

Zadržiavanie a hospodárenie s vodou v krajine, prírode blízke riešenia v SR a regióne Rajec

**Klimatické zmeny a potenciál pre zvyšovanie odolnosti krajiny
Pracovný podklad pre workshop, Rajec, 10. september 2026**

1. Úvod

Vytvárať, aktivovať a systémovo zavádzať do spôsobu využívania krajiny také prírode blízke riešenia, ktoré dokážu zvyšovať odolnosť krajiny pre spoločensky užitočné lokálne efektívne fungovanie integrovaného systému trvalo udržateľných procesov regenerácie prírodných zdrojov (voda, pôda, biodiverzita, klíma), ktoré dokážu odolávať klimatickej zmene na území akejkoľvek veľkej časti ekosystému s dostatočnou garanciou pred povodňami leso-poľnohospodárskej a urbanizovanej krajiny. Niektoré prvky týchto riešení boli aktivované v území Bioklimatického parku (www.bioklimapark.com) a testujú, do akej miery je to reálne možné. Za týmto účelom bolo vybraných v jednom prirodzenom mikroregióne/povodí, 11 administratívnych území (katastrov) okolo Bioklimatického parku, kde v minulosti došlo k významnej zmene krajinnej štruktúry i k realizácii riešení, ktoré zvyšujú environmentálne, ekonomické, klimatické i sociálne riziká.

1



Bioklimatický park Drienová v Rajeckej doline (zdroj: Google mapa a www.bioklimapark.com)

V projekte WATERGRID je cieľom aplikovať metodický postup, ktorý by preukázal klimatickú odolnosť územia a zabezpečoval zadržiavaním dažďovej vody ekosystémové

služby. Ide o využitie dažďovej vody, ktorá bez úžitku v čase intenzívnych dažďov odteká a prispieva k povodniam a zároveň v čase dlho dobejších období chýba v krajine.

Hospodárske využívanie krajiny a spôsob manažmentu dažďových vôd aj v tomto území Slovenska znížili zásoby vody, čo ovplyvnilo hydrologický a teplotný režim krajiny celého povodia. Z dlhodobého hľadiska to má vplyv na rast rizík nedostatku vody v území a doterajšie rozhodnutia boli nedostatočne účinné a vo veľa prípadoch zvyšovali riziká. S rastom intenzity zrážok a klimatických anomálií sa situácia ešte viac zhoršuje.



Rigolovanie krajiny a kanalizovanie vodných tokov

2 V minulosti zrealizované technické opatrenia protipovodňovej ochrany nedostatočne zohľadňovali **podstatu a dynamiku procesov a činností prebiehajúcich a vykonávaných v celom povodí**, predovšetkým v leso-poľnohospodárskej krajine prostredníctvom lesných hospodárskych plánov a pozemkovým úpravám a tiež v urbanizovanej časti katastra prostredníctvom územných plánov. Do tejto kategórie tiež patrí výstavba dopravnej a priemyselnej infraštruktúry. Pri projektovaní zastavaných plôch sa zanedbával manažment dažďových vôd. Tie v posledných desaťročiach prispievali k rastu odtokov dažďovej vody z katastra. Tie prispievajú k raste hydrologických anomálií s častejším prejavom sucha na drobných vodných prítokoch a v poslednom desaťročí už aj periodické vysychanie samotnej rieky Rajčianky.



Vyschnutá a vysychajúca Rajčianka (2022,2025)

Doterajšie využívanie krajiny v rôznej miere negatívne ovplyvňuje vodný režim odtokových plôch v celom povodí. Preto pri hľadaní odpovedí na súčasný stav je potrebné komplexne zhodnotiť celé územie povodia Rajčianky prostredníctvom administratívnych jednotiek

(katastrov) a posúdiť stav poškodenia krajiny v súčasnosti s identifikáciou vplyvu hospodárskeho využívania územia na rast klimatických anomálií aj s posúdením potenciálu obnovy krajiny, ktorá by dokázala odolávať klimatickým anomáliám a rastu klimatických rizík pri využívaní krajinného priestoru v lesoch, na poľnohospodárskej krajine i v urbanizovanom prostredí.

Bolo potrebné tiež určiť a špecifikovať opatrenia v rámci procesov revitalizácie krajiny, ktoré umožnia odstrániť a/alebo výrazne znížiť dôsledky najvýznamnejších negatívnych zásahov do krajiny z minulosti.

Súčasný stav sucha na Slovensku potvrdzuje, že rozhodujúcim faktorom budúceho hospodárskeho, sociálneho a kultúrneho rozvoja regiónov Slovenska i každej obce bude **stabilný hydrologický režim v katastri**, ktorý bude schopný lepšie odolávať extrémom počasia, bez ničivých povodní, sucha a bez rizík ostatných živelných pohrôm s dostatkom vody pre ľudí, potraviny, prírodu a klímu. Takýto želaný stav krajiny je možné dosiahnuť lepším hospodárením s vodou v krajiny prostredníctvom **takého využívania krajiny**, ktoré posilní ekosystémové služby a zmierni hydrologické a klimatické anomálie, zachová úrodnosť pôdy a posilní biodiverzitu.

Poznatky o vodnom režime v katastroch obcí potvrdzujú, že riziká lokálnych záplav, sucha, erózných procesov v krajine a ostatné riziká živelných pohrôm sa budú v nasledujúcich rokoch zvyšovať. Preto je potrebná taká systémová zmena v prístupe vo využívaní krajiny v celom katastri, ktorá dokáže zvládnuť manažment dažďovej vody tak, aby jej mohlo v krajine zostať pre posilnenie ekosystémových služieb v krajine.

3

Prostredníctvom analýz je potrebné komplexne posúdiť územie z hľadiska vodného potenciálu a navrhovať riešenia pre všetky typy krajiny, ktoré dokážu posilňovať prirodzenú obnovu vôd v krajinskej štruktúre. To spätne vytvorí priaznivé predpoklady prevencie pred povodňami, suchom a ostatnými rizikami náhlych živelných pohrôm¹.

Podľa európskych expertov najlepšou medzinárodnou praxou protipovodňovej prevencie spočíva v trojstupňovom prístupe s nasledovnou postupnosťou :

- *najprv* zachytenie dažďovej vody v mieste/priestore, kde spadne
- *následne* retencia/akumulácia /vsakovanie dažďovej vody v krajine
- *až nakoniec* odvedenie tej časti dažďovej vody, ktorú povodie/územie/krajina predtým neabsorbuje

Preventívne opatrenia manažmentu dažďovej vody priamo v krajine majú zvyšovať účinnosť doteraz vybudovaných technických protipovodňových zariadení na ochranu obyvateľstva, zdravia, životov, súkromného a verejného majetku, kultúrnych hodnôt a iných hodnôt majetkovej alebo nemajetkovej povahy pred priamymi škodami spôsobených prívalovými vodami a ničivými povodňami.

¹ *Hoci povodne sú prirodzeným javom, ľudská činnosť a také zasahovanie človeka do prírodných procesov, ako sú zmeny odtoku vody vplyvom urbanizácie, poľnohospodárskej praxe a odlesňovania, podstatne zmenili situáciu v celých povodiach. To vystavuje zvýšenému riziku zaplavovaných území, ktoré sa stávajú zraniteľnejšími*

Jedným zo základných krokov účinnej prevencie proti povodňam je *obnovenie ekosystémových funkcií územia*, ktoré svojimi prirodzenými vlastnosťami dokážu zadržať dažďovú vodu a umožniť jej vsakovanie do podłożia, čím sa posilnia chemické a biologické procesy v pôde v rámci priestorovej optimalizácie funkcií, potrieb a využívania krajiny človekom. To zabezpečí jej ekologickú stabilitu, podporu biodiverzity a zvýši klimatickú odolnosť územia.

Tento princíp je možné uplatniť za podmienky, že dokážeme získať poznatky o tom, koľko dažďovej vody odteká z územia počas epizód intenzívnych prítvalových dažďoch v troch krokoch

1. krok - poznanie vodného potenciálu - koľko dažďovej vody môžeme využiť pre obnovu ekosystémových služieb
2. krok - určiť spôsob, ako túto dažďovú vodu ponechať v poškodenej krajine
3. krok - zhodnotiť aké prínosy a benefity budú získané ak sa plán ekosystémového zadržiavania dažďovej vody zrealizuje

Poznanie stavu poškodenia krajiny a získanie poznatkov, koľko vody nám bez úžitku odteká určuje hlavné zameranie a priority pre návrh komplexného riešenia: *Ekosystémové zadržiavanie dažďovej vody v krajine, spomaľovanie jej odtoku a umožnenie vsakovania, revitalizácia a obnova poškodenej krajiny/územia/ celého katastra*. Z toho vyplýva orientácia na prevenciu a nie na odstraňovanie dôsledkov.

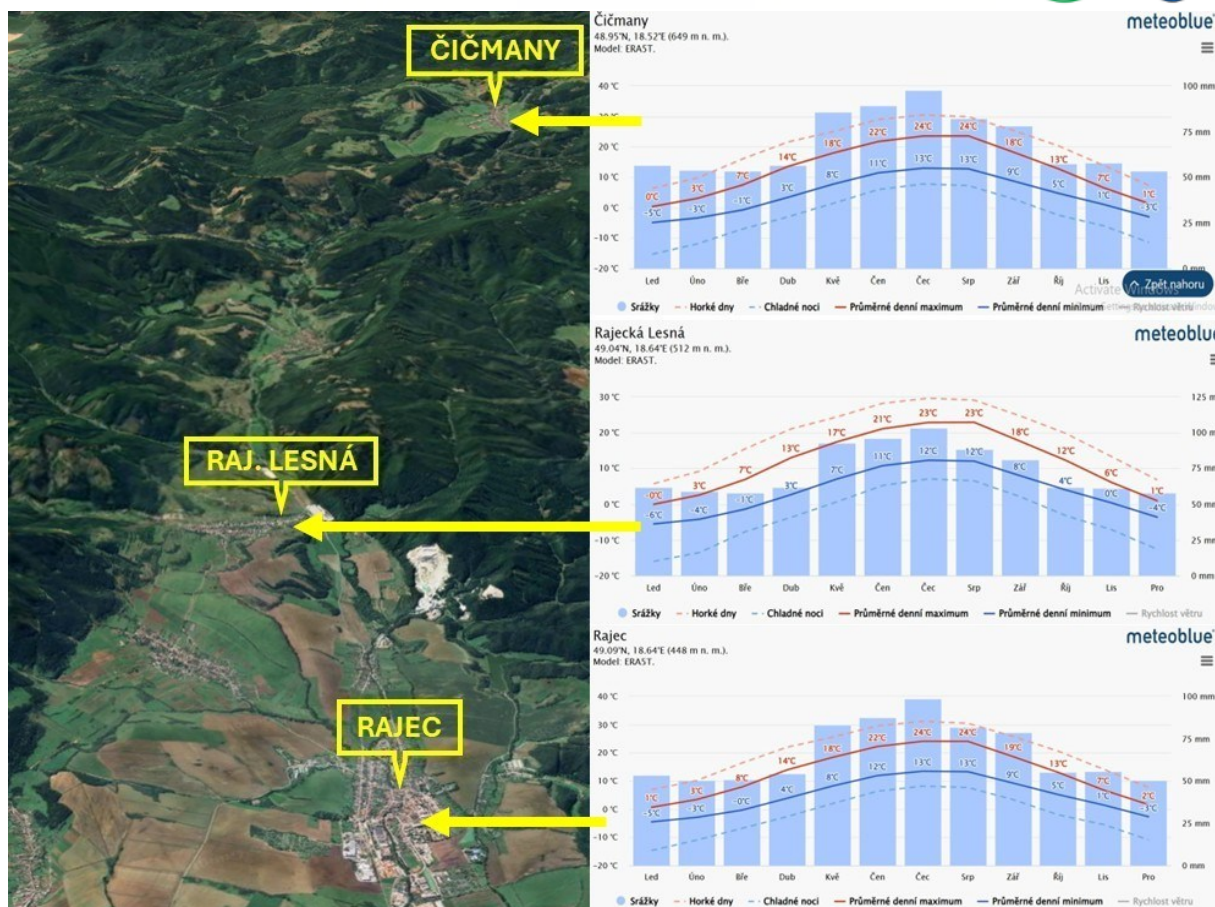
2. Zmeny klímy a vodného režimu krajiny

Pre kvantitatívne posúdenie hydrologických a klimatických charakteristík pre hornú časť povodia rieky Rajec sme vybrali 3 monitorované lokality v povodí pre rámcovú orientáciu modelového územia krajinnej štruktúry projektu WATERGRID:

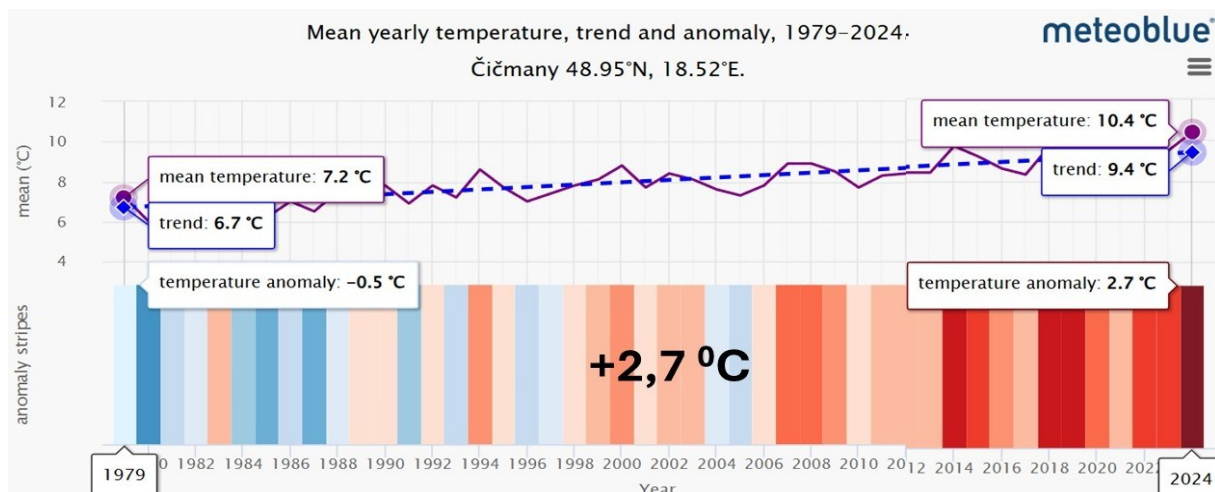
1. Čičmany – horské prostredie
2. Rajecká Lesná – údolie, podhorská leso-poľnohospodárska krajina
3. Rajec – otvorená poľnohospodárska a urbanizovaná krajina

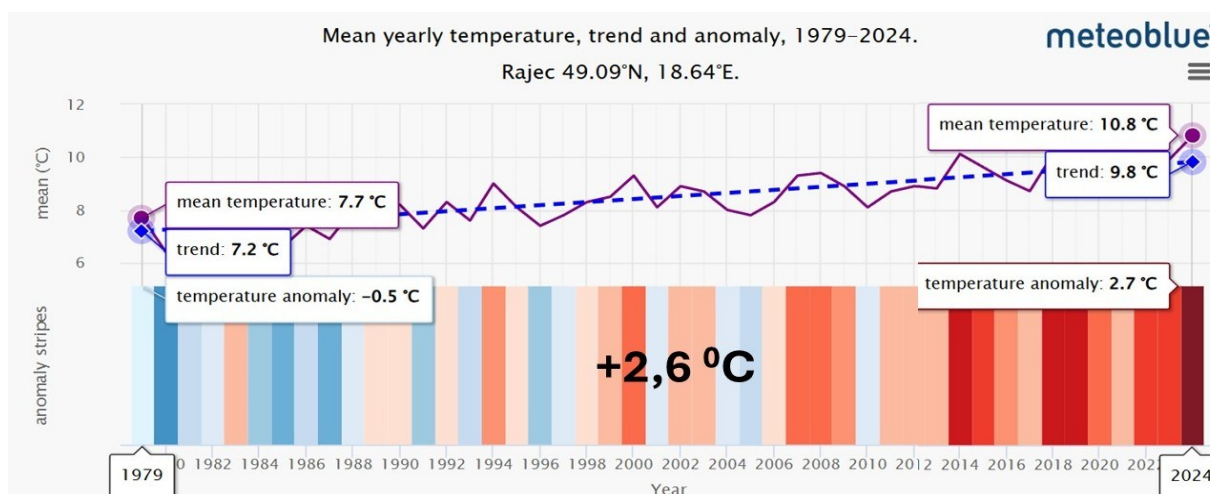
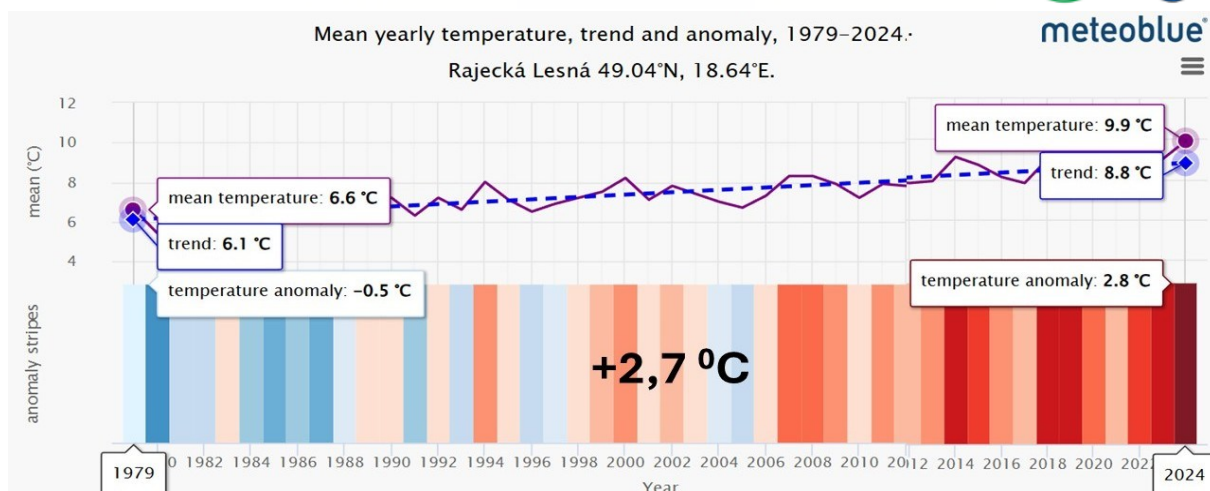
Týmto lokalitách sme pričlenili charakteristiku zrážok, teplotného režimu a výskytu klimatických anomálií.





V údolí rieky Rajčianky sa najvyššie teploty dosahujú v okolí Rajeckej Lesnej. Z tohto hľadiska je táto časť údolia suchšia ako v hornej alebo dolnej časti povodia rieky Rajčianky. Je to istým spôsobom prekvapujúce, pretože v tejto oblasti je viac lesného porastu, ako v otvorenej krajine mesta Rajec. Zrejme je to aj tým, že štruktúra Rajca sa historicky urbanizovala oveľa skôr ako napríklad Rajecká Lesná.



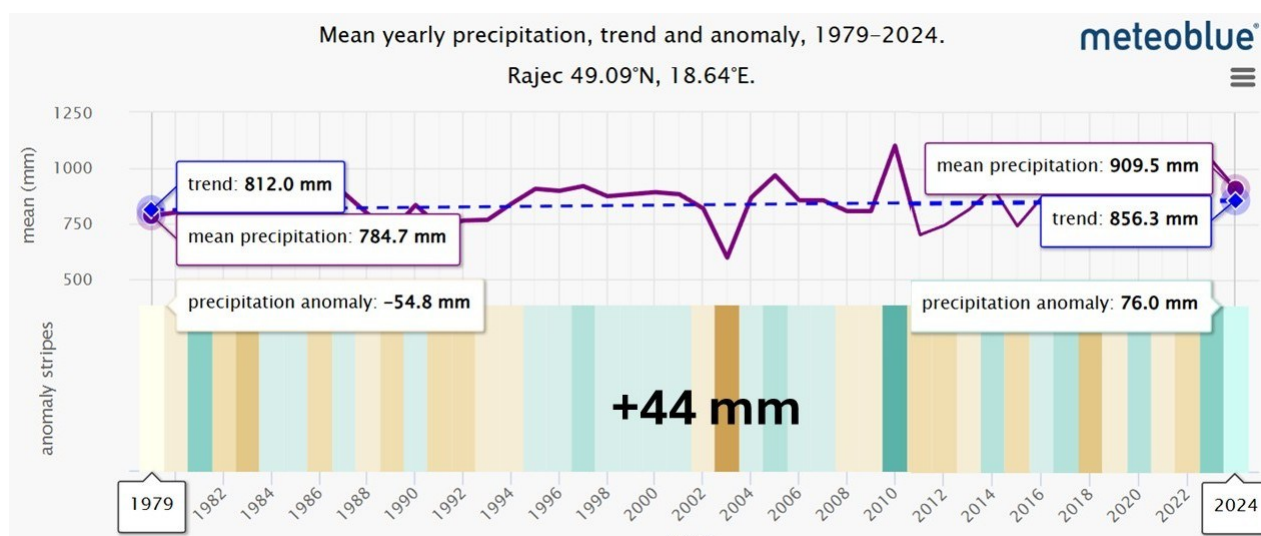
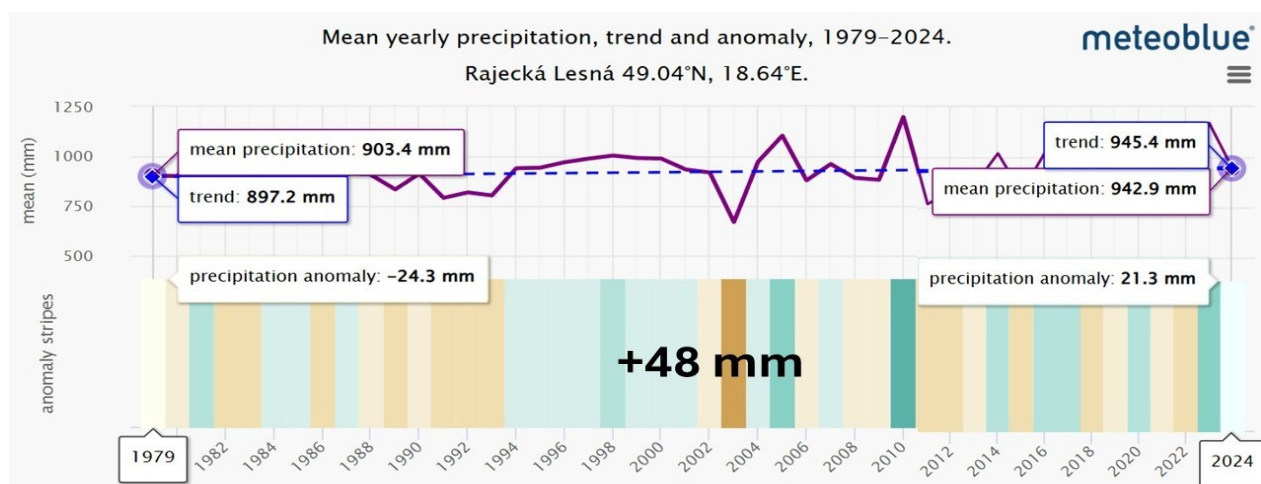
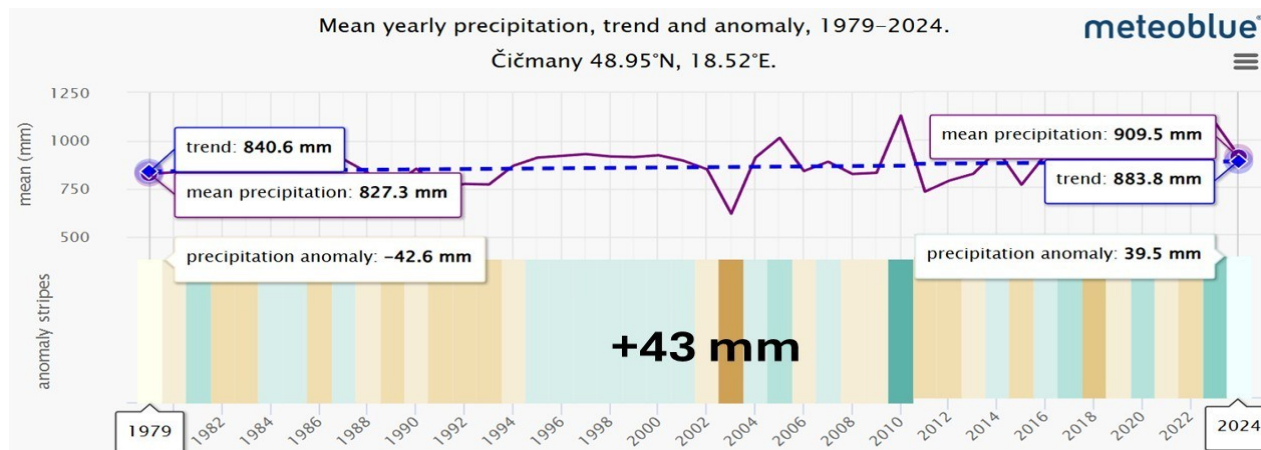


V období rokov 1980 – 2024 sa teploty v kotline výrazne zvýšili. V horských a podhorských oblastiach sa priemerné ročné teploty zvýšili o 2,7 stupňa Celzia (Čičmany a Rajecká Lesná). Trendový rast v otvorenejšej a urbanizovanejšej krajine je o 0,1 stupňa nižší (Rajec). Samotný trendový rast priemerných teplôt, ktorý predstavuje dvojnásobný nárast teploty za 50 rokov v tejto oblasti, oproti pomyslenej hranici rastu teploty 1,5 stupňa Celzia v porovnaní s predindustriálnym obdobím, je pre región veľmi vážny a znepokojujúci. Je tiež znepokojujúci, pretože so zvyšujúcou sa teplotou krajina spotrebúva viac vody odparovaním. Odhadujeme, že ročná spotreba vody v krajine je vyššia o viac ako 200 mm, čo pre územie regiónu s rozlohou 17 327 hektárov by krajina potrebovala minimálne 30 miliónov m³ objemu vody, aby dokázala odolávať vlnám horúčav. Pravdepodobne preto bola rieka Rajčianka (pozri tabuľku základných hydrologických charakteristík) vodnatejšia.

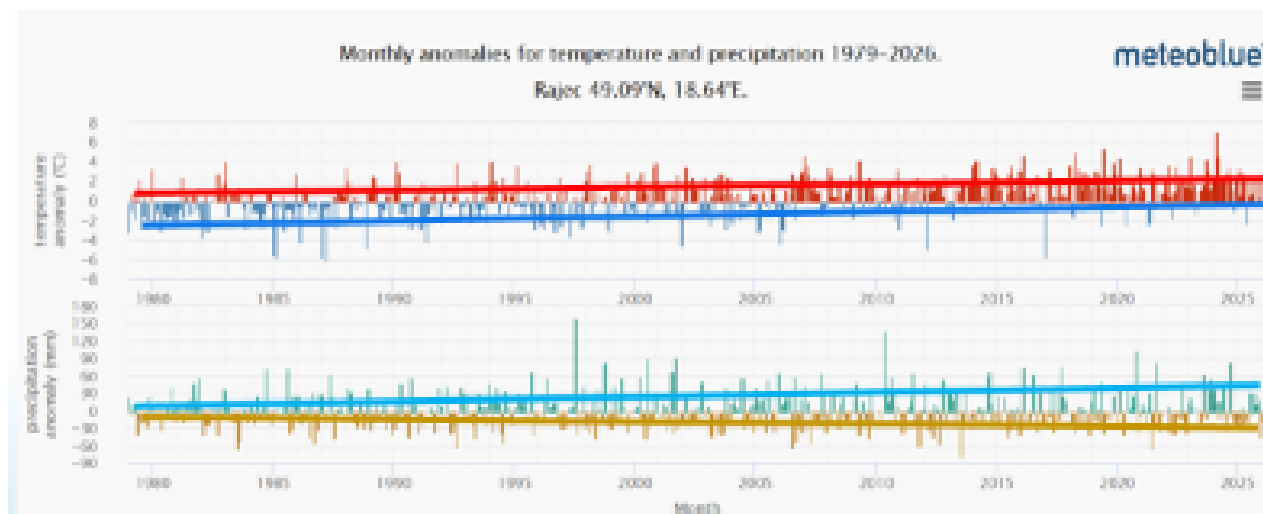
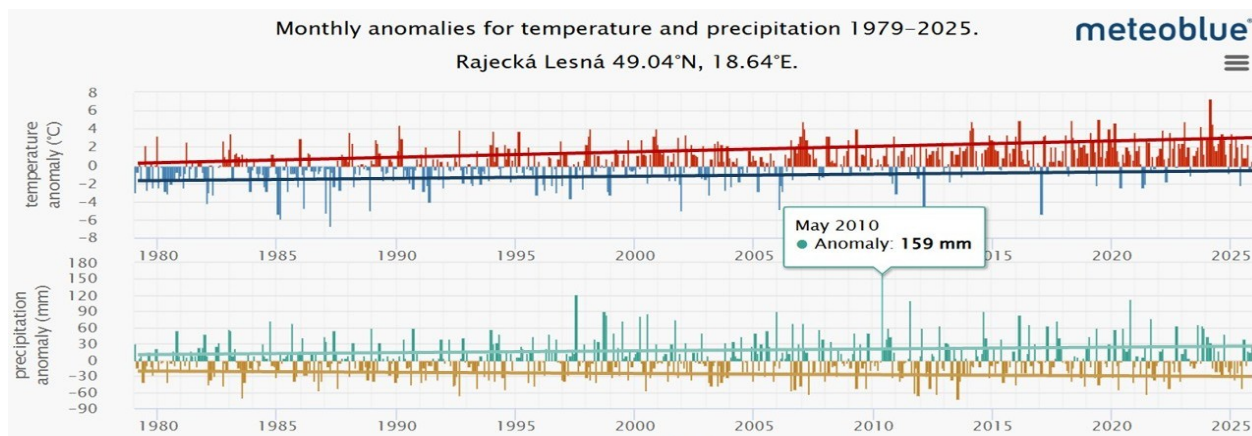
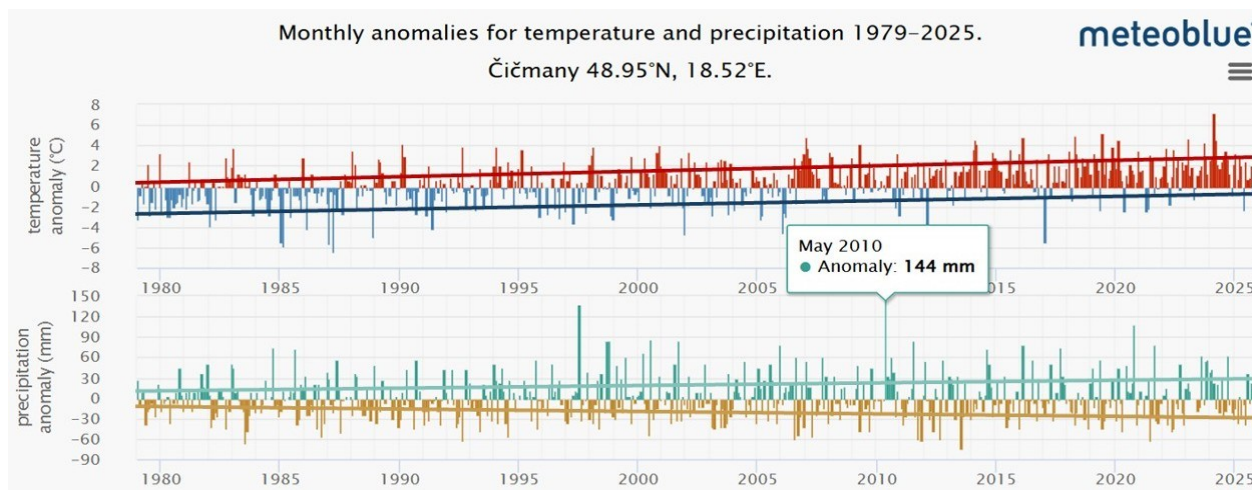
Area	Precipitate	Outflow	Q	Q30	Q90	Q180	Q270	Q330	Q355	Q364	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100
km2	mm	mm	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s	m3/s
78.61	940	542	1.35	2.97	1.61	0.94	0.54	0.32	0.21	0.144	19	25	37	48	60	75	85
103.97	973	553	1.82	4	2.17	1.17	0.73	0.43	0.28	0.20	23	31	46	59	75	93	105
243.57	969	512	3.95	8.68	4.7	2.76	1.58	0.93	0.61	0.43	38	50	79	95	120	150	170

Prietoky na rieke Rajčianka na troch monitorovaných profiloch (údaje do roku 1960)

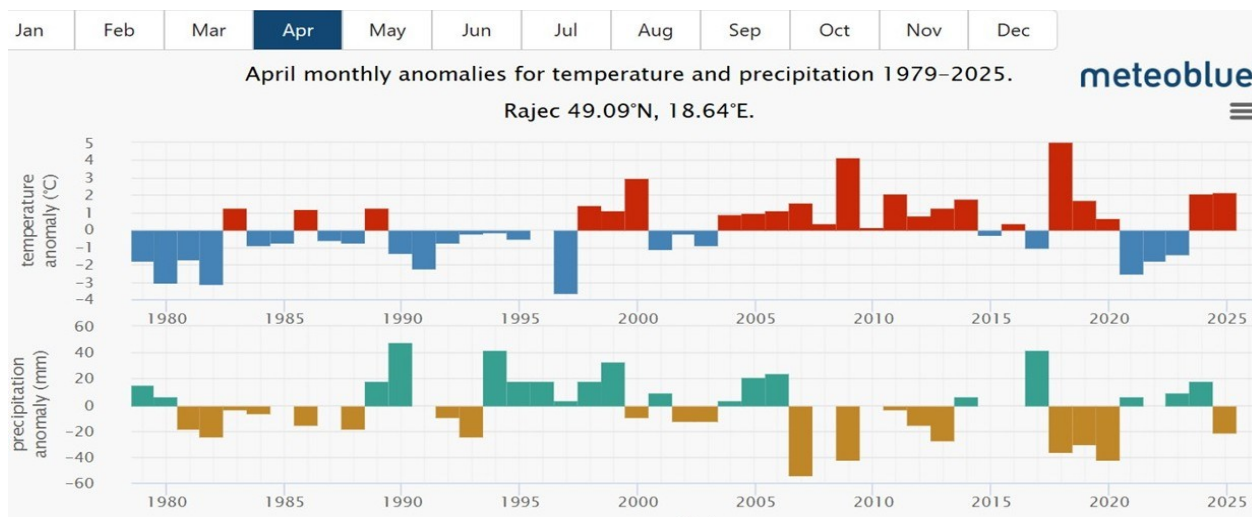
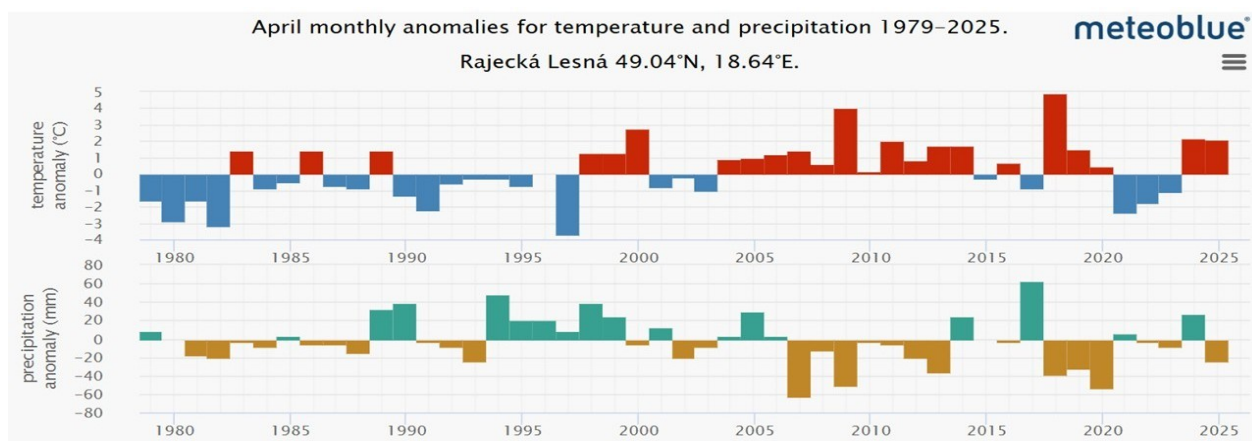
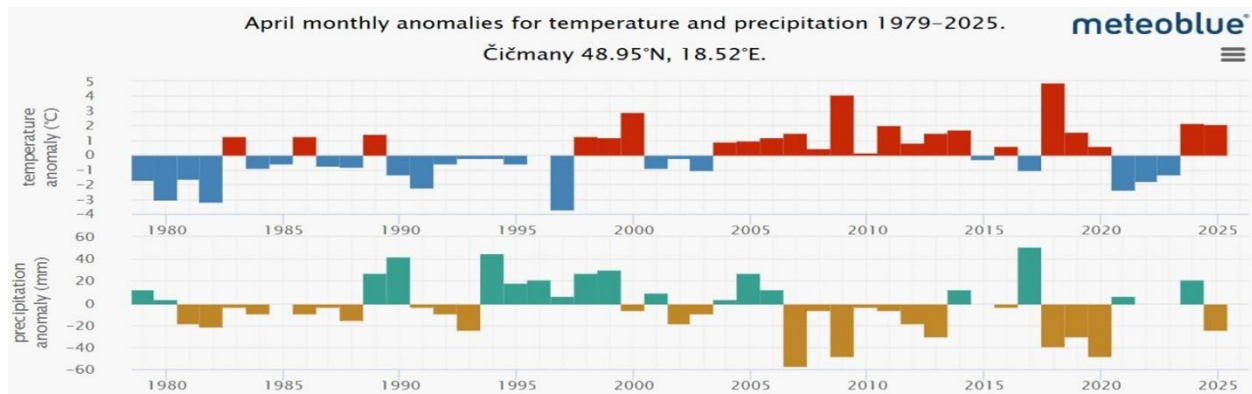
Za posledných 50 rokov sa priemerné ročné zrážky zvýšili o 40 až 50 mm. Sú však výrazne nižšie ako sa uvádza v starších publikáciách (Hydrologické pomery ČSR, Hydrometeorologický ústav, 1970).



Výskyt anomálií je dôležitý pre posúdenie odolnosti krajiny voči zmene klímy. Teplotné a zrážkové anomálie. Vo všetkých troch analyzovaných lokalitách je výrazný trend rastu teploty. Zatiaľ čo pred 40 rokmi dominovali podpriemerné teploty, teraz dominujú teploty výrazne nadpriemerné. Výskyt klasických zím s bohatým snehom sa už prakticky nevyskytuje. Veľmi vážne je však to, že sa otvárajú nožnice medzi trendom rastu dlhších období bez zrážok (sucha) a častejším výskytom extrémnejších a intenzívnejších dažďov.



Potvrdzujú to aj zmeny trendov v jednotlivých mesiacoch. V mesiaci apríl, ktorý je veľmi dôležitý pre založenie novej úrody na jar, teploty rastu a prehlbuje sa sucho. Toto je významné riziko pre odolnosť krajiny voči klimatickým zmenám, ale aj voči rizikám potravinovej bezpečnosti.



Hydrologické údaje ukazujú, že povodie rieky Rajčianka je pod vážnym stresom rizík, čo sa prejavuje aj častými hydrologickými anomáliami, ktoré sa prejavujú podobnými povodňami a suchom. Za posledných 10 rokov Rajčianka dvakrát vyschla a hlásené boli aj povodňové podmienky. Preto bude okrem hlbšej diagnostiky stavu poškodenia leso-poľnohospodárskej a urbanizovanej krajiny potrebné navrhnúť riešenia, ktoré zvýšia odolnosť krajiny

prostredníctvom vodnej bezpečnosti a zároveň posilnia nielen klimatickú bezpečnosť, ale aj bezpečnosť produkcie potravín, a aktívnym lesným hospodárstvom posilnia ekonomiku regiónu posilnením environmentálnej bezpečnosti územia.

Na tento účel bude potrebné realisticky posúdiť vplyv stavu krajiny na objem odtoku dažďovej vody a na základe toho navrhnúť riešenia, ktoré sa efektívne prejavujú v štruktúre krajiny, aby sa zvýšila odolnosť územia v časoch klimatických anomálií.

Povodie Rajčianky (ha)	Orná pôda	Záhrady	Pasienky	Lesy	Vodné plochy	intravilány	Ostatné plochy	SUMA (ha)
Čičmany	147	4	760	1561	11	58	19	2560
Ďurčina	228	11	276	617	30	48	40	1250
Fačkov	42	7	689	2874	10	23	107	3752
Jasenove	102	7	147	331	4	25	12	628
Kľače	153	6	11	14	3	16	5	208
Malá Čierna	56	9	105	238	3	14	4	429
Rajec	663	40	345	1742	28	172	158	3148
Raj. Lesná	106	14	744	2866	23	52	122	3927
Šuja	142	3	41	13	6	20	17	242
Veľká Čierna	135	5	113	185	1	22	21	482
Zbyňov	106	8	288	247	4	34	14	701
SPOLU	1880	114	3519	10688	123	484	519	17327
in %	10.9	0.7	20.3	61.7	0.7	2.8	3	100

Tab. 1: Štruktúra krajiny v katastroch obce Horná Rajčianka v hektároch

3. Výpočet objemu odtekajúcej dažďovej vody z extrémnej zrážky

Kroky spracovania analýz pre získanie poznatkov o množstve využiteľnej dažďovej vody pre regeneráciu prírodných zdrojov a úrodnosti krajiny, aby sa dosiahla regenerácia poškodenej krajiny a zvýšila klimatická odolnosť krajiny:

1. Pre krajinnú štruktúru katastrov (tab. č.1) boli zadefinované vegetačné, morfológické, pôdne a geologické charakteristiky
2. Na základe výpočtov metódou CN kriviek (vhodná metóda pre malé odtokové plochy) sme pre extrémnu prívalovú zrážku s krátkou dobou trvania s pravdepodobnosťou výskytu raz za jeden rok (60 mm) sme vypočítali objem odtoku dažďovej vody
3. Spracovali sme návrhy využívania dažďovej vody v katastri, ako analytický podklad s odporúčaním pre lesohospodárske plány/pozemkové úpravy/územné plány obce na prevenciu pred lokálnymi záplavami, suchom a zmenou klímy, ktorého súčasťou je:
 - a. ochrana a obnova vodných zdrojov,
 - b. zlepšenie úrodnosti pôdy poľnohospodárskej krajiny prostredníctvom intenzívnejšej fotosyntézy zvýšením ukladania uhlíka do biomasy a pôdy
 - c. ochrana biodiverzity,
 - d. zmiernenie výkyvov teploty krajiny
4. Prijat' všeobecne záväzné nariadenie na úrovni obce so záväzným premietnutím do územnoplánovacích dokumentácií na lokálnej úrovni,

4. K metóde CN krivky na výpočet objemu povodňovej vlny

Existuje niekoľko metód výpočtu objemu povodňovej vlny z extrémnej zrážky. K najspoľahlivejším metódam výpočtu odtoku z malých odtokových plôch patrí metóda odtokových kriviek CN² (Curve Number Method), ktorú vyvinul americký hydrológ a hydraulik čínskeho pôvodu Ven Te Chow v americkom inštitúte Soil Conservation Service (SCS). Na stredoeurópske pomery bola upravená a publikovaná Janečkom³ v Čechách.

Metóda CN kriviek je v rozmedzí svojej platnosti pre mikropovodia/odtokové plochy dobrým kompromisom medzi prácnosťou a presnosťou výpočtu. Metóda bola primárne vyvinutá pre potreby modelovania odtoku z poľnohospodárskych povodí v USA. Avšak neskôr došlo k jej rozšíreniu nad rámec pôvodného zamerania. Metóda bola modifikovaná pre rôzne typy krajinného využitia, napríklad pre zalesnené alebo urbanizované povodia. Ďalej bola využitá pre hodnotenie búrkového odtoku, vďaka čomu sa stala neoddeliteľnou súčasťou zložitejších simulačných modelov. Ide o jednoduchú a široko využívanú metódu slúžiacu k odhadu priameho odtoku dažďovej vody z mikropovodia/odtokovej plochy. Medzi jej najväčšie prednosti patrí fakt, že zahŕňa vplyv zložitých povrchových podmienok, ako typ pôdy, využívanie krajiny a hydrologické vlastnosti pôdy v niektorých parametroch, ktoré je vždy pred začiatkom výpočtov potrebné poznať.

Prvým parametrom je hodnota takzvanej CN krivky. Jedná sa o bezrozmernú odtokovú krivku, vyjadrujúcu odtokový potenciál daného územia v intervale od 0 do 100. Čím nižšia hodnota CN krivky je, tým nižší je odtokový potenciál sledovaného územia. Odtokový potenciál sa riadi predovšetkým podľa pôdneho typu, využitia krajiny a v prípade poľnohospodárskych povodí aj podľa spôsobu obhospodarovania pôdy. Táto metóda sa opiera o empirické poznatky, ktoré v sebe zahŕňajú fyzikálne charakteristiky.

Základom je, že rýchlosť infiltrácie je ovplyvnená hydrologickými vlastnosťami pôdy. Na základe toho bola stanovená charakteristika hydrologických pôdných skupín, ktorá rozdeľuje pôdne typy do štyroch skupín podľa ich schopnosti zadržiavať či prepúšťať dažďovú vodu. Hydrologické vlastnosti pôd v povodí sú základnou charakteristikou, ktorá musí byť v povodí analyzovaná. Pre potreby používania metódy CN-krivky rozdeľujeme pôdy na 4 kategórie a to podľa ich infiltračných vlastností.

Kategória pôd	Vsakovacie a drenážne vlastnosti pôd	Charakteristické pôdne druhy
<i>A</i>	<i>Pôdy s vysokou infiltračnou schopnosťou i pri ich úplnom nasýtení vodou</i>	<i>Hlboké piesky a štrky</i>
<i>B</i>	<i>Pôdy so strednou schopnosťou vsaku i pri ich úplnom nasýtení vodou a s dobrou drenážou</i>	<i>Stredne hlboké až hlboké piesočnaté a hlinitopiesočnaté pôdy</i>
<i>C</i>	<i>Pôdy s malou schopnosťou vsaku pri úplnom nasýtení a s nízkou drenážou</i>	<i>Ílovito hlinité až ílovité plytké pôdy</i>
<i>D</i>	<i>Pôdy s veľmi malou infiltračnou schopnosťou a bez drenáže</i>	<i>Íly, alebo pôdy s ináč obmedzenou drenážou a infiltračnou schopnosťou</i>

Tabuľka 2: Hydrologické kategórie pôdy pre „CN“

² CHOW, V.T.: Handbook of Applied Hydrology, New York: Mc. Graw-Hill Book Company 1964

³ JANEČEK, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí, Praha, 2001

Kód	Druh pôdy	Hydrologická kategória
01	Ľahké	A
02	Stredne ťažké	B
03	Ťažké	C
04	Veľmi ťažké	D

Tabuľka 3: Základná hydrologická kategória pôd pre metódu CN-kriviek ako funkcia hlavných pôdných jednotiek (HPJ) (návrh hydrologickej kategorizácie³)

Obce Hornej Rajčianky sa nachádzajú pôdach kategórie B - stredne ťažké pôdy; stredne ťažké pôdy - Pôdy so strednou schopnosťou vsaku aj pri ich úplnom nasýtení vodou a s dobrou drenážou.

5. Určenie extrémnej prívalovej zrážky

Zrážkový úhrn je základným vstupom pre metódu CN kriviek. Predpokladá sa rovnomerné rozloženie po celej ploche vyšetřovaného územia. Veľkosť zrážky sa udáva podľa zrážkovej činnosti na vyšetřovanom území.

Výpočet metódou CN- kriviek - Určenie hodnoty CN krivky

Pre potreby výpočtu povodňového odtoku sa určuje hodnota CN, v rozpätí od 0 - 100, pričom hodnota CN = 100 znamená, že všetka zrážková voda, ktorá na povodie, alebo jeho časť dopadne, odtéčie ako povrchový odtok a hodnota CN = 0 znamená, že všetka zrážková voda vsiakne. Pre každé odtokové územie potrebujeme určiť číslo krivky CN, ktoré je závislé na type pôdy (z hydrologického hľadiska) a jej pokrývky.

Výpočet povrchového odtoku

Metóda CN kriviek umožňuje určiť základné odtokové charakteristiky povodia, a to:

$$A = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (\text{mm})$$

$$H_{O,p} = \frac{(H_Z - 0,2 \cdot A)^2}{H_Z + 0,8 \cdot A} \quad (\text{mm})$$

$$O_{O,p} = (H_{O,p} \cdot S_p) / 1000 \quad (\text{m}^3)$$

kde:

A - potenciálna retencia riešenej plochy [mm],

Hodnota CN - kriviek riešenej plochy,

$H_{O,p}$ - výška povrchového odtoku z riešenej plochy, vyvolaná uvažovaným dažďom [mm],

H_Z - výška extrémneho dažďa [mm],

CN - hodnota krivky riešenej plochy,

$O_{O,p}$ - objem povrchového odtoku z riešenej plochy, spôsobený extrémnym dažďom [m³],

S_p - plocha vyšetřovaného územia [m²].

Na určenie objemu odtoku dažďovej vody pre každý typ povrchu je potrebné poznať výmeru v m² rôznych druhov využitia pozemku v katastrálnom území obce (Sp). Ďalej bolo potrebné poznať výšku ročného maxima 1-dňových úhrnov zrážok v pravdepodobnosťou opakovania raz za 1 rok v mm (HZ), v riešenej lokalite sa jedná o zrážku 60 mm. Ďalším parametrom, ktorý vstupoval do výpočtu povrchového odtoku dažďovej vody je CN krivka. Tá bola pridelená ku každému katastru podľa kategórie pôdy zvlášť.

6. Ekosystémové zadržiavanie dažďovej vody v krajine

Cieľom je v povodí Rajčianky o ploche **17327** hektárov v katastroch obcí Čičmany, Fačkov, Ďurčiná, Jasenové, Kľače, Malá Čierna, Rajecká Lesná, Rajec, Šuja, Veľká Čierna a Zbyňov zadržať dažďovú vodu v území katastra, ktorá bez úžitku odteká a prináša povodňové riziká a tým prispievať k regenerácii prírodných zdrojov a klímy. V podmienkach súčasného stavu katastrov je odtok dažďovej vody umelo urýchlňovaný.

Cieľom je doteraz odtekajúcu dažďovú vodu z katastra nechať na území katastra, aby plnila svoje užitočné ekosystémové funkcie. To zásadným spôsobom prispeje k zlepšovaniu vodnej bilancie a následnej tvorbe vodných zdrojov, zastaveniu vysušovania krajiny, zlepšovaniu úrodnosti pôdy a podpore biodiverzity. Cyklické zadržiavanie dažďovej vody šartuje obnovy regeneračnej funkcie poškodených ekosystémov.

Na základe poznania potenciálu vieme zvrátiť trend degradácie ekosystémov a posilňovať v rôznych typoch lesnej, v poľnohospodárskej a v urbanizovanej krajine na území jednotlivých katastrov obcí povodia Hornej Rajčianky prírode blízke riešenia drobnými terénnymi úpravami vodozádržné systémy, zariadenia a technické riešenia s celkovou cyklickou zádržnou kapacitou dažďovej vody v objeme takmer 1 mil. m³, ktoré dokážu prijať dažďovú vodu a premeniť túto vodu na ekosystémové služby.

Následne tieto vodozádržné systémy/zariadenia zodpovedne prevádzkovať, udržiavať ich funkčnosť, vykonávať ich údržbu a servis. Pôjde o nepretržitý, cyklický proces. Stanovená cyklická vodozádržná kapacita vyplýva z analýzy zrážkovo-odtokových pomerov v odtokových plochách tak, aby boli ekonomicky efektívne s predpokladanou výdatnosťou raz do roka.

Rámce pre vytvorenie systému WATERGRID v poškodenej krajine povodia Hornej Rajčianky

Revitalizácia celého územia katastrov Hornej Rajčianky je komplexným cieľom strategického zámeru hospodárskeho rastu mikroregiónu aj s vytvorením potravinovej sebestačnosti v prebiehajúcej klimateknej zmene trvalo udržateľným zabezpečením dostatku vody pre odberateľov a tiež dostatku vody pre leso-poľnohospodársku krajinu v území katastrov obcí. Ambíciou je poznať stav, navrhnúť riešenia a ich realizovať tak, aby prispeli k obnove ekosystémových služieb a trvalo udržateľnému dostatku vody pre človeka, prírodu, potraviny a klímu a naštartovať obnovu ekosystémov pre hospodársky rast s riešením ochrany komunity pred povodňami a ostatnými rizikami zmeny klímy.

Obnovou poškodenej krajiny, vhodnými opatreniami a úpravami v krajine a zmenou prístupu k hospodárskemu využívaniu leso-poľnohospodárskej a urbanizovanej krajiny zabezpečí minimalizáciu vzniku povodňových prívalových vln v ich zdrojovej oblasti povodia Rajčianky a tiež utlmí produkciu tepelného ostrova nad poľnohospodársky intenzívne využívanú krajinu.

Plošným ekosystémovým zadržiavaním dažďovej vody v území spomalením jej povrchového odtoku sa vytvoria vhodnejšie podmienky pre jej vsakovanie do pôd. Umožní sa **dažďovej vode v ekosystémoch rozvinúť jej užitočné funkcie**, ktoré sú z dlhodobého hľadiska nevyhnutné pre hospodárske zhodnocovanie zadržanej dažďovej vody s potrebami environmentálnej a klimateckej bezpečnosti pre všetky a všetko.

Pre zabezpečenie spomalenia odtoku dažďovej vody z plôch územia sa umožní zavedenie, rozvinutie a následné zdokonalenie techník zadržiavania dažďovej vody:

1. v lesnej krajine
2. v poľnohospodárskej krajine
3. v urbánnej krajine.

To tiež prispeje k zosúladieniu ekosystémového zadržiavania dažďovej vody v krajine s potrebami revitalizácie vodných tokov aj **preto, lebo riečka Rajčianka vplyvom veľkej ťažby podzemných vôd podlieha rizikám vysychania.**

Realizáciou Plánu využitím, rozšírením, rozvinutím a zdokonalením viacerých techník, od ekologickej revitalizácie všetkých typov krajiny v katastroch, cez techniky vsakovania dažďovej vody do pôdnych štruktúr, až po drobné technické opatrenia v území a aplikácie ich vhodných kombinácií, s cieľom zadržať dažďovú vodu v rozsahu potrebnom pre užitočnú a potrebnú revitalizáciu územia katastrov, ako aj pre efektívnu a nevyhnutnú prevenciu ochrany územia pred povodňami, suchom a ostatnými rizikami náhlych prírodných živelných pohrôm.

Zmena prístupu rozvoja komunít

14

Filozofiou Plánu bude predovšetkým zmena prístupu k dažďovej vode a ku krajine, pochopenie ich vzájomnej interakcie a komplexnej prepojenosti. Plán je nástrojom k pochopeniu multiplikačnej funkcionality dažďovej vody v krajine a k uvedomeniu si jej efektívneho a strategicky využiteľného potenciálu pre hospodársky rast a kvalitu životného prostredia.

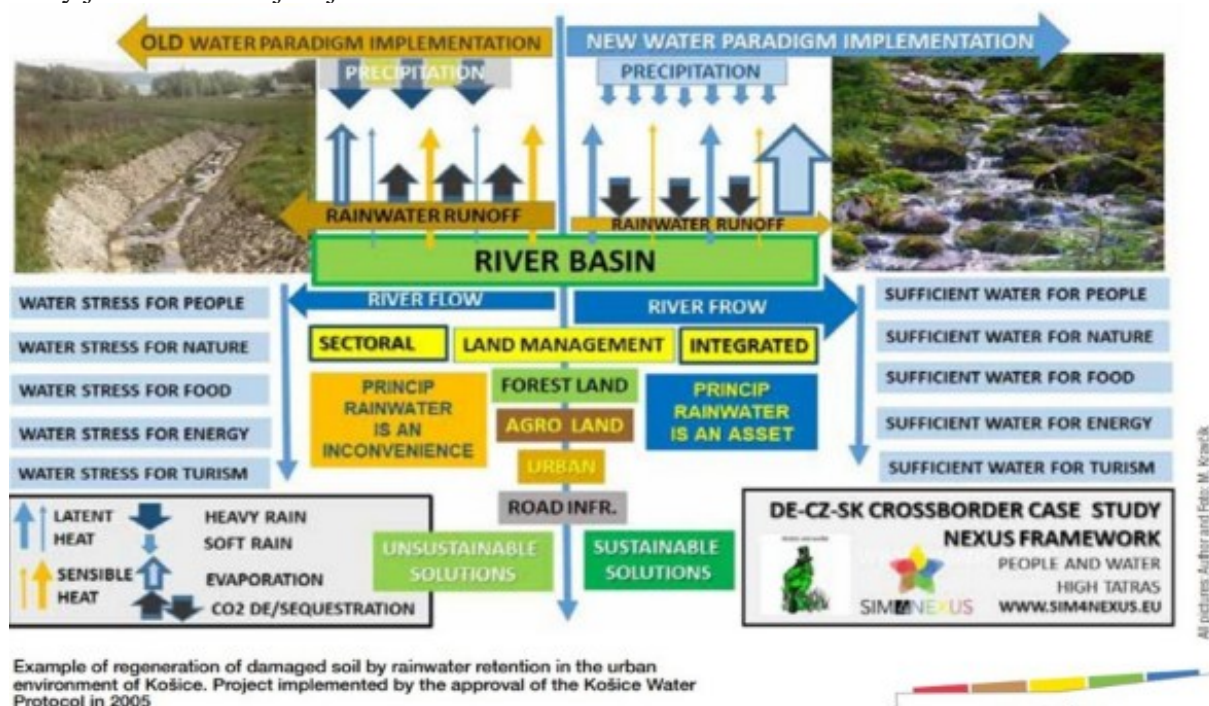
Cieľom Plánu, z pohľadu jeho filozofie, bude teda pochopenie nevyhnutnosti zníženia odtoku tej dažďovej vody, ktorá namiesto potenciálneho úžitku a príspevku k hospodárskemu rastu katastrov spôsobuje škodu odtekajúcou dažďovej vody v čase zvýšených zrážok a príválových dažďov, čím spôsobuje záplavy a povodne.

Realizácia Plánu účinne podporí optimalizáciu priestorové hospodárenie s vodou v krajine, najmä v poľnohospodárskej a tiež lesnej krajine, ako aj v intraviláne v rámci územného plánovania. Plán podporuje obnovu, revitalizáciu a tvorbu obnoviteľných prírodných zdrojov (voda, pôda, vegetácia, lesný fond a pod.) a spĺňa náročné požiadavky kladené na trvalo udržateľný rozvoj formulované v [Agende 21](#).

Toto je metodický postup, ako rozpracovať koncept ekosystémovej obnovy vôd v poškodených štruktúrach krajiny, aby sme podporili regeneráciu poškodenej krajiny, ktorá bude odolnejšia na extrémny počasie. Na pochopenie týchto súvislostí využívame model regenerácia krajiny, ktorý prostredníctvom implementácie novej vodnej paradigmy⁴ dokážu komplexne riešiť dostatok vody pre ľudí, prírodu, potraviny, energiu, turizmus s nevyhnutnou potrebou

⁴ www.vodnaparadigma.sk

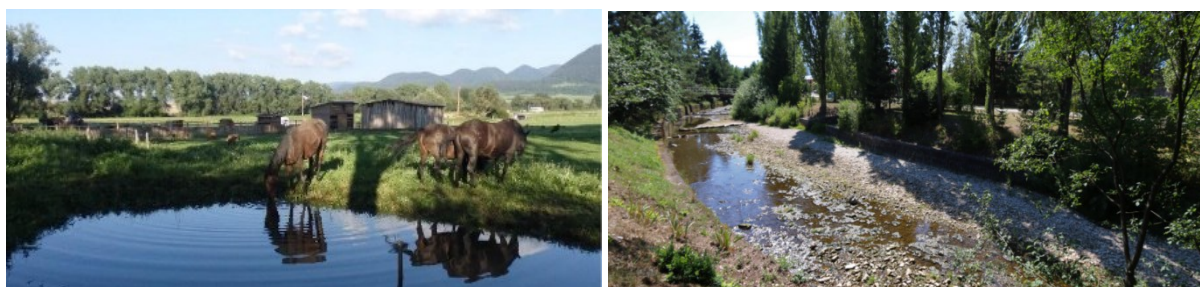
ozdravenia klímy. Model bol rozpracovaný vedeckovýskumným konzorciom SIM4NEXUS⁵, ktorý je v nadchádzajúcej schéme.



Obrázok č. 1: Podpora zadržiavania dažďovej vody v krajine rieši komplexne princíp, že dážď je bohatstvo, ktoré je dostatkom vody znásobené pre všetkých zainteresovaných

Výpočet objemu odtekajúcej dažďovej vody z extrémnej zrážky

Na základe vyššie zadefinovaných kritérií pre jednotlivé katastrofe sme vypočítali objem odtoku dažďovej vody pre extrémnu prívalovú zrážku s pravdepodobnosťou výskytu raz za jeden rok. V každom katastri je zadefinovaná výmera, druh plochy, jeho rozloha a k nemu vypočítaný objem odtoku povodňovej vody pri extrémne prívalovej zrážke 60 mm. Pre každý kataster je uvedený sumárny objem odtoku povodňovej vody. Pri 60 mm zrážke odteká z celého územia takmer 800 tisíc m³ (viď tabuľka č. 4).



Voda v Bioklimatickom parku a suchá Rajčianka v roku 2025

⁵ www.sim4nexus.eu

Povodie Rajčianky	Orná pôda	Záhrady	Pasienky	Lesy	Intravilány	Ostatné plochy	SUMA (m3)
Čičmany	19885	69	43071	54552	7874	3922	129373
Ďurčina	30888	190	15648	21566	6502	7983	82777
Fačkov	5710	123	39033	100407	3143	21628	170044
Jasenove	14835	123	8337	11569	3325	2424	40613
Kľače	20721	114	619	483	2128	1010	25075
Malá Čierna	7613	140	5975	8318	1862	798	24706
Rajec	55466	1742	19529	60851	23206	31918	192712
Rajecká Lesná	14276	251	42140	100152	7037	24718	188574
Šuja	19232	62	2307	470	2659	3449	28179
Veľká Čierna	18283	99	6430	6466	2926	4242	38446
Zbyňov	14976	136	16334	8402	4552	2828	47228
SPOLU	221885	3049	199423	373236	65214	104920	967727
in %	22.9	0.3	20.6	38.6	6.7	10.8	100

Tab. č. 4 : Objem odtoku dažďovej vody z krajinných štruktúr jednotlivých katastrov v povodí Hornej Rajčianky

To znamená, že máme tu dohromady takmer 1 mil. m3 dažďovej vody, ktorá nám jednorazovo odteka pri zrážke.

Návrh vodozádržných opatrení a ich premietnutie do územnoplánovacej dokumentácie

16

Vychádzajúc z charakteru a problémov územia a lokálnych záplav je potreba vytvorenia vodozádržných opatrení v lesnej, poľnohospodárskej, urbanizovanej krajine i dopravnej infraštruktúre tak, ako je to zhrnuté v tabuľke odtoku.

Výsledky tejto analýzy je potrebné premietnuť do pozemkových úprav, lesohospodárskych plánov (LHP), územných plánov obcí a dopravnej infraštruktúry s vytvorením plánu implementácie zelenej a modrej infraštruktúry, ktoré dokážu cyklicky zadržiavať všetky zrážky menšie ako 60 mm. Tým začnú plniť mimo produkčné funkcie. Toto sa dosiahne posilnením vodozádržných funkcií, ako súčasť prevencie pred povodňami a suchom priamo v katastroch s významným prínosom pre ekologizáciu krajiny. Je v úplnej kompetencii projektantov pozemkových úprav, lesohospodárskych a územných plánov miest a obcí tieto poznatky premietnuť do územnoplánovacích dokumentácií. Výber riešení sa môže odvíjať od inšpirácií konkrétnych riešení, ktoré tu uvádzame.

Na základe poznania tohto potenciálu je možné reálne zrealizovať prírode blízkymi riešeniami obnovu ekosystémových služieb, ktoré na integrovanom princípe dokážu štartovať obnovu ekosystémov a všetky ekosystémové služby, ktoré potrebujeme pre zvyšovanie klimateckej odolnosti prostredia

Spracoval Michal Kravčík, Ing. CSc.,
Pre potreby workshopu v Rajci 10. septembra 2026