôdy v krajine, agroekosystémov a pod. Dodatočné štúdie sú zo zahraničných, resp. Európskych výskumov, ktoré ponúkajú detailnejšie preskúmané jednotlivé prvky krajiny. Ako príklady sú uvedené tuzemské realizácie v krajine alebo extenzívny spôsob hospodárenia.

### 3. Poľnohospodárska krajina

Poľnohospodárska krajina je prevažne intenzívne obhospodarovaná a antropogénnou činnosťou premenená prírodná krajina s pretransformovanými prírodnými ekosystémami na agroekosystémy. Predstavuje výstup dlhotrvajúceho vzájomného pôsobenia prírodnej, krajinej, sociálnej a ekonomickej sféry. Je to komplexný, v priestore diferencovaný súbor tvorený jednotlivými prvkami, ktoré sú vzájomne poprepájané za kolobehu látok, energie a informácií. (Demo a kol., 2015)

Spôsob rozmiestnenia krajinných zložiek v priestore spolu s ich dynamikou sú determinujúce napr. pre nadväzujúce hydrologické procesy alebo kvalitu refúgií v krajine. Navyše, vplyv krajinných zložiek na ekosystémové služby krajiny je podstatný pre rovnováhu celého ekosystému ako aj pre biodiverzitu. (Demo a kol., 1998)

Jednou s funkcií, ktorú by mala poľnohospodárska krajina plniť je premena povrchového odtoku zrážkovej vody do podzemného odtoku (Demo a kol., 2015). Význam tohto procesu spočíva v predchádzaní vodnej erózie, zvýšení infiltrácie vody a zabezpečení retencie vody v krajine. Funkcií, ktoré poľnohospodárska krajina ponúka je nespočet, no v rámci zamerania práce budú rozoberané tie najrelevantnejšie.

Faktory, ktoré z vodohospodárskeho hľadiska na tieto funkcie významnou mierou vplyvajú sú okrem systému hospodárenia predovšetkým aj krajinná štruktúra v priestore. Čo sa týka hospodárenia v krajine, v súčasnosti zaužívané postupy majú tendenciu byť z dlhodobého hľadiska neudržateľné, čo môže viesť k narúšaniu autoregulačných mechanizmov a napokon k priestorovej instabilite krajiny. (Demo a kol., 2015)

Zo širšej perspektívy sa dá skonštatovať, že ekosystémové služby v poľnohospodárskej krajine sú závislé na štruktúre krajiny, do ktorej je agroekosystém zasadený. (Power, 2010) Na príklade Slovenska sa dá ukázať táto variabilita, kde sú na jednej strane zachovalé poľnohospodárske štruktúry, ktoré vynikajú svojou pestrosťou a zároveň aj funkčnosťou. Do kontrastu k príkladným lokalitám bez vážnych zásahov sa môžu uviesť zásadne obmenené lokality prevažne v nížinatých oblastiach, ktoré boli vhodné na intenzívne obhospodarovanie, čo z nich vytvorilo jednotvárnú, ochudobnenú krajinu s narušenými ekosystémovými službami za účelom zvyšovania výnosnosti.

## 4. Poľnohospodárstvo na Slovensku

Územie Slovenska pozostáva zo 48,9 % poľnohospodárskej krajiny (Lieskovská a Némethová, 2015).

### 4.1 Historický pohľad

Snaha balansovať medzi lesným a poľným ekosystémom je úzko naviazaná na vývoj poľnohospodárstva ako takého. Už v neolite pri prvotnom osídlení človekom boli badateľné úbytky lesov, ktoré mali potenciál byť obhospodarované. Na území Slovenska sa predpokladá osídlenie po viac ako 5000 rokov, zatiaľčo poľnohospodárskym spôsobom z toho asi 2000 rokov (Janšák, 1929). Spočiatku sa začali obhospodarovať územia v okolí riek v nížinách, kde bola pôda najúrodnejšia, no neskôr aj oblasti hornatého charakteru. Najzásadnejšie zmeny vo využívaní pôdy a v štruktúrach krajiny sa udiali v 20. storočí. Poľnohospodárstvo sa javilo ako zaostané a bola vyžadovaná intenzifikácia, ktorá nastala už začiatkom 20. storočia. Ráz krajiny bol zasiahnutý najmä pozemkovými reformami. Jedna z nich v roku 1918 mala pozitívny dopad na členitosť poľnohospodárskej krajiny a zároveň aj na samotnú stabilitu ekosystému a to z dôvodu prerozdelenia veľkých parciel drobným vlastníkom. Diverzifikácia krajiny bola vtedy výrazná. (Jančura, 2004)

Nevýhodne sa začínala javiť nízka výnosnosť produkcie a to na úkor heterogenity krajinného rázu. V hornatých oblastiach sa vyskytovali prvky ako medze alebo terasy, ktoré boli podpísané vysokou mierou manuálnej práce roľníkov. Tieto prvky antropogénno-prírodného pôvodu sa vyznačovali vysokou diverzitou ako fauny, tak aj flóry. Najvyššou mierou biodiverzity sa javili predovšetkým medze, lemy poľných ciest, prirodzené lúky alebo pasienky. (Ružičková et al., 1999)

Polovica 20. storočia priniesla režim odporujúci súkromnému vlastníctvu a drobným poľnohospodárom boli pridelené iba určité veľkosti pozemkov. Kolektivizácii podliehala ostatná pôda a trend sa uberal k hospodáreniu na lánoch s veľkou rozlohou. (Pesek, 1990) Po bezprecedentnom zjednotení pôdných blokov sa koncom 20. storočia čiastočne prevádzajú parcely do užívania drobným vlastníkom. Na krajine sa tento akt čiastočne podpísal vznikom mozaikovitých štruktúr. Rozlohou malé a kolektivizáciou nedotknuté časti polí sa podieľajú na udržiavaní biodiverzity v krajine dodnes. (Dobrovodská, 2000)

Za posledných 200 rokov nastali v krajine zásadné premeny. Ich rozsah je možné pozorovať na mnoho príkladoch, no pre účel tejto práce bude zameranie na rôzne prvky v krajine, hlavne lineárneho a bodového typu, ktoré majú v krajine pri jej diverzifikácii podstatný význam. Vzostup lineárnych prvkov sa predpokladá k 18. storočiu, kedy sa začali formovať bariéry, úkryty alebo prvky ako zdroje drevnej hmoty. Pre Českú Republiku boli typické plužiny definované hlavne živými plotmi, známe už zo stredoveku. Plužiny sú veľmi špecifické prvky, ktoré definovali polia, lúky a celkový charakter priľahlých obcí (Gojda 2000; Sklenička et al., 2009). Podľa Hreška (2010) boli na Slovensku zaznamenávané obdobné štruktúry.

#### **4.2 Súčasný stav**

Súčasný stav poľnohospodárskej krajiny sa dá popísať ako nevyvážený, pretože k zachovaniu jej produkčnej funkcie vyžaduje nepretržitý prísun energie vo forme vstupov (Demo a kol, 2015).

Report inštitútu environmentálnej politiky, ktorý bol zameraný na rozlohu polí na území Slovenska prišiel s negatívnymi závermi vypovedajúcimi o súčasnom stave poľnohospodárskej krajiny. Podľa dát z OneSoil nasnímaných satelitmi a neskôr interpretovanými do detailov sa ukázala rozloha monokultúrnych polí na Slovensku ako najvyššia v EÚ a to s priemernou rozlohou 12 ha. Za hlavné činitele zodpovedajúce za tento stav sa považujú nevhodne nastavené motivácie zo strany Spoločnej poľnohospodárskej politiky, čo vyústilo aj do nízkej diverzity pestovaných plodín. Všetkému v minulosti predchádzala kolektivizácia a rozorávanie medzí za obdobia komunizmu. Poľnohospodárska pôda v nížinách s vyššou rozlohou je ohrozená prevažne veternou eróziou, ktorá na území Slovenska činí 5,5 % potenciálne ohrozenej pôdy. Zatiaľčo v členitejších územiach je to práve vodná erózia s významne vyšším podielom potenciálneho ohrozenia a to až na úrovni 38,5 %. (MŽP, 2019) Tieto deje častokrát vedú aj k ekonomickým stratám poľnohospodárov, čo by ich malo motivovať práve k výraznejšej diverzifikácii krajiny pre jej ochranu. Najkritickejšie územia sú hlavne v západnej časti krajiny v nížinách alebo pahorkatinách, kde priemerná rozloha dosahuje až 18 ha. V lokálnych extrémoch sa dostávame až na 40,5 ha. V roku 2019 bolo na Slovensku evidovaných približne 15 tisíc polí s monokultúrnou plodinou pri rozlohe viac ako 30 ha, čo v konečnom dôsledku tvorilo až 46 % z celkovej rozlohy poľnohospodárskej pôdy na území Slovenska. Odhaduje sa, že limitovaním veľkosti

ľánov na maximálne 30 ha by sa ich rozdelením vytvorilo o takmer 17 tisíc viac polí. (IEP, 2020)

Dá sa konštatovať, že rozloha polí v agrárnej krajine vypovedá o jej štruktúre a pestrosti. Rozľahlým územiám chýbajú prvky, ktoré ich delia na menšie bloky s vyšším potenciálom pre radu benefitov týkajúcich sa biodiverzity, prevencie proti erózii alebo z pohľadu prospechu pre ekosystémové služby.

Vplyvmi poľnohospodárskej aktivity v krajine dochádza k narušeniu vodného cyklu. Jedným z ukazovateľov je, že došlo k vytvoreniu vrstvy pod ornitou, ktorá prestáva prepúšťať vodu. Najjemnejšie čiastočky sú transformované nižšie a tvoria akumulovanú vrstvu. Hlavne kvôli tomu, že v pôde chýba život, z toho plynú chýbajúce kapiláry a ďalej naväzuje rozpad pôdnych agregátov späť na íl, prach a piesok (Záhora, 2019) Problematika pôdy sa budene rozoberať detailnejšie v nasledujúcich stranách.

Súčasná situácia s nelesnou drevinovou vegetáciou (NDV) (tiež nazývaná aj rozptýlená zeleň) má negatívny trend. V oblastiach s extenzívnym hospodárením, ktoré sa praktizovalo hlavne v minulosti je NDV dnes na ústupe. Opúšťanie krajiny spôsobuje nástup prirodzenej sukcesie a transformáciu extenzívne obrábaných území na les. Nevhodný prístup je zdokumentovaný aj pri stromoradiach lemujúcich poľnohospodársku pôdu s priliehajúcimi komunikáciami. Tieto prvky sú predmetom diskusií o bezpečnosti v cestnej doprave, čo často vedie k ich odstraňovaniu. Rovnako starnutie alejí, remízok a podobných prvkov v krajine mieri k ich zániku a často zostáva bez náhrady novými jedincami. Náhradné výsadby sú zriedkavé, preto je nutné ich realizácie viac podporovať. (Demková, 2015)

## **5. Krajinné prvky**

Krajinné prvky (KP) predstavujú neoddeliteľnú súčasť poľnohospodárskej krajiny ako heterogénne štruktúry formované prírodnými procesmi alebo umelo vytvorené človekom. Podieľajú sa na tvorbe krajinného rázu a krajinu zároveň delia do členitých blokov. (eAGRI, 2014)

Definícia podľa Ružičku (2000) KP popisuje ako javy vyskytujúce sa v krajine, ktoré vznikli činnosťou človeka zároveň s vplyvom prírodných faktorov na krajinné zložky. KP vyjadrujú vzťahy v priestore krajiny a obsah druhotnej krajinnej štruktúry. Zároveň krajinné zložky majú vyjadrovať náplň, obsah krajiny a jej prvotné štruktúry.

Charakter a členenie krajinných prvkov, ich orientácia, rozloha, typ alebo štruktúra ako aj iné vlastnosti vychádzajú z lokálnych alebo regionálnych odlišností, sú výsledkom interakcií prírodných podmienok, geografickej polohy, hospodárskeho a kultúrohistorického vývoja. (Dobrovodská a Štefunková, 1996)

Plnia mnoho funkcií napr. v rámci vodného režimu v krajine alebo ekologických interakcií. Jednotlivé funkcie sú:

- Predchádzanie erózii, minimalizácia vplyvov erózných činiteľov na pôdu
- Vylepšenie retenčnej kapacity krajiny rôznymi prírode blízkymi opatreniami, zvýšená schopnosť vsakovať vodu
- Zabezpečenie ekologickej stability, zvyšovanie alebo udržiavanie biodiverzity, spájanie obdobných štruktúr v krajine
- Podielanie sa na tvorbe krajiny a ochrana krajinného rázu
- Ochrana prírody a krajiny v súvislosti s významnými krajinnými prvkami
- Poskytovanie priestorov pre aktivity človeka; rekreačná funkcia úzko spätá s estetickým dojmom z krajiny
- Preventívna ochrana pred povodňami (eAGRI, 2014)

## **5.1 Krajinné prvky v poľnohospodárskej krajine**

Krajinné prvky v agroekosystéme sú prírodné alebo umelo vzniknuté historické štruktúry, ktoré by mali ležať na poľnohospodárskej pôde alebo s ňou hraničiť. Majú ekologický význam, odlišujú sa od okolia svojimi rozmermi a od okolitých priliehajúcich pestovaných plodín svojou povahou. Predovšetkým majú agroenvironmentálnu úlohu, dotvárajú krajinný ráz a ovplyvňujú činnosť poľnohospodárov na územiach, ktoré obrábajú. KP sú predmetom ochrany za účelom ich zachovania v pôvodnom a funkčnom stave. Malo by byť predchádzané nevhodným zásahom zo strany hospodáriacich subjektov a to okrem ekologického významu aj na základe ich spoločenskej hodnoty. Tieto plochy sa považujú za ekologicky významné, pričom ich cieľom je zvýšenie a zachovanie biodiverzity na poľnohospodárskej pôde. (eAGRI, 2014)

Vybrané krajinné prvky sú chránené v zmysle dobrých poľnohospodárskych a environmentálnych podmienok (DPEP). Pod pojmom krajinný prvok sa v rámci DPEP rozumie súvislá plocha na ornej pôde, ktorá spĺňa istú charakteristiku. Primárne by mala v poľnohospodárskej krajine plniť mimoprodukčnú funkciu – krajinný prvok, ako súčasť krajiny s ekologickou, biotickou, protieróznou, pôdoochrannou alebo krajnotvornou funkciou. Umiestnené by mali byť v rámci produkčnej alebo kultúrnej časti krajiny s najvyššou stanovenou rozlohou a to maximálne do 2 ha. Taktiež existuje kritérium pre dĺžku a šírku, pre počet drevín atď. (VÚPOP, 2015)

KP možno vnímať aj ako súčasti vybraných historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny (HŠPK). V krajine HŠPK symbolizujú fragmenty pestrých štruktúr s náležitými spoločenstvami bohatej fauny a flóry, prevažne vo vyššie položených oblastiach Slovenska. Agrárne formy reliéfu ako súčasti viacerých HŠPK boli v krajine budované s úmyslom stabilizácie pôd vo vzťahu k reliéfu. Charakterizovaných je niekoľko typov a patria medzi ne napr. svahy terás, stupňovité medze, kopy alebo valy. Vznikli voľnou sukcesiou trvajúcou niekoľko stoviek rokov. Predstavujú súčasť mozaikovitej štruktúry extenzívne obhospodarovaných polí, lúk, pasienkov a pod. Z historického pohľadu sú to výnimočné územia nezasiahnuté kolektivizáciou v druhej polovici 20. storočia a to aj z dôvodu sťaženej dostupnosti v teréne, vyššej nadmorskej výške a z toho plynúcich nevhodných klimatických podmienok pre intenzívny spôsob hospodárenia. (Petrovič a Mojses, 2013)

Najpestrejšie súčasti sú medze, lemy poľných ciest, trvalé trávnaté porasty alebo pôvodné lúky. V kontexte klimatických zmien sú HŠPK nezanedbateľnou súčasťou poľnohospodárskej krajiny, významné aj pri zadržiavaní vody v krajine alebo pri eliminácii erózných činiteľov. (Špulerová, 2009)

## **5.2 Nelesná drevinová vegetácia**

Prirodzenou a podstatnou súčasťou KP sú stromy, konkrétnejšie pomenované aj ako nelesná drevinová vegetácia (NDV). Dajú sa charakterizovať ako porasty drevín súčasne aj s bylinným poschodím, ktoré nepredstavujú les (Mareček, 2005). NDV môže byť zložkou krajiny zanedbateľnej rozlohy s mimoprodukčnou funkciou a s prirodzenou skladbou organizmov. NDV má predovšetkým funkcie ekologického, pôdoochranného alebo hydrologického významu. Výskyt NDV v poľnohospodárskej krajine sa dá pripísať dvom faktorom. Prvý je ich prirodzený výskyt v krajine pričom z rôznych dôvodov boli tieto prvky zanechané a vyhli sa poľnohospodárskej činnosti. Druhý spôsob je ich umelé vysádzanie do

krajiny za predpokladu čo naj dôveryhodnejšieho napodobnenia a zachovania funkcií. K vplyvom na hydrologický režim krajiny sa viaže aj funkcia prevádzať povrchový odtok na vodu infiltrujúcu sa do podzemných zásob. Nutné je spomenúť aj estetický význam NDV v poľnohospodárskej krajine a to hlavne pri členitom teréne s rôznorodým usporiadaním v priestore. Pozitívny efekt má hlavne na biotu a to tvorbou refúgií, migračných koridorov, poskytovaním prestoru pre rozmnožovanie a pod. Pri retencii vody v krajine sú dôležité aj tzv. príbrežné porasty. (Demo a kol., 1998)

V slovenskom zákone o ochrane prírody a krajiny (zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny a zákon č. 114/1992 Sb.) sa uvádza termín dreviny rastúce mimo lesa, čo je definované ako „strom alebo ker rastúci jednotlivo alebo v skupinách mimo lesného pôdneho fondu“ (§ 2, ods. 2, písm. m zákona č. 543/2002 Z. z.; § 3, ods. 1, písm. g zákona č. 114/1992 Sb.). FAO (2001) má podobnú definíciu: „trees outside forest“ (stromy ako dreviny mimo lesa), no sú v nej obsiahnuté aj plochy drevín do 0,5 ha a to aj so stromami, ktoré rastú na zastavaných plochách, parkoch a záhradách, pričom tieto pod NDV nepatria.

Sklenička (2003) uvádza tri alternatívy spôsobu vzniku NDV:

1. Ustupovaním lesov z krajiny, teda ako pozostatky pôvodných lesných porastov
2. Samovoľným rozrastaním sa v krajine, nálet drevín na voľné plochy
3. Vysadenie človekom do voľnej krajiny

Špulerová (2009) rozdeľuje NDV v krajine podľa rozlohy a charakteru na tri typy: plošná, líniová, bodová.

Tabuľka 1: Delenie NDV

<b>Prvky NDV</b>	<b>Definičné znaky</b>	<b>Príklady</b>
<b>Plošné</b>	min. plocha 50 m <sup>2</sup> , max.	Remízy, háje, kroviny
<b>Líniové</b>	min. dĺžka 30 m, max. šírka	Aleje stromov, medze,
<b>Bodové (solitérne)</b>	1-3 jedince (stromy alebo kríky)	Solitéry alebo skupiny stromov, či kríkov

Zdroj: Špulerová, 2009, upravené autorom



Ako NDV sa dajú opisovať plochy s drevinami do rozlohy 0,3 ha, teda skupinovové porasty, líniové porasty alebo solitéry ( Machovec 1994; Trnka 2001).

Machovec (1994) pripisuje rozptýlenej zeleni v krajine význam, no podmieňuje to jej zastúpením minimálne na 1,5 % z územia pôdneho fondu. Toto číslo sa javí ako zanedbateľné, čo sa v realite môže premietnuť do veľmi jednotvárnej krajiny. Pre optimálne fungovanie krajiny by bolo vhodné zastúpenie rozptýlenej zelene zvýšiť. (Demková, 2015)

Demková (2015) sumarizuje, že na našom území chýba systematické monitorovanie NDV. Týmto prichádzame o dôležité dáta vypovedajúce o stave krajiny, habitatoch pre rôzne druhy živočíchov a ich dynamike. V súčasnej dobe je mnoho faktorov, ktoré vplyvajú na početnosť alebo kvalitu NDV, čo by malo vytvárať motiváciu pre ich pravidelnú evidenciu.

## **6. Pôda**

Pôda, ako nenahraditeľná súčasť existencie života na Zemi, umožňuje organizmom život a zároveň plní aj mnoho ekologických a environmentálnych funkcií. Okrem produkčnej funkcie, ktorá umožnila rozvoj civilizácie do formy v akej ju dnes poznáme, pôda plní aj mimoprodukčné funkcie. Má ochrannú a stabilizačnú funkciu, podieľa sa na biogeochemických procesoch, na výmene energie, formuje klímu alebo plní kultúrnu rolu. V prepájaní týchto funkcií má voda kľúčovú úlohu. (Brady a Weil, 2002)

Pôda je zložená z materinskej horniny a jej minerálnych častíc približne zo 45 %. Delia sa na rôznu frakciu, od najjemnejších po najhrubšie – íl, prach a piesok. V pôdach sa tieto prvky vyskytujú vo variabilných pomeroch. Tieto častice sa zhlukujú do pôdnych agregátov a ich stabilizáciu zabezpečujú hubové vlákna a mikrobiálne tmely. Hubové vlákna ďalej prerastajú agregátmi a produkujú lepivé látky, ktoré formujú mikroagregáty a následne makroagregáty. Pôdne agregáty sú veľmi dôležitá súčasť pre zadržanie vody v pôde a pre udržanie funkčného režimu pôdy, aby dažďová voda zatekala do väčšej hĺbky a neakumulovala sa iba v plytkej, vrchnej vrstve, prípadne v horšom prípade odtekala. Prázdne miesta v pôde sú vyplňané 25 % vodou v rôznych skupenstvách podľa ročného obdobia, podnebia, respektíve počasia. Približne rovnakým percentom sa podieľa na kompozícii pôdy vzduch. Najmenší podiel v pôde zastáva organický materiál, ktorý tvorí iba približne 5%. (Záhora, 2019)

Makropóry majú vplyv na pohyb vody v pôde. Možno ich rozdeliť do dvoch skupín na primárne a sekundárne podľa ich charakteristiky a spôsobu vzniku. (Unger, 1991) Primárne makropóry vychádzajúce z textúry pôdy sú vo vrchnej vrstve zriedkavé, naopak sekundárne, ktoré závisia od pôdnej štruktúry a koreňových systémov tu prevládajú. (Tippkotter, 1983)

Pôdne póry sú najväčšou mierou narušované mechanickým obhospodarovaním ako napr. orbou alebo kyprením pôdy za účelom jej úpravy pred výsadbou (Strudley a Green, 2008). Narušená pôda stráca stabilitu, znehodnocujú sa póry a mení sa priepustnosť vody a vzduchu (Hill et al., 1985). Následky sa dotýkajú aj organického obsahu v pôde, ktorý je prevzdušnený a mineralizuje, to následne negatívne vplyva na pôdne agregáty, ktoré sa rozpadajú. Za opačného scenáru, pri obohatení pôdy organickou hmotou dochádza k výraznému vylepšeniu retenčných, ako aj infiltračných vlastností pôdy. (Bot a Benites, 2005)

## **6.1 Pôdny edafón**

Pôdny edafón má svoju nezastúpiteľnú rolu pri tvorbe pôdneho humusu, predieraním sa pôdou vytvára makropóry a v konečnom dôsledku veľkým dielom prispieva k retenčnej kapacite pôdy (Blouin et al., 2013).

Narušenie pôdnych štruktúr intenzívnym hospodárením spôsobuje stratu dôležitých, tzv. ekosystémových „inžinierov“ – dážďoviek. Tie za bežných okolností vytvárajú a stabilizujú pôdne póry (Birkas et al., 2010), ktoré majú v pôde práve schopnosť zadržiavania vody (Bertrand et al., 2015). Znehodnotenie prostredia týchto organizmov priamo postihuje hydrologické funkcie pôdy (Blouin et al., 2013). Larink a kol. (2003) uvádzajú, že pri vykonávaní orby alebo obdobných zásahov do pôdy môžu byť zničené populácie dážďoviek až zo 60 %.

Jednou z ďalších významných pôdnych zložiek pre retenciu vody v pôde sú aj hubovité vlákna. Tie boli skúmané v Grécku, kde ich objem v biomase bol výrazne vyšší na plochách s prvkami živých plotov ako v okolitej jednotvárnej obhospodarovanej pôde. (Holden, 2019)

### **6.1.1 Edafón a trávnaté pásy**

Vhodným opatrením pre zachovanie a podporu populácií pôdnych druhov je aj zakladanie travinných pásov lemujúcich obhospodarovanú pôdu. Význam tohto

poloprírodného opatrenia spočíva v poskytovaní habitatu rôznym druhom vtákov, bezstavovcom alebo drobným cicavcom, no zároveň táto štúdia poukazuje aj na význam trávnatých pásov pre pôdnu makrofaunu. Trávnaté pásy podporujú druhovú hustotu a početnosť kľúčového druhu dážďoviek. Pre porovnanie, okraje polí bez trávnatých pásov mali výrazne nižší výskyt pôdnej fauny. Faktom je, že toto opatrenie vplyva iba na samotný travinný pás, populácie mimo neho neboli nijak výrazne ovplyvnené. Dodatočne je treba spomenúť okolnosti na skúmanom území, kde chýbal vegetačný pokryv a tým nepredstavoval najvhodnejšie podmienky pre osídlenie istých druhov pôdnej makrofauny. (Smith, 2008)

### **6.1.2 Edafón a živé ploty**

Predmetom tejto štúdie bola aj biodiverzita živých plotov. V porovnaní s travinnými pásmi má vyššiu diverzitu porastu, čo rovnako znamenalo aj druhovú diverzitu pôdnej makrofauny. Podobnosť v druhovej kompozícii travinných pásov a živých plotov naznačovala, že prebieha šírenie druhov medzi týmito dvoma prilehajúcimi prvkami. Disperzia do okolnej obhospodarovanej pôdy nebola priamo doložená, no vzhľadom na značný vplyv orby na populácie dážďoviek a inej pôdnej fauny sa dá očakávať, že populácie nemajú v takomto prostredí ideálne podmienky pre život. Živé ploty teda predstavujú jeden dôležitý ostrov pôdnej biodiverzity v agroekosystémoch a to aj napriek ich minimálnym efektom na okolie. (Smith, 2008) Za zváženie by stálo sa viac zamerať na tento fenomén, pretože sa javí ako nádejný spôsob, ako dostať viac života do pôdy. Zvýšením počtu živých plotov v krajine by sa mohlo doceliť podporenie týchto populácií.

Holden (2019) zdôrazňuje nepomer znalostí pre význam živých plotov pre pôdny život v porovnaní s nadzemnými benefitmi týchto prvkov. Existuje však literatúra, ktorá dokladá význam pri infiltrácii vody alebo pri znížení odtoku vody (O'Connell et al., 2004; Burgess-Gamble et al., 2018). Na príklade štúdie z Francúzska sa dá poukázať zvýšená intercepcia vody na plochách pokrytých živými plotmi alebo obdobným vegetačným pokryvom, čo neskôr znamenalo nižšie úrovne pôdnej vlahy ako na okolitých poliach (Ghazavi et al., 2008).

Dážďovky a ich početnosť v poľnohospodárskej krajine sú podľa Holdena (2019) nedostatočne preskúmané. Avšak štúdia zo Spojeného kráľovstva poukázala na koreláciu medzi početnosťou dážďoviek na poľnohospodárskej pôde a výskytom krajinných prvkov. Skúmané boli živé ploty s priľahlými trávnatými pásmi alebo trávnaté pásy lemujúce polia.

Ukázalo sa, že počet dážďoviek bol zreteľne vyšší na plochách, kde priliehali k sebe trávnaté pásy a živé ploty v porovnaní s miestami bez týchto prvkov. Nižší výskyt bol aj na ploche pôdnych blokov (Hof and Bright, 2010).

Pôdny edafón má na sekundárne makropóry v pôde istý vplyv (Chan, 2004) Taktiež, hydrologické funkcie pôdy istým spôsobom benefitujú z prítomnosti pôdneho edafónu (Fischer et al., 2014).

## **7. Voda a pôda**

Voda sa v pôde nachádza v rôznych formách. Jednou z nich je adsorpčná voda, ktorá sa nachádza ako povlak na časticiach pôdy. Kapilárna voda sa udržiava v pôdnych kapilárach a v makropóroch sa nachádza voda gravitačná. Pomery týchto spôsobov obsiahnutia vody v pôdach závisí primárne od jej zloženia. Hlinité pôdy z najväčšej časti držia vodu adsorpciou, zatiaľ čo piesčité pôdy kapilármi. (Tuller, 2005)

Vodný režim pôdy je určený vodnou bilanciou. Existuje mnoho zdrojov, od kiaľ sa voda dostáva do pôdy, či už vsakovaním zrážkovej vody, povrchovej vody, z podzemných zdrojov kapilárnymi cestami procesom, ktorý sa nazýva vzlínanie alebo kondenzačnými prúdmi. Primárny zdroj však predstavujú atmosfercké zrážky. Voda sa do nižších vrstiev v pôde dostáva infiltráciou cez časť pôdy, ktorá je nenasýtená, respektíve má nízku úroveň nasýtenia vodou. Prevláda v nej vzduch, teda hovoríme o zóne aerácie pôdy. Naopak, v miestach kde sa voda akumuluje na nepriepustnej vrstve sa vytvorí hladina podzemnej vody – nasýtená vrstva pôdy. Voda a jej transfery pôdou sú závislé od atmosferickej vody a jej cirkulácie. Interakcia medzi pohybom atmosferickej vody, zónou aerácie pôdy a podzemnou vodou spolu tvoria vodný režim pôdy. Asi najkľúčovejšiu úlohu v tomto režime zohráva nenasýtená vrstva a jej dynamika. (Demo, 2015)

Nimmo (1997) dokladá skutočnosti ako štruktúra pôdy, teda usporiadanie a organizácia častíc v pôde má významný vplyv na hydrologické vlastnosti pôdy, akou je retenčná funkcia, infiltrácia alebo iné transportné vlastnosti. Rôznorodosť pôdnej štruktúry teda priamo ovplyvňuje pohyb vody cez pôdne póry a kapiláry. Vplyv rôznych typov pôd na transfer pôdnej vody na základe ich zrnitosti dokladá aj Jánošík (2009). Rovnako to potvrdzuje aj Nadezhdina (2009) vo svojej práci, ako sú hydraulické vlastnosti závislé od vlastností pôd.

Spôsob hospodárenia na pôde vplýva na štruktúru pórov a kapilár, od ktorých závisí objem vody zadržateľnej v pôde. (Hula a Procházková, 2008)

Kapilárna pórovitosť charakterizuje pôdne póry s priemerom do 0,2 mm. Prebiehajú v nich elektrostatické a meniskové sily, ktoré eliminujú gravitačné pôsobenie na vodu. Teda vplyv na pohyb vody a jej zásoby je zjavný. Na druhej strane nekapilárna pórovitosť je o póroch s priemerom nad 0,2 mm, v ktorých sa jednoduchým spôsobom pohybuje gravitačná voda. (Bielek, 2017)

Gravitačná voda má sklon k rýchlemu odtoku pri piesčitých pôdach a naopak je pomalá pri pôdach ílovitých. (Brady a Weil, 2002) Za najvhodnejší typ pôdy sa považuje dobre štrukturovaná hlinitá pôda s vysokým podielom organického materiálu, ktorý sa spolu s optimálnym tvarom pórov podiela na retencii vody. (Kutílek a Nielsen, 1994) Organické častice ako súčasť pôdy sú vďaka ich vlastnostiam veľmi zraniteľné voči vodnej erózii, voda ich veľmi jednoducho odplaví. (Le Bissonnais, 1996)

V kontexte retencie vody záleží aj na pôdnej vlhkosti, od ktorej sa odvodzuje evapotraspirácia. V pôdnom prostredí sa vyskytujú dve štádiá. Prvé z nich predstavuje pôdne póry vyplnené vzduchom, čo znamená suchú pôdu a druhé štádium sú póry vyplnené vodou, čo znamená, že pôda je premočená. Póry delíme na kapilárne a nekapilárne. Gravitačná voda je v nekapilárnych póroch, naopak v kapilárnych póroch sa voda môže akumulovať, za čo sú zodpovedné kapilárne sily. Voda tohoto typu zostáva v kapilárach ako posledná po odtoku gravitačnej vody. Napokon sa do nekapilárnych pórov dostáva vzduch nevyhnutný pre korene rastlín. V tomto procese pôda prechádza rôznymi stavmi, resp. hydrolimitmi, ktoré určujú nasýtenosť pôdy. Vyústiť to môže až do vyčerpania vody a dosiahnutia bodu vädnutia, ktorý je nevratný. Transpirácia ma svoj priebeh prakticky počas väčšiny vlhkostných štádií pôdy, avšak dostať sa na úroveň potenciálnej evapotranspirácie je prakticky možné iba počas vlhkosti na maximálnej úrovni. V danom momente je vždy transpirácia naviazaná na objem vody v pôdnom profile. To znamená, čím menej pôdnej vlahy, tým nižšia je evapotranspirácia. (Demo, 2015)

## **8. Vegetácia a pôda**

Nemenej významný je aj vegetačný pokryv pôdy, ktorého hlavná funkcia sa týka jeho koreňovej sústavy. Korene držia pôdnu štruktúru pokope, čo má protieróznny efekt (Zuazo a Pleguezuelo, 2009) alebo penetrujú pôdu, čím tvoria póry, v ktorých sa nakoniec rozložia

a zanechajú v pôde organické zvyšky. Nadzemná časť vegetácie zohráva okrem iného svoju rolu aj v ochrane povrchu pôdy pred priamym slnečným žiarením. Tiež pôsobí ako kryt pôdy proti narúšaniu povrchu pôdy pred zrážkami a vplýva na samotné vsakovanie vody. (Brady a Weil, 2002) Ak pôde chýba počas daždivých podmienok kryt, či už v podobe živých alebo odumretých rastlín, pôdne agregáty strácajú stabilitu a vo vrchnej vrstve sa formuje tvrdá krusta, ktorá do vysokej miery znižuje schopnosť vsakovania vody. (Hula a Procházková, 2008)

Rôzne druhy rastlín predstavujú rôzne druhy koreňových sústav. Ich dosah v pôde sa dá vyjadriť aktívnou koreňovou zónou. Je to priestor, z ktorého sú rastliny schopné prijať potrebné množstvo vody nevyhnutné k rastu. Voda sa v týchto miestach akumuluje, čo pomáha rastlinám, či už z produkčného alebo mimoprodukčného hľadiska, no hlavne im pomáha vysporiadať sa s obdobiami sucha. Distribúcia vody v pôde je prakticky zabezpečená pomocou koreňov. (Nadezhdina et al., 2009) Schopnosť pôdy zadržať vodu je dôležitá v procese distribúcie pôdnej vody rastlinám. (Hula a Procházková, 2008)

Pechanec (2020) pripisuje prakticky každému krajinnému prvku či už trávnatého typu alebo lineárnym prvkom pozostávajúcimi z drevnatej vegetácie významný hydrologický vplyv v krajine. Obsiahnuté sú prvky od solitérov, cez medze, živé ploty, remízy, prípadne podobné prvky lineárneho tvaru, ktoré tvoria v krajine istú bariéru alebo hranicu. Líniové prvky bývajú často ako jediné prvky v intenzívne obhospodarovanej krajine, ktoré prispievajú k jej stabilizácii. Kontinuálny pokryv vegetáciou zabezpečuje efektívne zasakovanie a spomaľovanie odtekajúcej vody. Týmto spôsobom prirodzene zadržiavajú vodu v krajine. (NWMR, 2013)

## **9. Voda a jej význam**

Rozloženie vody v krajine závisí od jej tokov naprieč agroekosystémom a rôznymi inými biofyzikálnymi faktormi (Lepeška, 2008). Voda, rovnako ako pôda, má svoju dominantnú funkciu v krajine. Tvorí vhodnú klímu pre život organizmov, je obsahom samotných tel organizmov a je mimoriadne dôležitá v životnom prostredí ako multifunkčný nástroj pre optimálne podmienky pre život. Pohyb vody v rôznych mierkach zabezpečujú hydrologické cykly, ktoré realizujú výmenu vody medzi oceánom, pevninou a atmosférou. V kontexte krajiny, lokálnej alebo regionálnej úrovne, je nutno spomenúť konkrétne malý

vodný cyklus. Voda sa v tomto cykle odparí evapotranspiráciou a do krajiny sa vracia ako zrážky. Tento cyklus hrá významnú úlohu pri stabilite hydrologického cyklu a klímy na lokálnej úrovni. Taktiež vplýva na zdroje vody a naopak naň vplýva funkčnosť samotnej vegetácie. Pôda v tejto situácii zabezpečuje vodu aj vegetáciu, teda je nutné, aby tento cyklus zostal patrične nepoškodený nevhodnými prístupmi v krajine a bolo smerovaných k adekvátnym opatreniam k adaptácii a zachovaniu tohto cyklu.

Odhliadnuc od zrážkovej vody zachytenej v pôde na voľnom priestranstve, vegetácia v krajine má schopnosť vodu zachytiť tiež. Tento proces sa nazýva intercepcia vody, ktorá je zachytávaná prevažne na listoch. (Jioa et al., 2016) Význam tohoto procesu spočíva v tom, že vodu (maximálne približne do 50 %<sup>1</sup> z celkového úhrnu zrážky pre plochu vegetácie) zachytí, a tá sa čiastočne nedostane do kontaktu s pôdou, pretože sa z povrchu rastlín postupne vyparí. (Roth et al., 2007) Demo a kol. (2015) celkom podrobne popisuje tento proces. Počas dažďa sa kvapky zachytávajú na listoch, ihličí alebo iných častiach vegetácie, kde po dosiahnutí maximálnej kapacity sa voda zachytáva na okrajových častiach vegetácie. Po tom ako váha vody prekročí hodnotu povrchového napätia pomaly začína kvapkať na zem. Jeden z významov intercepce teda pozostáva v spomaľovaní dopadu vody na pôdu, relatívne od jednotlivých druhov vegetácie.

Voda by nemala byť zachytávaná iba vo vrchnej vrstve pôdy, je nutné aby sa dostala hlbšie. Táto vrchná vrstva je extrémneho charakteru, buď suchého alebo premočeného charakteru – rastliny sa tadiaľto snažia iba prerásť. Preto by malo byť rastlinám umožnené hospodáriť s celým pôdnym profilom v dobe sucha. Pôda zložená z mikroagregátov je pre vodu jednoducho priepustná. (Záhora, 2019) Zadržiavanie vody v pôde má mitigačné účinky na nepriaznivé dopady suchých období (ClimateAdapt, 2016).

## **10. Infiltrácia vody**

Druhy pôd sa rozdeľujú do rôznych kategórií. Jednou z nich je delenie na základe zrnitosti, respektíve podľa pomerov komponentov ílu, prachu alebo piesku. Rôzne pomery jednotlivých súčastí znamenajú odlišné infiltračné vlastnosti. Pôdy s najvyšším obsahom piesku z ich minerálnej zložky vykazujú najvýraznejšiu schopnosť infiltrácie vody.

---

<sup>1</sup> Proporcia intercepčne zachytených zrážok sa rôzni, autori udávajú hodnoty od 30 % až do 50 %

Nasledujú pôdy hlinito-piesčité a piesčito-hlinité, hlinité a ílovo-hlinité pôdy. Najnižšiu schopnosť infiltrácie vody majú ílovité pôdy. (Brown, 2003)

Infiltrácia je chápaná ako vsakovanie vody cez vrchnú vrstvu pôdy a to hlavne pôdnymi pórami alebo inými štrbinami na povrchu. Takto sa zabezpečuje voda nevyhnutná pre rastliny a zároveň sa dopĺňa voda do podzemných zdrojov. Priamy vplyv infiltrácie sa dá zdokumentovať na pohybe podzemnej vody, povrchovom odtoku, ale aj vsakovaním do hlbokých pôd a ich dopade na hydrologickú bilanciu na danom území. (Taranza, 2017)

Za vhodných podmienok by mala pôda byť schopná vsiaknuť väčšie množstvá dažďovej vody. Vhodné ekosystémy s funkčnou pôdou sú schopné na 100 km pri 1 m hrubej vrstve nasiaknuť približne 300 tisíc m<sup>3</sup> vody. Zmeny, ktoré v krajine nastali tento potenciál výrazne narušujú. Najhoršia bilancia by sa mohla pripísať erózii úrodných pôd, pretože stratená pôda sa veľmi ťažko a pomaly obnovuje. Taktiež boli v minulom storočí zničené celkovo desiatky až stovky tisíc hektárov medzí, remízok, živých plotov a obdobných krajinných elementov majúcich svoj význam pri infiltrácii. (Pokorný, 2008) Rôzne ekologicky významné prvky v krajine ako napr. biokoridory, biopásy alebo podobné biocentrá v zväčša druhovo chudobnej poľnohospodárskej krajine majú nemalé opodstatnenie aj pri infiltrácii vody (Kvítek, 2005).

Z pohľadu regionálnej až po globálnu úroveň sú zásoby podzemnej vody kľúčovým faktorom. Pre množstvo sladkej vody nachádzajúcej sa v podzemí sú odhady cca dvadsaťnásobok vody povrchovej. Priestorový rozsah je teda enormný a rovnako tak aj časový, ktorý predstavuje roky, počas ktorých voda podzemím putuje. Nenahraditeľnosť podzemných zásob vody sa prejavuje hlavne na územiach, kde nastávajú obdobia s nedostatkom povrchovej vody a predstavujú tam základný zdroj vody. Z množstva spadnutých zrážok má veľká časť potenciál dostať sa až do podzemných zásobární vôd, a to v prípade, že im to okolnosti a podmienky dovoľujú. Vsiaknutá voda vo vrchnej vrstve pôdy má možnosť vsakovať hlbšie, no podmienky často určujú opak, teda voda sa buď kapilármi dostáva na povrch a odparí sa alebo je využitá rastlinami. (Rulík, 2020)

Infiltrácia má zásadný význam pre automorfne pôdy, ktorých pôdotvorné procesy záležia od pohybu látok v pôdnom profile vo vertikálnom smere pomocou vsakovania alebo vztlínania vôd. Týmito vlastnosťami sa odlišujú od pôd hydromorfných. (Demo, 2015)



## 10.1 Geomorfológia a jej vplyv na infiltráciu

Ďalej zohráva dôležitú úlohu pri infiltračnej kapacite aj tvar reliéfu na danom území a jeho štruktúra povrchu, teda či vôbec a akým spôsobom je pôda obrábaná. Zároveň, lokálne klimatické podmienky a od nich odvíjajúca sa sila, frekvencia a charakter zrážok je rovnako významná. (Dunne et al., 1991; Romkens et al., 2002)

Geomorfologické pomery sú predovšetkým na území Slovenska silne určujúcim faktorom v kontexte vody v krajine. Konkrétne sa jedná o sklony svahov, pri ktorých platí vzťah – čím vyšší sklon, tým menej infiltrovanej vody a zároveň viac ušlej vody. (Lepěška, 2008) Svahovité oblasti sú najkritickejšie, pričom významnú rolu na nich hrá skladba vegetačného pokryvu, ktorá má zabezpečiť zbrzdzenie odtoku zrážkovej vody a uľahčiť jej infiltráciu do pôdy. (Demo a kol, 2015)

Baťová (2011) vyzdvihuje protieróznú funkciu vegetácie v svahovitých oblastiach pri kolmej orientácii na spádnice. V takomto prípade prvky pokryté vegetáciou skracujú dĺžku svahu a vytvárajú sa prijateľnejšie podmienky pre akumuláciu vody a jej následné vsakovanie. Trávnaté plochy sú vhodné opatrenie pre exponované svahy alebo vrcholové partie polí kopcovitého charakteru. Tieto plochy najčastejšie podliehajú najväčšej degradácii, vzhľadom na svahovitosť a hrúbku vrstvy ornice. (Kvítek, 2005)

## 11. Retencia vody

Retencia vody predstavuje zadržanie vody na určitú dobu na istom území, v tomto prípade na poľnohospodárskej pôde počas zrážkovej udalosti a jej nadväzujúcom procese odtoku vody. Do úvahy sa berie voda obsiahnutá vo všetkých vrstvách pôdy, voda zachytená na rôznych objektoch v povodí, v nádržiach, depresiách atď. (Pechanec, 2006)

Hlavná idea zachytávania vody v krajine je o tvorbe vhodných podmienok pre zachovanie biodiverzity, filtrovanie vsiaknutej vody, rekreáciu v krajine a estetický pôžitok z pohľadu na ňu. (Rulík, 2020)

Retencia vody priamo naväzuje na infiltráciu. Retenčná kapacita pôdy priamo určuje ako pôda v rámci ekosystému funguje. Ak je pôda vo vitálnom stave, dokáže efektívne zásobovať rastliny vodou a zároveň narábať s vodnými zásobami celého ekosystému. (Šantručková, 2017)

Retenciu vody v krajine možno priradiť k hydrickým funkciám, medzi ktoré spadá tiež spomaľovanie odtoku alebo infiltrácia vody. V krajine pôsobí mnoho zložiek a prvkov, ktoré vplývajú na tieto funkcie. Spoločne tvoria isté atribúty krajiny a tie priamo určujú ako efektívne tieto funkcie budú. (Lepeška, 2008) Čo sa týka pôdy, je z hľadiska schopnosti zachytiť vodu v krajine mimoriadne významný prvok. Retencia vody úzko súvisí s infiltráciou vody, kde retencia vody predstavuje skôr statickú fázu vody v pôde, infiltrácia je viac dynamická. V krajine sú tieto deje nenahraditeľné, hlavne vzhľadom na vodný cyklus. Svoj význam má retenčná voda aj pri všetkých produkčných či mimoprodukčných funkciách. Schopnosť pôdy zadržať vodu závisí od fyzikálnych a chemických vlastností, kompozícií, štruktúre, pomeroch a obsahu samotných komponentov alebo od textúry, hĺbky ornice, podornice, podkladu, atď. (Brady a Weil, 2002)

Vzhľadom na vyššie spomenuté vlastnosti a špecifiká pôdy je treba spomenúť, že retenčná kapacita sa v rámci času a priestoru mení. Borman a Klassen (2008) vymenúvajú činitele ako spôsob orby, koreňové systémy rastlín, vietor, mrazové udalosti alebo aktivita pôdnej fauny. Hydrolimity popisujú hodnoty obsahu vody v pôde, závisia od pôdneho druhu a znázorňujú sa retenčnými čiarami. (Demo a kol, 2015)

## **12. Jednotlivé prvky v krajine a ich význam**

### **12.1 Stromoradia a ich význam**

Stromoradia alebo vetrolamy charakterizuje minimálne päť stromov s pravidelným rozostupom v blízkosti ornej pôdy alebo priamo na nej. Výška stromov by mala presahovať tri metre a dĺžka stromoradia je najmenej 30 metrov. Tieto prvky sú na Slovensku pomerne rozšírené, a to hlavne v nížinných územiach. V krajine plnia širokú škálu funkcií od ochrannej, biotickej cez estetickú a krajnotvornú až po špecifickú funkciu pri orientácii v krajine. Zohrávajú svoju úlohu aj pri vodnom režime krajiny, kde podporujú hospodárenie s pôdnou vlhkosťou alebo udržiavajú priaznivú mikroklimu. Vetrolamom prináleží obrovský ekologický význam, keďže predstavujú vhodné biotopy pre rôzne druhy organizmov a tým pádom prispievajú k lokálnej biodiverzite. Ich líniový tvar je vhodným pre plnenie funkcie migračných biokoridorov. Nešetrným obhospodarovaním pôdy trpia najmä koreňové systémy, ktoré môžu byť narušované orbou a neskôr viesť k úplnému odumretiu stromov (VÚPOP, 2017)

Význam vetrolamov spočíva v ochrane pôdy pred veternou eróziou. V prípade, že je vetrolam realizovaný po vrstevnici, plní úlohu aj pri ochrane pred vodnou eróziou

a predovšetkým vodu na strmších územiach spomalí a uľahčuje jej vsakovanie do pôdy. (Kvítek, 2005) Demo (1998) dodáva, že vetrolamy sú na podobných územiach s vhodnou orientáciou dôležitou bariérou proti odtoku vody zo svahov. Tieto prvky navyše vplývajú na podpovrchové vody alebo s tým spojený odtok minerálnych živín.

Nevýhodou je podľa Demu (1998) ich záber z plôch ornej pôdy, prípadne zatienenie okolitých plodín, no kompenzované je to pozitívnymi efektmi na miestnu mikroklimu alebo efektívnym tlmením prudkých vetrov. Pre zosumarizovanie vplyvov vetrolamov na okolitú krajinu sa dá povedať, že ich dopady na priliehajúce polia sú rôzne, no z dlhodobého hľadiska prevažujú ich pozitívne efekty.

Na príklade štúdie kooperovanej medzi Poľskom a Etiópiou môžeme poukázať na funkčnosť stromoradií v krajine. Ako už bolo viackrát spomenuté, takéto prvky pozostávajúce z trávnej alebo drevnej vegetácie majú pozitívne vplyvy na mikroklimu. Autori konkrétne poukazujú na vplyv pri znižovaní výparu alebo akumuláciu snehovej pokrývky a spomaľovanie jej odtápania v jarnom období. Spomaľujú odtok odtápajúceho snehu, čo im dáva možnosť zadržať o 20 až 80 mm viac vody ako v prípade plochy bez týchto prvkov. To isté platí aj v prípade dažďovej vody, ktorá sa v týchto plochách a ich okolí dokáže zadržať na dlhšiu dobu. V porovnaní s krajinou, ktorá je ochudobnená o líniové prvky stromoradií vykazuje výrazne nižšiu schopnosť infiltrovať vodu a to až o 300 m<sup>3</sup> na jeden hektár. Taktiež dokladajú, že humus je mimoriadne dôležitý pre zadržiavanie vody v pôde a to na konkrétnom príklade. Uvádza, ako iba patrné zvýšenie organickej hmoty o 1 % na území so stredne piesčitou pôdou dokáže zachytiť o 100 m<sup>3</sup> viac vody v 30 cm hlbokéj ornici na jeden hektár pôdy. Ďalšie zistenia autorov hovoria o možnom ušetrení pôdnej vody od 40 mm až do 300 mm v závislosti od závlahových podmienok alebo lokálnej klímy a to v podobe znižovania evaporácie vody. Tieto vlastnosti teda robia stromoradia omnoho efektívnejšími, čo sa týka vodného režimu v krajine. (Kedziora, 2011)

Výskum z Talianska, ukázal pri 6 m širokom živom plote pozostávajúcom zo stromov a kríkov až 78 % zníženie odtoku zrážkovej vody. Za obdobie piatich rokov sa týmto spôsobom dokáže zadržať 231 mm zrážok v porovnaní s modelom územia bez živého plota v krajine. (Borin et al., 2010)

## **12.2 Solitéry a ich význam**

Solitéry sú charakterizované ako samostatne rastúce stromy na poľnohospodárskej pôde s korunou, ktorá má minimálny priemer 4 metre. Je braný ako biotop ekologického významu poskytujúci úkryt organizmom. Solitéry sú špecifické predovšetkým pre ich estetickú hodnotu v krajine, kde sa často vyskytujú ako jediné prvky v širšom okolí a teda majú svoje opodstatnenie aj pri druhovej diverzite územia či členitosti krajiny. Potenciálna hrozba pre tieto prvky je zvyčajne ich priamy výrub. Nevhodné hospodárenie na susediacich pozemkoch môže mať tiež nepriaznivý dopad na ich zachovanie. Nešetným obhospodarovaním pôdy trpia najmä koreňové systémy, ktoré môžu byť narušované orbou a neskôr viesť k úplnému odumretiu. (VÚPOP, 2015)

## **12.3 Medze a ich význam**

Medze sú charakteristické líniovým tvarom s trávnatým pokryvom doplneným o stromy alebo kríky. Svoje uplatnenie má prevažne pri predchádzaní vodnej alebo veternej erózií. Medze sú pomerne typické pre územie Slovenska, z čoho plynie aj ich význam v historickom kontexte. Tento prvok má predovšetkým aj svoj ekologický význam pri poskytovaní biotopu rôznym organizmom, v tomto prípade prevažne bezstavovcom. Podobne ako stromoradie, medze slúžia ako biokoridory pre migráciu živočíchov. Aplikácia pesticídov na poliach môže ohroziť biotu obývajúcu tieto prvky alebo ako celky boli v minulosti medze odstraňované rozoraním. (VÚPOP, 2015)

Slúžia aj na určovanie hraníc pozemkov, prípadne ich rozdeľujú na menšie pôdne bloky. Ojedinelou súčasťou sú kamenné múriky (eAGRI, 2014).

Medze stupňovitého charakteru s krovinovým alebo stromovo-krovinovým pokryvom, s ovocnými sadmi predstavujú v krajine prvky so stabilizačným, tlmiacim a protieróznym efektom na priamy povrchový odtok. Vodozadržná funkcia sa pri medziach prejavuje do značnej miery pri ich spevňovaní kamennými valmi alebo terasovými úpravami. Retencia je navyše efektívnejšia pri vegetačnom pokryve, čo tiež eliminuje výpar. (Baťová, 2011)

## **12.4 Živé ploty a ich význam**

Živé ploty sa v poľnohospodárskej krajine vyskytujú prirodzene, no výnimkou nie sú ani umelo založené. Tento krovinatý prvok dotvára krajinný ráz špecifickým tvarom a prispieva k estetike krajiny. Zohrávajú svoju úlohu aj pri vodnom režime krajiny, kde

podporujú hospodárenie s pôdnou vlhkosťou alebo udržujú priaznivú mikroklimu. Živé ploty predstavujú vhodné biotopy pre rôzne druhy organizmov a tým pádom prispievajú k miestnej biodiverzite. Ich líniový tvar je vhodným pre plnenie funkcie migračných biokoridorov. Riziko zostáva podobné - fyzické odstránenie, prípadne nešetrné hospodárenie na okolitej pôde. (VÚPOP, 2015)

Potenciál živých plotov spočíva napríklad v znižovaní výparu z pôdy a to približne až do vzdialenosti desaťnásobku priemernej výšky tohoto prvku. V prípade efektu proti veternej erózii sa môže prejaviť spomalením rýchlosti vetra až do tridsaťnásobku výšky živého plota. Pre obohacovanie pôdy organickou hmotou majú v tomto prípade vplyv aj stromy nachádzajúce sa v živých plotoch. Tie majú schopnosť koreňmi čerpať živiny z veľkej hĺbky a opadom lístia neskôr obohacovať okolité pôdy. (Demo a kol., 1998) Pechanec (2020) taktiež poukazuje na schopnosť stromov čerpať vodu z hĺbín a posúvať ju do malého vodného cyklu.

Táto britská štúdia dokladá, že pôdy pod živými plotmi v krajine mali vylepšenú funkciu zadržať vodu počas privalových dažďov. So zreteľom na mieru intercepcie, ktorú vegetačný pokryv poskytuje je treba spomenúť, že tieto pôdy bývajú zvyčajne suchšie. Tým pádom počas zrážkovej udalosti ich nasýtenie na maximálnu kapacitu vody v pôde trvalo približne o hodinu dlhšie ako na voľnom poli. Tieto pôdy taktiež poskytujú schopnosť zachycovať a zadržať stekajúcu vodu z priľahlých plôch a tým predísť rizikám záplav. (Burel, 1996).

Výskum zo Španielska, aj napriek zameraniu na vplyv na miestnu mikroklimu, vhodne dokladá funkciu živých plotov v krajine vo vzťahu k schopnosti zadržiavania vody. Porovnávané boli územia so zachovanými prvkami s miestami, od kiaľ boli tieto prvky odstránené. V zmysle zachytávania vody živými plotami poukázali na koreláciu obsahu pôdnej vody a obsiahnutého uhlíka v pôde na miestach, kde sa záujmové prvky nachádzali. Keďže bolo poukázané na prepojenie faktorov v krajine, teda pôdnej vlahy, krajinného prvku, vegetačného pokryvu a evapotranspirácie. Táto štúdia rovnako dokladá, že znížené objemy vody v pôde znamenajú limitujúce podmienky pre výpar a evapotranspiráciu. Z toho ďalej plynie, že v prípade nadmerne vlhkého roku bola vyššia vlhkosť pôdy schopná výraznejšie schlaadiť okolitý vzduch. Navyiac uvádzajú potenciálnu schopnosť živých plotov uvoľňovať vodu do okolitých polí počas období s jej nedostatkom. Najväčší prínos pripisujú práve na obdobie letných mesiacov, kedy sú schopné zadržať väčšie množstvo vody ako okolie,

ktorému vedia poskytnúť lepšie podmienky a teda aj výnosnosť. Práve miesta v krajine, na ktorých sa prvky živých plotov zachovali, majú väčšiu pravdepodobnosť odolať budúcim klimatickým výkyvom. (Sánchez, 2009)

### **12.5 Skupiny stromov a ich význam**

Skupina stromov pozostáva z troch a viac združených stromov na poľnohospodárskej pôde. Takisto prispieva k štruktúre krajiny a vyzdvihuje jej estetické parametre. Pôsobí ako ostrov biodiverzity uprostred monokultúr, čo im priradzuje vlastnú ekosystémovú hodnotu. Svojim začlenením do systémov ÚSES predstavuje prvok výrazne prispievajúci k ekologickej stabilite krajiny. Riziko ohrozenia zostáva podobné - fyzické odstránenie, prípadne nešetrné hospodárenie na okolitých pozemkoch. (VÚPOP, 2017)

Ako príklad sa dá uviesť intercropping alebo striedanie plodín, v tomto prípade stromoradiá a plodín sa praktizuje za účelom predchádzania vodnej a veternej erózií. Stromy zabraňujú odtoku vody a dopĺňajú organickú hmotu do pôdy. (Gordon et al., 2018)

### **12.6 Terasy a ich význam**

Terasy možno charakterizovať ako systém plošín, ktoré sa nachádzajú na svahoch s prudším sklonom, preto boli tieto územia narovnávané. Tento zásah mal zjednodušiť obrábanie a vylepšiť pôdno-reliéfovú vlastnosť pôdy. Medzi plošinami sa nachádzajú zatrávené svahy alebo drobné medze. Majú rôzny priebeh, nie len po vrstevnici, keďže geomorfológia horských oblastí to nie vždy umožňovala. (Špulerová, 2009)

Na rozmedzí jednotlivých terás by mala figurovať vegetácia vo forme kríkov alebo inej vegetácie, inak tieto prvky strácajú svoj potenciál a sú ohrozené eróznou činnosťou vody. (Baťová, 2011) Oporou môžu byť aj kamenné múriky. Vytvorením terás sa prakticky minimalizuje sklon, čo umožňuje efektívnejšie vsakovanie vody a vyššiu vlhkosť pôdy. Toto opatrenie je v realite odkázané k udržiavaniu, nakoľko sú tieto štruktúry náročné na ľudskú prácu, čo rovnako vedie aj k ich zanedbávaniu a opúšťaniu v krajine. Prirodzene touto cestou budú erodovať. Pre znížovanie odtoku boli zaznamenané redukcie o 25 % , resp. 50 %. (NWRM, 2013)

### **12.7 Trávnaté prvky a ich význam**

Vegetačný pokryv v krajine je vnímaný ako efektívny nástroj pre retenciu vody. Spomaľuje vodu pri jej odtekaní alebo tiež odparuje vodu cez vegetáciu. (Pechanec, 2006)

Výsadba tráv na eróziou ohrozené časti pôdy predstavuje účinný spôsob ako zasakovať vodu do pôdneho profilu. Zatravnené pásy plnia svoj účel aj pri poliach so strmším sklonom, kde pri vysadení v línii po vrstevnici pomáhajú vodu spomaliť, zadržať a postupne zasakovať do pôdy. (Kvítek, 2005) Trávnatým územiám prikladajú veľký význam aj ďalší autori. Trávy, ktoré tvoria trsy, majú takmer o 10 % viac pórov v ich koreňových systémoch ako miesta, kde sa bežne hospodári. (Rychnovská, 1985) Objem humusu, ktorý sa nachádza vo vrstvách pod týmito trávnatými územiami má rovnako veľký vplyv na schopnosť zadržať vodu. (Jotinsankasa, 2017) Trávnaté plochy sú vhodné opatrenie pre exponované svahy alebo vrcholové partie polí kopcovitého charakteru. Tieto plochy najčastejšie podliehajú najväčšej degradácii, vzhľadom na svahovitosť a hrúbku vrstvy ornice.

Na príklade čo i len niekoľko metrového zasakovacieho pásu sa dá poukázať na jeho funkčnosť, význam pri zasakovaní vody a jej následnom podzemnom transfere (Pechanec, 2020). Sajikumar a Remy (2015) v ich práci poukazujú na funkciu plôch nachádzajúcich sa pod týmito rôznymi prvkami s pestrou vegetáciou v krajine. Pripisujú im rozhodujúci význam pri hydrologických udalostiach, teda napr. pri infiltrácii vody do pôdy.

Novák (2001) takisto popisuje význam vegetácie a jej schopnosť vodu intercepčne zachytávať. Jej následne vyparovanie do atmosféry pokladá za dôležité v rámci bilancovania vody v krajine. Uvádza ako trávnaté porasty majú kapacitu zachytiť 10-15 % zrážok a lesnaté porasty až okolo 30 %. Poukazuje na to ako je zachytená voda takmer nevyužitelná pre samotnú vegetáciu, no tá zohráva svoju rolu pri znižovaní povrchového odtoku, ktorý čiastočne znižuje.

### **12.7.1 Trávnatá údolnica**

Trávnatá údolnica je špecifický prvok zvyčajne tiahnuci sa údolím, ktoré po spáde určuje dráhu sústredeného odtoku vody z pozemkov. Slúži ako prevencia pred eróziou pôdy a jej súčasťou môžu byť rôzne dreviny. (eAGRI, 2014)

### **12.7.2 Biopásy**

Biopásy v súčasnej krajine predstavujú prvok pre zvýšenie biodiverzity cestou zvýšenia potravinovej ponuky a stanovišťa pre rôzne živočíšne druhy. Rovnako majú aj krajnotvorný účel, keďže často rozdeľujú veľké bloky monokultúr. Pri vhodnom vsadení

biopásov do krajiny plnia aj úlohu biokoridorov pri migrácii zvierat. (Libosvár a Hanzal, 2010)

Výhodou nektárodárnych pásov je ich dlhodobý výsev na dobu dva až tri roky, kedy by mali zostať bez zásahu. To znamená že pôda zostáva nedotknutá a mimo vegetačného obdobia je chránená rastlinnými zbytkami. V prípade kŕmnych biopásov je ich obnova vhodná každý rok, teda ich efekt je podobný, no v menšej miere. (VeJVodová, 2016) Zmysel pre retenciu vody v krajine dokladá (Fialová, 2020) na príklade realizácie biopásu v praxi. Zobrazuje odtokové línie pomocou GIS softvéru, kde sa ukazuje efekt vhodnej orientácie biopásu a následnej sľubnej funkčnosti. Taktiež vyzdvihuje význam zdržiavania vody v krajine aj takýmto spôsobom a to hlavne do budúcnosti, kedy sa očakáva oteplenie klímy a zmena rozloženia zrážok. Biopásy aj napriek ich prevažujúcemu významu pre biodiverzitu hmyzu a iných živočíchov majú vplyv rovnako aj na retenciu vody v krajine.

### **13. Príklady vhodných realizácií v krajine**

#### **13.1 Zdoňov**

Projekt Model Zdoňov sa realizoval v roku 2016 spolkom Živá voda pod vedením Jiřího Malíka. Cieľom projektu bolo ozdraviť vysušenú krajinu pri obci Zdoňov u Náchoda, zvýšiť retenciu vody a znovu podporovať hydrologické cykly v krajine. Realizácia prebehla na území približne 20 km<sup>2</sup>, kde sa z veľkej miery obnovovali vodné plochy a toky, no líniová a bodová vegetácia rôznych rozmerov bola obsiahnutá v projekte tiež. (Roklen24)

Podobný model, Křinice, vyžaduje omnoho komplexnejší prístup pre charakter územia realizácie. Územie pozostáva z rozsiahleho územia ornej pôdy v povodí rozlohy činiacej 20 ha. Chýbajú charakteristické krajinné prvky, nachádza sa tu iba minimum rozptýlenej zelene a to všetko za výrazného odvodnenia. Meliorácie projekt komplikujú nie len svojim celkovým rozsahom, ale aj napriek chýbajúcej mapovej dokumentácii. V území sa plánuje viacero zatrávnených protierózných pásov, zatrávnených údolníc, výsadba NDV prípadne remízok za účelom fragmentácie veľkých pôdnych blokov, zvýšeniu retencie vody a prevencii proti vodnej a veternej erózii. Autori sľubujú po realizácii tohto projektu až o 1,6 milióna m<sup>3</sup> zdržanej vody.<sup>2</sup> Podobne ako model Zdoňov, model Křinice je univerzálny a bude prakticky aplikovateľný kdekoľvek. (Živá voda, 2019)

---

<sup>2</sup> Autori neuvádzajú, za aké časové rozpätie.



Projekty združenia Živá voda sa vyznačujú komplexným prístupom ku krajine, zapojenie mnoho odborníkov do plánovacieho procesu a v konečnom dôsledku aj preklopenia plánov do reality. Do krajiny vsádzajú mnoho prvkov spomenutých v tejto práci, čo vhodne dokladá ich univerzálnosť pre rôzne opatrenia v krajine.

### **13.2 Milešovka**

Za hospodárstvom pod horou Milešovka v Českom stredohorí stojí už od roku 2001 Daniel Pitek. Snaží sa udržiavať tradíciu sudetského extenzívneho hospodárenia zakladaním sadov, obnovou lúk a udržiavaním pôvodného rázu krajiny. Pozemky odkúpil od majiteľov, ktorým sa javili ako nerentabilné a nevhodné na intenzívne hospodárenie s plodinami, navyše na nich nastupovala sukcesia. Práve z tohoto vytiahol čo najviac, pretože sa rozhodol zo sukcesných drevín ponechať najvhodnejšie jedince, čím vytvoril zaujímavú mozaiku solitérov v krajine. K jeho práci v krajine dáva do pozornosti najmä ekonomický faktor, ktorý býva často problémom pri podobných snahách hospodárenia. (Rozhlas, 2020) Aj napriek prirodzene suchejšej oblasti v zrážkovom tieni sa mu úspešne darí zadržiavať vodu v krajine, ktorá sa neskôr pomaly do nej spätne uvoľňuje. Podarilo sa mu v súčasnej dobe kontraproduktívne meliorácie odstrániť alebo ich pretvoril na zásobovanie tŕni, vybrané intenzívne obhospodarované polia zatravnil, prípadne ponechal v krajine stromy alebo medze. (Novinky, 2019)

Pri zadržiavaní vody v krajine sa pán Pitek zameriava predovšetkým na tŕne a ich obnovu. Nezapreiteľnými opatreniami v jeho hospodárstve pre zadržiavanie vody sú aj prvky ako remízy, solitérne stromy, medze, rozptýlená zeleň a taktiež trávnaté plochy. Tie v prvom rade dodávajú jeho krajine pestrosť a zároveň krajine pomáhajú zadržiavať vodu. Dôležitým aktom v tomto hospodárstve bolo rozpoznať nevhodnosť polí pre pestovanie plodín z dôvodu ohrozenia eróziou, ktoré boli zatravnené a premenené na pastvu. Pôda sa týmto spôsobom ozdravila, dostáva sa jej viac organickej hmoty a zvyšuje to jej schopnosť zadržiavať vodu.

### **13.3 Hriňová**

Hriňovské lazy sú špecifické disperzným osídlením, ktoré vzniklo na Podpoľaní po postupnom odlesnení. Pozemky, ktoré sa obrábajú tvoria takmer 25 % rozlohy katastrálneho územia obce. Najpočetnejšie sú trvalé trávnaté porasty s rôznou mierou využitia, dopĺňajú ich políčka ornej pôdy a TTP so zastúpením NDV do 20 %. Územie je využívané podľa jeho únosnosti, na malých políčkach pôdy, čo prakticky limituje iné typy hospodárenia aj vďaka

geomorfologickým pomerom. Terasovité úzkopásové polia na svahoch tvoria približne 3,5% územia. Políčka sú orientované väčšinou po vrstevniciach a formujú terasy tvoriace nezameniteľný ráz krajiny. Spolu s rozptýlenou zeleňou, rôznou orientáciou políčk, sídiel, pestroťou a rôznorodosťou pestovaných plodín tvoria funkčný krajinný komplex výnimočný v národnom a európskom kontexte. Pozitívne vplyvy na mikroklimu zabezpečuje početné zastúpenie TTP a NDV v rámci HŠPK. Prejavuje sa to hlavne na teplote alebo vlhkosti vzduchu. V zmysle retencie vody v krajine zohrávajú svoju nezanedbateľnú funkciu ochranné porasty. Sú súčasťou medzí, NDV alebo TPP a spoločne sa podieľajú na spomalovaní odtoku v krajine. Miestnou zaujímavosťou sú tzv. odrážky. Sú to niekoľko centimetrov hlboké drážky, vedú v miernom spáde po vrstevnici a privádzajú na pozemky vodu z horských potokov. Takto v dobe sucha zabezpečovali dostatok vlhky pre TPP a zvyšovali výnosy sena. Ďalej sú tu typické kamenné valy ako súčasť HŠPK, ktoré sa taktiež podieľajú na zadržiavaní vody. TTP a stupňovité medze sú zrejme najvýraznejšie spôsoby využitia krajiny v tejto obci a zastávajú hlavne regulačné funkcie. (SAZP, 2017; Mojses a Petrovič, 2013)

#### **14. Diskusia a záver**

Benefity, ktoré krajinné prvky pozostávajúce z NDV alebo tráv a bylín poskytujú okolnej krajine nemožno popierať. Na prvý pohľad ich neviditeľné prospešné vplyvy pre krajinu, mikroklimu, infiltráciu vody alebo pôdny život bývajú často zatienené. Nepovšimnuté zostali tieto pozitívne vplyvy aj v minulosti, z ktorej nám v krajine zostali prvky degradované alebo úplne vymizli. Pre porovnanie s prvkami v krajine ako sú poldre, tône alebo mokrade môže byť doslova na prvý pohľad jasné, ktoré prvky sa považujú za vplyvnejšie. Vypovedá o tom aj viditeľné množstvo vody v krajine pri porovnaní oboch typov prvkov. Dovolím si argumentovať, že krajinné prvky zelene by nemali byť marginalizované pri retencii vody v krajine, aj napriek ich „iba“ podpornej funkcii. Pri hlbšom pohľade na krajinu sa môžeme zamerať na samotné rozľahlé ľány pôdy, v skutočnosti predstavujúce zásobáreň vody, ktorá sa evaporáciou a evapotranspiráciou následne môže dostávať do vodného cyklu. Vaľo (2018) uvádza, ako jeden meter kubický pôdy dokáže v jednom momente v sebe zadržať 200 až 500 litrov vody, čo v konečnom dôsledku na veľkých plochách znamená obrovské množstvá potenciálne zadržateľnej vody. Záleží od geológie a od geomorfológie územia, či sa voda môže dostávať hlbšie do podzemných vôd,

kde má takisto svoj význam v rámci hydrologických cyklov. Do veľkej miery teda primárne záleží na stave, kvalite, štruktúre pôdy, jej priepustnosti a schopnosti vodu infiltrovať, v čom sa angažuje aj pôdny edafón. So zaujímavou teóriou prišiel Miko (2021), ktorý hovorí, že pôdny edafón má schopnosť disperzne sa šíriť z okrajov polí, teda z rôznych zatrávených alebo vegetáciou pokrytých priestorov. Ďalej dodáva, že ak je pôdny blok obohatený o prvky navyše, či už remízy, živé ploty a pod., tak sú tieto pôdne organizmy schopné šírenia aj z týchto území, čo zabezpečí takmer plošné pokrytie. Na základe jeho tvrdenia sa teda dá konštatovať, že čím pestrejšia krajina, čím viac prvkov sa v nej nachádza, tým má pôda vyšší potenciál byť osídlená rôznymi pôdnymi živočíchmi, ktoré, ako som v práci poukázal, majú čiastočný vplyv na schopnosť pôdy vsakovať a akumulovať vodu. Smith (2008) sa avšak k tejto teórii iba približuje. Dokázal, ako sa pôdne organizmy šíria medzi relatívne nenarušanou pôdou živých plotov a trávnatých pásov, no pri prechode do zóny zintenzívneného hospodárenia sa šírenie nijak významne nepreukázalo. Spôsob hospodárenia a spracovania pôdy môže zohrávať svoju rolu, no práve výskyt krajinných prvkov v krajine môže určovať možnosť osídľovania okolia pôdnou faunou. Ako spomína Miko (2021), nutnosť umiestňovania prvkov v relatívne pravidelných vzdialenostiach od seba by mal mať pozitívny efekt na šírenie pôdnej fauny. A to všetko samozrejme za predpokladu šetrného hospodárenia, citlivej orby, eliminácie používania chemických postrekov a minimalizácie vstupov v podobe syntetických hnojív. Pre skutočne efektívne a plošné zadržiavanie vody je nutné vykonávať systematické a komplexné zmeny v agroekosystéme, ktorý je nutné brať ako celok. Zakladanie nových prvkov do krajiny má svoj čiastočný efekt, pomáhajú predovšetkým vodu spomaľovať a zjednodušovať jej vsakovanie v exponovanejších územiach. Na Slovensku je takto ohrozených území nespočet a práve tie si vyžadujú rýchly zásah. Údolnice s vyhlbenou eróznou ryhou za každoročne zakryjú orbou, no dej sa pravidelne opakuje. Zatrávením takto ohrozených priestorov by sa pomerne jednoduchým spôsobom, aj keď ekonomicky náročným, predišlo erózii pôdy a rýchlemu odtoku vody z územia. V prípade rovín majú efekt prevažne pri zadržiavaní horizontálnych zrážok alebo spomaľovaní sily vetra. Samotné krajinné prvky krajiny pri suchách neochránia, preto je potrebné zaviesť holistický prístup k hospodáreniu. Pri retencii vody zohráva najkľúčovejšiu úlohu samotná pôda, ktorej vlastnosti prakticky určujeme hospodárením. Dôležité je zakladanie práve nových prvkov, pretože príklad z extenzívnych hospodárení ukazuje, ako boli prvky zachované z lesných porastov pri odlesňovaní alebo prípadne pri územiach už zarastajúcich sukcesiou ako pri príklade p. Piteka. Jeho spôsob hospodárenia v krajine je ukázkový hlavne v rámci jeho celkovému prístupu. V krajine presadzuje mnoho opatrení

týkajúcich sa zakladania NDV alebo TPP, čo na území Milešovicka znamená pre krajinu mimoriadne veľa prínosov. Na jeho prístupe sa dá vypíchnúť aj potenciálna prekážka pre ostatných farmárov so stále ešte hlboko zakorenenými zvyklosťami, čo sa týka poľnohospodárstva. Pán Pitek, ako málokto, bol ochotný na jeho pôde ponechávať rozptýlenú zeleň. V porovnaní s prístupom typického veľkofarmára je to nezvyklé, pretože by tieto prvky z krajiny s veľkou pravdepodobnosťou jednoducho odstránil pre jednoduchšiu manipuláciu s technikou.

Na retenciu vody v krajine pomocou budovania jej pestrosti skrz krajinné prvky by sa nemalo zabúdať, pretože tieto prvky zároveň ponúkajú mnoho benefitov aj mimo zadržiavania vody. V súčasnej dobe sa čoraz viac začínajú objavovať iniciatívy, ktoré sa zaoberajú touto problematikou, dostávajú tieto informácie do povedomia verejnosti a pomáhajú ich presadzovaniu. Rovnako sú vypracované stratégie na národných a nadnárodných úrovniach, ktoré majú pomáhať ozeleňovať priestor krajiny, tým napomáhať zadržiavaniu vody v krajine a pripraviť ju na budúce výkyvy počasia. Kľúčovým faktorom pri motivovaní súkromných hospodárov k zakladaniu prvkov na ich pozemkoch sú práve dotácie, ktoré sa nejavia byť optimálne nastavené. Táto prekážka znamená výzvu do budúcnosti pre jej adekvátne nastavenie, nakoľko veľkým faktorom stále zostáva ekonomický zisk z hospodárenia, pričom krajinné prvky pre hospodárov znamenajú ukrajovanie z ich produkčných plôch a následné znižovanie ziskov. Skutočnosť môže byť práve opačná, pretože z dlhodobého hľadiska sa ozeleňovanie a pestrosť v krajine javí ako prospešná, či už pri zadržiavaní vody, predchádzaní erózii alebo zvyšovaní biodiverzity. Inšpiráciu možno hľadať v extenzívnom spôsobe hospodárenia, ktoré sa vyznačuje takmer dokonalým balansovaním medzi funkčnosťou krajiny, jej estetickým pôžitkom a výnosnosťou. Príklad s lazov by mal naznačiť, akým smerom by sa hospodárenie v nížinách malo aspoň čiastočne uberať. Aj keď postupným opúšťaním pôdy a prenechávaním hospodárenia pre veľké farmárske družstvá to bude náročné, no existujú prvé pokusy o sprostovanie svojich rozsiahlych pozemkov aj v prípade týchto veľkohospodárov.

## **15. Zdroje**

Baťová, K. 2011. Potenciál prvkov druhotnej krajinej štruktúry pri znižovaní povrchového odtoku v oblasti krupinských lazov. Rigorózna práca. In dep. Fakulta prírodných vied. Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre.

Bertrand, M. Barot, S., Blouin, M., Whalen, J., De Oliveira, T., Roger-Estrade, J. 2015. Earthworm services for cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 35(2):553–567

Bielek, P. 2017. *Pôdoználectvo pre enviromanažérov*. Vydanie: prvé. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. ISBN 9788055216829.

Birkas, M., Bottlik, L., Stingli, A., Gyuricza, C. and Jolánkai, M., 2010. Effect of soil physical state on the earthworms in Hungary. *Applied and Environmental Soil Science*, 2010.

Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., Cluzeau, D. 2013. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*. 64(2):161–182.

Borin M., Passoni M., Thiene M. and Tempesta T. 2009. Multiple functions of buffer strips in farming areas. *European Journal of Agronomy*. 32: 103-111.

Bormann, H., & Klaassen, K. (2008). Seasonal and land use dependent variability of soil hydraulic and soil hydrological properties of two Northern German soils. *Geoderma*, 145(3-4), 295–302.

Bot, A., Benites, J. 2005. The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food production. (No. 80). Food and Agriculture Organization of the United Nations. *FAO soils bulletin*, 80.

Brady, N. C., Weil, R. R. 2002. *The nature and properties of soils*. 13th edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Climate adapt. 2016. Improved water retention in agricultural areas. Dostupné online z: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_soil\\_erosion&oldid=25466#Introduction](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_soil_erosion&oldid=25466#Introduction)

Demková, K. 2015. *Hodnotenie azmeny vrozšírení nelesnej drevino-vej vegetácie vkrajine*. Dizertačná práca. Praha: PĚF, Univerzita Karlova, 120 s.

Demo, Milan. 1998. *Usporiadanie a využívanie pôdy v poľnohospodárskej krajine: Vysokoškolská učebnica pre študentov SPU v Nitre*. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita.

Demo, Milan. 2015. *Základy poľnohospodárstva*. Vydanie: prvé. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Dobrovodská, M., 2000. Historická krajinná štruktúra – Liptovská Teplička. *Životné prostredie*, 34, 267 – 269.

Dobrovodská, M., Štefunková, D., 1996. Historické poľnohospodárske formy antropogénneho reliéfu v oráčino-lúčno-pasienkárskej a vinohradníckej krajine. *Acta Envir. Univ. Comen. (Bratislava)*, 7, 85 – 91.

Dunne, T., Zhang, W., Aubry, B. F. 1991. Effects of rainfall, vegetation, and microtopography on infiltration and runoff. *Water Resources Research*. 27(9):2271–2285.

eAGRI. 2014. Krajinné prvky. Ministerstvo zemédelství. Dostupné online z: [http://eagri.cz/public/web/file/309958/krajinne\\_prvky\\_2014\\_final.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/309958/krajinne_prvky_2014_final.pdf)

European Comission. 2012. Water Scarcity & Droughts in the European Union. Dostupné online z: [https://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm)

FAO. 2001. Trees outside the forest: Towards rural and urban integrated resources management. Contribution to the forest resources assessment 2000 report. FAO Forest Conservation, Research and Education Service, Rome.

Fialová, Z. 2020. Hodnocení vlivu agroenvironmentálních opatření – biopásy. Diplomová práce. Agronomická fakulta. *Mendelova univerzita v Brně*.

Fischer, C., Roscher, C., Jensen, B., Eisenhauer, N., Baade, J., Attinger, S., Scheu, S., Weisser, W.W., Schumacher, J. and Hildebrandt, A., 2014. How do earthworms, soil texture and plant composition affect infiltration along an experimental plant diversity gradient in grassland?.

Gojda, M. 2000. Landscape Archaeology - development of the cultural landscape archetypes (in Czech). Praha, CZ: *Academia*.

Gordon, A. M., Newman, S. M., Coleman, B. 2018. Temperate agroforestry systems. *CABI*, Wallingford, U. K

Hill, R. L., Horton, R., Cruse, R. M. 1985. Tillage effects on soil water retention and pore size distribution of two mollisols 1. *Soil Science Society of the America Journal*. 49(5):1264–1270

Holden, J., Grayson, R.P., Berdeni, D., Bird, S., Chapman, P.J., Edmondson, J.L., Firbank, L.G., Helgason, T., Hodson, M.E., Hunt, S.F.P. and Jones, D.T., 2019. The role of hedgerows in soil functioning within agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 273, pp.1-12.

Hreško, J., Kanásová, D. & Petrovič F. 2010. Landscape archetypes as the elements of Slovak historical landscape structure. *Ekológia (Bratislava)*. 29(2). 158-173.

Hůla, J., Procházková, B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. *Profi Press*, p 248.

Chan, K.Y. 2004. Impact of tillage practices and burrows of a native Australian anecic earthworm on soil hydrology. *Applied Soil Ecology*. 27 (1), 89–96.

Inštitút environmentálnej politiky. 2019. Na poliach pusto. Dostupné online z: [https://www.minzp.sk/files/iep/2020\\_5\\_na\\_poliach\\_pusto.pdf](https://www.minzp.sk/files/iep/2020_5_na_poliach_pusto.pdf)

Jančura, P., 2004. Historické krajinné štruktúry vo vzťahu k vývoju poľnohospodárskeho využívania zeme. Partner.

Janšák, Š., 1929. Príspevok k štúdiu osídlenia Slovenska, Obce a kopanice. Sborník muzeálnej slovenskej spoločnosti, Turčiansky sv. Martin 23, 93 – 111.

Kedziora, A., Yohannes, Z. N., Meqaunint, T. A. a Maciej, Z. 2011. Shaping of an agricultural landscape to increase water and nutrient retention. *Ecohydrology & Hydrobiology* [online]. 11(3-4), 205-222. Dostupné z: doi:10.2478/v10104-011-0048-x

Kutílek, M., Nielsen, D. R. 1994. Soil hydrology: textbook for students of soil science, agriculture, forestry, geocology, hydrology, geomorphology or other related disciplines. *GeoEcology textbook*.

Kvítek, T. 2005. *Uplatnění systému alternativního managementu ochrany půdy a vody v krajině*. VÚMOP, Praha. In: Zelenakova, M., Fialová, J., Negm, A. M. 2020. Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic. Springer water.

Larink, O., Werner, D., Langmaack, M. a Schrader, S. 2003. Regeneration of compacted soil aggregates by earthworm activity. *Biology and Fertility of Soils* [online]. 33(5), 395-401. Dostupné z: doi:10.1007/s003740100340

Le Bissonnais, Y. L. 1996. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of Soil Sciences* 47(4):425–437.

Lepeška, T., 2008. Atribúty krajiny vo vzťahu k jej hydrickým funkciám., In Nováková M., Sviček M. (Eds.): Zborník z vedeckého seminára. Environmentálne aspekty, analýzy a hodnotenia krajiny: Identifikácia a stanovenie indikátorov (a indexov) na báze prieskumov krajiny a údajov DPZ. VÚPÚ, Bratislava, 34 – 66.

Libosvár, F. a Hanzal V. 2010. Rostliny vhodné pro zvěř. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. Svět myslivosti.

Lieskovská, Z., Némethová, M. (Eds.), 2015. Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2014. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava; Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, Bratislava.

Machovec, J. .1994. Rozptýlená zeleň v krajine. Vysoká škola zemědělská v Brně, ÚKE, Brno, 8 p.

Malík, J. 2019. Model Křinice – hotovo. Živá voda. 17. September Dostupné online z: <https://zivavoda.biz/model-krinice/>. [cit. 24. január 2021].

Mareček, J. (2005). Krajinářská architektura venkovských sídel. ČZU, Praha, 404 p

Miko, L. 2021. Nech puđu žít. SKYFILM. YouTube video. Dostupné online na: <https://www.youtube.com/watch?v=HdeXbE1uMNC&t>. [cit. 1. marec 2021].

Mojšes, M., Petrovič, F. 2013. Land use changes of historical structures in the agricultural landscape at the local level — Hriňová case study. *Ekologia* [online]. 32(1), 1-12. Dostupné z: doi:10.2478/eko-2013-0001

MŽP. 2018. H<sub>2</sub>ODNOTA JE VODA. Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody. Dostupné online z: <https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/hodnota-je-voda/h2odnota-je-voda-akcny-plan-riesenie-dosledkov-sucha-nedostatku-vody.pdf>



MŽP. 2019. *Životné prostredie Slovenskej republiky v kocke*. SAŽP. Dostupné online z: <https://www.enviroportal.sk/uploads/report/10421.pdf>

Nadezhdina, N., Steppe, K., De Pauw, D. J., Bequet, R., Čermak, J., Ceulemans, R. 2009. Stem mediated hydraulic redistribution in large roots on opposing sides of a Douglas-fir tree following localized irrigation. *New Phytol* 184(4):932–943. In: Zelenakova M., Fialová J., Negm A. (eds) *Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic*. Springer Water. Springer, Cham. Dostupné online z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9_4)

Nimmo, J.R., 1997. Modeling structural influences on soil water retention. *Soil Science Society of America Journal*, 61(3), pp.712-719.

NWRM. 2013. Green cover. Catalogue of Natural water retention measures. European commission. Dostupné online z: [http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn\\_ressources/a8\\_-\\_green\\_cover\\_0.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/a8_-_green_cover_0.pdf)

NWRM. 2013. Traditional terracing. Catalogue of Natural water retention measures. European commission. Dostupné online z: [http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn\\_ressources/a10\\_-\\_traditional\\_terracing\\_0.pdf](http://nwrn.eu/sites/default/files/nwrn_ressources/a10_-_traditional_terracing_0.pdf)

Pechanec, V., Cudlín, P., Machar, I., Brus, J., Kilianová, H. 2020. Modeling of the Water Retention Capacity of the Landscape. Chapter 10. In: Zelenakova M., Fialová J., Negm A. (eds) *Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic*. Springer Water. Springer, Cham. Dostupné online z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9_4)

Pesek, J., 1990. The Development of Agriculture in Slovakia 1965-1970. *Historický časopis*, 38, 229 – 252.

Podhoubí. 2020. Daniel Pitek je na dovolené každý den. Svým hospodařením proměnil kraj pod Milešovkou v malý ráj. Český rozhlas. Radio Wave. 29th júl. Dostupné online z: <https://wave.rozhlas.cz/daniel-pitek-je-na-dovolene-kazdy-den-svym-hospodarenim-promenil-kraj-pod-8260497>. [cit. 24. január 2021]

Pokorný, J., Rejšková, A. 2008. Water cycle management. *Ecological Engineering* 5:3729–3737.

Power, A.G., 2010. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365(1554), pp.2959-2971.

Projekt Model Zdoňov může zachránit ČR před suchem. Nově se inkubuje v UP21. 2019. [online]. Dostupné z: <https://roklen24.cz/prave-se-stalo/projekt-model-zdonov-muze-zachranit-cr-pred-suchem-nove-se-inkubuje-v-up21/>

Römkens, M. J. M., Helming, K., Prasad, A. S. N. 2002. Soil erosion under different rainfall intensities, surface roughness, and soil water regimes. *CATENA*. 46(2–3):103–123. In: Zelenakova M., Fialová J., Negm A. (eds) *Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic*. Springer Water. Springer, Cham. Dostupné online z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9_4)

Roth, B. E., Slatton, K. C., Cohen, M. J. 2007. On the potential for high—resolution lidar to improve rainfall interception estimates in forest ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 5(8):421–428. In: Zelenakova M., Fialová J., Negm A. (eds) *Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic*. Springer Water. Springer, Cham. Dostupné online z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9_4)

Rulík, M., White, S.M. 2020. The Role of Water in the Landscape. In: Zelenakova M., Fialová J., Negm A. (eds) *Assessment and Protection of Water Resources in the Czech Republic*. Springer Water. Springer, Cham. Dostupné online z: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18363-9_4)

Ružička, M. 2000. *Krajinnoekologické plánovanie – LANDEP I*. Združenie BIOSFÉRA Bratislava

Ružičková, H., Dobrovodská, M., Valachovič, M., 1999. Landscape-ecological evaluation of vegetation in relation to the forms of anthropogenic relief in the cadastre of Liptovská Teplička village, the Nízke Tatry Mts. *Ekológia (Bratislava)*, 18, 381 – 400.

Rychnovská, M., Balátová-Tuláčková, E., Pelikán, J., Úlehlová, B. 1985. *Ekologie lučních porostů*. *Academia*, Praha

Sajikumar, N., Remy, R. S. .2015. Impact of land cover and land use change on runoff characteristics. *Journal of Environmental Management*. 161:460–468.

Sánchez, Iván A., Luis LASSALETTA, Duncan MCCOLLIN a Robert G. H. BUNCE. The effect of hedgerow loss on microclimate in the Mediterranean region: an investigation in Central Spain. *Agroforestry Systems* [online]. 2010, 78(1), 13-25. Dostupné z: doi:10.1007/s10457-009-9224-z

SAŽP. 2017. Cena SR za krajinu – Mesto Hriňová. YouTube video. Dostupné online z: <https://www.youtube.com/watch?v=g9vab3chdV8>. [cit. 12. január 2021].

Sklenička, P. 2003. *Základy krajinného plánovania*. Naděžda Skleničková. Praha.

Sklenička, P., Molnarova, K., Brabec, E., Kumble, P., Pittnerova, B., Pixova, K. & Salek M. 2009. Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows. *Agriculture Ecosystems Environment*. 129(4), 465-473.

Smith, J., Simon Potts, S., Eggleton, P. 2008 The value of sown grass margins for enhancing soil macrofaunal biodiversity in arable systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* [online]. 127(1-2), 119-125. Dostupné z: doi:10.1016/j.agee.2008.03.008

Strudley, M.W., Green, T.R. and Ascough II, J.C., 2008. Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil and Tillage Research*, 99(1), pp.4-48.

Šantrůčková, M., Demková, K., Weber, M., Lipský, Z. and Dostálek, J. 2017. Long term changes in water areas and wetlands in an intensively farmed landscape: A case study from the Czech Republic. *European Countryside*, Vol.9 (Issue 1), pp. 132-144.

Špulerová, J. 2017. *Historické štruktúry poľnohospodárskej krajiny Slovenska*. Vydanie prvé. Bratislava: VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied.

Špulerová, J., Dobrovodská, M., Štefunková, D., Halabuk, A., 2009. Metodika mapovania historických štruktúr poľnohospodárskej krajiny, In *Monitorovanie a Hodnotenie Stavů Životného Prostredia VIII. Zborník Referátov*. TU Zvolen, Zvolen, 209 – 215.

Taranza, J. 2017. Effect of systematic agricultural drainage on groundwaters from the hydrogeologist's point of view [in Czech], pp 75–85. In: *Proceedings from Conference "Landscape Engineering"*, October 10th 2018, Ministry of Agriculture, Prague.

Tippkötter, R. 1983. Morphology, spatial arrangement and origin of macropores in some hapludalfs. West Germany. *Geoderma*. 29 (4), 355–371.

Trnka, P., 2001. Ekologické aspekty plošné a bodové zeleně v krajině. In: *Obnova plošné a bodové zeleně v krajině*. MZLU, Brno, pp. 99–106.

Tuller, M. D. 2005. Water retention and soil water characteristics curve. In: *Encyclopedia of soils in the environment*. pp. 278–284.

Unger, P.W. 1991. Overwinter changes in physical properties on no-tillage soil. *Soil Science Society of America Journal*. 55 (3), 778–782.

Vaľo, Š. 2018. Zhutnená pôda a prerušené kapiláry. *Povodne*, 8. November. <https://povodne.sk/sk/priciny-povodni/zhutnena-poda-a-prerusene-kapilary>. [cit. 20.február 2021]

Vejdelková, E. 2019. Sedlák pod Milešovkou bojuje proti suchu. *Novinky*. 8<sup>th</sup> jún. Dostupné online z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/sedlak-pod-milesovkou-bojuje-proti-suchu-40285848>. [cit. 26. február 2021]

Vejvodová, A. 2016. Biopásy: informační materiál pro zemědělce. 2. aktualizované vydání. Praha, *Ministerstvo zemědělství*.

VÚPOP. 2015. Krajinné prvky chránené v zmysle DPEP, upravené v zmysle DA. NPPC - VÚPOP. Bratislava. Dostupné online z: [https://www.vupop.sk/data/podnemapy/Krajinne\\_prvky\\_chranene\\_v\\_zmysle\\_DPEP\\_upravene\\_v\\_zmysle\\_DA.pdf](https://www.vupop.sk/data/podnemapy/Krajinne_prvky_chranene_v_zmysle_DPEP_upravene_v_zmysle_DA.pdf)

Záhora, J. 2019. Voda pro půdu a půda pro vodu. Bioinstitut Olomouc. YouTube video. Dostupné online z: <https://www.youtube.com/watch?v=DYuuAfuLEx8>. [cit. 11. február 2021]

Zuazo, V. H. D., Pleguezuelo, C. R. R. 2009. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers: a review. In: Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (eds) *Sustainable agriculture* [online]. Springer Netherlands. Dordrecht. Pp. 785–811. Dostupné z: [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8\\_48](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_48)