Využitie environmentálneho monitoringu v strategickom plánovaní miest a obcí

N. Cziroková, Ing. D. Kravčíková, Ing. M. Kravčík Csc., M. Paal, Ing. V. Zaujec

Operačný program Efektívna verejná správa

Európska únia
Európsky sociálny fond

GREEN GANG

Využitie environmentálneho monitoringu v strategickom plánovaní miest a obcí

Publikácia vydaná v rámci projektu

Projekt pre politiky Integrovaného manažmentu krajiny v súvislosti voda – pôda – potraviny – energia – klíma

Financovaného z Operačného programu

Efektívna verejná správa

Kolektív autorov:

Natália Cziroková, Ing. Danka Kravčíková, Ing. Michal Kravčík Csc., Michal Paal, Ing. Vladimír Zaujec

Obsah

Úvod 1

1. Voda a klimatická zmena 6

Voda a jej obeh v prírode 10

Úloha vody a rastlín pri premene slnečnej energie 17

Vplyv využívania krajiny na obeh vody 21

Vplyv manažmentu krajiny na zmenu klímy 25

Adaptácia na klimatickú zmenu 33

2. Integrované riadenie vodných zdrojov 35

Prejavy súčasných problémov vodných zdrojov a ich dôsledky 36

Ochrana územia pred povodňami a znižovanie povodňových rizík 37

Definícia integrovaného manažmentu vodných zdrojov 37

Princípy udržateľnej ochrany vodných zdrojov v katastrálnom území 38

Zásady integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obcí a ich povodí 40

1. Zásada - zásada plošnej ochrany vodných zdrojov v území a prednostného uplatňovania plošných opatrení protipovodňovej prevencie v povodí 40
2. Zásada - zásada rešpektovania významu dažďovej vody a úlohy krajiny pri distribúcii dažďovej vody 42
3. Zásada -zásada spolupráce a združovania sa vlastníkov pôdy a budov za účelom ochrany a využívania dažďovej vody a ochrany pôdy pred eróziou 43
4. Zásada - zásada posudzovania dopadov plánovaných stavebných, investičných a hospodárskych aktivít v území na obeh vody v krajine 43
5. Zásada - zásada prehodnotenia doterajších úprav krajiny ovplyvňujúcich vodnú bilanciu a vodný režim územia pri zavádzaní integrovaného manažmentu 44
6. Zásada - zásada dôkladného čistenia odpadových vôd v území a hodnotenia najvýhodnejšieho systému zabezpečenia verejného vodovodu a kanalizácie 45

7. Zásada - zásada hospodárneho nakladania s vodnými zdrojmi a recyklácie vody ... 46
8. Zásada - zásada tvorby a uplatňovania reálnej ceny vody ... 46
9. Zásada - zásada prípravy a schvaľovania plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí ako lokálnej zložky procesu vodného plánovania ... 47

Odborné dokumenty Združenia miest a obcí Slovenska v oblasti manažmentu vodných zdrojov ... 48

Nová vodná paradigma ... 49

3. Nástroje na presadenie a uplatnenie integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi ... 50

Legislatívne nástroje ... 50

Koncepčné nástroje ... 50

Nástroje v oblasti vodného plánovania, riadenia a monitoringu ... 50

Finančné nástroje ... 51

Príprava a realizácia opatrení protipovodňovej prevencie ... 51

Nástroje v oblasti vzdelávania a budovania kapacít ... 51

Nástroje v oblasti informačných systémov ... 51

Prínosy uplatnenia integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi ... 52

Ochrana a obnova vodných zdrojov na území katastra ... 54

Integrácia zúčastnených strán manažmentu ... 55

Obec a vodné plánovanie ... 58

4. Potenciál využívania bezpilotných lietadiel (UAV) a IT technológií na zefektívnenie klimatického monitoringu ... 61

Bežne používané technológie ... 61

Dôvody použitia bezpilotných lietadiel na získanie dát ... 62

Zber a spracovanie dát ... 62

Analýza vodného potenciálu katastrálnych území jedotlivých miest v rámci územného plánovania v prebiehajúcej klimatickej zmene ... 64

Zistenie povrchových teplôt rôznych typov povrchov jednotlivých území miest ich zhodnotenie ... 66

Rozlíšenie zelených a nezelených povrchov pomocou vegetačného indexu NDVI ... 68

5. Zhodnotenie klimatického rizika ... 69

6. Odporúčania pre samosprávy, správcov a majiteľov lesných a poľnohospodárskych pozemkov ... 80

Opatrenia v pozemkových úpravách a manažmente poľnohospodárskej krajiny ... 86

Opatrenia v hospodárení na lesnom pôdnom fonde ... 87

Opatrenia v ochrane životného prostredia a ochrane biodiverzity ... 88

Opatrenia pri návrhu na ozdravovanie klímy ... 90

Príklad riešenia obytnej štvrte - Prostredie/pozadie pre príklady sídlisk ... 91

Krok 1. Zostavte pracovný tím ... 91

Krok 2. Zmapujte zdroje tokov & fyzické prvky ... 91

Krok 3. Identifikujte potenciál pre využitie zdrojov ... 91

Krok 4. Vytvorte integrovaný koncepčný návrh ... 92

Krok 5. Zrevidujte a finalizujte koncepčný plán ... 93

Záver ... 94

Úvod

Vplyv klimatickej zmeny sa v posledných rokoch stal zrejmým, čo je ľahko preukázateľné zvýšením priemerných globálnych teplôt. Napriek tomu, že je tento fenomén dobre vedecky zdokumentovaný, stále ešte nevieme ako efektívne riešiť zmierňovanie klimatickej zmeny.

Nie je pochýb, že za klimatickú zmenu môže ľudská činnosť. Zrýchlenie procesu klimatickej zmeny je bezprecedentné, okrem prípadov epizód intenzívnych sopečných výbuchov alebo pádov meteoritov.

Klimatické zmeny môžu byť najľahšie preukázané prostredníctvom úlohy vody: obdobia sucha na jednej strane a silné zrážky a záplavy na strane druhej, pričom oba extrémy majú rastúcu frekvenciu a intenzitu. Tieto extrémy ovplyvňujú poľnohospodárstvo, zásobovanie pitnou vodou a v konečnom dôsledku aj ľudské zdravie.

Medzinárodné rokovania o klíme sa zamerali na emisie CO_2 a sú v hlbokej politickej patovej situácii. Už je zrejmé, že oznámený cieľ - udržanie zvýšenia celkovej teploty pod hranicou 2°C – nebude splnený. Podľa predvídateľnej trajektórie bude pravdepodobný nárast teploty o 3 až 3,5°C.

Povodne, suchá, živelné pohromy, nepredvídateľné počasie, klimatické zmeny, hlad, chudoba, prosperita, zdravie, bezpečnosť sú fenomény spojené s vodou.

Spriemyselňovanie krajiny znižuje schopnosť nasycovať pôdu, čo spôsobuje znižovanie objemu vody v celom vodnom cykle. To je pravdepodobná príčina, prečo dochádza nie len k suchám a povodniam, ale aj k časovej a priestorovej zmene rozdelenia zrážok. Populácia svojou činnosťou spriemyselňuje zemský povrch, čím spôsobuje vysušovanie nie len povodí, ale aj celého vodného cyklu.

Vyschnutá pôda a ubúdanie množstva vody vo vodnom cykle zvyšuje transformáciu slnečného žiarenia zo Slnka na teplo, ktoré prispieva k zmene klímy. Viac vody v krajine znamená viac vody v atmosfére, znižovanie produkcie tepla v troposfére, svetla a UV žiarenia a zmierňovanie rizika klimatickej zmeny.

Všetky samosprávy v povodiach sú závislé na dostatku vody vo svojom prostredí. Preto potrebujú prebrať zodpovednosť za prirodzenú starostlivosť o vodu na svojom území. Prinavrátenie zodpovednosti samosprávam za starostlivosť o vodu vyvolá novú kultúru dialógu s posilňovaním solidarity, tolerancie i spoločenskej integrity v starostlivosti o vodu v

povodiach, ako základného predpokladu integrovaného riadenia vodných zdrojov pre udržateľný život.

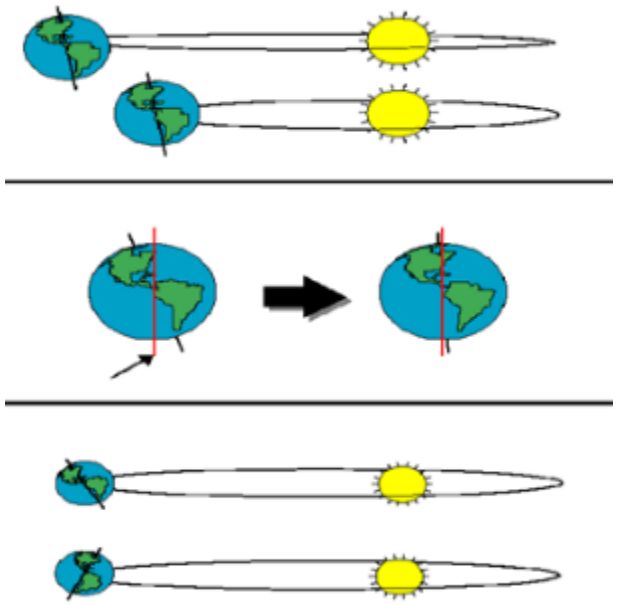
Koncentrácia obyvateľstva v mestách má za následok, že každým rokom sa strácajú milióny ton vody, ktoré chýbajú pre udržateľnú prosperitu miest a obcí a zároveň ohrozujú svoje okolie. Nová vodná paradigma má za cieľ odkanalizovanú dažďovú vodu udržať v zelených zónach v urbánnej krajine, kde cez výpar môže nasycovať malý vodný cyklus, a tak zmierňovať riziká zmien rozdelenia zrážok a zmenu klímy.

Vysušovaním krajiny sa oslabuje malý vodný cyklus a posilňuje veľký vodný cyklus. Takéto narúšanie prirodzenej rovnováhy cyklov spôsobuje častejší výskyt živelných pohrôm, poruchy v počasí a zmenu klímy.

1. Voda a klimatická zmena

Klimatická zmena je akákoľvek dlhodobá významná zmena zabehaných trendov počasia na určitom území alebo na Zemi ako celku[1]. V posledných rokoch pojem „klimatická zmena“ v bežnom používaní takmer splynul s pojmom „globálne otepľovanie,“ prípadne s javmi, ktoré sa s ním dávajú do súvislosti. Príčina klimatických zmien sa v ľudovom chápaní zjednodušila takmer výhradne na otepľujúci účinok (tzv. skleníkový efekt) vplyvom ľudskej činnosti zvýšeného obsahu niektorých plynov (najmä CO_2) v atmosfére. Zmeny klímy sa primárne odvíjajú od zmien energetickej bilancie Zeme. Zmeny energetickej bilancie môžu mať množstvo príčin, ktoré majú svoj pôvod vnútri i mimo klimatického systému.

Je logické začať prehľad pri zmenách množstva slnečnej energie prijatého našou planétou. Do tejto kategórie patria viaceré astronomické vplyvy ako sú cyklické zmeny tvaru obežnej dráhy Zeme okolo Slnka, zmeny náklonu a precesia (rozkmit) zemskej osi. Tieto sa nazývajú Milankovičove cykly podľa srbského inžiniera a matematika Milutina Milankoviča, ktorý v prvej polovici 20.storočia sformuloval teóriu ich striedania v 96-tisícročných, 41-tisícročných a 22-tisícročných intervaloch. Prejavujú sa periódami klimatických zmien, najmä zhruba 100-tisícročným cyklom ľadových dôb, ale ich prelínanie spôsobuje i teplejšie a chladnejšie obdobia v ich rámci.

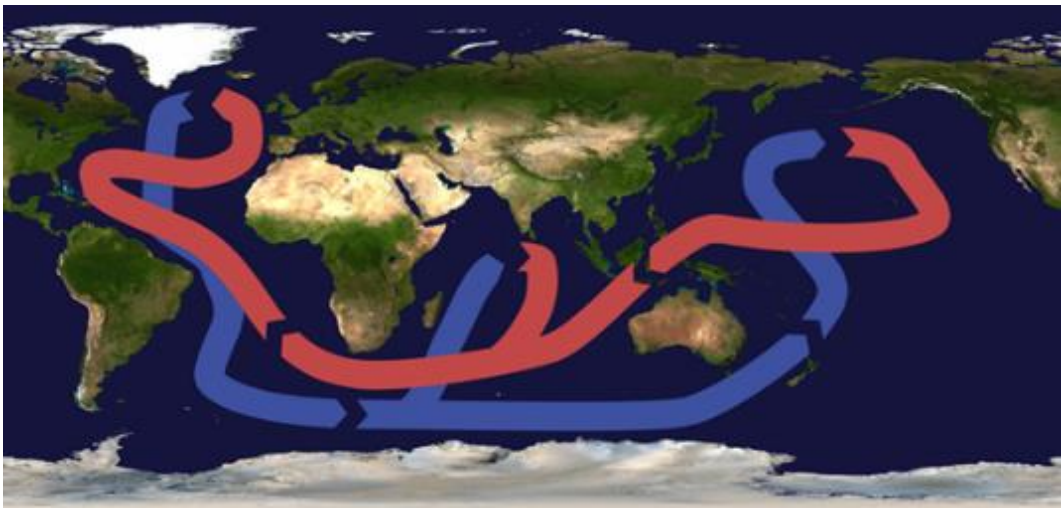


Obrázok 1: Milankovičove cykly - cyklické zmeny tvaru obežnej dráhy Zeme okolo Slnka, zmeny náklonu a precesia (rozkmit) zemskej osi.

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change#Orbital_variations

Štruktúra tokov energií, obeh vody v prírode a klíma sú medzi sebou úzko späté a ovplyvňujú ich tie isté faktory, ktoré môžu mať prirodzený alebo antropogénny pôvod. K tým prvým patria napríklad horotvorné procesy. Hory a pohoria významne ovplyvňujú prúdenie v atmosfére, najmä tie, ktoré sú orientované severojužne, pretože vplyvom rotácie Zeme a Coriolisovej sily určujú východozápadný prevládajúci smer vetrov. Hory a pohoria významne ovplyvňujú i teploty, odtok vody z územia, vegetáciu, výpar a zrážky. Prípadná snehová pokrývka mení odrazivosť (albedo) povrchu a tým i množstvo a štruktúru slnečnej energie v krajinnom systéme. Kým vegetácia odráža 5 – 15 % krátkovlnného slnečného žiarenia, u čerstvého snehu je to až 90 % dopadajúceho žiarenia.

Do kategórie prirodzených faktorov klímy patria aj pevninotvorné procesy. Tieto určujú tvar a umiestnenie kontinentov a majú podobne zásadný vplyv na dynamiku klímy vzhľadom na rozdielne zohrievanie mora a pevniny či na klimatický dopad teplých a chladných prúdov v oceáne. Po stabilizácii terajšieho rozloženia kontinentov na Zemi (pred 65 mil. rokmi) boli polárne oblasti prak-ticky bez akéhokoľvek zaľadnenia. Povrchové prúdenie v oceánoch zabezpečilo rýchly prenos prebytku tepla z trópov k pólom, čoho dôsledkom bola pomerne rovnomerná teplota povrchu oceánov na Zemi bez veľkých horizontálnych gradientov. Začiatok polárneho zaľadnenia znamenal predovšetkým rýchly pokles teploty na póloch a sústredený tok studenej vody z topiacich sa ľadovcov do oceánov, kde sa miešala s teplejšou a veľmi slanou vodou. Tak mohla vzniknúť studená slaná voda aj s teplotou pod –2 °C s veľkou hustotou, ktorá klesala na dno oceánu a naštartovala termohalinný systém oceánickej cirkulácie[2].

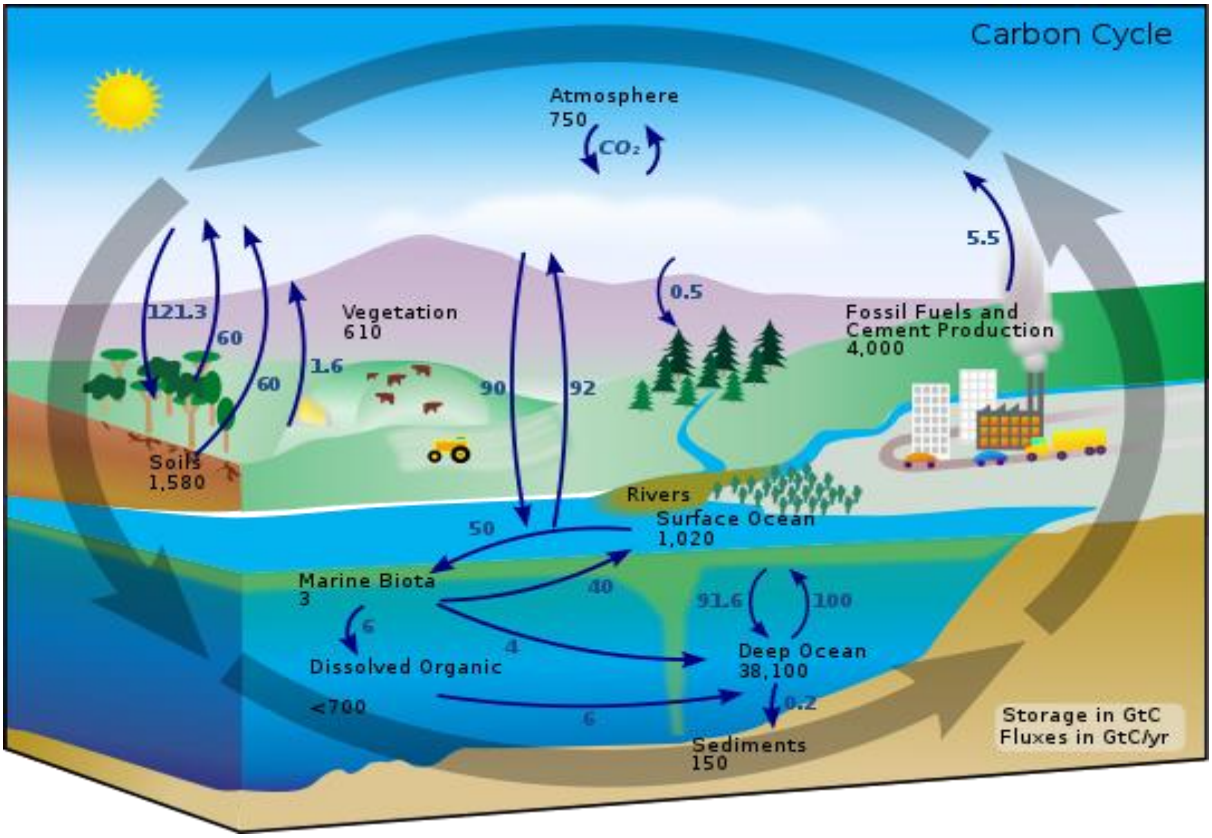


Obrázok 2: Termo-halinný systém oceánickej cirkulácie[3]

[2] Prof. RNDr. Milan Lapin, Stručne o teórii klimatického systému Zeme, najmä v súvislosti so zmenami klímy, Internet

[3] http://cs.wikipedia.org/wiki/Termohalinn%C3%AD_v%C3%BDm%C4%9Bn%C3%ADk

Americký paleoklimatológ William F.Ruddiman vo svojej knihe[4] upozorňuje, že vplyv človeka na klímu nezačal pred zhruba 250 rokmi s priemyselnou revolúciou, ale pred zhruba 8- tisíc rokmi s poľnohospodárskou revolúciou po skončení doby ľadovej. Ruddiman, ktorý zasvätil svoj život štúdiu Milankovičových cyklov, si všimol, že koncentrácia metánu v atmosfére, ktorá podľa vzorcov správania z predchádzajúcich cyklov mala posledných 5 tisíc rokov klesať, naopak stúpala. Podobne oxid uhličitý v atmosfére mal začať prirodzene klesať pred 8-tisíc rokmi. Jediné logické vysvetlenie pre tieto javy je činnosť človeka.

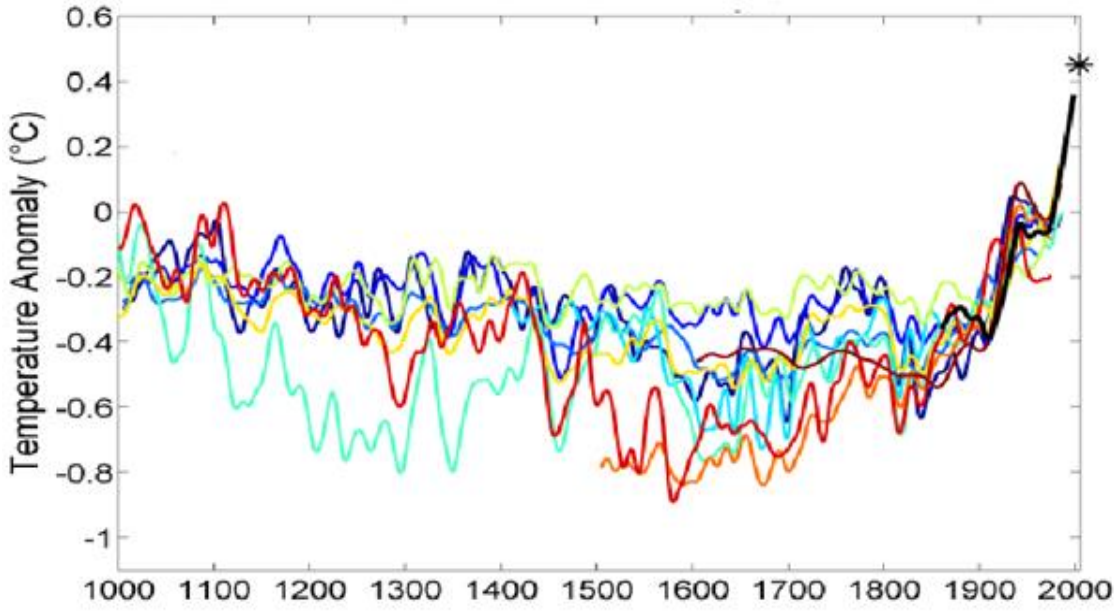


Obrázok 3: Uhlíkový cyklus - biochemický cyklus výmeny uhlíka medzi biosférou, pedosférou, hydrosférou a atmosférou Zeme

Vypaľovanie a premena lesa na poľnohospodársku pôdu v posledných miléniách vyvolávali stále väčšie zmeny v životnom prostredí človeka, vrátane tokov energie, obehu vody, minerálov, organickej hmoty a teda aj uhlíka. Tento vplyv bol pred priemyselnou revolúciou menší ako dnes, ale pôsobil rádovo dlhší čas. Podľa Ruddimanovho výpočtu ľudstvo likvidáciou lesov do priemyselnej revolúcie uvoľnilo do atmosféry okolo 300 miliárd ton uhlíka. Je to dvakrát toľko, koľko sa dostalo do ovzdušia vplyvom odlesňovania po nej.

[4] William F.Ruddiman, Plows, Plagues & Petroleum – How Humans Took Control of Climate, Princeton University Press, 2005

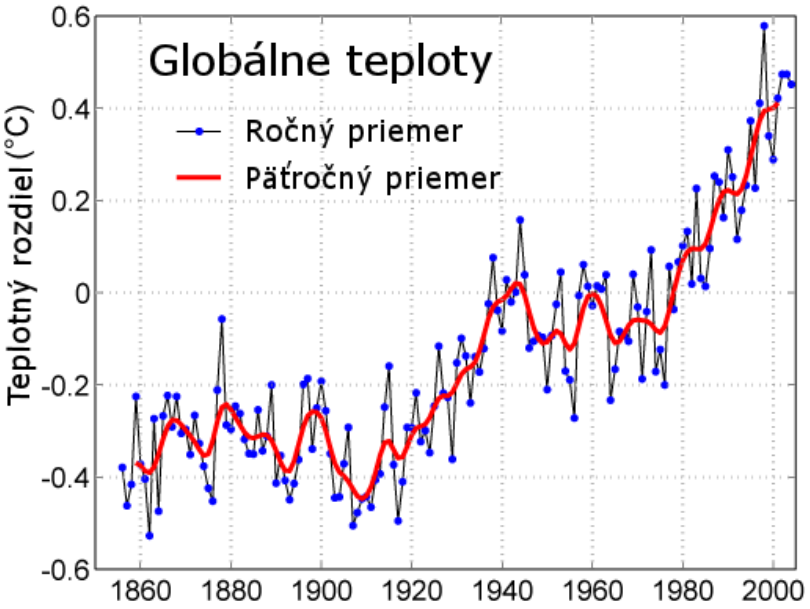
Posledné maximum slnečného žiarenia bolo v zmysle Milankovičových cyklov pred 11-tisíc rokmi, odvtedy Zem dostáva stále menej slnečného žiarenia. Vzhľadom na ľadovce a ich zmierňujúci účinok, teploty dosiahli na Zemi maximum až pred zhruba 8-tisíc rokmi. Avšak ľadovce mali podľa Ruddimana začať opätovne rásť pred asi 5-tisíc rokmi, postupne ukončiť krátku medziľadovú dobu a vrátiť Zem do ďalšej ľadovej doby. To sa evidentne nestalo. Ruddiman vysvetľuje posledných 8-tisíc rokov stabilnej klímy ako vzácnu náhodu relatívnej rovnováhy medzi pomalým procesom prirodzeného ochladzovania Zeme a zrýchľujúcim sa účinkom jej otepľovania vplyvom ľudskej činnosti.



Obrázok 4: Rekonštrukcie teplôt za posledné tisícročie podľa rozličných autorov[5]

Zem počas svojej dlhej existencie zažila obdobia chladnejšie i teplejšie v porovnaní so súčasnosťou a nedá sa povedať, že tie teplejšie boli nepriaznivé pre život. Aktuálnym a primárnym nebezpečím je rast extrémov klímy. Predlžovanie horúcich a suchých období, intenzifikácia mimoriadnych zrážok, rast rozdielov teplôt medzi dňom a nocou, častejší výskyt mimoriadnych vetrových udalostí a ďalšie prejavy rastu extrémov klímy môžu nastať i pri teoretickom zachovaní relatívne konštantnej priemernej teploty na Zemi. Tieto otázky a otázky kľúčového vplyvu hydrosféry na klímu budú predmetom osobitných kapitol.

[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Climate_change



Obrázok 5: Teplotné zmeny od roku 1860[6]

Voda a jej obeh v prírode

Na Zemi je okolo 1400 miliónov kilometrov kubických vody. Keď v tomto dokumente hovoríme o vode, máme na mysli vodu v štyroch „prostrediach“:

1. vodu v moriach a oceánoch
2. vodu na pevninách
3. vodu v atmosfére
4. vodu v živých organizmoch.

Máme zároveň na mysli vodu vo všetkých jej skupenstvách: plynnom, kvapalnom i tuhom.

Voda „prvého prostredia“, t.j. morí a oceánov pokrýva 70,8% povrchu Zeme a tvorí najväčšiu časť, až 97,25% objemu všetkej vody na Zemi. Moria a oceány majú kľúčovú globálnu termoregulačnú funkciu pre našu planétu. Ich teplota sa v priebehu roka mení len minimálne. Ak by ich však nebolo, našu planétu by sužovalo striedanie extrémnych teplôt, ktoré by znemožnilo život na Zemi ako ho poznáme. Aj o málo väčšie rozkolísanie teplôt v porovnaní so súčasnými by mohlo mať fatálne dôsledky na potravinovú bezpečnosť na našej planéte. Z ďalších funkcií morí a oceánov nás v tejto publikácii bude zaujímať najmä dotovanie zrážok na pevninách.

[6] https://sk.wikipedia.org/wiki/Súbor:Teplota_1860_2000.png

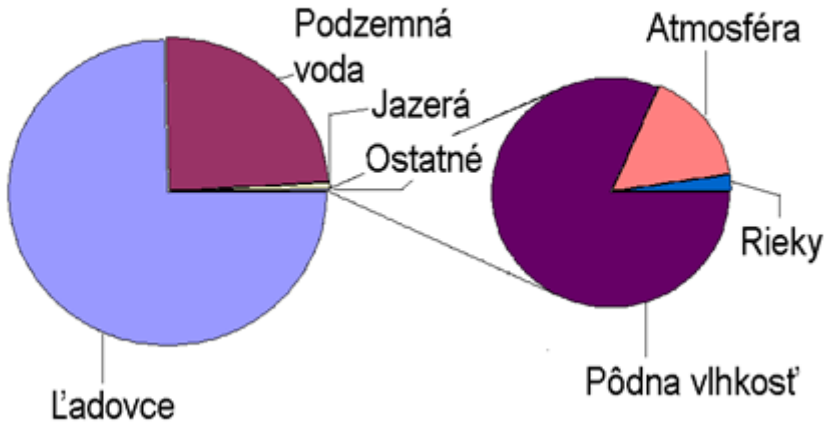
Naša predstava o vode v „druhom prostredí“ pevnín je často skreslená a fixovaná na vodu v riekach, prípadne v prirodzených a umelých nádržiach. Voda v tuhom skupenstve (ľadovce, sneh) však tvorí 2,05% objemu všetkej vody na Zemi a ukrýva až 70% svetových zásob sladkej vody. Popri tejto vode viditeľná povrchová voda v riekach tvorí len 0,0001% a v jazerách (včítane slaných jazier a vnútrozemských morí) 0,01% objemu všetkej vody na Zemi. Podzemná voda a voda tvoriaca pôdnu vlhkosť (0.685%) predstavuje popri excentricky umiestnených ľadovcoch najväčšie bohatstvo vody na pevninách, ktoré niekoľkonásobne prevyšuje objem vody vo všetkých riekach a jazerách sveta. Voda v pôde je čo do množstva a úžitku dôležitejšia ako voda v riekach.

Objem vody v atmosfére (vo všetkých troch skupenstvách) je približne desaťkrát väčší ako objem vody vo všetkých riekach. Ak by teoreticky všetka voda v atmosfére naraz padla v podobe zrážok, vytvorila by na imaginárnom zemskom povrchu 25 mm vrstvu vody. Tak ako moria a oceány majú kľúčovú globálnu termoregulačnú funkciu pre našu planétu, tak voda v atmosfére má kľúčovú lokálnu termoregulačnú funkciu.

Voda nás obklopuje. Je však nielen okolo nás, ale i v nás. V živých organizmoch, t.j. v „štvrtom prostredí“, voda tvorí približne 0,00004% objemu všetkej vody na Zemi, čo je objemovo najmenej zo všetkých prostredí, ale čo chýba na objeme, to je vysoko vyvážené zásadnou dôležitosťou tejto vody pre každú individuálnu formu života. Ľudské telo napríklad obsahuje viac než 60% vody a všetky fyziologické procesy v ňom sa odohrávajú v prostredí, ktorého hlavnou zložkou je voda. Obsah vody v rastlinách značne kolíše od druhu k druhu, často dosahuje oveľa vyššie hodnoty ako v živočíšnych tkanivách. Objemy vody akumulované vo vegetačných porastoch často nie sú zanedbateľné, podobne ako i objemy vody akumulované v pôde vďaka existencii vegetácie. Vegetácia na pevnine má popri iných funkciách najmä nesmierne dôležitú funkciu pri regulácii výparu z pôdy, čím na pevninách významne napomáha teplotnej stabilite, od ktorej je jej vlastná prosperita, ba i samotná existencia, značne závislá. Od existencie a prosperity vegetácie je nadväzne závislý všetok vyšší život na Zemi.

Tabuľka 1: Rozdelenie zásob vody na Zemi

Rezervoár	Objem vody (v mil. km^3)	Percentuálne vyjadrenie
Oceány a moria	1370	97,25
Ľadovce	29	2,05
Podzemná voda	9,5	0,68
Jazerá	0,125	0,01
Pôdna vlhkosť	0,065	0,005
Atmosféra	0,013	0,001
Rieky	0,0017	0,0001
Biota	0,0006	0,00004
Globálny rezervoár vody spolu	1408,7053	100



Obrázok 6: Rozdelenie zásob sladkej vody na Zemi

Tabuľka 2: Priemerná doba uchovania vody

Rezervoár	Priemerná doba uchovania vody
Oceány	3 200 rokov
Sezónna pokrývka snehu	2 až 6 mesiacov
Pôdna vlhkosť	1 až 2 mesiace
Spodné vody	100 až 10 000 rokov
Jazerá	50 až 100 rokov
Rieky	2 až 6 mesiacov
Atmosféra	9 dní

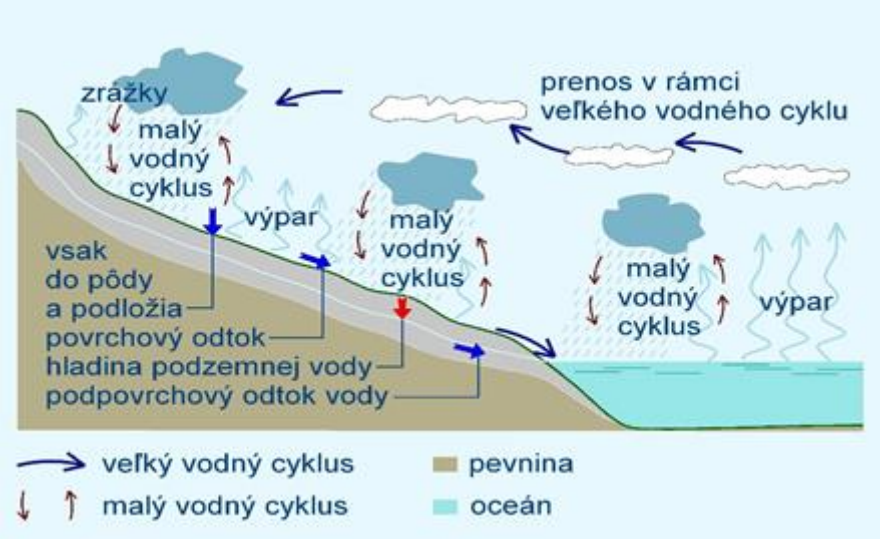
Veľký vodný cyklus je výmena vody medzi oceánom a pevninou. Do atmosféry sa každoročne vyparí okolo 550 tisíc km^3 vody. Z morí a oceánov sa vyparí okolo 86% a z pevniny 14% z celkového výparu z povrchu Zeme. Z celkového úhrnu atmosférických zrážok, ktoré z tohto výparu vzniknú, vypadne 74% nad moriami a oceánmi a 26% nad pevninami. Z uvedeného vyplýva, že moria a oceány prostredníctvom výparu a zrážok dotujú pevninu istým objemom vody, ktorá sa cestou atmosférických termodynamických prúdov dostáva na veľké vzdialenosti nad kontinenty, kde sa vyprší (prípadne padne v podobe snehu).

Časť vody zo zrážok vsiakne do zeme a ak dosiahne hladinu podzemnej vody, pridá sa k podzemnému odtoku (mimo bezodtokových oblastí). Časť vody využije rastlinstvo a časť sa opäť vyparí. Zvyšok odtečie po zemskom povrchu do riečnej siete a naspäť do morí a oceánov. Tým sa veľký vodný cyklus zavŕši. Za rovnovážnych podmienok z kontinentov odtečie do morí a oceánov ten istý objem vody, ktorým bola pevnina dotovaná zo svetového oceánu v podobe zrážok. Aj relatívne malé výkyvy z tohto rovnovážneho stavu môžu na kontinentoch znamenať veľké problémy, najmä ak sú dlhodobejšie a ak sa týkajú väčšej časti povodí. V prípade, že do oceánu z kontinentov odtečie viac vody, než je zrážková dotácia oceánu pevnine, pevnina stráca vodu, odvodňuje sa. To sa deje napríklad vtedy, keď človek svojou činnosťou systematicky znižuje vsakovanie dažďovej vody do pôdy (napríklad odlesňovanie, poľnohospodárska činnosť, urbanizácia) a túto vodu (čo najrýchlejšie) odvádza do riek a následne do mora. Na pevnine sa vtedy znižuje pôdna vlhkosť, klesá hladina podzemnej vody, chradne vegetácia, znižuje sa výpar. Ak sa objem vody pritečenej z kontinentov do morí a oceánov zvýši a výpar

vody z morí a oceánov sa nezmení, alebo sa nezvýši adekvátne (vplyvom zvýšeného výparu z dôvodu globálneho otepľovania), potom zvýšený prítok vody z kontinentov (včítane zvýšeného topenia ľadovcov) dotuje stúpanie hladín oceánov.

Voda vo vodnom cykle pri prechode atmosférou absorbuje oxid uhličitý, amoniak, ako i ďalšie plyny a nečistoty. Podobne sa obohacuje o rôzne prímesi aj pri stekaní po zemskom povrchu, či pri presakovaní cez pôdu a podložie. Voda pri všetkých týchto pohyboch napája, čistí a termoreguluje ekosystémy, ale aj eroduje pôdu. Množstvo minerálnych látok, ktoré voda za rok odnesie do morí a oceánov sa odhaduje na 3,5 miliardy ton. Odnos pôdy a pôdnych živín je jedným z viacerých dôvodov, prečo treba odtok dažďovej vody z krajiny spomaľovať a prečo by rieky mali do morí odvádzať len tie prebytky, ktoré sa už „nezmestia“ do optimálne nasýtenej pôdy a atmosféry.

Z 96 % územia Slovenska vody odtekajú do Čierneho mora a zo 4 % do Baltického mora. Hydrologickú bilanciu Slovenska vyjadruje rovnica, podľa ktorej sa zrážky rovnajú súčtu výparu, odtoku a zmene množstva vody v systéme.



Obrázok 7: Veľký a malé vodné cykly v krajine

Malý vodný cyklus je uzatvorený kolobeh vody, pri ktorom voda vyparená na pevnine spadne v podobe zrážok nad tým istým pevninským prostredím. Medzi jednotlivými malými vodnými cyklami, ktoré prebiehajú v priestore a v čase nad veľkými územiami s rôznou morfológiou a povrchmi s rôznou vlhkosťou, dochádza ku vzájomným interakciám. V malom vodnom cykle cirkulácia vody teda prebieha aj horizontálne, ale na rozdiel od veľkého vodného

cyklu je pre neho charakteristický vertikálny pohyb. Výpar z rôznych susediacich plôch s rôznymi teplotami navzájom spolupôsobí na tvorbu a priebeh oblačnosti. Možno tiež povedať, že nad krajinou voda obieha súčasne v množstve malých vodných cyklov, ktoré sú dotované vodou z veľkého vodného cyklu.

Zrážkový úhrn v území sa podieľa na nasycovaní pôdy dažďovou vodou a prostredníctvom malého vodného cyklu sa zhruba jedna polovica až dve tretiny dažďovej vody (50 až 65 %) zúčastňuje spätnej tvorby zrážok nad pevninou. Ak chceme mať vyrovnané zrážky nad pevninou, je veľmi dôležité zabezpečiť stály výpar z pevniny. Výpar z pevniny je pri istom zjednodušení (zanedbanie akumulácie) rozdiel zrážok a odtoku. Ak máme veľký odtok z územia, je to na úkor výparu. Následne ubúdajú zrážky. Postupne ubúda objem vody v malom vodnom cykle nad pevninou. Znížením odtoku naopak získame väčší výpar a tým vlastne "zasejeme dážď".

Malý vodný cyklus, tiež krátky či uzatvorený vodný cyklus, je charakteristický pre hydrologicky zdravú krajinu. V takejto vodou a vodnými parami nasýtenej krajine voda cirkuluje v malých množstvách a na relatívne krátke vzdialenosti. To sa deje vďaka vodnými parami indukovanému zmierňovaniu rozdielov teplôt medzi dňom a nocou či medzi lokalitami s rozdielnym teplotným režimom. Väčšina vody, ktorá sa odparí, sa opäť zráža v danej oblasti. Časté a pravidelné miestne zrážky spätne udržujú vyššiu hladinu podzemnej vody a tým i vegetáciu a výpar a celý cyklus sa môže znova a znova opakovať.

Ak však dôjde k rozsiahlemu narušeniu vegetačného pokryvu (napríklad odlesňovanie, poľnohospodárska činnosť, urbanizácia), slnečná energia dopadá na plochy s nízkym výparom a veľká časť sa premení na teplo. Dochádza k výrazným výkyvom teploty, rozdiely teplôt medzi dňom a nocou či medzi lokalitami s iným teplotným režimom rastú. Zväčší sa prúdenie vzduchu. Vodná para je teplým vzduchom unášaná ďaleko. Väčšina vyparenej vody sa z krajiny stráca. Ubúdajú malé a časté zrážky, pribúdajú mohutné a menej časté zrážky od mora. Cyklus sa otvára, začína prevládať veľký vodný cyklus, ktorý je, v neposlednom rade, na rozdiel od „mäkkého" malého vodného cyklu, charakteristický eróziou a odplavovaním pôdnych živín do mora. Obnova dominancie malého vodného cyklu, ktorý je pre človeka, vegetáciu i krajinu výhodný, závisí od obnovy funkčného rastlinného krytu územia a vodných plôch v krajine.

Zrážkové pomery na Slovensku sa vyznačujú viacerými špecifikami, na čo má zrejme významný vplyv poloha Slovenska a aj charakteristická cirkulácia atmosféry v strednej Európe.

Vzorec vodnej bilancie územia

$$R = E + Q + \Delta V$$

[+1% -1%] - nepatrné zmeny Q a ΔV v ročnej vodnej bilancii územia

R – zrážkový úhrn nad územím [za rok]

E – výpar z územia [za rok]

Q –povrchový a podpovrchový odtok [za rok]

ΔV – zmena množstva vody v systéme [za rok]

+1% - relatívne malé zvýšenie objemu odtoku oproti normálu vyvolané urýchľovaním odtoku dažďovej vody z územia za bežný kalendárny rok (nespozorovateľné pri bežnom skúmaní)

-1% - relatívne malé zníženie prísunu vody do pôdneho profilu a podložia oproti normálu vyvolané urýchľovaním odtoku dažďovej vody z územia za bežný kalendárny rok

Objem 1 % možno pre účely priblíženia problému použiť ako priemernú hodnotu úbytku podzemných vôd a urýchlenia povrchového odtoku za bežný kalendárny rok počas 20. storočia. Táto hodnota sa blíži k nule, ak sa jedná o prírodnú krajinu, človekom nevyužívanú a nemenenú. Môže byť i väčšia ako 1 vo vysoko urbanizovanom prostredí s kompletným skanalizovaním dažďovej vody do vodných tokov. Toto percento, nech už je akékoľvek, pri vynásobením počtom rokov (napríklad sto rokov, ako referenčné obdobie môžeme uvažovať 20. storočie) zistíme, že je to úctyhodný objem vody, ktorý ubudol v krajine (najmä v pôdnom profile). Časť z tohto objemu zároveň pribudla v oceánoch (po odpočítaní zvýšeného výparu z hladín oceánov) a popri roztopenej vode z ľadovcov prispela k nárastu ich hladín.

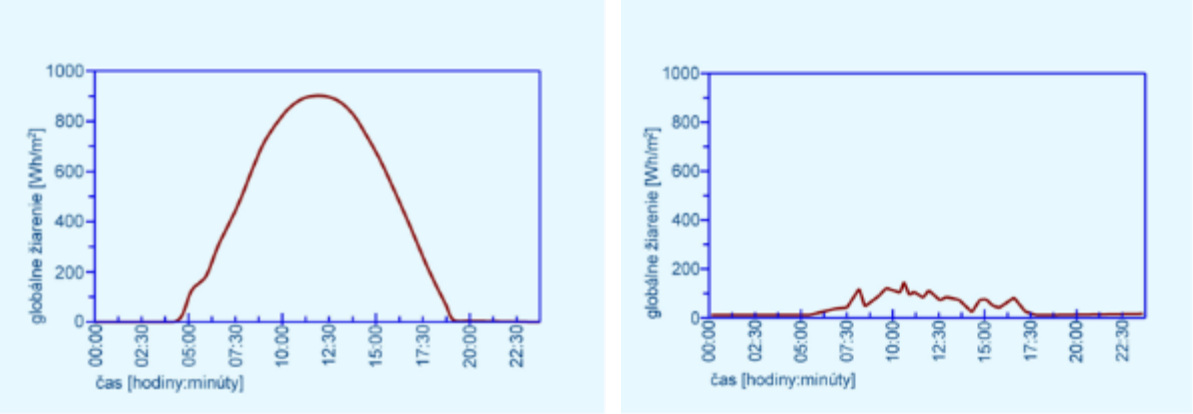
Úloha vody a rastlín pri premene slnečnej energie

Z celkového množstva slnečnej energie, ktorá prichádza na Zem, sa v priemere asi 30% odráža späť do vesmíru vo forme krátkovlnného žiarenia, 47 % vyžiari ako dlhovlnné (tepelné) žiarenie a 23 % sa uplatňuje v kolobehu vody pri výpare. Množstvo odrazeného žiarenia závisí na jeho vlnovej dĺžke, na uhle dopadu a na charaktere povrchu. Pri prechode atmosférou je slnečné žiarenie čiastočne absorbované plynmi a vodnou parou, ďalej sa absorbuje a odráža na prachových čiastočkách a aerosóloch.

Voda, ktorá sa pri teplotách bežných na Zemi môže prirodzene vyskytovať vo všetkých troch skupenstvách, má niekoľko výnimočných termoregulačných vlastností. Má najväčšiu mernú tepelnú kapacitu (t.j. schopnosť prijímať tepelnú energiu) spomedzi bežne sa vyskytujúcich látok. Voda pri svojej skupenskej premene spotrebúva, resp. uvoľňuje veľké množstvo tepelnej energie. Premenou z tuhej či kvapalnej formy na plynnú získava vysokú mobilitu, vďaka ktorej sa dokáže v pomerne veľkých objemoch rýchlo premiestňovať v horizontálnom i vo vertikálnom smere. Povrch dobre zavodnenej krajiny sa v prípade potreby ochladzuje výparom. Vodné pary, ktoré vystúpia vyššie do atmosféry, kondenzujú vplyvom chladu, pričom uvoľnia tepelnú energiu.

Oblaky obmedzujú vstup slnečného žiarenia do atmosféry a na povrch Zeme. Rozdiel v množstve slnečnej energie prichádzajúcej na zemský povrch pri jasnej a pri zatiahnutej oblohe je rádový. Obmedzenie slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, znižuje výpar, a tým i ďalšiu tvorbu oblakov. Opakovanie tohto procesu pripomína dômyselné klimatizačné zariadenie[7]. Vďaka svojim vlastnostiam voda zmierňuje teplotné rozdiely medzi oblasťami s rozdielnou nadmorskou výškou či zemepisnou šírkou, medzi oceánom a pevninou, medzi dňom a nocou, medzi ročnými obdobiami a v súvislosti s topením ľadovcov dokonca i medzi dobami ľadovými a medziľadovými.

[7] M.Kravčík, J.Pokorný et al., Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma, Krupa Print, Žilina, 2007, s.15-16

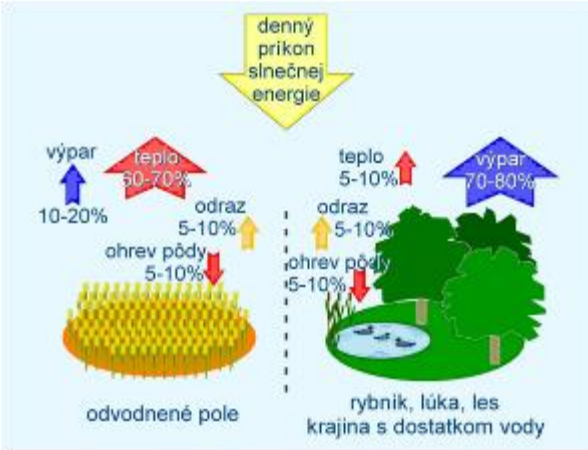


Obrázok 8: Hodnoty slnečného žiarenia za jasného dňa a pri zatiahnutej oblohe (namerané 18.7.2006 a 3. 8. 2006 v Třeboni, ČR).

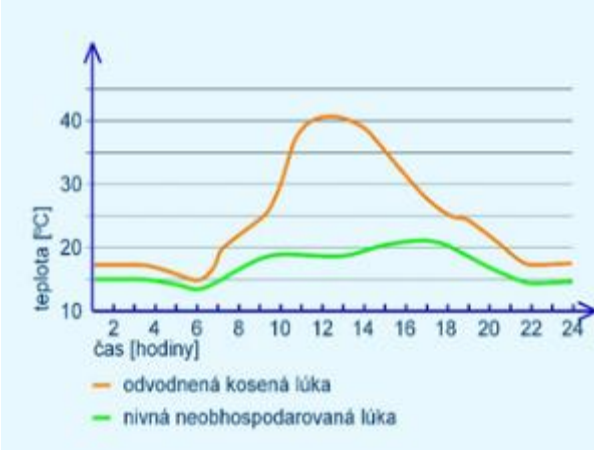
Prítomnosť alebo neprítomnosť vody výrazne ovplyvňuje distribúciu energie medzi dva hlavné toky tepla: latentné a citeľné teplo. Ako samotné názvy naznačujú, citeľné teplo sprevádza zvýšenie teploty látky či telesa, ktorú pociťujeme. Latentné teplo nesprevádza zvýšenie teploty. Latentné teplo, v našom prípade skupenské teplo vyparovania (tiež viazané teplo) vody, je množstvo energie, ktoré musí voda prijať, aby sa premenila na paru tej istej teploty. Merné skupenské teplo (t.j. skupenské teplo na jednotku hmotnosti) vody pri normálnom tlaku a teplote 25 °C je 2243.7 kJ/kg. To naznačuje množstvo slnečnej energie, ktoré sa spotrebuje na výpar každého litra vody bez toho, aby sa zvýšila teplota. To isté množstvo tepla sa uvoľní neskôr pri kondenzácii vodnej pary na chladnejšom mieste.

Voda sa môže meniť na vodnú paru, len ak je v krajine v príslušnom množstve prítomná. Ak nie je prítomná, veľká časť slnečnej energie sa mení na citeľné teplo a teplota prostredia sa prudko zvyšuje. Zatiaľ čo sa vo vysušenej krajine až 60% prichádzajúcej radiácie mení na citeľné teplo, v krajine dostatočne zásobenej vodou môže byť až 80% radiácie viazané do skupenského tepla výparu vody a na citeľné teplo sa mení len podstatne menšia časť slnečného žiarenia.

Pozemné ekosystémy môžu aktívnou reguláciou tokov vody výrazne ovplyvňovať distribúciu slnečnej energie do spomínaných dvoch hlavných zložiek, ktorými sú citeľné a latentné teplo. Prichádzajúce slnečné žiarenie sa od vegetačného porastu čiastočne odráža, čiastočne transformuje (disipuje) prostredníctvom výparu vody, čiastočne sa mení na citeľné teplo, čiastočne je odvedené ako teplo do pôdy a čiastočne je akumulované v biomase fotosyntézou. Množstvo energie akumulované v biomase je pomerne nízke.

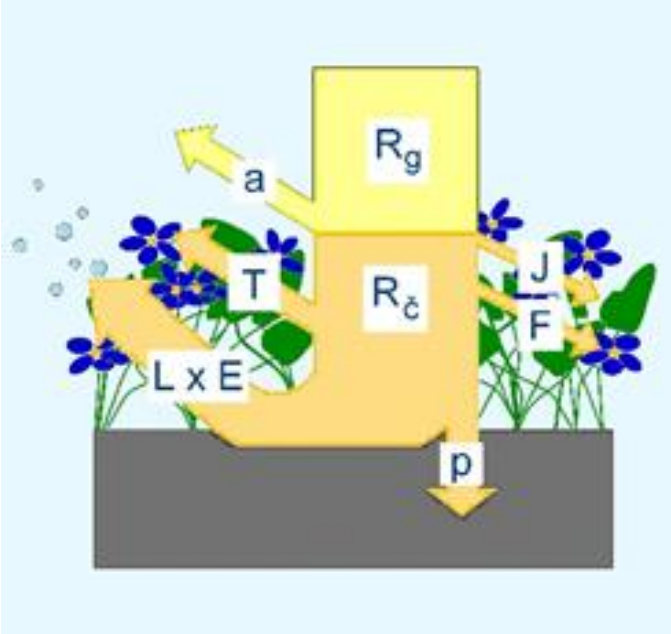


Obrázok 9: Distribúcia slnečnej energie v odvodnenej krajine a v krajine dostatočne zásobenej vodou



Obrázok 10: Denný priebeh teploty na rôznych povrch pôdy

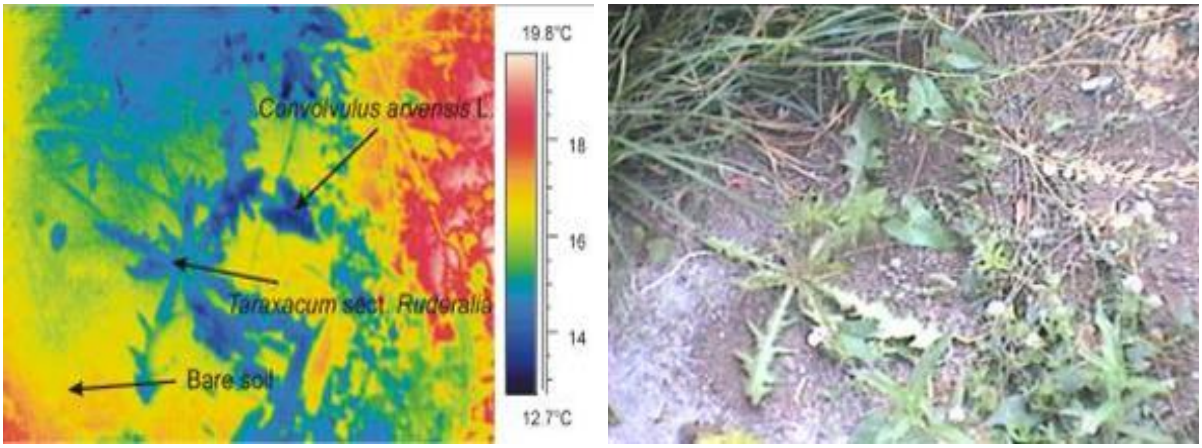
Súčasne s prijímaním a fotosyntetickou fixáciou oxidu uhličitého je do rastúcich tkanív viazaná voda. Rastúca biomasa obsahuje až 80-90% vody. Popri vode na stavbu tkanív hovoríme v súvislosti s vegetáciou o spotrebe vody na evapotranspiráciu. Evaporácia znamená vyparovanie a zahŕňa výpar vody z pôdy či povrchov rastlín. Transpirácia je vylučovanie vody rastlinami vo forme vodnej pary. Realistické hodnoty evapotranspirácie na m2 v našich podmienkach dosahujú hodnôt 3 litre na deň, čo predstavuje skupenské teplo 2,1 kWh (7,5 MJ). Evapotranspirácia je dynamický proces, ktorý závisí primárne na príkone energie a dostupnosti vody.



Obrázok 11: Distribúcia slnečnej energie prichádzajúcej do porastu.

Rg – globálne žiarenie, Rč – čisté žiarenie, a – albedo (odrazené žiarenie), T – citeľné teplo, LxE – skupenské teplo vyparovania vody x evapotranspirácia (výpar z pôdy a rastlín), p – tok tepla d

Rastliny sa vo svojej schopnosti vyparovať/transpirovať vodu výrazne líšia. Niektoré rastliny, pokiaľ majú dostatok vody, dokážu vypariť behom slnečného dňa i viac než 20 litrov vody z jedného metra štvorcového[8]. V kultúrnej krajine je evapotranspirácia za slnečných dní väčšinou obmedzovaná nedostatkom vody, takže aktuálne hodnoty transpirácie sú výrazne nižšie než potenciálna transpirácia. Z toho je zrejmé, že nedostatok vody limituje aj primárnu produkciu a kolobeh uhlíka.



Obrázok 12: Fotografie riedkej vegetácie v infračervenom a vo viditeľnom spektre. Holý povrch pôdy je zreteľne teplejší než povrch listov chladený transpiráciou. (Třeboň 12.7. 2002, 10:00 hod)

Veľkoplošné odvodnenie a odstraňovanie vegetácie je spojené s uvoľňovaním ohromného množstva tepla a s vytváraním tzv. horúcich platní v krajine. Citeľné teplo uvoľňované z len 10 km^2 odvodnenej krajiny (malého mesta) za slnečného dňa je porovnateľné s inštalovaným výkonom všetkých elektrární v SR (6 000 MW). Pokles výparu o 1 mm za deň na celkovej ploche Slovenskej republiky (49 035 km^2) vedie k uvoľneniu citeľného tepla cca. 35 000 GWh za jediný slnečný deň. To je množstvo tepla väčšie ako celoročný výkon všetkých elektrární v SR. Úloha činnosti človeka v krajine nie je doceňovaná. Odvodnenie kultúrnej krajiny býva sprevádzané úbytkom funkčnej vegetácie. Vplyvom negatívneho vplyvu odvodnenia a straty trvalej funkčnej vegetácie na režim dažďových zrážok a na rozloženie

[8] Kučerová A, Pokorný J, Radoux M, Němcová M, Cadelli D, Dušek J (2001), Evapotranspiration of small-scale constructed wetlands planted with ligneous species. V: Vymazal, J. (ed.): Transformations of nutrients in natural and constructed wetlands, Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, str. : 413–427

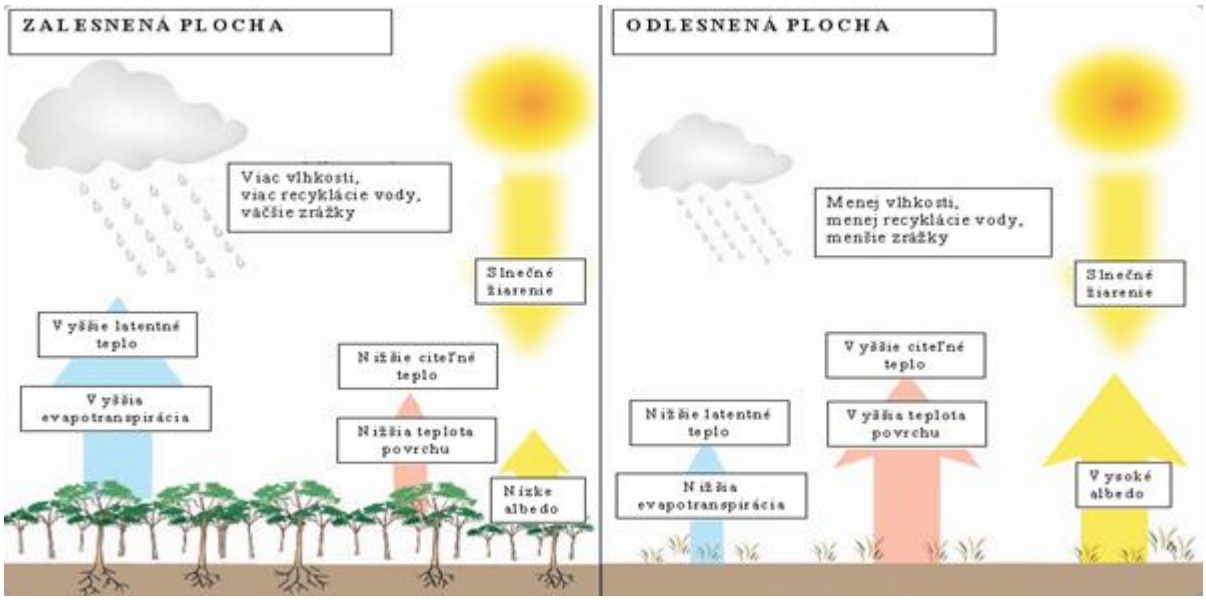
teplôt[9] sa postupne stávame obeťami degradácie rozsiahlych pôvodne úrodných oblastí a ich premeny na polopúšť.

Vplyv využívania krajiny na obeh vody

Vodohospodárska situácia po odstránení lesa je spojená s celou reťazou faktorov. Odlesňovanie územia a znižovanie kvality lesného porastu sprevádza zvyšovanie rýchlosti odtoku dažďovej vody, prípadne vody z roztápajúceho sa snehu v danom území, ako aj urýchlenie erózie pôdy, zníženie obsahu organického materiálu v pôde a tým i zníženie jej vododržnosti. Znížením nasýtenosti povrchu pôdy vodou sa znižuje schopnosť odparovať vodu a zvyšuje sa podiel slnečnej energie, ktorá sa mení na citeľné teplo. Viac vysušená a zároveň i vytvrdnutá pôda pri ďalšej zrážke prijme ťažšie novú dažďovú vodu. Povrchový odtok sa zvyšuje.

Ak spadnú zrážky na zhutnenú a presušenú pôdu, prvých niekoľko dlhých minút sa pôda správa ako nepriepustný povrch. V prípade extrémnych zrážok tak nastáva rýchly odtok a koncentrácia zrážok do korýt tokov. Tá istá zrážka, ktorú by krajina zdravo nasýtená vodou poľahky absorbovala, v presušenej krajine mení potoky a bystriny v dravé riečky, vznikajú extrémne prietoky a povodňové situácie. To znamená, že povrch bez možnosti odparovať vodu vytvára nielen priaznivé podmienky pre vznik extrémnych prejavov počasia, ale stupňuje aj ich následky.

[9] Ripl W., Management of Water Cycle and Energy Flow for Ecosystem Control – The Energy- Transport-Reaction (ETR) Model, Ecological Modelling 78, 1995, str. 61-76; Ripl W. , Water: the bloodstream of the biosphere. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 358(1440), 2003, str. 1921-34



Obrázok 13: Porovnanie niektorých parametrov zalesnenej a odlesnenej krajiny[10]

Socialistická revolúcia v socialistických krajinách skolektivizovala políčka drobných roľníkov. Rozorala medze a scelila pozemky do celkov veľkých niekoľko desiatok až stoviek hektárov. Obrovské polia bez akýchkoľvek prirodzených prekážok, terénnych stupňov alebo ochranných pásov vegetácie, ktorá by obmedzovala povrchový odtok z územia, boli prezentované ako veľký pokrok. Na týchto plochách sa zvýšila rýchlosť povrchového odtoku dažďovej vody. Urýchlila sa tým vodná erózia spojená s deštrukciou a odnosom pôdy, ktorá má za následok degradáciu ich kvality, ba až devastáciu krajiny a vznik spustnutých pôd. Tvorba pôdy sa udáva v stotinách až tisícinách milimetra ročne, erózia však prebieha rýchlosťou väčšou až o niekoľko rádov. Pôdu vzhľadom na jej veľmi pomalú tvorbu možno považovať za neobnoviteľný zdroj.

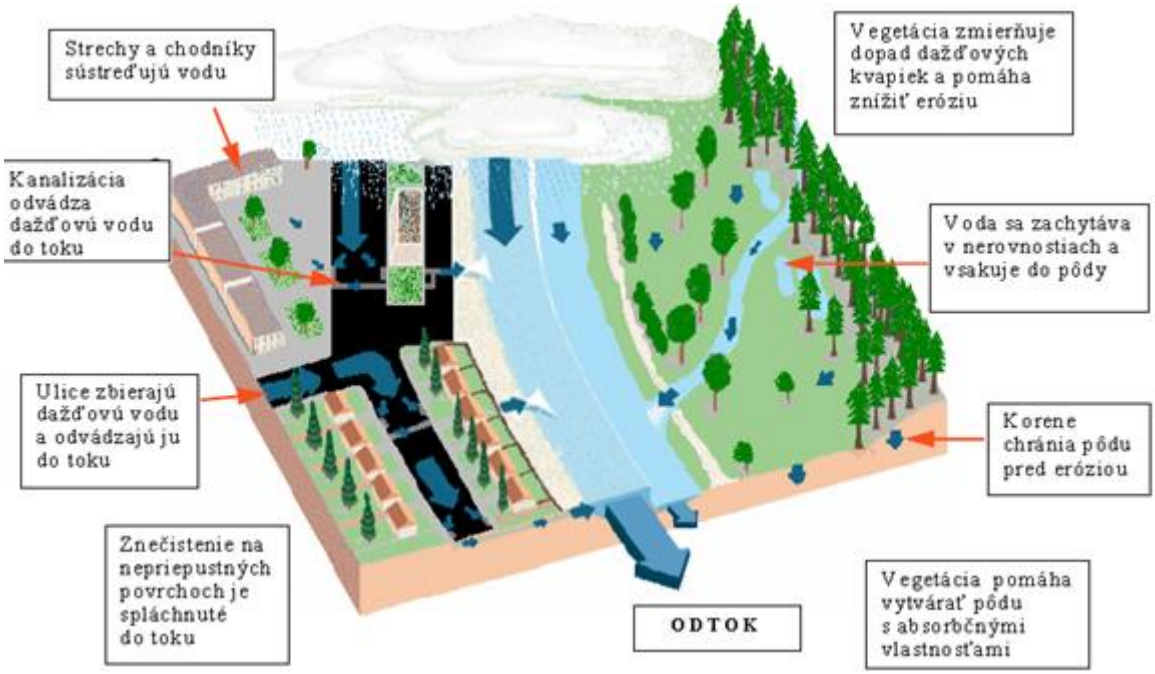
V čase expanzie hospodárskeho rozvoja sa sídla i priemyselné objekty dostávali bližšie k vodným tokom, čo viedlo k obavám z povodní. K tomu sa pridala potreba poľnohospodárstva rozšíriť obrábané plochy. Pri rozvoji dopravy bolo potrebné vodné toky križovať. Vznikla tiež potreba intenzívnejšie využívať vodné toky na dopravné účely. Preto sa začalo s úpravami a reguláciou riek. Úpravami vodných tokov sa zvyčajne skracovala ich celková dĺžka (mnohé prirodzené meandre sa zaslepili), spevňovali sa brehy a dno vodných tokov, zvyšovali postranné hrádze. Vysušili sa tiež mnohé postranné močiare a mokrade, ktoré boli prepojené s riečnymi ekosystémami. Mnohé nivy, ktoré predtým slúžili na meandrovanie vodného toku alebo

[10] J. A. Foley et al. - Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate, The Ecological Society of America, 2003, www.frontiersinecology.org

rozlievanie vody mimo korýt vodných tokov pri zvýšenej zrážkovej činnosti sa zastavali a pôvodný vodný útvar už dostal iba presne určené miesto a priečny profil. Hlavným negatívnym účinkom uvedených úprav vodných tokov z hľadiska tohto materiálu bolo urýchlenie odtoku vody z územia a zníženie schopnosti krajiny zadržiavať vodu.

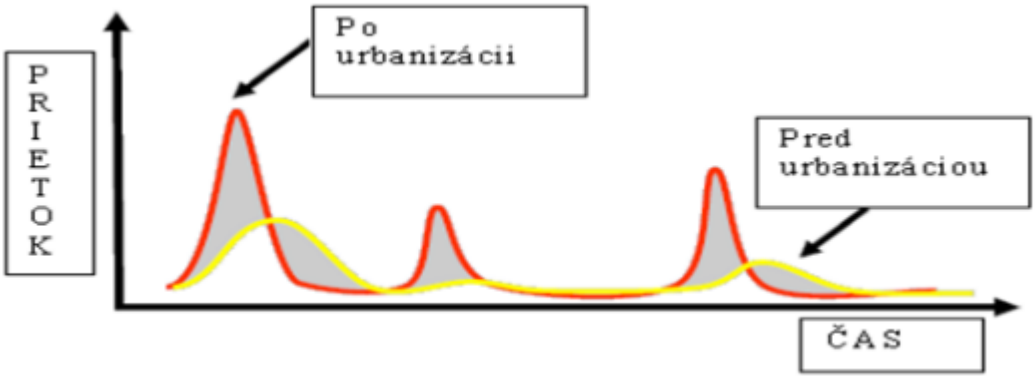
Obrázok 14: Úpravy tokov boli navrhované s cieľom čo najrýchlejšieho odvedenia vody z územia

Takmer všetka dažďová voda z miest Európy je odvádzaná z vydláždených a zastrešených plôch dažďovou kanalizáciou do riek a do mora. Verejnou kanalizáciou na Slovensku v súčasnosti vypúšťame do tokov viac ako 400 miliónov m3 vody ročne. Podľa odhadov je z Európskeho kontinentu každoročne skanalizovaných viac ako 20 mld. m3 dažďových vôd. Za posledných 50 rokov tak bolo z Európy skanalizovaných viac ako 1000 mld. m^3 t.j. 1000 km^3 dažďovej vody, ktorá v minulosti nasycovala pôdu i vegetáciu, doplňovala zásoby podzemných vôd, posilňovala pramene a svojím výparom zvlhčovala klímu.



Obrázok 15: Odtok dažďovej vody z urbanizovaného a prírodného prostredia

V neposlednom rade, rýchly odtok z vydláždených a skanalizovaných mestských prostredí prispieva i k vyšším povodňovým vlnám, ktoré ohrozujú sídla smerom po prúde. Tým, že dlhodobo odvodňujeme prostredie, v ktorom žijeme, spôsobujeme dlhodobý pokles podzemných vôd pod vydláždeným a zastrešeným zemským povrchom, spôsobujeme rast teploty v mestských štruktúrach, pokles atmosférickej vlhkosti, nástup civilizačných ochorení typických pre mestské urbánne prostredie a zhoršenie kvality životného prostredia.



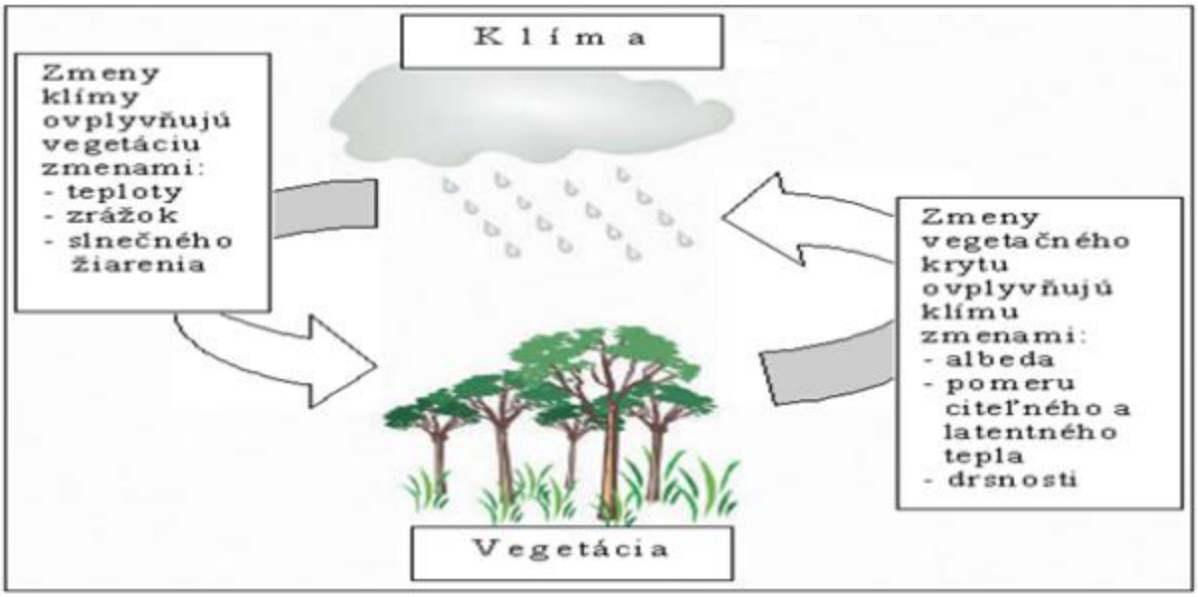
Obrázok 16: Rýchly odtok dažďovej vody z mestského prostredia zvyšuje nebezpečie povodní

K znásobovaniu efektov miest je potrebné tiež prirátať odber vody z územia na úžitkové a pitné účely, ktorý má pri veľkých aglomeráciách veľké rozmery. Tento odber prebieha bez zabezpečenia adekvátneho návratu takto získanej vody z územia späť do územia, ale po využití sa splachuje do mora. Mestá, ktoré bohapusto a za drahé peniaze púšťajú miliardy kubíkov dažďovej vody do kanalizácie, následne čelia prehlbujúcemu sa nedostatku pitnej a úžitkovej vody, čo v mnohých prípadoch prerastá do permanentného stavu. Odvodňovanie a odlesňovanie spôsobuje, že mestá pri svojom raste postupne menia mikroklimatické podmienky pôvodného územia. Stávajú sa horúcimi ostrovmi, nad ktorými rastie horúci klimatický dáždnik. Klimatické dopady vplyvu využívania krajiny človekom sú však témou, ktorou sa budeme zaoberať osobitne.

Vplyv manažmentu krajiny na zmenu klímy

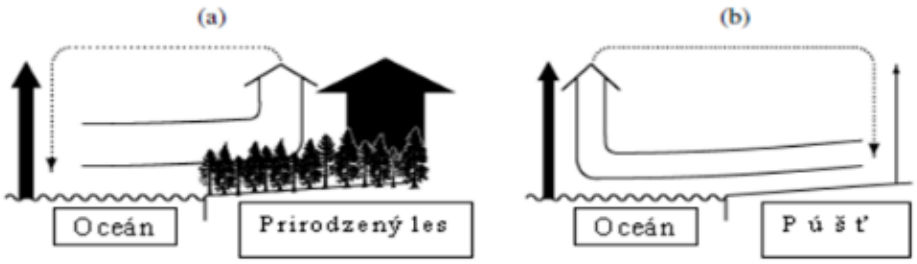
Vedeckovýskumné programy a materiály zaoberajúce sa klimatickými zmenami u nás i vo svete dosahujú obrovský rozsah. Tento výskum procesu zmien klímy často redukuje takmer výlučne na záležitosť skleníkových plynov. Možnosti iných vplyvov človeka sa často bagatelizujú, azda s výnimkou zmeny albeda. Vplyv vegetácie sa často buď zanedbával alebo dokonca vnímal negatívne, pretože vegetácia pohlcuje viac (odráža menej) slnečného žiarenia ako pôda zbavená vegetácie. Avšak vedci čoraz častejšie konštatujú, že súvislosť hydrosféry s klimatickými zmenami je veľká a málo preskúmaná[11]. Pozornosť, ktorá sa doteraz sústreďovala takmer výlučne na dopad klimatických zmien na vodný cyklus, odporúčajú zamerať i opačne, t.j. na dopady zmien vodného cyklu na zmenu klímy.

[11] Napr. Prof. RNDr. Milan Lapin, CSc., Stručne o teórii klimatického systému Zeme, najmä v súvislosti so zmenami klímy; modifikácia profesorskej inauguračnej prednášky z 20. 9. 2004, Internet



Obrázok 17: Vzťah medzi terestriálnymi systémami a klímou je obojsmerný[12] a nie jednosmerný, ako sa to často prezentuje najmä v politických materiáloch o klimatickej zmene

A.M.Makarieva a V.G.Gorshkov na základe fyzikálnych a biologických úvah, sformulovali princíp tzv. biotickej pumpy. Zdôvodnili, že ak existujú dva susediace regióny s rozličným výparom a s rozličnými výstupnými prúdmi vlhkosti, potom vzniká horizontálny tok vlhkého vzduchu z oblasti so slabším výparom do oblasti s vyšším výparom. Tento pohyb proti vlhkostnému gradientu ochudobňuje zrážky v suchej a prispieva k zrážkam vo vlhkej oblasti. Lesné ekosystémy, vďaka väčšej kumulatívnej výparnej ploche listov, dokážu vypariť až niekoľkonásobne viac vody v porovnaní s výparom z voľnej vodnej hladiny tej istej rozlohy. Lesy sa tak stávajú biotickou pumpou, ktorá zabezpečuje nasávanie vlhkého vzduchu z oceánu na pevninu.



Obrázok 18: Princíp toku vlhkého vzduchu (prázdna šípka) z oblasti so slabším výparom do oblasti s vyšším výparom. Les „nasáva" vlhký vzduch z mora (a), púšť je bariérou prenikaniu vlhkého vzduchu (b). Výpar je znázornený plnou šípkou, toku vlhkého vzduchu prázdnou šípkou[13]

[12] J. A. Foley et al. - Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate, The Ecological Society of America, 2003

[13] A. M. Makarjeva, V. G. Gorshkov - The Forest Biotic Pump of River Basins, Russian Journal of Ecology, 2008, Vol. 39, No. 7, str. 537–540.

V tomto zmysle výpar, ktorý sa tradične považuje za stratu cennej vody, je naopak výhodnou investíciou. Paradoxne, čím viac vody sa vyparí, tým väčšie množstvo vlahy krajina získa. Lúky a poľnohospodárska pôda so svojim relatívne nízkym výparom efekt biotickej pumpy nedokážu zabezpečiť a ich vodný cyklus je kriticky závislý na ich vzdialenosti od mora a na náhodných fluktuáciách počasia prinášajúcich vlahu[14].

Likvidácia pobrežného pásu lesa kontinentu je z hľadiska teórie biotickej pumpy mimoriadne deštruktívna, pretože izoluje les vo vnútrozemí od možnosti nasávať vlhký morský vzduch. Európu, ktorá vyrúbala veľkú časť svojich lesov, pred ešte väčším odvodnením čiastočne chráni veľmi členité pobrežie a pomerne malá vzdialenosť vnútrozemia od mora. Je to však slabá útecha a vratká istota. Príliš veľa púští sveta priamo hraničí s morom či oceánom.

Pretváranie prírodnej krajiny a kanalizovanie dažďovej vody poškodzujú krajinu vždy, keď nezohľadňujú výpadok vody potrebnej pre vegetáciu, výpar a vsakovanie. Špecifikom výpadku vody je, že aj keď je malý, prejaví sa takmer okamžite na nasýtenosti povrchu pôdy vodou, pretože prebieha od vrchnej časti pôdneho profilu či hladiny podzemnej vody smerom k nepriepustnému podložiu. Znížením nasýtenosti povrchu pôdy vodou sa znižuje schopnosť krajiny odparovať vodu a zvyšuje sa podiel slnečnej energie, ktorá sa mení na citeľné teplo. Viac vysušená (a zároveň i vytvrdnutá) pôda pri ďalšej zrážke príjme ťažšie novú dažďovú vodu, zastavané plochy dažďovú vodu automaticky odvádzajú čo najrýchlejšie preč zo svojho územia. Vysušená pôda sa prehrieva a vytvára tepelné ostrovy, ktoré vytláčajú zrážkovú činnosť mimo svojho územia. Objem vody vo vodnom cykle sa nad prehriatym územím postupne znižuje. Pri dlhodobom pozorovaní môžeme zaznamenať trend trvalého a systematického poklesu vodnej bilancie hodnoteného územia (v priebehu storočia to môže byť aj niekoľko percent).

Obrázok 19: Výstupné sálavé prúdy z odvodneného a prehriateho územia vytláčajú oblaky do chladnejšieho prostredia

[14] A. M. Makarieva, V. G. Gorshkov - Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land

Pôvodné prírodné oblasti alebo chladnejšie a vlhšie oblasti a teritória dnes predstavujú stabilnejšie časti prostredia kontinentov. Napriek tomu sa im zmeny zrážkových úhrnov a extrémne prejavy počasia nevyhýbajú. Ako je to možné? Teplejší vzduch nad suchými a horúcimi mestskými a poľnohospodárskymi platňami (popri kompletne odvodnených teritóriách ako sú polopúšte a púšte) vytláča zrážkovú činnosť do chladnejšieho prostredia tvoreného lesnými a vodnými útvarmi, resp. do polôh s vyššou nadmorskou výškou. Interakcia tzv. presušených „horúcich platní“ (poľnohospodársko-urbánna krajina) s chladnejšími a vlhkejšími (napr. horskými) oblasťami spôsobuje koncentráciu mračien nad posledne menovanými oblasťami[15]. Voda z mračien tak vo veľkej miere spadne v chladnejších (horských) oblastiach, kde vznikajú povodňové vlny. Tie zasahujú aj nížinné poľnohospodársko-urbánne oblasti napriek tomu, že v týchto oblastiach prší len málo.

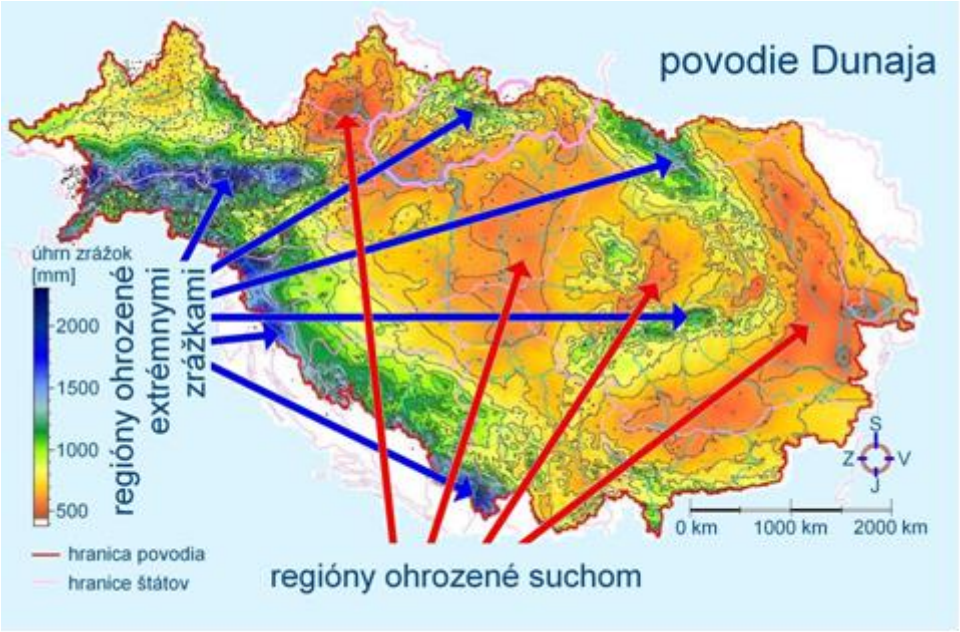
Obrázok 20: Rast zrážkovej činnosti v horských a severných oblastiach a pokles zrážkovej činnosti na juhu krajiny a v nížinách – príklad Slovensko

Územie Slovenska je ilustráciou uvedených mechanizmov. Na Slovensku v 20. storočí priemerná ročná teplota vzduchu vzrástla asi o 1,1°C. Priemerný pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok bol o 5,6 % (na juhu pokles aj viac ako 10 %, na severe rast do 3 % za celé storočie). Zaznamenaný bol aj výrazný pokles relatívnej vlhkosti vzduchu (do 5 %). Charakteristiky potenciálneho a aktuálneho výparu, vlhkosti pôdy, globálneho žiarenia a

[15] Roger A. Pielke Sr., Influence of the Spatial Distribution of Vegetation and Soils on the Prediction of Cumulus Convective Rainfall, American Geophysical Union, Reviews of Geophysics, 39, 2 / May 2001, str. 151–177

radiačnej bilancie potvrdzujú, že najmä juh Slovenska sa postupne vysušuje (rastie potenciálna evapotranspirácia a klesá vlhkosť pôdy)[16]. Priestorovú koncentráciu spadu zrážok sprevádza i koncentrácia v časovom rozdelení zrážok. Predlžuje sa obdobie „sucha“ a skracuje sa čas, kedy väčšina zrážok vypadne. Napriek tomu, že prší menej, výskyt povodňových situácií sa v horských a podhorských oblastiach zvýšil.

Tento efekt interakcie teplejších a chladnejších území funguje aj v kontinentálnej mierke. Ročný úhrn zrážok sa v 20. storočí podľa pozorovaní zvýšil o 10 až 40% nad severnou Európou, kým v Stredomorí sa znížil o 20%[17]. Rast extrémov počasia je najničivejším prejavom prebiehajúcich klimatických zmien. Častejšie sú extrémne búrky, prívalové dažde a veterné smršte, mení sa časové a priestorové rozdelenie zrážok[18], predlžujú sa obdobia neznesiteľných horúčav i veľkého sucha. Regióny, ktoré sú najviac presušené, sú i najviac postihované extrémnymi prejavmi počasia.



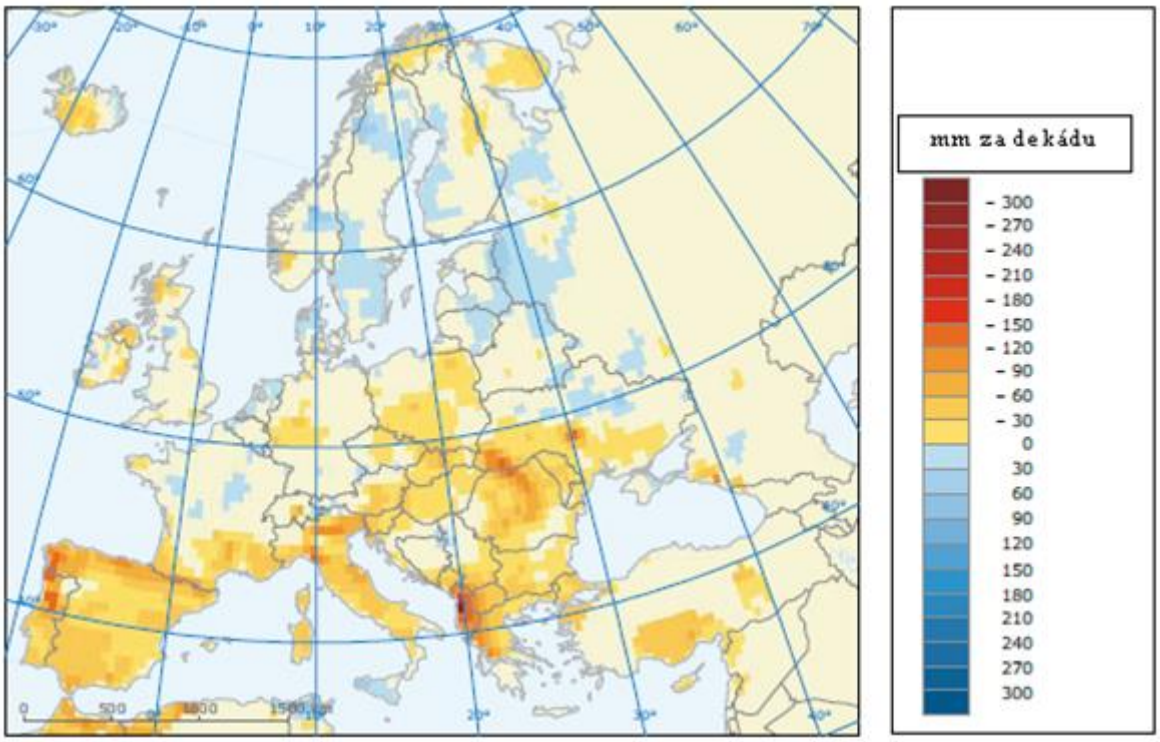
Obrázok 21: Rast zrážkovej činnosti v horských oblastiach a pokles v nížinných oblastiach – povodie Dunaja[19]

[16] Štvrtá národná správa SR o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu, Slovenská republika, Ministerstvo životného prostredia SR, SHMÚ, Bratislava, 2005

[17] Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers, 10th Session

[18] P. Faško, J. Pecho, K. Mikulová, P. Šťastný, Prípady vysokých denných, mesačných a sezónnych úhrnov atmosférických zrážok na Východnom Slovensku na konci 20. a na začiatku 21. storočia v kontexte s historickými údajmi; Zb. príspevkov z medzinárodnej konferencie Ochrana pred povodňami, Podbanské, 2006, str. 153-158

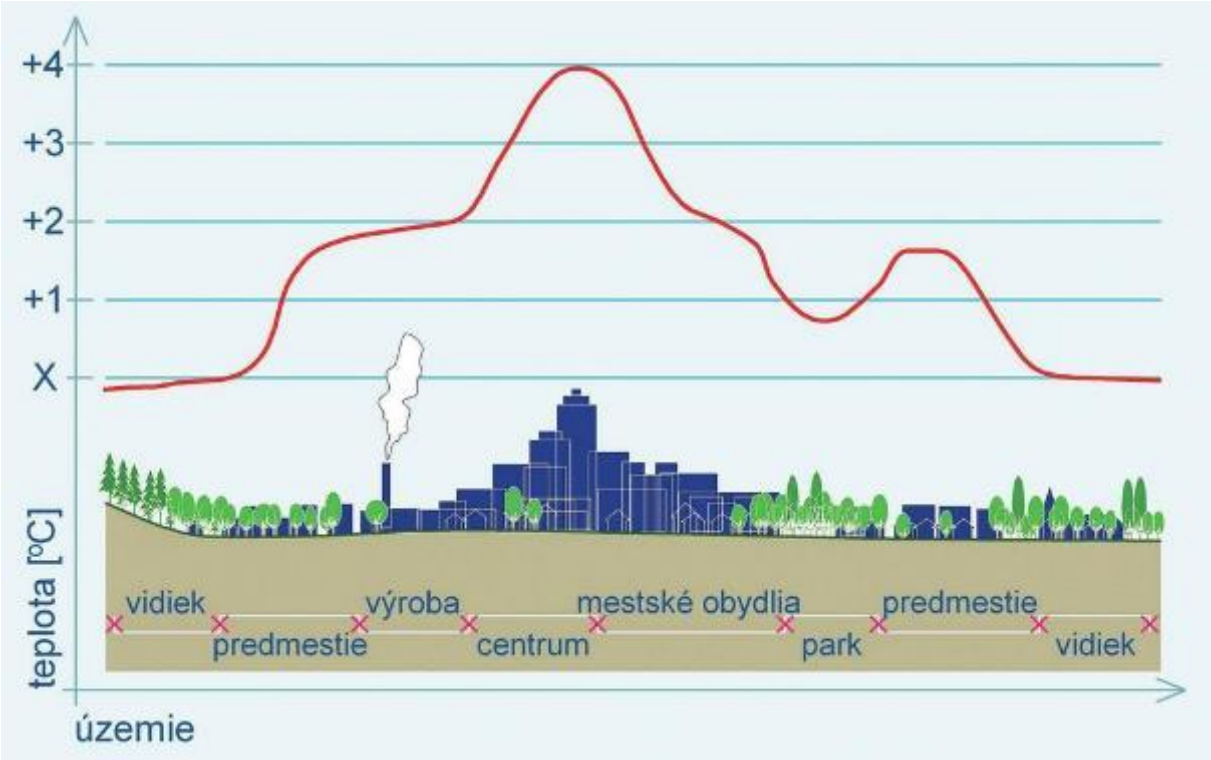
[19] Z. Kostka, L. Holko, P. Petrovi, K.Badurová; Ústav hydrológie SAV, VÚVH, 2004



Obrázok 22: Pozorované zmeny ročných úhrnov zrážok v období 1961-2006[20]

Teplota v mestách je často pozorovateľne vyššia než na vidieku, aj keď slnečné žiarenie dopadá na mestá, dediny, polia a lesy rovnako. Navzdory všeobecnému presvedčeniu, hlavným vinníkom za zvýšenú teplotu v mestách nie sú autá, priemysel, klimatizácia a kúrenie. Tieto sa podieľajú v lete rádovo len asi 1% a v zime rádovo 10% (únik tepla z budov) na teplotnom rozdiele medzi mestom a vidiekom. Zvyšovanie priemernej teploty je zvyčajne príjemnejšie v zime ako v lete. Vyššiu teplotu v mestách v porovnaní s vidiekom spôsobuje viacero faktorov a interakcia medzi nimi. Najdôležitejšími sú znížená evaporácia a evapotranspirácia z dôvodu zníženia podielu zelene a z dôvodu vyššieho podielu zastavaných plôch a spevnených nepriepustných povrchov. Ďalšími sú nižší odraz a vyššie pohlcovanie slnečného žiarenia v dôsledku povrchov s vyššou absorpčnou schopnosťou a "kaňonového" účinku budov; antropogénna činnosť – priemysel, doprava, vykurovanie, klimatizácia; znečistenie atmosféry, ktoré zachytáva odrazené dlhovlnné žiarenie; vetrolamový účinok budov; atď.

[20] ENSEMBLES, http://www.ensembles-eu.org); ECA&D, http://eca.knmi.nl



Obrázok 23: Horúci klimatický dáždnik urbánneho priestoru. Teplota zhruba závisí od pomeru medzi zastavanou plochou a plochou pokrytou vegetáciou

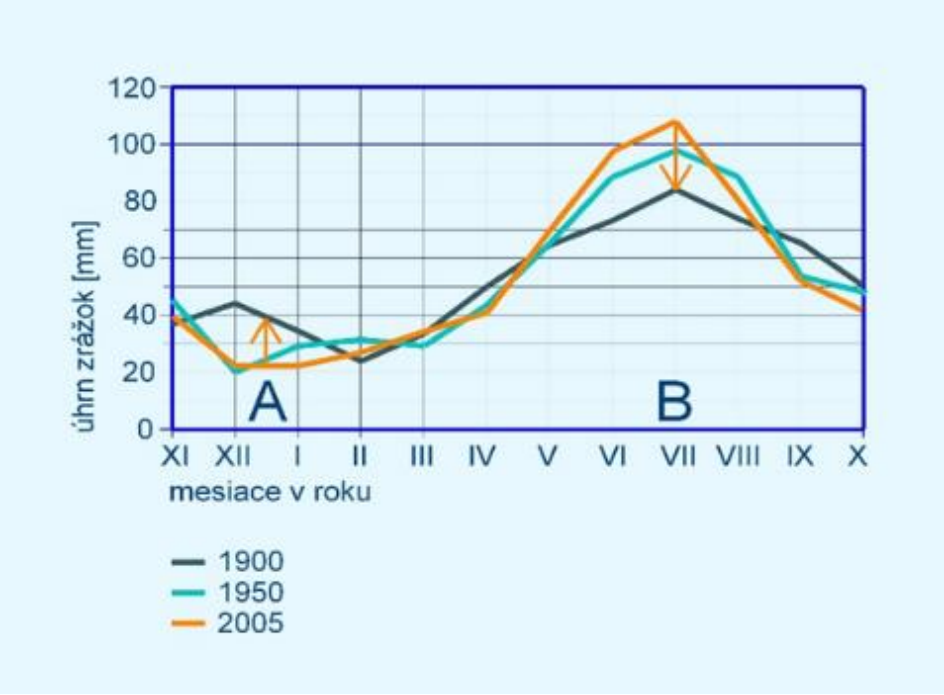
Mestské "horúce platne" preukazujú pomerne paradoxné správanie v priebehu dňa. Kým teploty povrchov v meste sú v porovnaní s vidiekom cez deň podstatne vyššie a v noci sa vyrovnávajú, vzduch v meste má naopak podstatne vyššiu teplotu práve v noci. Nielenže sa povrchy v meste rýchlejšie zohrievajú, ale majú i vyššiu tepelnú kapacitu, vďaka ktorej sa stávajú obrovskými rezervoármi tepelnej energie (napr. betón je schopný držať približne 200-násobok tepla v porovnaní s rovnakým objemom vzduchu). Toto teplo spôsobuje konvektívne prúdenie vzduchu v mestách. Teoretické štúdie hovoria o tom, že toto konvektívne prúdenie spôsobuje zmiešavanie vzduchu v atmosfére, vďaka ktorému je nárast teploty v porovnaní s vidiekom počas denného svetla pomerne malý, napriek tomu, že povrchy v meste môžu byť zohriate na veľmi vysoké teploty. V noci sa však situácia mení.

Absencia slnečného žiarenia znižuje konvekciu, nastáva stabilizácia a môže sa vytvoriť inverzná vrstva, ktorá drží mestský vzduch blízko povrchu a umožňuje jeho zohrievanie emisiou tepla z ešte stále teplých povrchov. Tento jav je dominantný, keď je rýchlosť vetra malá a nebo je bezoblačné. Z povedaného vyplýva, že mestské prostredie prijíma o niečo viac energie než vidiecke, ale viac jej aj stráca.

Ďalší faktor môže vyplývať zo skutočnosti, že každá materiálna substancia v závislosti od teploty vyžaruje energiu. Vyžarovanie mestského i vidieckeho povrchu závisí od ich teploty.

Vyžiarená energia zo zemského povrchu sa čiastočne odráža späť z vyšších vrstiev atmosféry. Táto reemisia má o niečo nižšiu energiu, pretože dané vyššie vrstvy atmosféry majú nižšiu teplotu a môže byť považovaná za rovnakú pre mesto i vidiek. Avšak vysoká úroveň znečisťujúcich látok vo vzduchu nad mestom môže spôsobovať ich vyžarovanie zadržaného tepla. Táto reemisia tepla môže opäť spôsobovať vyššiu teplotu v porovnaní s čistým vzduchom na vidieku.

Mestá si vytvárajú svoju vlastnú klímu, ktorá sa prejavuje najmä zvýšenou teplotou (rádovo 2 až 6°C). Táto mikroklimatická "bublina" sa zhruba rozprestiera v hraniciach mesta a nad mestom, ale v prípade vetra sa v jeho smere vytvára zóna, kde sú jej účinky citeľné. Ďalšími prejavmi typickej mestskej klímy je zníženie rýchlosti prúdenia vzduchu vo veterných oblastiach a zvýšenie rýchlosti prúdenia vzduchu v bezveterných oblastiach. V oboch prípadoch dochádza k zvyšovaniu turbulencie prúdenia vzduchu vplyvom vyžarovania akumulovaného tepla a následných teplých výstupných prúdov.



Obrázok 24: Úhrn zrážok v Prešove. Trend sa podobá priemernému trendu na celom Slovensku. Šípky naznačujú potrebu vrátiť stav späť do ustálenejšieho stavu (rok 1900).

Vlhkosť vzduchu je v lete počas slnečného dňa nižšia, v noci a po celý deň v zime sa vlhkosť vyrovnáva. Výskyt hmly sa môže zvýšiť i znížiť v závislosti od okolia a od znečistenia ovzdušia. Snehových zrážok býva menej, často sa menia na dážď. Bežné dažďové zrážky majú tendenciu vypadnúť skôr mimo mesta, avšak búrky sú častejšie. Bežnými spôsobmi na

zmiernenie nepriaznivých účinkov mestského prostredia sú zvýšenie výparu vody inštalovaním vodných plôch, zvýšenie evaporácie znížením pomeru nepriepustných plôch, zvýšenie evapotranspirácie výsadbou zelene, zvýšenie odrazu slnečného žiarenia zámenou vysoko absorpčných povrchov za viac reflexné materiály, zníženie účinkov antropogénnej činnosti používaním efektívnejších technológií a/alebo napríklad podporou ekologickejšej hromadnej mestskej dopravy. Praktické i modelové štúdie ukazujú, že vplyv zmien povrchu krajiny na regionálnu klímu môže byť podstatne väčší, než očakávané zmeny vplyvom globálnej zmeny klímy. Lokálne zmeny na obrovských plochách využívaných človekom sa menia na globálne zmeny a spolu s procesmi, ktoré pôsobia bez prispenia človeka, spoluvytvárajú fenomén označovaný ako globálna klimatická zmena.

Adaptácia na klimatickú zmenu

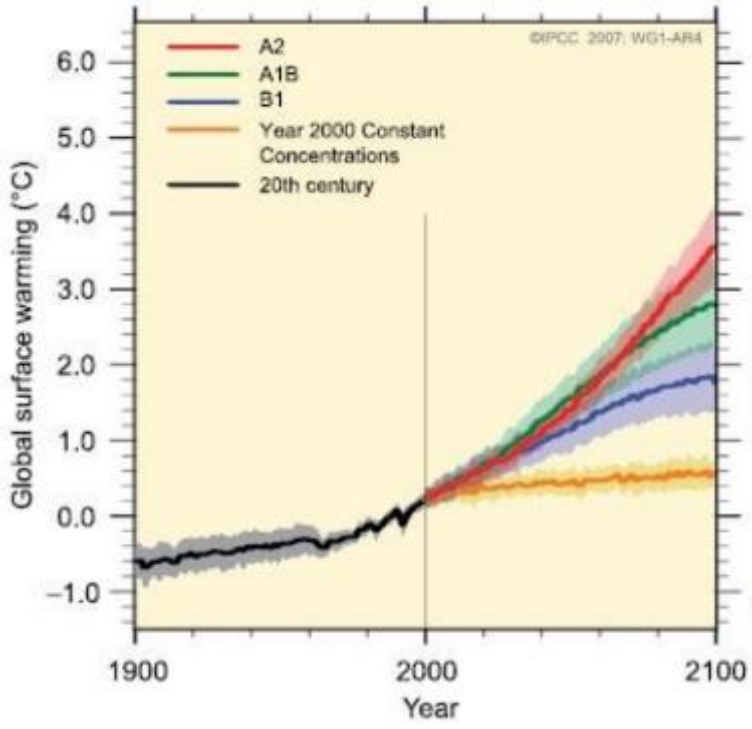
Vplyv klimatickej zmeny na obeh vody sa smerom do budúcnosti odhaduje pomocou matematických modelov hydrologického režimu. Aj keď výsledky matematických modelov je potrebné interpretovať s opatrnosťou, tendencie zmien, ktoré naznačujú indikujú rastúce problémy s povodňami na jednej strane, na druhej strane so suchami, horúčavami, lesnými požiarmi a ďalšími sprievodnými javmi nedostatku vody, s negatívnymi dôsledkami v neposlednom rade na poľnohospodárstvo. Vstupnými veličinami modelov, z ktorých boli tieto predpovede odvodené, sú klimatické charakteristiky, ako teplota vzduchu a zrážky. Ich zmeny sa v súčasnosti najčastejšie odvodzujú od rastúcej koncentrácie skleníkových plynov produkovaných človekom (ako sú CO_2, CH_4, N_2O, hydrofluorokarbóny) v atmosfére. Slabou stránkou modelov je, že nedokážu dostatočne modelovať vplyv najdôležitejšieho zo skleníkových plynov, ktorým je voda. Kolobeh vody je veľmi dynamický a komplexný. Zmeny vo vodnom režime krajiny sa ťažko vnášajú do modelov, pretože ide o komplex nespočetných a navzájom prepojených procesov.

Z modelov vyplýva, že v budúcich desaťročiach možno očakávať vo všetkých regiónoch Slovenska zmenu dlhodobých priemerných mesačných prietokov. Pre všetky scenáre očakávaných klimatických zmien sa má prejaviť nárast zimného a jarného odtoku a pokles letného a jesenného odtoku. Najviac postihnuté oblasti budú oblasti južného a západného Slovenska, kde pokles dlhodobých priemerných mesačných prietokov možno očakávať od februára (prípadne marca), do novembra (prípadne decembra), s najvýraznejšími poklesmi v mesiacoch máj až júl, a to v niektorých povodiach do -70 % v horizonte 2075. Menej postihnuté oblasti budú oblasti severného Slovenska, s obdobím zvýšených priemerných mesačných

prietokov od novembra do marca a obdobím znížených prietokov od apríla do októbra. Najvýraznejšie poklesy dlhodobých priemerných mesačných prietokov možno očakávať v mesiacoch apríl až máj, a to do asi -50 % v horizonte 2075[21].

Adaptačné opatrenia na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy vo vodnom hospodárstve na Slovensku sú formulované len pomerne všeobecne. Odporúčajú sa rozhodnutia, ktoré vo svojom dôsledku znižujú hrozbu negatívnych dôsledkov klimatickej zmeny a zároveň zohľadňujú súčasné preferencie trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti, tvorbu a ochranu životného prostredia a integrované hospodárenie s vodou. Základné opatrenia na zmiernenie možných negatívnych dôsledkov na vodné hospodárstvo sa dotýkajú viacerých oblastí:

1. Priame opatrenia na riadenie spotreby vody
2. Nepriame nástroje ovplyvňujúce správanie spotrebiteľov
3. Inštitucionálna zmena pre lepšie hospodárenie s vodou
4. Zlepšenie prevádzky existujúcich vodohospodárskych sústav



Obrázok 25: Scenáre globálneho oteplenia v 21.storočí[22].

[21] Štvrtá národná správa SR o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu. Slovenská republika, Ministerstvo životného prostredia SR, SHMÚ, Bratislava, 2005

[22] IPCC, 2007

2. Integrované riadenie vodných zdrojov

Dostupnosť, dostatok a prítomnosť vody v prostredí a krajine je základnou podmienkou života, sociálnej a ekologickej stability ako aj ekonomickej prosperity územia. Voda je strategickým a nenahraditeľným prírodným zdrojom.

Obce majú v zmysle *zákona č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení* významné kompetencie a úlohy v oblasti manažmentu a ochrany vodných zdrojov. Predovšetkým sú to originálne kompetencie ktorými obec zabezpečuje podmienky na zásobovanie obyvateľov pitnou vodou z verejného vodovodu a núdzové zásobovanie pitnou vodou a na odvádzanie prípadne aj zneškodňovanie odpadových vôd alebo na vyprázdňovanie obsahu domových žúmp v obci, v ktorej nie je verejná kanalizácia. Bližšie podmienky výstavby a prevádzkovania verejných vodovodov a kanalizácií popisuje *zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách* v znení neskorších predpisov a súvisiace predpisy. Okrem týchto kompetencií sa obce podieľajú v rámci preneseného výkonu štátnej správy: na ochrane pred povodňami v zmysle §19 *zákona č. 666/2004 o ochrane pred povodňami* a na štátnej vodnej správe v zmysle §63 *zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách.*

Manažment vodných zdrojov, najmä povrchových a dažďových vôd, však obec ovplyvňuje aj prostredníctvom ďalších svojich kompetencií a úloh ako sú najmä:

1. vykonávanie úkonov súvisiacich s riadnym hospodárením s hnuteľným a nehnuteľným majetkom obce a s majetkom vo vlastníctve štátu prenechaným obci do užívania
2. vydávanie záväzných stanovísk k investičnej činnosti v obci
3. zabezpečenie výstavby a údržby a vykonávanie správy miestnych komunikácií a verejných priestranstiev
4. zabezpečenie verejnoprospešných služieb ako napr. udržiavanie čistoty v obci, správu a údržbu verejnej zelene
5. ochrana životného prostredia
6. obstarávanie a schvaľovanie územnoplánovacej dokumentácie sídelných útvarov a zón
7. vykonávanie vlastnej investičnej činnosti a podnikateľskej činnosti v záujme zabezpečenia potrieb obyvateľov obce a rozvoja obce
8. spracovanie a zostavenie povodňového plánu záchranných prác obce

Obec má tak v spolupráci s občanmi, vlastníkmi a spoluvlastníkmi nehnuteľností (budov a pozemkov) v meste a vodárenskými spoločnosťami reálne možnosti ovplyvniť a prehodnotiť stav integrovaného manažmentu najmä dažďových vôd a zelene v meste a presadiť ho v praxi.

Napriek týmto zákonným a praktickým možnostiam nie sú súčasné práva a povinnosti v oblasti manažmentu vodných zdrojov a pôdneho fondu nastavené dostatočne motivačne, pretože obce nemajú takmer žiadny dosah na poľnohospodársku politiku, hospodárenie v lesoch a hospodárenie na vodných tokoch, ktoré v najväčšej miere ovplyvňujú povodňové riziká.

Prejavy súčasných problémov vodných zdrojov a ich dôsledky

Medzi hlavné prejavy súčasných problémov manažmentu vodných zdrojov v povodiach a na území jednotlivých obcí (tradičného manažmentu vodných zdrojov v území) možno považovať nasledovné prejavy:

1. prehlbovanie pôdnej erózie v krajine
2. znižovanie biodiverzity územia a výskytu funkčnej vegetácie v krajine
3. zhoršovanie kvality disponibilných vodných zdrojov a zväčšovanie investičných nákladov na zabezpečenie dodávky pitnej vody
4. vysoké náklady na výstavbu, prevádzku a obnovu verejných kanalizácií najmä centralizovaných sústav stokových sietí a čistiarni odpadových vôd
5. vysušovanie a prehrievanie krajiny
6. zmeny v dlhodobom úhrne zrážok a zásob vodných zdrojov v území; časové a priestorové zmeny rozdelenia úhrnu zrážok (v území a počas roka); trend rastu extrémnych prejavov počasia a ich dopadov (povodne, sucho, extrémne horúčavy, lesné požiare atď.) v rozsahu v akom sú zapríčinené zmenami pôvodného vodného režimu krajiny pri jej pretváraní
7. nízke vedomie spoluzodpovednosti užívateľov vody a pôdy o potrebe dôslednej ochrany vodných zdrojov a pôdy
8. minimalizácia vplyvu komunity a obce na manažment vodných zdrojov na katastrálnom území obce. Obec a komunita skôr iba pasívne znáša dôsledky nevhodnej ochrany a využívania vodných zdrojov a pôdy na území obce ako aj povodia, v ktorom sa nachádza

Ochrana územia pred povodňami a znižovanie povodňových rizík

V súčasnej praxi ochrany územia pred povodňami dochádza k rozporu medzi znalosťami o príčinách vzniku povodní a uplatňovaním politiky, ktorý by odstraňovala alebo eliminovala tieto príčiny. V súčasnosti ochranu územia pred povodňami zabezpečuje Slovenský vodohospodársky podnik š.p. prostredníctvom svojich oblastných závodov – správ povodí. Využíva pritom najmä líniové prvky ochrany územia, ktoré sú naviazané na brehové čiary alebo hranicu zátopového územia či retenčný priestor. V praxi sa tak rieši len ochrana územia v čase povodne a realizácia fyzických plošných opatrení protipovodňovej prevencie sa nerieši, alebo ak, tak len okrajovo a úplne formálne. Tento stav je dôsledok vzájomne izolovaného využívania krajiny, ktoré ovplyvňuje odtokové pomery v území. Najvýznamnejší vplyv na povodňové riziká má pritom pôdohospodársky rezort (farmári a lesní hospodári) a to až v rozsahu 60 až 70%.

Ďalším významným subjektom ovplyvňujúcim povodňových rizík sú v rozsahu 10 až 15 % obce a to najmä v prípade, že odvádzajú dažďové vody verejnou kanalizáciou. 15 až 30% vplyvu na zvyšovanie či znižovanie povodňových rizík má stav riečnej siete (v závislosti od rozsahu úprav vodných tokov) a sústavy opatrení na ochranu územia pred povodňami. Farmárska a lesnícka prax v súčasnosti len nízkou mierou prispieva k eliminácii povodňových rizík. Správcovia povodí a ani obce dnes nemajú reálne kompetencie ovplyvniť hospodárenie na poľnohospodárskej pôde a v lesoch.

Definícia integrovaného manažmentu vodných zdrojov

Integrovaný manažment vodných zdrojov je proces komplexného posudzovania dopadov odoberania vody z ekosystémov a spätného návratu vody do nich, vrátane užívania vôd a ochrany vodných zdrojov v území, pri rešpektovaní zákonitostí obehu vody v ekosystémoch územia a ochrane stability obehu vody v krajine.

Medzinárodne najrozšírenejšou definíciou integrovaného manažmentu vodných zdrojov je nasledovná definícia: „Pod integrovaným riadením vodných zdrojov sa rozumie proces, ktorý podporuje koordinovaný rozvoj a riadenie vôd, krajiny a jej zdrojov, aby sa maximalizovali výsledky ekonomickej a sociálnej prosperity spravodlivým spôsobom bez toho, aby bola ohrozená trvalá udržateľnosť živých ekosystémov.“

Princípy udržateľnej ochrany vodných zdrojov v katastrálnom území

1. **Princíp plošnej ochrany vôd a pôdy v povodí** – potrebné je podporovať opatrenia plošnej ochrany územia pred pôdnou, veternou eróziou a opatrenia na zvyšovanie vodozádržnej schopnosti povodia na katastrálnom území jednotlivých obcí a miest. Potrebné je pritom navrhovať také plošné technické a biotechnické opatrenia a hospodárske postupy, ktoré zlepšujú vodnú bilanciu územia a zamedzujú urýchlený odtok vody z územia.
2. **Princíp solidarity** (tzv. Princíp vodnej tolerancie) - pri návrhu a realizácii opatrení, ktoré majú vplyv na odtokové pomery z územia, je potrebné prihliadať na celé povodie. Opatrenia realizované na jednom území nemôžu zhoršovať situáciu nižšie alebo vyššie položených oblastí v povodí.
3. **Princíp partnerstva** – analýza situácie v oblasti odtokových pomerov z územia (obce, mesta, regiónu, povodia a pod.) A dôležité rozhodnutia v oblasti návrhu opatrení na zvyšovanie vodozádržnej schopnosti povodia a znižovanie eróznych procesov sa uskutočňujú po prerokovaní a vzájomnej dohode všetkých rozhodujúcich partnerov v povodí - správcov vodných tokov, poľnohospodárov, lesníkov, zástupcov obcí, miest, vlastníkov pôdy a expertov. Spoločne v partnerstve sa aj pripravujú a realizujú projekty protieróznych opatrení a technických opatrení na zvyšovanie retenčnej schopnosti povodia na území obce.
4. **Princíp subsidiarity** – pri praktickej správe a ochrane vodných zdrojov územia a povodia by mala platiť zásada, že to, čo môže byť lepšie a efektívnejšie zabezpečené nižším stupňom verejnej správy, nech je zabezpečené týmto stupňom. Tento princíp poukazuje na potrebu efektívnej decentralizácie aktivít a kompetencií, ktoré môžu byť lepšie, rýchlejšie a lacnejšie zabezpečené miestnou, prípadne regionálnou územnou samosprávou. Financie vynaložené územnou samosprávou sú pod väčšou kontrolou a sú efektívnejšie využívané.
5. **Princíp udržateľného riešenia** – uspokojivé a udržateľné výsledky v oblasti protipovodňovej prevencie a eliminácie klimatických zmien sa dostavia iba vtedy, ak sa bude riešiť odstránenie príčin týchto javov. Realizáciou opatrení, ktoré sú zamerané na odstránenie príčin vzniku povodní, klimatických zmien a vysušovania územia, môžeme zachovať rovnaké, resp. Vytvoriť lepšie životné podmienky a prostredie pre budúce

generácie. Prírodný potenciál územia sa nebude znižovať, zachovajú sa ochranné funkcie vody v ekosystémoch a zlepšia sa autoregulačné funkcie povodia.

6. **Princíp autoregulácie prírodných procesov –** efekt prvotnej a jednorazovej investície do obnovy poškodenej krajiny alebo časti povodia sa bude po realizácii opatrení sledujúcich zlepšovanie vodnej bilancie územia postupne každý rok prejavovať komplexnejšími efektmi.

Výnimka z aplikácie princípov - **v**zhľadom na to, že nemáme priamu možnosť ovplyvniť situáciu v oblasti protipovodňovej prevencie (plošné technické a biotechnické opatrenia v území) v štátoch, z ktorých ku nám priamo priteká povrchová voda vodnými tokmi, je potrebné ako dočasné, resp. prechodné riešenie uplatniť na protipovodňovú ochranu územia tiež klasické technológie ako sú ochranné hrádze, poldre a pod. Pri projektovaní týchto opatrení je však potrebné rátať s tým, aby sa aj na týchto záplavových územiach, v období mimo veľkých povodní, zabezpečovala protierózna ochrana územia a aby sa zabezpečovalo aj zvyšovanie vodozdržnej schopnosti týchto území. Dá sa predpokladať, že po realizácii plošných opatrení protipovodňovej prevencie v susediacich štátoch, z ktorých ku nám prichádza voda vo vodných tokoch, sa zníži aj extrémne prejavy povodňových vĺn, resp. sa zníži alebo zastaví dlhodobý rast hodnôt Q_{100} alebo Q_{1000}.

Tieto princípy sú zároveň východiskom aj pre Zásady integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obcí a ich povodí, ktoré vytvárajú podmienky pre zlepšenie kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu vôd v povodí. Sú základom dosiahnutia dobrého stavu vôd a súbežne aj pôd v jednotlivých povodiach, sídlach a komunitách. Stratégia ZMOS uvádza, že platí tiež dočasná výnimka z aplikácie niektorých princípov, ktorá súvisí najmä s ochranou územia pred povodňami v prípade vôd, ktoré prichádzajú na naše územie z iných štátov.

Zásady integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obcí a ich povodí

1. Zásada - zásada plošnej ochrany vodných zdrojov v území a prednostného uplatňovania plošných opatrení protipovodňovej prevencie v povodí

Obeh vody v prírode nemá takmer žiadne hranice. Jedinou prirodzenou hranicou sú hranice povodia. Každý kataster obce predstavuje čiastkové povodie, časť povodia. Pri absencii plošnej ochrany vôd v povodí dochádza k narušeniu obehu vody v krajine a následne k negatívnej zmene vodného režimu krajiny s množstvom dôsledkov.

Technickými opatreniami v krajine by sa nemalo urýchľovať odvádzanie vody z krajiny napr. nadbytočným napriamovaním vodných tokov, či bezdôvodným odvádzaním vody z krajiny časťou melioračných sústav a kanálov. Doterajší spôsob hospodárenia s dažďovou a povrchovou vodou v krajine sa musí zásadne zmeniť z hľadiska doterajšieho prístupu k vode a rešpektovať nasledovnú postupnosť:

1. Zadržanie dažďovej a povrchovej vody v krajine „in situ“ v najväčšom možnom rozsahu prostredníctvom:
    a. realizácie plošných protieróznych opatrení a
    b. realizácie plošných opatrení na zvýšenie schopnosti povodia zadržiavať dažďovú vodu
2. Povrchovými vodnými tokmi sa majú odvádzať iba prirodzené prebytky vody z povodia.

V systéme opatrení ochrany územia pred povodňami by mali byť:

1. Prednostne uplatňované opatrenia protipovodňovej prevencie, najmä plošné:
    a. v protierózne opatrenia
    b. v opatrenia na zadržiavanie vôd v krajine
    c. v ako aj iné preventívne opatrenia (napr. hospodárske) na znižovanie rizík povodní

2. Vypracované dokumentácie, ktoré umožnia realizáciu potrebných opatrení v území v prípade výskytu povodne, najmä:

    a. v aktuálne povodňové plány
    b. v vymedzené a pripravené záplavové územia
    c. v vymedzené a pripravené povodňové koridory v sídlach a retenčné plochy v sídlach a mimo nich
    d. V objektoch, vybudovaných na riadené vypúšťanie vody do záplavového územia
    e. 3. ako sekundárne uplatňované technické zariadenia na ochranu územia v čase povodne:
    f. v technické a rôzne iné doplnkové ochranné opatrenia plošného, líniového a bodového charakteru (suché poldre, úpravy brehov a hrádze až v prípade, keď už boli vyčerpané predošlé možnosti ochrany územia pred povodňami)

Súčasťou realizácie plošných technických a biotechnických opatrení v území sú aj suché poldre, ktoré prostredníctvom líniových a bodových stavieb v území regulujú rozliatie vody v presne vymedzenej časti územia. K realizácii suchých poldrov je vhodné pristúpiť ako k doplňujúcej vodnej stavbe najmä pred väčšími aglomeráciami a sídlami, alebo ich kombinovať s objektmi a líniovými stavbami, ktoré umožnia priame vypúšťanie vody (s možnosťou regulácie) pri vyšších stupňoch povodňovej aktivity do širšieho záplavového územia.

2. Zásada - zásada rešpektovania významu dažďovej vody a úlohy krajiny pri distribúcii dažďovej vody

Voda a pôda sú najväčšie prírodné aktíva obce. Dažďová voda je primárny zdroj dopĺňania zásob vodných zdrojov v krajine a ekosystémoch. Všetka dažďová voda, ktorá spadne na jej kataster je tak aktívum, ktoré treba chrániť a racionálne využiť.

Zdravá krajina plní tri základné funkcie pri distribúcii dažďovej vody:

1. Optimálne vsakuje vodu do pôdneho profilu a podložia v závislosti od svojich prirodzených fyzikálnych parametrov
2. Vytvára priaznivé podmienky pre výpar vody z povrchov – pôdy, rastlín, vodných a ostatných plôch
3. Odvádza len prirodzené prebytky vody z povodia riečnou sieťou

V praxi sa však všetky tieto tri funkcie vychyľujú z rovnováhy. Vplyvom stavebnej, hospodárskej a investičnej praxe v území dochádza k:

1. Dlhodobému a celoplošnému obmedzovaniu vsaku povrchových a dažďových vôd do pôdy
2. Dlhodobému a celoplošnému obmedzovaniu kontinuálneho výparu vody z prostredia prostredníctvom funkčnej vegetácie, vlhkých pôd – mokradí a vodných plôch
3. Dlhodobému urýchľovaniu odvádzania povrchových vôd z povodia prostredníctvom napriamovania vodných tokov, odvádzania dažďovej vody mestskou kanalizáciou do vodných tokov.

Pretváranie krajiny tak mení tieto funkcie krajiny (zvyčajne jednosmerne a negatívne) a mení tak aj vodný režim krajiny, prevažne z rovnovážneho na nerovnovážny. Vodný režim krajiny tak ovplyvňujú (po kvalitatívnej a kvantitatívnej stránke): úpravy tokov, hydromeliorácie a odvodňovacie sústavy (odvádzaná voda by sa mala monitorovať a bilancovať), zastavovanie povrchov pevnými a nepriepustnými materiálmi (každý rok rastie výmera zastavaných plôch na úkor voľnej pôdy), závlahové systémy (pozitívne – ale len vtedy, ak sa zavlažovaním nezhoršujú fyzikálno-chemické parametre pôdy a zvodní podzemných vôd), hospodárenie s pôdou a s lesmi, hospodárenie s dažďovou vodu v zastavaných územiach miest a obcí, spôsob čistenia odpadových vôd a odvádzania vyčistenej odpadovej vody, odbery vody na prípravu pitnej vody a iné účely.

3. Zásada -zásada spolupráce a združovania sa vlastníkov pôdy a budov za účelom ochrany a využívania dažďovej vody a ochrany pôdy pred eróziou

Za účelom ochrany a využívania dažďovej vody a ochrany pôdy pred eróziou je vhodné rozvinúť spoluprácu majiteľov susediacich nehnuteľností – pôdy alebo budov vrátane ich spoluvlastníkov, aby sa mohla zabezpečiť lepšia ochrana a využívanie dažďovej vody, ale aj pôdy, či už v intravilánoch alebo extravilánoch miest a obcí. Pre extravilány obcí sa javí vhodné rozvinúť spoluprácu prostredníctvom vodných fariem a v mestskom a urbánnom prostredí (intravilánoch sídiel) vo forme vodných spoločenstiev (s podobnými princípmi fungovania ako spoločenstvá vlastníkov bytov a nebytových priestorov).

Vodné spoločenstvá by predstavovali rôzne spoločné združenia spoločenstiev vlastníkov bytov, majiteľov susediacich nehnuteľností a obcí vytvárané za účelom hospodárneho nakladania s dažďovou vodou v intravilánoch sídiel. Aktivity vodných spoločenstiev by boli zamerané na združovanie finančných prostriedkov na budovanie a prevádzku rôznych systémov zachytávania, akumulácie a využívania dažďovej vody (napr. na vsakovanie, na zavlažovanie verejnej zelene, využitie ako úžitkovej vody).

Vodné farmy by spočívali predovšetkým v rozšírení farmárskej praxe o aktívne zadržiavanie dažďovej vody v otvorenej krajine a aktívne využívanie tejto vody na rôzne produkčné a mimo produkčné účely. Vodné farmy by tak mohli pozitívne pôsobiť v poľnohospodárskej krajine, v ktorej by sa vo veľkom rozsahu a dôsledne aplikovali protierózne postupy, opatrenia na zadržiavanie vody a priaznivo rozvíjali vegetačné prvky. Tieto plochy by tak mohli postupne viac slúžiť napr. na rekreáciu, rybné hospodárenie, chov vodnej hydiny alebo pestovanie biomasy.

4. Zásada - zásada posudzovania dopadov plánovaných stavebných, investičných a hospodárskych aktivít v území na obeh vody v krajine

V procese územného plánovania, strategického environmentálneho hodnotenia a povoľovania stavieb je potrebné skúmať do akej miery navrhovaná výstavba, stavba alebo činnosť prispieva k obmedzovaniu niektorých funkcií krajiny v zmysle zásady číslo 2 a potrebné je skúmať, či stavebník, investor alebo prevádzkovateľ plánovaných činnosti navrhuje kompenzačné opatrenia, napríklad vo forme akumulácie zachytenej dažďovej vody zo striech,

či podpore vsakovania dažďovej vody do podložia alebo vytvorenia plôch verejnej zelenej alebo rôznych originálnych, či náhradných vodných plôch na podporu výparu vody do okolitého prostredia. Každú kompenzáciu je tiež treba podrobiť analýze z hľadiska jej dopadov na životné prostredie a vhodnosti pre danú lokalitu.

5. Zásada - zásada prehodnotenia doterajších úprav krajiny ovplyvňujúcich vodnú bilanciu a vodný režim územia pri zavádzaní integrovaného manažmentu

Doterajšie zmeny krajiny v rôznej miere pozitívne alebo negatívne ovplyvňujú vodný režim krajiny. Potrebné je preto postupne preskúmať jednotlivé najvýraznejšie zásahy do krajiny v katastri obce, ktoré najmä negatívne ovplyvňujú vodný režim krajiny a pokúsiť sa navrhnúť také opatrenia v rámci prípravy plánu integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obce, ktoré umožnia eliminovať negatívne dopady alebo odstrániť príčiny týchto negatívnych zásahov do prostredia. Ide predovšetkým o uplatnenie možností pozitívne ovplyvňovať vodný režim krajiny na území obce, ktorý je vytváraný vlastnými vodami a dažďovými vodami, ktoré spadnú na územie katastra obce. Zároveň je potrebné skúmať pozitívne alebo negatívne dopady prichádzajúcich povrchových vôd do územia katastra obce a v prípade potreby navrhnúť a prerokovať nápravné opatrenia s predstaviteľmi obcí na hornom toku, zameraných na elimináciu nepriaznivého stavu. Cieľom tejto zásady je aj obmedziť a eliminovať neužitočné odvádzanie vôd z katastrálneho územia obce. Plnenie tejto zásady nesmie byť aplikované proti záujmom obyvateľstva, žijúceho na dolnom toku. Prirodzené platí, že všetky tieto opatrenia musia byť plánované a realizované v zmysle platných zákonov a predpisov.

6. Zásada - zásada dôkladného čistenia odpadových vôd v území a hodnotenia najvýhodnejšieho systému zabezpečenia verejného vodovodu a kanalizácie

Odpadová voda sa musí čistiť na celom území obce, aby neznečisťovala existujúce zdroje podzemných a povrchových vôd. Dôsledné čistenie odpadových vôd sa mnohonásobne oplatí tak pre obyvateľov ako aj pre obec a región. Najlepšie je, ak sa odpadová voda čistí podľa možnosti čo najbližšie k miestu kde vzniká. Potrebné je uplatňovať ekonomické hodnotenie nákladov na zabezpečenie verejnej kanalizácie a verejného vodovodu resp. čistenie odpadových vôd z hľadiska investičných a prevádzkových nákladov na jedného ekvivalentného obyvateľa. Ekonomická zásada hovorí, že je potrebné podporovať riešenia, ktoré sú podľa miestnych možnosti a podmienok cenovo čo najnižšie resp. najvýhodnejšie, v prepočte na jedného ekvivalentného obyvateľa. Toto posúdenie nám nakoniec umožní získať aj odpoveď na to, aký systém čistenia odpadových vôd je pre obce alebo komunitu najvhodnejší – či centralizovaný alebo decentralizovaný. Osobitne je pritom potrebné zostaviť tieto kalkulácie pre každú z nasledovných situácií: obec s verejnou kanalizáciou; obec bez verejnej kanalizácie; obec s rozostavanou kanalizáciou a kombinácia predchádzajúcich situácií. Podobný prístup je potrebné uplatniť aj pri kalkulácii vybudovania a prevádzky verejného vodovodu.

Pri projektovaní systémov likvidácie odpadových vôd, resp. projektovaní ich obnovy, je potrebné zohľadniť nasledujúce návrhové parametre resp. princípy:

1. Separovať odvádzanie znečistených vôd obyvateľstvom od dažďových vôd, ale aj od špeciálnych prevádzok (ako sú napr. Nemocnice, priemyselné podniky a pod.)
2. Minimalizovať narieďovanie odpadových vôd
3. Podporovať recykláciu živín
4. Minimalizovať, resp. Úplne vylúčiť odvádzanie dažďovej vody stokovou sieťou – dažďovú vodu treba využiť v celom rozsahu, ak je to možné, na území obce alebo mesta
5. Dosiahnuť minimálne zákonom požadovanú kvalitu vyčistených odpadových vôd
6. Vyčistenú odpadovú vodu podľa možnosti neodvádzať do vodných tokov, ale druhotne využiť napríklad na vsakovanie do určených zelených plôch, na zavlažovanie plôch s produkciou biomasy a pod.
7. Trvať na dodržiavaní vysokej kvality stavebných prác a použitých materiálov stavebníkom
8. Pri rekonštrukcií stokovej siete je potrebné postupne obmedzovať prípojky na odvádzanie dažďovej vody a podporovať revitalizáciu životného prostredia využívaním

dažďovej vody

9. V prípade tradičných riešení likvidácie odpadových vôd budovať iba ekonomicky udržateľné dĺžky stokových sieti

Pri návrhoch verejných vodovodov je potrebné uplatniť ekonomické kritérium - najnižšia cena za vybudovanie a prevádzkovanie verejného vodovodu na jedného užívateľa (EO) pri:

1. Zachovaní a udržaní predpísanej kvality a kvantity pitnej vody
2. Zabezpečení potrebnej obnovy siete, ochrany vodných zdrojov a investícii do vývoja a nových technológií
3. Minimalizácii strát vody v sieti
4. Vybudovaní ekonomicky udržateľných dĺžok vodovodných sietí

7. Zásada - zásada hospodárneho nakladania s vodnými zdrojmi a recyklácie vody

Pri nakladaní s vodnými zdrojmi je rozumné a užitočné vrátiť použitú vodu späť do lokálnych ekosystémov a obmedzovať na minimum vypúšťanie použitej vody do recipientu (po jej vyčistení). Systémy čistenia odpadových vôd by mali smerovať k využitiu reťazca voda – pôda – živiny – energia, ktoré do značnej miery umožňuje samofinancovať mnohé činnosti v tomto reťazci. Verejné budovy alebo budovy občianskej infraštruktúry, prípadne záujmové skupiny (napr. školy s pozemkami, poľnohospodárske farmy) by si mohli budovať vlastné uzavreté systémy využívania dažďovej vody, čistenia odpadových vôd a recyklácie využitej a vyčistenej vody (napr. na závlahy technických plodín). Do celkovej spotreby vody na obyvateľa je potrebné zarátavať aj využitie recyklovanej a dažďovej vody na obyvateľa.

8. Zásada - zásada tvorby a uplatňovania reálnej ceny vody

Cena vody má zohľadňovať reálne náklady na jej zabezpečenie a dodanie do domácnosti vrátane tvorby príslušných rezerv na reprodukciu vodárenských sústav a systémov čistenia odpadových vôd. Regulácia vody nemá deformovať trh a obmedzovať schopnosť prevádzkovateľov verejných vodovodov a kanalizácii zabezpečiť potrebnú reprodukciu infraštruktúry a tvorbu rezerv pre investície. Pri celoplošnom uplatňovaní integrovaného

manažmentu vodných zdrojov v povodiach podľa týchto zásad bude vytvorené stabilné prostredie pre obnovu vodných zdrojov v prostredí a pri súbežnom dôkladnom čistení odpadových vôd a eliminácii znečistenia územia skládkami a rôznymi inými bodovými či plošnými faktormi znečistenia nebude narastať tlak na zvyšovanie ceny surovej vody na prípravu a dodávku pitnej vody. Pri celoplošne dobrom hospodárení s vodnými zdrojmi podľa týchto zásad tiež nebude neprimerane narastať potreba na dodávku a transport pitnej vody na dlhé vzdialenosti, nakoľko je možné predpokladať postupné celoplošné zlepšovanie stavu zásob a kvality podzemných a povrchových vôd v krajine. Možno takto rátať s priaznivým vývojom položiek vodnej bilancie v územiach obcí a následne aj v povodiach.

9. Zásada - zásada prípravy a schvaľovania plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí ako lokálnej zložky procesu vodného plánovania

Predpokladom integrovaného manažmentu vodných zdrojov je etablovanie lokálnej zložky vodného plánovania v reťazci – obec, povodie, Slovensko, pričom zásadné pravidlá a inštrukcie by mali byť najprv formulované na úrovni národnej a povodia. Dodržanie tohoto postupu vychádza z právnej zodpovednosti štátu voči Európskej komisii. Rozpracovanie týchto pravidiel a zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov až na lokálnu úroveň umožňuje a podporuje Rámcová smernica o vode. Zostavovanie plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obce vychádza z potreby dôkladnej analýzy stavu čiastkového povodia – povodia na území katastra obce, nadväzného vyhodnotenia tohto stavu a návrhu opatrení na odstránenie nepriaznivého stavu a dosiahnutie dobrého stavu vôd na území obce. Plán integrovaného manažmentu vodných zdrojov obce má byť zostavený v zhode dotknutých partnerov v území, v uplatňovaní zásad integrovaného manažmentu, podporovať a predstavovať napĺňanie verejného záujmu v oblasti ochrany a využívania vodných zdrojov na území obce. Lokálna úroveň – úroveň obce zároveň predstavuje najvhodnejší priestor na presadzovanie zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov do praxe. Z týchto dôvodov je vhodné a potrebné pre obce zostaviť metodiku na prípravu plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí, ktorá bude zosúladená s metodikou pre vodné plány podľa Rámcovej smernice o vode.

Odborné dokumenty Združenia miest a obcí Slovenska v oblasti manažmentu vodných zdrojov

Reálna neschopnosť znižovať povodňové riziká resp. situáciu v najviac postihovaných regiónoch a obciach na Slovensku, prehlbujúce sa povodňové riziká, riziká sucha, absencia vhodných nástrojov na zabezpečenie verejnej kanalizácie v menších a stredne veľkých obciach viedli ZMOS k zostaveniu koncepčných dokumentov v oblasti integrovaného manažmentu vodných zdrojov. Uvedené dokumenty majú vytvoriť predpoklady na udržateľné riešenie daných problémov a potrieb v obcí v jednotlivých povodiach, išlo najmä o nasledovné dokumenty:

1. Stratégia ZMOS v oblasti protipovodňovej prevencie a ochrany územia miest a obcí pred povodňami (ďalej len „Stratégia ZMOS“)
2. Zásady integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obcí a ich povodí (ďalej len „Zásady integrovaného manažmentu“)
3. Zostavenie súboru paragrafových návrhov na zmeny a doplnenie vodnej legislatívy a stavebného zákona na uplatnenie Zásad integrovaného manažmentu

Hlavným dôvodom na zostavenie Zásad integrovaného manažmentu je ich doterajšia absencia. Ich absencia doteraz:

1. Komplikovala implementáciu smerníc ES na Slovensku a vynechávala obyvateľstvo, obce a hospodárov s krajinou zo životne dôležitých vodohospodárskych problémov krajiny
2. Odsúvala riešenie naliehavých vodohospodárskych problémov väčšiny obcí na neurčito
3. Spôsobila nehospodárne nakladanie s verejnými prostriedkami pri mnohých investíciách, ktoré nemohlo byť kontrolované verejnosťou či obcami, hoci práve jej mali slúžiť
4. Obmedzovala zvyšovanie konkurencieschopnosti sídiel a regiónov

Ambíciou ZMOS je zahrnúť Zásady integrovaného manažmentu aj do rezortných koncepcií a stratégií ako aj nastavenia rezortných finančných nástrojov, investičných a výdavkových priorít vrátane informačných systémov, ktoré sa týkajú: vodného hospodárstva (ochrana pred povodňami, protipovodňová prevencia a prevencia pred suchom, energetické využitie vôd, verejné vodovody a kanalizácie, kvalita a kvantita vôd); pôdohospodárstva (nakladanie s pôdou a systém hydromeliorácií) a hospodárstva (stanovovanie ceny vody).

Nová vodná paradigma

Vodu je potrebné stále skúmať v súvislosti s pôdou a vodným režimom krajiny, ktorý je spoluvytváraný najmä štruktúrou a charakterom povrchu krajiny. Súbežne je potrebné obeh vody v prírode a povodí skúmať z hľadiska tokov a transformácie slnečnej energie v krajine, pretože slnečná energia spôsobuje vyparovanie vody v krajine a je zároveň aj hlavným energetickým zdrojom dynamických procesov v krajine. Pri nedostatočnom plošnom výpare vody z krajiny sa tak značná časť transformovanej slnečnej energie presúva z energie spotrebovanej na výpar na energiu meniacu sa na citeľné teplo v krajine. Dochádza tak k zmenám tokov energií v krajine, ktoré ovplyvňujú zmeny mikroklímy územia s množstvom dôsledkov. Synergickým účinkom tohto javu, ako aj zvýšeným odberom podzemných vôd, nesprávnymi agrotechnickými postupmi a vplyvom klimatických zmien v susediacich regiónoch dochádza k postupnému poklesu zásob vodných zdrojov v povodí (v dlhodobom trende) najmä v pôdnom profile a podzemných vodách. Pôdny profil a jeho podložie (zvodne) sú pritom najvýznamnejším a najväčším prirodzeným retenčným prostredím povodí a krajiny, ktorý viac ako desaťnásobne prevyšuje retenčný objem všetkých vodných nádrží na Slovensku a okamžitý objem vody vo vodných tokoch v celej riečnej sieti Slovenska. Komplexný vplyv pretvárania krajiny na zmenu vodného režimu krajiny a jeho dopad na zmeny klímy analyzuje a popisuje odborná publikácia „Voda pre ozdravenie klímy – nová vodná paradigma“.

3. Nástroje na presadenie a uplatnenie integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi

Viaceré tu uvádzané nástroje spadajú priamo pod ministerstvá a tak ich uplatnenie je vecou dohody a konsenzu o uplatnení zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov v rámci právnych noriem, rezortných politík a dotačných politík a pod.. Predpokladáme, že postupne bude dochádzať k zhode v systéme zavádzania zásad integrovaného manažmentu do praxe.

Legislatívne nástroje

1. Začlenenie zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov do právnych noriem v oblasti vodného a pôdneho hospodárstva a do oblasti posudzovania vplyvov na životného prostredie ako aj do stavebného zákona.

Koncepčné nástroje

1. Aktualizovať o problematiku integrovaného manažmentu najmä nasledovné koncepčné dokumenty: Koncepcia vodohospodárskej politiky Slovenskej republiky do roku 2015; Program protipovodňovej ochrany SR do roku 2010; Plán rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií pre územie SR a Kódex správnej poľnohospodárskej praxe

Nástroje v oblasti vodného plánovania, riadenia a monitoringu

1. Etablovať lokálnu zložku vodného plánovania prostredníctvom zostavovania plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí a spolupráce zainteresovaných subjektov v rámci samosprávy povodí
2. Odborne prediskutovať a pripraviť efektívnejší model údržby drobných vodných tokov obcami v rámci preneseného výkonu štátnej správy
3. Monitorovať realizáciu a reálne uplatnenie zásad integrovaného manažmentu v praxi a pravidelne vyhodnocovať dosiahnutý pokrok
4. Presadzovať uplatnenie zásad integrovaného manažmentu v rámci procesu implementácie Rámcovej smernice o vode a Povodňovej smernice na Slovensku
5. Podporovať premietnutie plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí do územno-plánovacej dokumentácie, programov hospodárskeho a sociálneho rozvoja a rozpočtov obcí a samosprávnych krajov vrátane relevantných VZN

Finančné nástroje

1. Finančné nástroje priamej a nepriamej pomoci nastaviť tak, aby plošné zadržiavanie a využívanie vody a realizácia plošných protieróznych opatrení boli motivujúce pre vlastníka a užívateľa pôdy alebo budovy a vytváral sa tým pozitívny multiplikačný efekt pre udržateľnosť ekonomického rozvoja obce, regiónu a ekosystémy krajiny
2. Aktualizovať podmienky na poskytovania dotácii v rámci Spoločnej poľnohospodárskej politiky s dôrazom na uplatňovanie

Príprava a realizácia opatrení protipovodňovej prevencie

1. Poskytnúť metodickú podporu obciam, vlastníkom, správcom a užívateľom pôdy a budov pri príprave a projektovaní opatrení protipovodňovej prevencie, zachytávania a využívania dažďovej vody v sídlach v spolupráci s vodárenskými spoločnosťami, správcom vodného toku, lesníkmi a farmármi
2. Prehodnotiť súčasný plán investičných aktivít, ktorý je súčasťou Programu protipovodňovej ochrany Slovenskej republiky do roku 2010 s dôrazom na uplatnenie zásad integrovaného manažmentu, najmä opatrenia protipovodňovej prevencie a účasť MP SR v rámci Spoločnej poľnohospodárskej politiky

Nástroje v oblasti vzdelávania a budovania kapacít

1. Zostaviť metodiku na prípravu Plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí
2. Realizovať vzdelávacie podujatia a informačné aktivity pre zástupcov obcí v tejto oblasti
3. Etablovať Kompetenčné centrum ZMOS, ktoré by sa zaoberal problematikou integrovaného manažmentu vodných zdrojov vrátane budovania a rozširovania expertného zázemie ZMOS v tejto oblasti

Nástroje v oblasti informačných systémov

1. Budovať integrovaný informačný systém v oblasti manažmentu vodných zdrojov obcí

Prínosy uplatnenia integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi

Uplatnenie zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi má zásadný hospodársky a spoločenský prínos v niekoľkých oblastiach naraz. Z hľadiska kvantity vody ich uplatnením v území sa vytvára synergický efekt pre množstvo spoločenských a hospodárskych oblastí:

1. Pre vodárenské spoločnosti, farmárov a domácnosti so studňami - zlepšovanie zásob podzemnej vody
2. Pre prírodu a les - zvýšenie biodiverzity a ekologickej stability územia, obnova biokoridorov a historických krajinných štruktúr územia
3. Zlepšenie mikroklimatických podmienok územia – príspevok k eliminácii globálneho otepľovania
4. Pre cestovný ruch – zatraktívnenie krajiny a zlepšenie prostredia pre rekreáciu
5. Pre farmárov – zníženie eróznych procesov, zvýšenie hektárových výnosov, zníženie potenciálnych strát, zníženie nepriaznivých extrémnych vplyvov počasia a zlepšenie vlhkostných pomerov pôdy
6. V centrách sídiel a na zastavaných plochách – príspevok k znižovaniu teploty zastavaných plôch a území, príspevok k znižovaniu prašnosti urbanizovaného prostredia
7. Pre vodné stavby – zníženie náporu extrémnych prejavov počasia a zníženie rizík ich poškodenia, ich riadené zapojenie do systému preventívnych protipovodňových opatrení v území
8. Dostatok vodných zdrojov v území má priamy prínos aj pre zdravie a potravinovú bezpečnosť

Uplatňovanie integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi poskytuje viacero komplexných prínosov medzi ktoré patria napríklad:

1. Plošná ochrana vôd pred znečistením a plošná ochrana pôd pred pôdnou eróziou
2. Zlepšenie hospodárenia s vodnými zdrojmi na území jednotlivých obcí
3. Hospodárnejšie nakladanie s prostriedkami verejnej správy
4. Zvýšenie účasti verejnosti na procesoch vodného plánovania
5. Prevzatie spoluzodpovednosti všetkých užívateľov pôdy a vody v území za ochranu a využívanie vodných zdrojov a pôdneho fondu

6. Urýchlenie a ekonomické zefektívnenie:

    - dosiahnutia dobrého stavu vôd v zmysle požiadaviek legislatívy EÚ
    - dobudovania verejných vodovodov a systémov likvidácie odpadových vôd
    - zníženia povodňových rizík zlepšením krajinnej štruktúry a vodného plánovania

7. Skoršie a ekonomicky únosnejšie celoplošné zabezpečenie čistenia odpadových vôd v obciach všetkých veľkostných kategórií

8. Zlepšenie možnosti získať, prípadne dobudovať, ale aj zachovať súčasne využívané vodné zdroje v území pre zabezpečenie pitnej vody pre obyvateľstvo

9. Zásadný príspevok k eliminácii negatívnych prejavov zmien klímy v krajine prostredníctvom odstraňovania príčin lokálnych a regionálnych zmien klímy, ktoré vznikli z dôvodu negatívnej zmeny vodného režimu krajiny pri premene prírodnej krajiny na kultúrnu krajinu

10. Rozvoj spolupráce obcí a spolupráce všetkých sektorov, vrátane vlastníkov pôdy a nehnuteľností v území v rámci ich prirodzených povodí

11. Zlepšovanie integrovaného priestorového plánovania a povoľovania stavieb

12. Predpokladaná úspora verejných prostriedkov (tak na strane obcí ako aj štátu) na projektoch prípravy a budovania verejných kanalizácií (na zabezpečenie čistenia odpadových vôd obyvateľov nepripojených na verejnú kanalizáciu), verejných vodovodov a opatrení na ochranu územia pred povodňami oproti súčasnému (tradičnému, teda nie integrovanému) prístupu je 40 až 50 %. Tento odhad vychádza z dôkladného domáceho a medzinárodného porovnania ekonomických návrhových parametrov

Prierezové prínosy uplatňovania integrovaného manažmentu vodných zdrojov sú ďalej v oblastiach:

1. Vytváranie nových pracovných miest a príspevok k zmierňovaniu regionálnych rozdielov nakoľko je potrebné uplatniť zásady integrovaného manažmentu celoplošne v území a v sídlach všetkých veľkostných kategórií sídiel, komunít obyvateľov, vrátane užívateľov pôdy bez rozdielu veľkosti
2. Zvyšovanie konkurencieschopnosti obcí a regiónov vrátane zlepšenia medzinárodného postavenia sr prostredníctvom inovácie vodnej a pôdnej politiky sr a rozvoja medzinárodne konkurencieschopného výskumu a vývoja na Slovensku, ktoré nadviažu na uplatnenie koncepcie v praxi (inovačný rast)

Uplatnením týchto Zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi je možné reálne a výraznejšie prispieť k redukcii povodňových rizík, súbežne aj rizík sucha, k redukcii škôd, k efektívnejšiemu zabezpečeniu verejných vodovodov a verejných kanalizácii, ako aj k efektívnej redukcii požadovaných verejných nákladov na dlhodobé riešenie a zabezpečenie tejto problematiky.

Ochrana a obnova vodných zdrojov na území katastra

Integrované riadenie vodných zdrojov vychádza z poznania základných okruhov problémov a zmien vo vodných pomeroch (kvalitatívnych a kvantitatívnych) a hydrologického režimu od národnej až po lokálnu úroveň. Na národnej úrovni v kontexte riešenia problémov na úrovni Európskej únie sa týmto zaoberajú na to poverené štátne organizácie – Výskumný ústav vodného hospodárstva, Slovenský vodohospodársky podnik a Slovenský hydrometeorologický ústav v rezorte MŽP SR v koordinácii s ostatnými rezortmi najmä MP SR a MV SR. Na princípe subsidiarity však nemenej dôležitú úlohu majú obce, samosprávne orgány (obcí a vyšších územných celkov) ale i občania a občianske združenia. Týka sa to bezprostredne aj vlastníkov, správcov a užívateľov pôdy a to nielen tých, ktorý spravujú pozemky so zdrojmi vody alebo nimi pretekajú, ale aj ostatných častí malého alebo veľkého povodia. To v podstate znamená, že skoro každého z nás vo väčšej alebo menšej miere.

Základným princípom je poznanie problémov s vodou na území katastra obce alebo vlastných pozemkov. Problémy objektívne analyzované do takej miery, že sa pozná aj príčina, sú základným predpokladom ich dobrého riešenia a integrovaného prístupu k ich riadeniu čoho výsledkom je synergický efekt dobrého stavu a narábania (využívania) vodných zdrojov.

Integrácia zúčastnených strán manažmentu

Nie je možné odstrániť problémy len v jednom alebo len v niektorých katastroch, typoch krajiny, regiónoch ak sa v iných bude ignorovať princíp vzájomnej a spoločnej zodpovednosti za stav vody vtekajúcej a vytekajúcej z obce a katastra. Neodstránením problémov v obci proti prúdu spoločného toku sa tieto postupne budú opätovne generovať aj v obci po prúde, ktorá sa v rámci vlastného katastra dočasne a náročne s problémami vysporiadala.

Tento problém sa nedá unifikovane vysvetliť a aplikovať pre všetky obce jednotne. Každá obec a jej kataster leží v inom prostredí od nížinných presvetlených priestorov až po tienisté horské oblasti. Každá obec má iný geologický podklad a geotektonickú stavbu, rôzne sú typy a charakter pôd, expozícia (orientácia na svetové strany), sklonitosť, klimatické pomery, stupeň zmien v krajine od poloprírodnej až po úplne funkcionalistickú zameranú najmä na produkciu. Od toho sa odvíjajú možné opatrenia zamerané na protipovodňové a protierózne javy a javy s nimi súvisiacimi (dominový efekt, kde všetko so všetkým súvisí).

Vodu treba v prvom rade spomaliť na jej ceste dolu svahom napr. obnovou subhorizontálne umiestnených pásov trávnatých porastov o minimálnej šírke 20 m. Kde je to možné, v hornej časti týchto pásov je nevyhnutné vysadiť aj kroviny a pred ne spraviť vsakovacie pásy, teda liniové priehlbne o hĺbke takej aby sa docielil efekt stojacej a postupne vsakovanej vody na svahu. Ak je príval vody vyšší tento sa na krovinách a stabilizovanom trávnatom poraste spomalí a zredukuje. Trávnaté pásy je však nevyhnuté udržiavať pravidelným kosením alebo pastvou ľahkého dobytka alebo hydiny. Vyrastený a neudržiavaný vysoký trávnatý porast má veľmi negatívny účinok a správa sa ako „slamená strecha“, po ktorej voda rýchlo stečie dolu.

Technicky náročnejšie je budovanie sústavy navzájom prepojených „jazierok“, resp. depresií, jamiek alebo priehlbní, ktoré sa v prívale vody postupne napĺňajú a spomaľujú alebo zadržia príval vody (nazýva sa to aj vodoholding). Poznáme širokú škálu podôb takýchto zariadení, veľmi účinných a z hľadiska funkcií veľmi prospešných (okrem zadržania prívalovej vody fungujú ako vsakovacie priestory do podložia a dotácie vodného režimu podzemných vôd, výpar vody do ovzdušia a zlepšovanie klimatickej bilancie, ochladzovanie mikroklímy, zlepšovanie stavu vegetácie, vznik iných vodných zdrojov, keď voda na inom mieste vypramení a mnohé iné).

Obnoviť pôvodný biotop mokrade je komplexný a dosť zložitý problém, ale nie je neriešiteľný. Základným poznaním je, že mokraď sa v súvislosti so zmenami vodného režimu

správa ako špongia, teda má vysokú schopnosť nasiakavosti a koncentrácie ohromného množstva vody v sebe. Vegetácia mokrade zasa je schopná využiť veľké množstvo živín a teda aj nečistôt, ktoré takto nasiaknutá voda obsahuje a následne uvoľňovať (do povrchu alebo do podzemia) čistú vodu ochudobnenú o organické a iné chemické zložky. K obnove mokrade však treba pristúpiť po komplexnom poznaní reprezentatívneho geoekosystému a súvisiacich vplyvov. V zásade by sa však malo vychádzať z faktu, že mokraď sa nedá obnoviť tam, kde nikdy nebola, resp. geoekologický potenciál krajiny nie je orientovaný na mokrade. V takomto prípade je lepšie preferovať budovanie systémov jednoduchých mokraďných priehlbní.

Ich charakter je v podobe systému (lineárneho alebo plošného) plytkých permanentných jazierok s čiastočne zavedenými močiarnymi podmienkami, ktoré trvale udržujú mokraďovú vegetáciu a tá zase na oblátku značne intenzívne odstraňuje kontaminanty. Vysoká hladina spodnej vody alebo slabo odvodnené pôdy sú podmienkou pre mokradné priehlbne. Nedostatkom mokradných priehlbní, teda aspoň v obývaných a komerčných oblastiach, je že tieto môžu podporovať rozmnožovanie komárov. Preferované plochy takýchto opatrení sú v dolinkách v priestore prirodzenej drenáže a odtoku vody z krajiny, v blízkosti väčších úžitkových plôch (napr. ihriská, dvory, športové areály, parkoviská) ale i v lese alebo v kombinácii s inými opatreniami v krajine. Iným podobným riešením sú napr. vegetačné zvodnené priehlbne ako široké plytké kanály určené na spomalenie odtoku dažďovej vody, pričom súčasne pomáhajú infiltrácii a filtrovaniu kontaminantov a sedimentov počas procesu odvádzania odtokov. Vegetačné priehlbne poskytujú vynikajúcu environmentálnu alternatívu klasickým drenážnym systémom s obrubníkmi a cestnými priekopami, pričom zabezpečujú aj čiastočnú úpravu s možnou distribúciou dažďovej vody do systémov na zbieranie a odvádzanie dažďovej vody. Sú často silne porastené hustou a rôznorodou zmesou pôvodných, blízko seba rastúcich vodomilných rastlín s vysokým potenciálom odstraňovať znečisťujúce látky a zabezpečovať výpar vody.

Medzi technicky náročnejšie „stavby“ možno považovať rôzne typy prehrádzok v prirodzených tokoch, odtokových rigoloch, jarkoch, eróznych ryhách a pod. V prirodzených tokoch sa veľmi osvedčujú priečne stavby z dreva (guľatiny ihličnanov) ale i náročnejšie prehradenie toku stavebnými košmi – gabiónmi, kde sa zadrží iba menšie množstvo vody, hrádza ostáva priepustná pre prirodzený prietok, ale v čase zvýšených prietokov sa voda zadrží, spomalí a tým sa zníži jej účinok. Najnáročnejšie je prinavrátiť pôvodne upravený a regulovaný tok do takého tvaru, blízkeho prirodzenému, ktorý by spĺňal očakávania najmä vo vzťahu k protipovodňovej prevencii. K rozhodnutiu pre takéto nápravné (reštauračné) opatrenia je možné pristúpiť len na základe podrobnej odbornej analýzy. Ak to umožňujú pozemky tak je veľmi

vhodné úpravu toku spojiť s vybudovaním laterálneho poldra, plošného alebo v podobe paralelného toku. Takéto zariadenie slúži k cielenému vybreženiu zvýšenej hladiny vody z koryta toku a jej prerozdelenie do vopred vybraného rozsiahlejšieho priestoru (poldra), ktorý je buď bezodtokový alebo je zabezpečený paralelným korytom na postupný odtok vody z neho. Týmto efektom sa prerozdelí masa vody na dva (a viac) tokov pričom jeden (alebo viac) sa spomalí alebo až zastaví a „počká“ kým sa preženie ostatná voda. Časť zadržanej vody zasa vsiakne do podložia a nebude odtekať, vyparí sa alebo bude využitá vegetáciou.

K obnove svojho katastra za účelom obnovy vodného režimu, ochrany a dostupnosti vodných zdrojov pitnej vody ale i na druhej strane prevencie proti prívalovým vodám a povodniam, zabráneniu straty pôdy jej eróziou a presušením, vzniku svahových deformácii, zosuvov a závalov, stratu pôdnej úrodnosti sa dá pristúpiť krok za krokom. Je nevyhnutné si všímať proces pozemkových úprav a optimalizáciu priestorovej štruktúry krajiny a využívania jej prírodných zdrojov. Krajinu nechránime tým, že ju necháme bez zásahu ale naopak krajinotvorbou ju dostaneme do ekologickej stability pri zachovaní jej optimálnej produkčnej kapacity vrátane jej optimálnej vodnej bilancie, vodoudržateľnosti a produkcie ekosystémových funkcií. A to všetko sa odvíja od vodného režimu v nej, siete povrchových tokov a ich primárnych zdrojov a vodného cyklu podzemnej vody, ktorú síce nevidíme ale jej zmeny cítime v podobe abnormálnych často až dramatických stavoch a situácií. Tým, že spoločnosť je nasmerovaná ľahšou a lacnejšou cestou odkanalizovať dažďovú vodu zo svojho prostredia, dopláca inak za vysušovanie svojej krajiny. Znižuje sa výpar vody do atmosféry a vlhkosť vzduchu, zvyšuje sa tvorba citeľného tepla, rastie prašnosť, rastie teplota, zhoršujú sa niektoré zdravotné problémy.

Na integrovanom riadení vodných zdrojov sa podieľa každý z nás tak ako každý z nás je odkázaný na vodné zdroje a k prístupe k dostatočnému množstvu pitnej a úžitkovej vody. Je to súlad záujmov a možností a nie presadzovanie jednotlivých priorít. Voda a vodné zdroje je natoľko dôležitou podmienkou prežitia, že len integrovaným prístupom a združením kapacít sa dá dosiahnuť jej optimálne využívanie a udržiavanie ekosystémových funkcií krajiny, ktoré zabezpečia jej obnovu a dostupnosť aj pre budúce generácie.

Obec a vodné plánovanie

Identifikácia významných vodohospodárskych problémov povodí patrí k povinnej časti plánu implementácie Rámcovej smernice o vode na Slovensku. Nasledovná tabuľka poskytuje prehľad významných vodohospodárskych problémov obcí a povodí, v ktorých sa nachádzajú, vo väzbe na navrhované opatrenia, ktoré vyplývajú z uplatňovania zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov.

Tabuľka 3: Prehľad vodohospodárskych problémov obcí a povodí, vo väzbe na navrhované opatrenia

Najvýznamnejšie vodohospodárske problémy	Opatrenia na riešenie daného problému
Fyzický stav krajiny	
Vysoká pôdna erózia	Príprava a realizácia plošných protieróznych opatrení v krajine; zlepšenie hospodárenia s pôdou
Poškodená schopnosť povodí a mikropovodí zadržiavať vodu	Príprava a realizácia opatrení na zvýšenie schopnosti povodí a mikropovodí zadržiavať vodu
Strata funkčnej vegetácie v krajine	Obnova funkčnej vegetácie v krajine s dôrazom na zavlažovanie zelene (v intravilánoch sídiel) a zlepšenie štruktúry poľnohospodárskej pôdy (v extravilánoch sídiel)
Vysoké povodňové riziká v dôsledku nevhodnej štruktúry krajiny a hospodárskych aktivít, vrátane poľnohospodárskej praxe	Potreba eliminovať povodňové riziká prípravou a realizáciou opatrení protipovodňovej prevencie
Znehodnotenie životného prostredia a poškodenie ekosystémov na území obce	Uplatňovanie zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov v krajine a pri obnove vodného režimu krajiny. Tieto opatrenia budú viesť k ozdraveniu ekosystémov krajiny a zvýšeniu biodiverzity územia
Zmeny klímy, znižovanie vodnej bezpečnosti a stability územia	Eliminácia neužitočného odvádzania vôd z povodia a obnova vodného režimu krajiny
Kvalita vody	
Nedostatočná úroveň čistenia odpadových vôd a chýbajúca likvidácia odpadových vôd	Dôkladné čistenie odpadových vôd vo všetkých sídlach a komunitách

Bodové a plošné znečistenie podzemných a povrchových vôd	Eliminácia bodových a plošných zdrojov znečistenia pôdy a podzemných vôd
Zanášanie vodných plôch a tokov nánosmi a odpadkami	Dôkladná ochrana pôdneho fondu, preventívne opatrenia a čistenie vodných tokov a plôch a ich povodí od odpadu
	Dostupnosť vody
Chýbajúci verejný vodovod	Vytvorenie predpokladov pre ekonomicky prijateľné a dlhodobo udržateľné zabezpečenie prístupu obyvateľov k verejnému vodovodu
Nedostatok vody (predlžovanie období sucha, znižovanie zásob vodných zdrojov v území)	Príprava a realizácia dôsledných plošných opatrení protipovodňovej prevencie za účelom zlepšenia vodného režimu krajiny a zásob vodných zdrojov
	Ekonomika vody
Regulačné obmedzenia ceny vody	Zreálnenie ceny vody jej postupnou dereguláciou v čo najkratšom možnom čase. Vyriešenie sociálneho aspektu po zavedení deregulácie cien vody
Vysoké náklady potrebné na vybudovanie a dobudovanie systémov likvidácie odpadových vôd a vodovodu	Zreálnenie nákladov na vybudovanie systémov likvidácie odpadových vôd a vodovodu prostredníctvom skúmania investične najvýhodnejšieho modelu čistenia odpadových vôd alebo zabezpečenia pitnej vody pre obec alebo komunitu. Odporúčaným nástrojom pre takýto postup je tzv. Otvorené plánovanie a jeho realizácia
Nehospodárne nakladanie s dažďovými vodami v území najmä mestskom prostredí	Dažďovú vodu je potrebné v území využívať na podporu výparu vody z územia a povrchu rastlín, zavlažovanie verejnej zelene, na vsakovanie do podložia a ďalšie účely. Jej odvádzanie do verejnej kanalizácie znížiť na minimum
Nedostatočne rozvinuté podporné a motivačné nástroje (finančné a nefinančné) pre oblasť zavádzania a presadzovania integrovaného manažmentu vodných zdrojov do praxe	Využiť otvorené plánovanie ako nástroj na komplexné hodnotenie alternatív riešení, vrátane ich ekonomického posúdenia. Vytvorenie a vývoj nových podporných a motivačných nástrojov (prostredníctvom nových systémov dotácií, daní, bonusov, poplatkov, zreálnenia ceny vody a lepšieho nastavenia OP ŽP alebo PRV)

Inštitucionálne problémy	
Absencia koordinačných orgánov pre oblasť integrovaného manažmentu vodných zdrojov na národnej úrovni / na úrovni povodia / na území obce	Zriadenie multisektorových koordinačných orgánov (po dohode so štátnou správou a na legislatívnom základe): v na národnej úrovni (ZMOS / MP SR / MŽP SR / SVP š.p. / Štátne lesy š.p. / zástupcovia súkromných vlastníkov pôdy a farmárov / SPPK / združenie spoločenstiev vlastníkov bytov atď.) v na úrovni povodia – zástupcovia územnej samosprávy (samospráva povodí), mimovládnych organizácií a hlavní sociálno-ekonomickí partneri v povodí v na úrovni obce – spolupráca sociálno-ekonomických partnerov, vlastníkov a správcov pozemkov a budov a obyvateľov na území obce
Nedostatočná komunikácia dotknutých subjektov v oblasti vodnej politiky	Podpora pravidelného dialógu a komunikácie za účelom výmeny skúseností. Činnosť expertných skupín pre novelizáciu vodnej legislatívy a inováciu podporných a motivačných nástrojov
Absencia expertnej inštitúcie obcí pre oblasť integrovaného manažmentu vodných zdrojov	Príprava a vytvorenie Kompetenčného centra ZMOS na podporu budovania expertných kapacít, kapacít v regiónoch, pre účely poradenstva a expertné činnosti
Úroveň riadenia	
Absencia integrovaného manažmentu vodných zdrojov v praxi	Prijatie a aplikácia zásad integrovaného manažmentu vodných zdrojov na území obcí a ich povodí. Aktualizácia vodnej legislatívy. Aktualizácia koncepčných a strategických dokumentov v oblasti vodného hospodárstva a pôdohospodárstva. Aktualizácia a zefektívnenie podporných, finančných a motivačných nástrojov
Nedostatočná správa malých vodných tokov	Prehodnotenie systému správy malých vodných tokov, zefektívnenie a aktualizácia ich správy
Absencia plošnej ochrany vodných zdrojov v krajine	Stanovenie environmentálnych cieľov v oblasti vody podľa Rámcovej smernice o vode. Posudzovanie dopadov investičnej, stavebnej a hospodárskej činnosti na obeh vody v krajine. Prehodnotenie doterajších úprav krajiny ovplyvňujúcich vodnú bilanciu a vodný režim územia
Absencia nových foriem spolupráce pre účely zlepšenia manažmentu dažďových vôd a eliminácia pôdnej erózie	Príprava, zriadenie a činnosť vodných spoločenstiev - v intravilánoch obcí. Príprava, zriadenie a činnosť vodných fariem – v extravilánoch obcí. Účasť obcí, verejnosti, vrátane vlastníkov a užívateľov pôdy a budov v plánovacích procesoch a manažmente dažďových vôd
Absencia lokálnej zložky vodného plánovania	Príprava a realizácia projektov protieróznych opatrení a opatrení na zadržiavanie vody na území obcí a ich povodí. Príprava a schvaľovanie plánov integrovaného manažmentu vodných zdrojov obcí ako lokálnej zložky plánov manažmentu povodí a Vodného plánu Slovenska

4. Potenciál využívania bezpilotných lietadiel (UAV) a IT technológií na zefektívnenie klimatického monitoringu

Úlohou tohto projektu bolo rozpracovať hlbšie poznanie s možnými praktickými krokmi pri riešení základných strategických dokumentov na lokálnej úrovni (územný plán, pozemkové úpravy, lesohospodárske plány).

V tejto oblasti je veľa neznámych, málo vedeckých poznaní s dlhodobým sledovaním a nedostatok praktických skúseností pri praktickej realizácii a preto aj riešiteľský tím tohto projektu očakáva, že v ďalších rokoch sa postupy a technické detaily a riešenia budú hlbšie rozpracovávať, zdokonaľovať a vylepšované. Na vyriešenie tohto problému a na zlepšenie porozumenia vzťahu voda – vegetácia - klíma je potrebné sledovať niekoľko výskumných úloh a rozpracovať komplexné, teda integrované vedecko-výskumné práce, ktoré ale nie sú predmetom prezentovaného projektu. Techniky monitorovania sa v posledných desaťročiach zdokonalili a umožnili podrobné štúdie a vyhodnotenie vplyvu krajinnej pokrývky na teplotnú dynamiku, evapotranspiráciu a toky citeľného tepla z rôznych druhov krajinnej pokrývky

Bežne používané technológie

Štandardne sa pri realizácii klimatického monitoringu používajú dáta z rôznych zdrojov ako napríklad katastrálne mapy, územné plány a ďalšie mapové vrstvy ktoré popisujú stav krajiny. Nedostatkom tejto metódy je, že takto získané dáta z rôznych zdrojov sú často neaktuálne a každý z týchto zdrojov reprezentuje iný bod v čase. Závery vyvodené z takto získaných podkladov môžu byť preto mylné, keďže posudzovanie neprebiehalo vzhľadom na aktuálny stav územia.

Ďalší dostupný zdroj údajov sú dáta dostupné zo satelitov - mnohé väčšie vesmírne organizácie (ESA, NASA) poskytujú dáta zo satelitov ktoré sú vhodné na posudzovanie klimatického stavu. Jedná sa o výborný zdroj dát pre potreby posudzovania väčších krajinných celkov ako sú celé krajiny, alebo kraje.

Satelitné snímky síce umožňujú vyhodnotenie krajinnej pokrývky a súvisiacich zmien teploty, siahajúce až do 80. rokov, avšak na posúdenie a detailnú analýzu v rozsahu miest a obcí majú tieto dáta príliš nízke rozlíšenie a mohlo by tak dôjsť k prehliadnutiu niektorých špičkových hodnôt meraných ukazovateľov. Na rýchlo meniace sa prostredie, ktoré je potrebné často a rýchlo vyhodnocovať sú tým pádom nepostačujúce.

Nové technológie v podobe bezpilotných lietadiel so sebou prinášajú výrazný posun v niekoľkých aspektoch, ako napríklad v rozlíšení, ktoré je rádovo vyššie ako pri satelitných snímkach, je možné dosahovať až milimetrovú presnosť, vďaka rýchlemu a flexibilnému zberu dát je zabezpečená stála aktuálnosť a získané dáta je možné spracovať v trojdimenzionálnej sústave.

Dôvody použitia bezpilotných lietadiel na získanie dát

Jedným z cieľov projektu bola čo najpresnejšia identifikácia oblastí v skúmaných katastroch, ktoré negatívne vplývajú na klímu, preto sme považovali za dôležité pracovať s aktuálnymi dátami.

Bezpilotné lietadlá (UAV) sú v dnešnej dobe rastúcim segmentom, ktorý umožňuje rýchly a presný zber dát o území. Európska únia vyjadrila svoj záujem podporiť rozvoj technológie bezpilotných lietadiel v deklarácii z Rigy z roku 2015 . V priebehu uplynulých rokov sa výrazne zvýšilo množstvo dostupných modelov UAV a aj kompatibilných senzorov na zber dát. Pre tieto dôvody sme sa rozhodli pre zber dát za pomoci UAV.

Zber a spracovanie dát

Pri práci na tomto projekte, ktorý pojednáva o stave krajiny a teplotného režimu krajiny a jej schopnosti zadržať dažďovú vodu a návrhu potrebnej transformácie krajiny na ozdravenie klímy pre jednotlivé mestá sa využíva metóda identifikácie významných miest z hľadiska príspevku ku klimatickému riziku. Dáta na prípravu správy boli získané technikami diaľkového prieskumu Zeme. Výpočty boli realizované najmä s využitím geografických informačných systémov (GIS).

Počas letov prebiehal zber RGB fotografii, termovízne fotografie a fotografie v ďalších neviditeľných spektrách.

Na analýzu územia boli použité geopriestorové dáta získané prostredníctvom spracovania fotografií, ktoré boli získané vďaka použitiu bezpilotného vzdialeného prieskumu Zeme. Zber dát bol realizovaný počas dní za jasného počasia pri teplotách vzduchu 25-30°C, v období bez výraznej zrážkovej činnosti. Takto získané dáta boli ďalej spracované použitím fotogrametrických postupov do mračna bodov, modelu terénu, modelu povrchu a ortomozaík vo viditeľnom farebnom a taktiež v infračervenom spektre. Vďaka využitiu fotogrametrie boli získané dáta referencované v troch dimenziách oproti bežným spôsobom merania, ktoré väčšinou poskytujú informácie len v dvoch dimenziách. Na základe snímania multispektrálnou

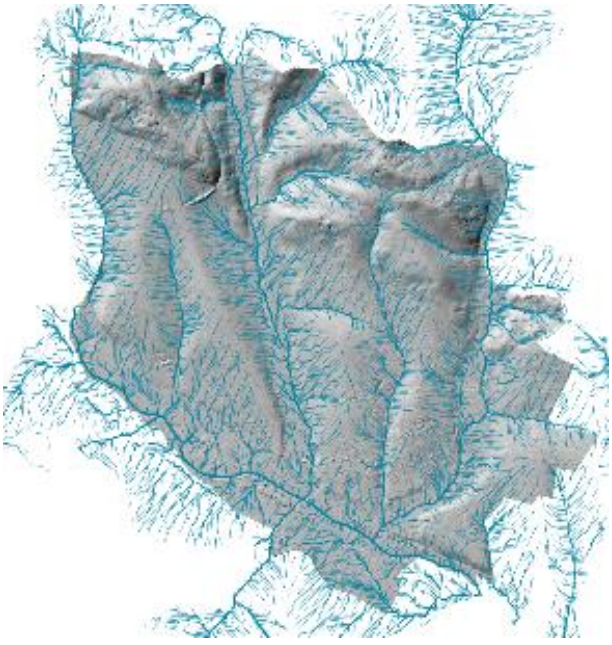
kamerou bol vypracovaný aj vegetačný index NDVI, ktorý charakterizuje stav biomasy celkom (objem a vitalitu), pričom zjednodušene platí – čím vyššia hodnota NDVI, tým vyvinutejšia biomasa, charakterizovaná vyšším obsahom chlorofylu v rastlinách, a preto významnejšou schopnosťou fotosyntézy.

Obrázok 26: Dáta vo forme mračna bodov

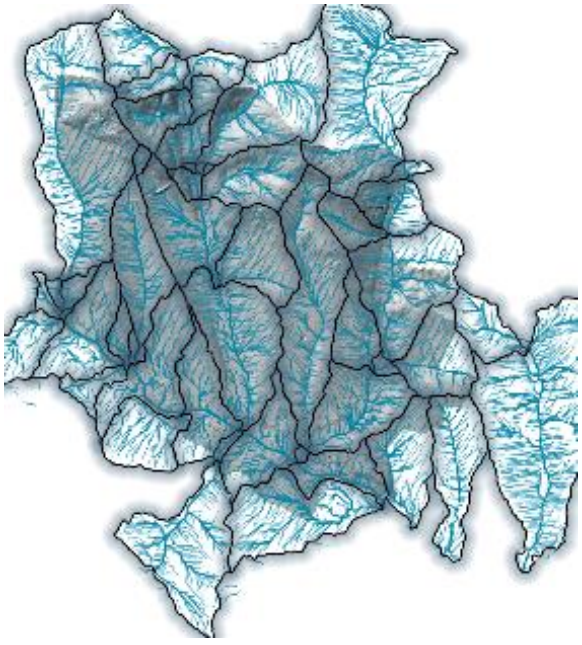
Analýza vodného potenciálu katastrálnych území jednotlivých miest v rámci územného plánovania v prebiehajúcej klimatickej zmene

Na analýzu vodného potenciálu jednotlivých miest bola zvolená metodika, ktorá dokáže zhodnotiť vodnú bilanciu vody v území/na odtokových plochách (mikropovodiach/častiach územia) tak, aby bolo možné kvantifikovať množstvo vody, ktoré odteká počas extrémnych zrážok a ktoré môže byť potenciálom pre také nakladanie s dažďovou vodou, ktoré posilní termoreguláciu v prebiehajúcej klimatickej zmene. Taktiež ide o návrh takého využívania krajinnej štruktúry, ktoré zabezpečí urbanizmus územia aj s potrebami ochrany územia pred klimatickou zmenou. Zvolili sme metódu CN kriviek, ktorá pomerne reálne dokáže kvantifikovať koľko dažďovej vody odteká z územia bez úžitku a ako ju využiť pre potreby ochrany územia pre ochranu klímy, zlepšovanie prostredia pre kvalitu života i ochranu biodiverzity. Na základe prírodných charakteristík, štruktúry krajiny a poškodenosti územia (odtokových plôch/mikropovodí) – sa dá kvantifikovať bilancia objemu odtoku dažďovej vody na extrémnu prívalovú zrážku a pre získané poznatky o objeme odtoku dažďovej vody sa dá nájsť primerané riešenie s využitím miestnych prírodných zdrojov a navrhnúť odporúčania pre zmeny do územného plánu, lesných hospodárskych plánov a pozemkových úprav.

Model terénu bol využitý ako podklad pre vytvorenie simulácie povrchového toku vody a následne rozdelenia oblasti na mikropovodia.



Obrázok 27: Simulácia povrchového toku vody



Obrázok 28: Územie rozdelené na mikropovodia

Celé katastrálne územia miest boli rozdelené na mikropovodia a rôzne typy povrchov podľa využívania územia. Pre každú skupinu povrchov sa využívajú indikátory. Hodnota indikátora sa vyjadruje pre každé územie číselnou hodnotou. Číselná hodnota sa pri každom indikátore priradí územiu, definovanému typom povrchu v danom mikropovodí katastrálneho územia. Pre lepšiu prehľadnosť sa spravidla indikátory vyjadrujú v podobe mapy, kde je každému povrchu priradená jedna farba v závislosti od dosiahnutej hodnoty. Táto analýza má ukázať, ako fyzicko-geografické, infraštruktúrne a iné vlastnosti územia prispejú k tomu, aby sa negatívne dôsledky klimatickej zmeny prejavovali v zosilnenej, alebo naopak v zmiernenej podobe

RGB dátová vrstva bola spracovaná tak aby boli identifikované jednotlivé typy povrchov, tieto boli rozdelené do nasledovných skupín:

- Zastavané plochy – plochy na ktorých sa nachádzajú budovy
- Cesta – asfaltové a iné spevnené cesty, chodníky a parkoviská
- Lesné porasty
- Solitéry – osamotené skupiny stromov alebo kríkov
- Trvalé trávnaté porasty
- Orná pôda
- Ostatné plochy –„zelené“– zelené plochy o rozmere 4m^2, ktoré neboli identifikované ako vyššie uvedené kategórie, no napriek tomu hodnota NDVI indexu presahovala hodnotu vyššiu ako 0,5 (ide takmer výlučne o trávnaté plochy a záhrady v intraviláne)
- Ostatné plochy – „nezelené“ – nezelené plochy o rozmere 4m^2, ktoré neboli identifikované ako vyššie uvedené kategórie, a hodnota NDVI indexu bola nižšia ako 0,5 (predovšetkým dvory rodinných domov a nespevnené cesty)
- Vodná plocha – plochy vody bez zjavného prúdenia
- Riečisko – korytá vodných tokov

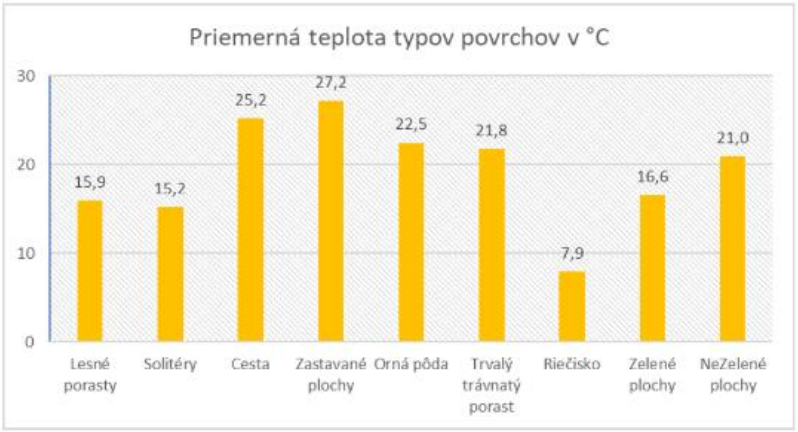
Vznikli tak jednotlivé objekty ktoré vo vektorovom vyjadrení reprezentovali objekty detegované na RGB fotografiách. Pre každú inštanciu objektu boli vypočítané štatistické údaje teploty povrchu a odtoku vody, ktoré boli ďalej sumarizované v rámci jednotlivých mikropovodí.

Zistenie povrchových teplôt rôznych typov povrchov jednotlivých území miest ich zhodnotenie

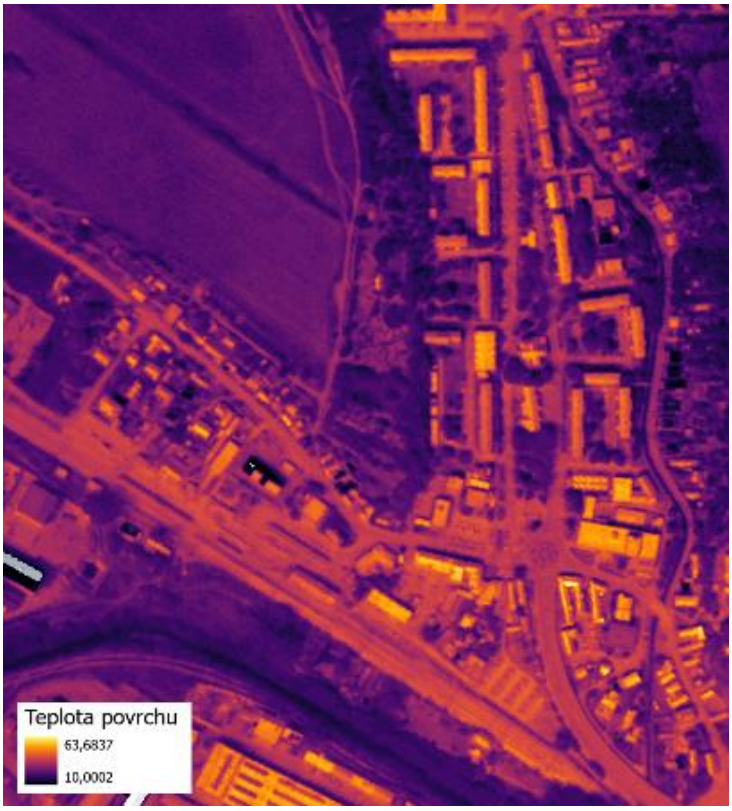
Okrem diaľkového snímania katastrálnych území jednotlivých miest vo viditeľnom spektre za pomoci bezpilotného lietadla, bolo uskutočnená taktiež termovizuálna metóda diagnostiky povrchu prostredníctvom termovíznej kamery. Z diaľkového snímania boli zistené povrchové teploty na celých územiach. Na výpočet priemerov jednotlivých typov povrchov, bol použitý vážený priemer, nakoľko bolo potrebné zohľadňovať celkovú plochu individuálnych typov povrchov. Po aplikovaní váženého priemeru bolo možné vyhodnotiť teplotný stav jednotlivých kategórií povrchov pre každé mikropovodie zvlášť

Z ortomozaiky v infračervenom spektre boli získané povrchové teploty jednotlivo pre každý typ povrchu zvlášť. Následne bol vykonaný výpočet pre každý samostatný objekt vyskytujúci sa na ortomozaike, tak aby bola pre každý objekt jednoznačne priradená výsledná teplota, ktorá predstavuje priemer všetkých zaznamenaných bodov daného objektu na ortomozaike. Z ďalšej analýzy vyplynulo, že na výpočet priemerov jednotlivých typov povrchov, je vhodné aplikovať vážený priemer, nakoľko je potrebné zohľadňovať celkovú plochu individuálnych typov povrchov. Po aplikovaní váženého priemeru sme sa dopracovali k výsledku, na základe ktorého bolo možné vyhodnotiť teplotný stav jednotlivých mikropovodí.

Na obrázku nižšie je farebne znázornená teplota povrchu prostredníctvom termovíznej fotografie kde je možno pozorovať situáciu kde sa v centre mesta Lipany v okolí kruhového objazdu nachádza veľká plocha bez akejkoľvek zelene, táto plocha má priemernú teplotu 35,4°C. Len o cca 300 metrov severne kde sa nachádza park s mnoho spevnenými plochami ktoré sú pod stromami. V rovnakom rádiuse je tu priemerná teplota 27,2°C. Vďaka prekrytiu zeleňou spevnené plochy v jej okolí neakumulujú toľko tepla.



Obrázok 29: Rozdiel teploty na rôznych typoch povrchov v k-ú- Stará Ľubovňa



Obrázok 30: Teplota povrchu centra mesta Lipany

Rozlíšenie zelených a nezelených povrchov pomocou vegetačného indexu NDVI

Nakoľko katastrálne mapy a iné bežne dostupné podklady neobsahujú aktuálne ani dostatočné informácie o krajine, bolo okrem klasického RGB snímania použité taktiež snímanie multispektrálnou kamerou. Na základe snímok bol vypracovaný aj vegetačný index NDVI, ktorý povrch krajiny kategorizoval na zelené (pokryté vegetáciou) a ostatné plochy. Ako hraničná bola použitá hodnota 0,5, kde hodnoty pod 0,5 predstavujú neživé objekty, alebo vegetáciu s narušeným cyklom fotosyntézy a hodnoty nad 0,5 predstavujú vegetáciu v dobrej kondícii.

Obrázok 31: NDVI index

5. Zhodnotenie klimatického rizika

Pre vyhodnotenie klimatického rizika boli použité nasledovné dáta:

- štruktúra povrchu daného územia reprezentovaná typom povrchu
- hydrologická situácia definovaná mikropovodiami a povrchovým odtokom z nich
- priemerná povrchová teplota za daný typ povrchu v danom mikropovodí (ktorá v prípade zelených povrchov zjednodušene reprezentuje aj evapotranspiráciu).

Hodnoty priemerných teplôt povrchov získaných z nameraných dát a vypočítaného povrchového odtoku zo záujmového územia sídla boli normalizované a lineárne namapované na interval <0, 1>.

Výsledná hodnota klimatického rizika vznikla súčinom takto získaných hodnôt teploty a povrchového odtoku, pričom využívame úvahu, že čím je povrchový odtok z mikropovodia väčší a zároveň čím je vyššia teplota povrchov v danom mikropovodí, tým má mikropovodie silnejšie negatívne prejavy na mikroklímu a krajinu ako takú.

Pre lepšiu uchopiteľnosť problematiky klimatického rizika bola navrhnutá tzv. matica klimatického rizika. Do matice klimatického rizika je premietnutá vyššie spomenutá úvaha na jej osiach. Pri rozdelení hodnôt na osi x (miera povrchového odtoku) a osi y (priemerná teplota) na 5 intervalov vzniká v matici možnosť priradenia 9 rôznych kategórií klimatického rizika (najnižšie riziko pre klímu - najvyššie riziko pre klímu).

Teplota/odtok	Najnižší odtok	Veľmi nízky odtok	Priemerný odtok	Vyšší odtok	Najvyšší odtok
Najnižšia teplota	Najnižšie riziko pre klímu	Veľmi nízke riziko pre klímu	Priaznivé podmienky	Priemerný stav	Nízke riziko pre klímu
Veľmi nízka teplota	Veľmi nízke riziko pre klímu	Priaznivé podmienky	Priemerný stav	Nízke riziko pre klímu	Mierne riziko pre klímu
Priemerná teplota	Priaznivé podmienky	Priemerný stav	Nízke riziko pre klímu	Mierne riziko pre klímu	Vysoké riziko pre klímu
Vyššia teplota	Priemerný stav	Nízke riziko pre klímu	Mierne riziko pre klímu	Vysoké riziko pre klímu	Veľmi vysoké klimatické riziko
Veľmi vysoká teplota	Nízke riziko pre klímu	Mierne riziko pre klímu	Vysoké riziko pre klímu	Veľmi vysoké klimatické riziko	Najvyššie riziko pre klímu

Obrázok 32: Matica klimatického rizika

Výsledné vypočítané hodnoty klimatického rizika boli rozdelené do 9 kategórii za pomoci Fisher-Jeksovho algoritmu prirodzených zlomov a následne priradené ku kategóriám klimatického rizika z matice. Každé rozdelenie hodnôt klimatického rizika na intervaly je jedinečné pre každé hodnotené územie, keďže pracuje s hodnotami, ktoré sú špecifické a získané z meraní in situ.

Kategória klimatického rizika	Popis	Interval	
		od	do
1	Najnižšie riziko pre klímu	0,000000	0,087262
2	Veľmi nízke riziko pre klímu	0,087262	0,144732
3	Priaznivé podmienky	0,144733	0,219680
4	Nízke riziko pre klímu	0,219681	0,291717
5	Priemerný stav	0,291718	0,342908
6	Mierne riziko pre klímu	0,342909	0,419361
7	Vysoké riziko pre klímu	0,419362	0,513655
8	Veľmi vysoké klimatické riziko	0,513656	0,614427
9	Najvyššie riziko pre klímu	0,614428	1,000000

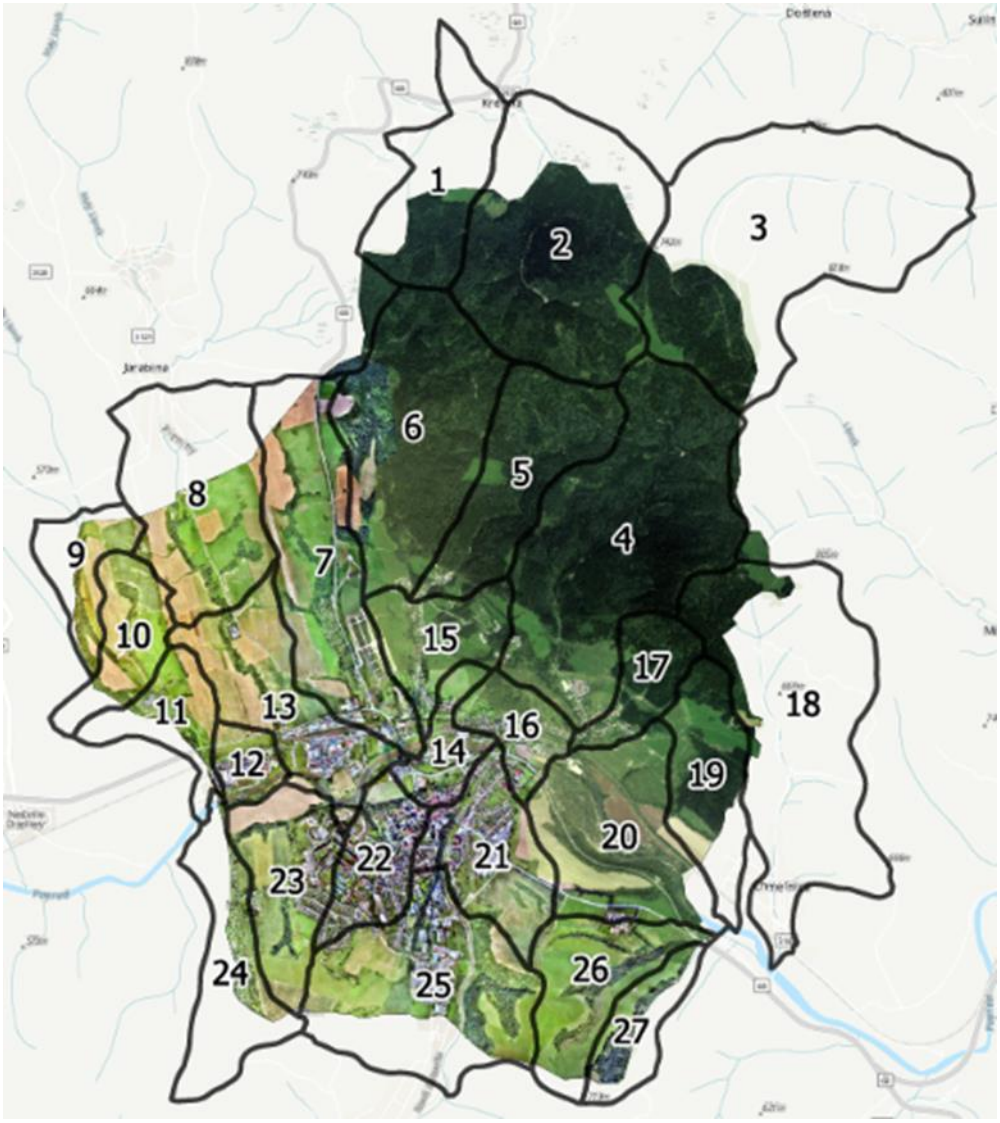
Obrázok 33: Vzorová kategorizácia klimatického rizika pre k.ú. Stará Ľubovňa

Následne štatistickým vyhodnotením dát priradíme hodnoty klimatického rizika pre jednotlivé identifikované typy povrchov v záujmovom území. Pre ďalšiu analýzu je vhodné tieto údaje štruktúrovať pre jednotlivé mikropovodia ako logickú jednotku územia. Pre lepšiu predstavu nižšie uvádzame reálne dáta pre kataster Lipany.

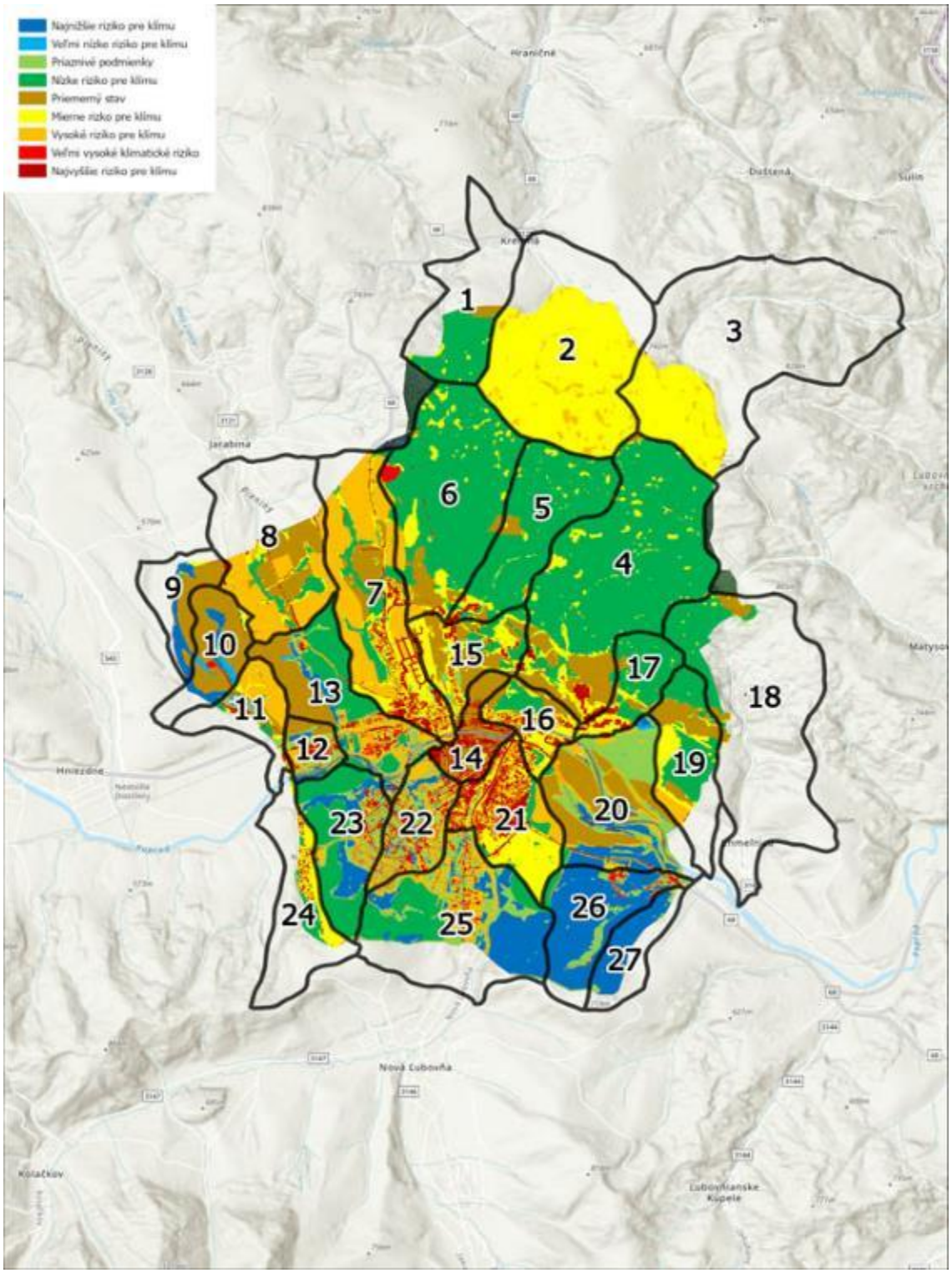
Tabuľka 4: Kategórie klimatického rizika pre typy povrchov jednotlivých mikropovodí k.ú. Stará Ľubovňa

Mikropovodie	Lesné porasty	Solitéry	Cesta	Zastavané plochy	Orná pôda	Trvalý trávnatý porast	Vodná plocha	Riečisko	Zelené plochy	Nezelené plochy
1	4	5	N/A	N/A	N/A	5	N/A	N/A	6	N/A
2	6	7	9	N/A	N/A	6	N/A	N/A	7	N/A
3	6	6	9	N/A	N/A	6	N/A	N/A	7	N/A
4	4	5	9	7	N/A	5	N/A	N/A	6	9
5	4	5	9	7	N/A	5	N/A	N/A	6	9
6	4	5	9	7	7	5	N/A	N/A	6	9
7	4	4	9	8	7	5	N/A	1	6	9
8	4	5	9	9	7	5	N/A	N/A	6	9
9	1	2	9	N/A	5	1	N/A	N/A	3	8
10	1	3	9	N/A	5	2	1	N/A	4	8
11	4	5	9	8	7	5	1	N/A	6	9
12	1	2	9	8	5	1	N/A	1	3	7
13	1	2	9	8	5	1	N/A	1	3	7
14	3	4	9	8	6	5	N/A	1	5	9
15	4	5	9	7	6	5	1	N/A	6	9
16	4	4	9	8	6	5	N/A	1	6	9
17	4	5	9	7	N/A	5	N/A	N/A	6	9
18	4	5	N/A	N/A	N/A	5	N/A	N/A	6	N/A
19	4	5	9	N/A	7	5	N/A	N/A	6	9
20	1	3	9	7	5	1	1	1	3	7
21	3	4	9	8	7	4	N/A	1	6	9
22	1	2	9	8	4	1	N/A	1	3	7
23	1	2	9	8	4	1	N/A	1	3	7
24	4	4	9	8	6	4	N/A	1	6	9
25	1	2	9	7	4	1	N/A	N/A	3	7
26	1	2	9	7	4	1	N/A	N/A	3	8

Vizuálnu interpretáciu takto vyhodnotených dát reprezentujú obrázky nižšie, ktoré umožňujú aj používateľom bez technických znalostí intuitívne uchopiť rozsah problematickosti a fyzickú lokalitu jednotlivých prvkov záujmového územia.



Obrázok 34: Mikropovodia k.ú. mesta Stará Ľubovňa



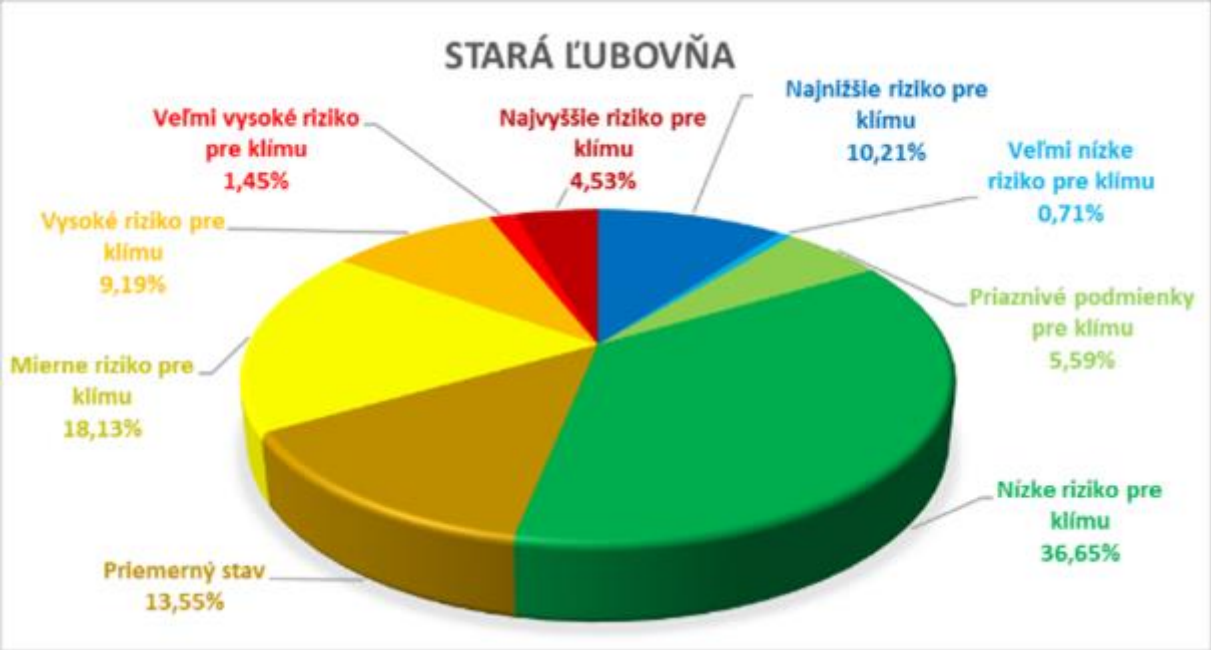
Obrázok 35: Grafické znázornenie kategórií klimatického rizika pre všetky povrchy jednotlivých mikropovodí k.ú. Stará Ľubovňa

Následným krokom je analýza typov povrchov, im priradených zodpovedajúcich hodnôt klimatického rizika a veľkostí plôch.

Tabuľka 5: Detailné znázornenie kategórií klimatického rizika k.ú. Stará Ľubovňa pre jednotlivé typy plôch

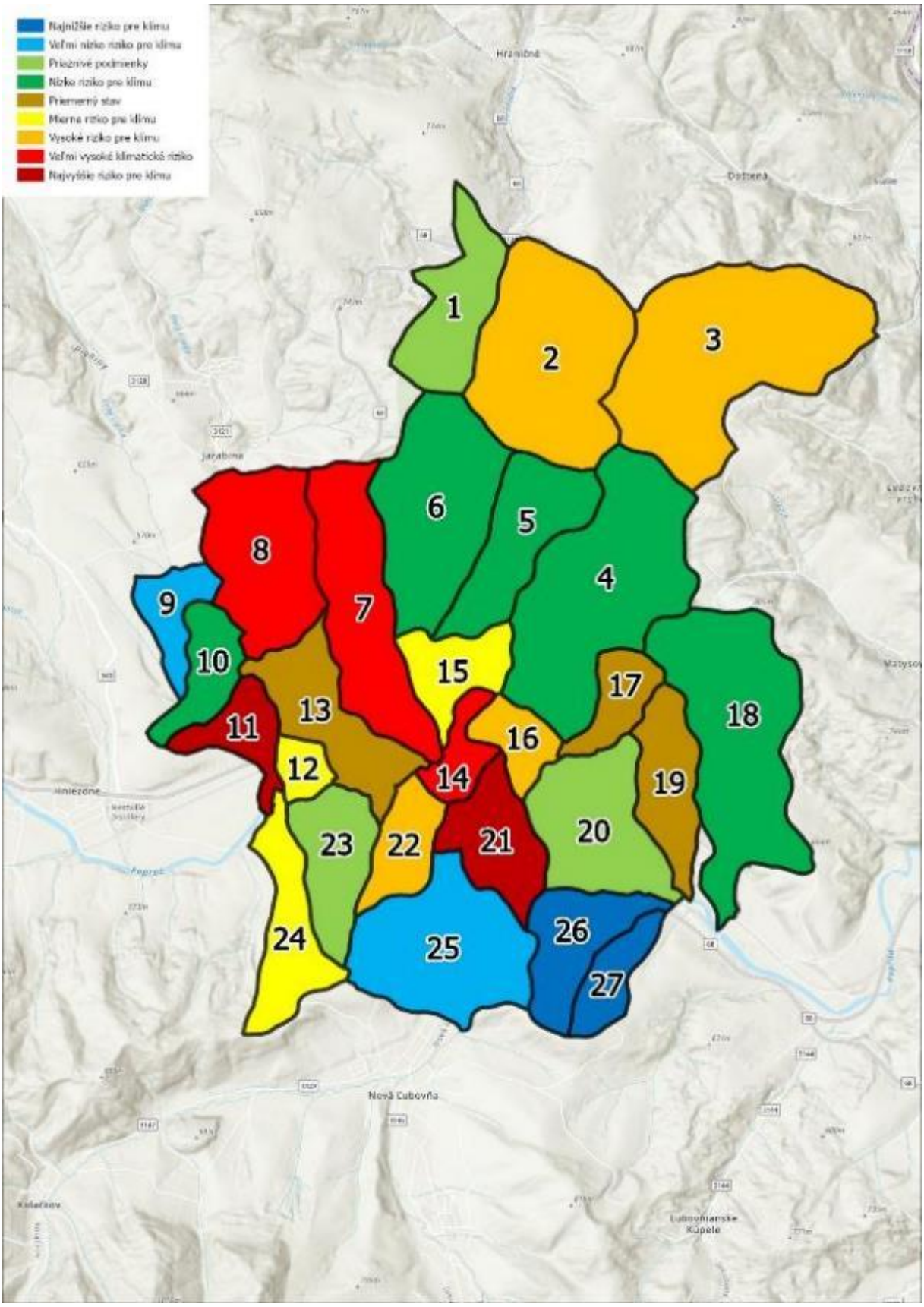
Klimatické riziko		Lesné porasty [m²]	Solitéry [m²]	Cesta [m²]	Zastavané plochy [m²]	Orná pôda [m²]	Trvalý trávnatý porast [m²]	Vodná plocha [m²]	Riečisko [m²]	Ostatné plochy zelené [m²]	Ostatné plochy nezelené [m²]	SPOLU [m²]
Najnižšie riziko	**1**	1 335 732	6 662		189		1 364 489	104 840	213 769			3 025 681
Veľmi nízke riziko	**2**	19 132	147 013		772		42 916					209 833
Priaznivé podmienky	**3**	108 708	24 045		742					1 522 568		1 656 062
Nízke riziko	**4**	8 994 625	74 299		3 648	1 661 106	118 394			9 204		10 861 275
Priemerný stav	**5**	3 028	69 408		5 838	1 694 121	2 096 548			147 656		4 016 598
Mierne riziko	**6**	2 837 828	11 535		25 882	683 553	251 062			1 563 548		5 373 408
Vysoké riziko	**7**		2 836		268 126	1 886 596				119 224	445 444	2 722 225
Veľmi vysoké	**8**			6 835	360 895	30 459					30 208	428 397
Najvyššie riziko	**9**			950 912	53 005						338 276	1 342 193

Na základe štruktúrovaných dát je možné nazrieť na záujmové územie z pohľadu zastúpenia kategórií klimatického rizika, ako zobrazuje vzorový graf nižšie.



Obrázok 36: Percentuálne znázornenie kategórií klimatického rizika k.ú. Stará Ľubovňa

Pri aplikovaní zvolených kategórií klimatického rizika na úrovni jednotlivých mikropovodí a následnej vizualizácii výsledkov získame obrázok, ktorý má vysokú výpovednú hodnotu z hľadiska ďalších rozhodovacích procesov vo vzťahu ku záujmovému územiu. Vzorová vizualizácia dát je zobrazená na obrázku nižšie.



Obrázok 37: Grafické znázornenie kategórií klimatického rizika pre mikropovodia k.ú. Stará Ľubovňa

Pre zjednodušenie interpretácie dát, lepšiu uchopiteľnosť výsledkov analýz a špecifikáciu miery, nevyhnutnosti a aktuálnosti zásahu boli jednotlivé kategórie rizika zlúčené do troch úrovní.

Prvé tri kategórie rizík úroveň nevýznamného klimatického rizika a nie sú oblasťami s potrebou nevyhnutného a okamžitého zásahu:

Najnižšie riziko	**1**
Veľmi nízke riziko	**2**
Priaznivé podmienky	**3**

Kategórie rizika č. 4,5,6 patria ku tým, na ktoré je potrebné pripraviť opatrenia tak, aby ich pri priaznivých technických a ekonomických možnostiach bolo možné realizovať. V prípade, že príde ku posunu daných kategórií ku vyšším, je možné okamžite realizovať opatrenia už podľa vopred pripravených projektov.

Nízke riziko	**4**
Priemerný stav	**5**
Mierne riziko	**6**

Poslednou úrovňou sú kategórie s najvyššou mierou rizika. Pre túto úroveň je potrebné hľadať a realizovať riešenia okamžite. Sú to riziká, ktoré majú veľký potenciálny vplyv a ich elimináciou je možné dosiahnuť citeľný posun k lepšiemu.

Vysoké riziko	**7**
Veľmi vysoké	**8**
Najvyššie riziko	**9**

Posledným elementom hodnotenia klimatického rizika s priamym presahom na odporúčania pre samosprávy je absolútna hodnota vypočítaného povrchového odtoku pre každé mikropovodie. Vybrané mikropovodia s najvyššími vypočítanými hodnotami povrchového odtoku sú komplementárne odporúčané ako prioritné ku mikropovodiam, ktoré dosahujú najvyššiu úroveň klimatického rizika.

6. Odporúčania pre samosprávy, správcov a majiteľov lesných a poľnohospodárskych pozemkov

Mestá a obce sú kľúčovým partnerom pre praktické zavedenie nového prístupu k vode a implementáciu potrebných technických, biotechnických a hospodárskych opatrení v území. Mestá a obce v prvom rade znášajú následky povodní, sucha a klimatickej zmeny, ktoré zhoršujú kvalitu života ich obyvateľov a aj ich konkurencieschopnosť. Mali by sa prioritne hlásiť k obnove vodného režimu vlastného územia, ako východiska pre vlastný hospodársky rozvoj. V praxi môžu uplatňovať nástroje, ktoré posilnia schopnosť zadržať vodu v území a rozvoj lokálnej ekonomiky na báze vody. Susediace sídla, združenia miest a obcí, ako aj regióny môžu vytvoriť a koordinovať spoločný systém integrovanej ochrany povodí a znižovať vodnú eróziu pôdy.

Podstatou opatrení, ktoré treba prijať na národnej úrovni, je vykonanie štrukturálnej reformy vodohospodárskej a hospodárskej politiky (vrátane poľnohospodárskej a lesníckej), ktorá ovplyvňuje odtokové pomery v území. Nová vodná politika by sa mala zamerať na zlepšenie vodnej bilancie. Štát by mal vytvárať podmienky pre systémovú integráciu doteraz izolovaných sektorov, ktoré sa dotýkajú vody a súvisiacu harmonizáciu dotačnej politiky. Komplexný prístup k vode si vyžaduje prijímanie nových zákonov vrátane prijatia zákona o ochrane a obnove malého vodného cyklu v krajine, ktorý nevyhnutne potrebuje zaviesť do praxe posudzovanie vplyvov investičnej činnosti na vodnú bilanciu územia.

Vlastníci a spoluvlastníci bytov, budov a pozemkov v intravilánoch obcí a miest by mali v záujme koordinácie a zabezpečenia zadržiavania dažďovej vody na zastavaných pozemkoch vytvárať vodné spoločenstvá. V extravilánoch miest a obcí, najmä na poľnohospodárskej a lesnej pôde by mohli vznikať vodné družstvá za aktívnej účasti vlastníkov a užívateľov týchto pozemkov s cieľom zadržiavať vodu v krajine a miestna územná samospráva by mohla na svojom území tieto opatrenia efektívne koordinovať. Vodné spoločenstvá a vodné družstvá môžu medzi sebou budovať aj samostatní vlastníci susediacich budov a pozemkov na území jednotlivých miest a obcí, ak im takáto forma spolupráce uľahčí a zjednoduší realizáciu technických a biotechnických opatrení zameraných na zvýšenie vodozádržnej schopnosti pôdy a na zníženie eróznych procesov v danom území. Spolupráca sa týka aj údržby takto vybudovaných systémov. Protierózne a vodozádržné opatrenia slúžia na dlhodobú ochranu a zveľaďovanie ich vlastného súkromného a aj verejného majetku.

Pri príprave integrovaného manažmentu povodí a jeho implementácii treba zvýšiť motiváciu vodárenských spoločnosti o rozvoj decentralizovaných vodárenských sústav distribúcie pitnej vody, čistenia odpadovej vôd i spracovania dažďovej vody s využitím rôznych recirkulačných systémov vracania všetkej vody do malých vodných cyklov prostredníctvom biotechnologicky inovatívnych riešení. Odobratú vodu z územia treba vracať po niekoľkonásobnom využití a vyčistení do ekosystémov, aby prispievala k termoregulácii prostredia.

Oblasť územného plánovania si vyžaduje podporu sídelného rozvoja, ktorý vychádza z princípov trvalo udržateľného rozvoja, zabezpečujúceho využitie územia aj pre budúce generácie bez obmedzenia schopností uspokojovať vlastné potreby. Pri rozvoji osídlenia je potrebné rešpektovať ochranu a obnovu prírodných zdrojov, poľnohospodársku pôdu a podzemné zásoby vôd ako limitujúce determinanty rozvoja územia.

Územný plán by mal mať v obsahovej časti záväznú časť, ktorá zabezpečuje trvalo udržateľnú ochranu prírodných zdrojov tak, aby nedochádzalo k ich poškodzovaniu, resp. k ich zmene. Prax je však taká, že v území dochádza často k trvalému poškodzovaniu prírodných zdrojov.

Z toho dôvodu treba do územného plánu zadefinovať špeciálnu kapitolu, ktorá dokáže hodnotiť stav prírodných zdrojov a civilizačný vplyv na ich zmenu a návrhmi, ako tomu predchádzať. To, že dochádza k zmene prírodného prostredia, dokazujú degeneratívne procesy stavu vodných zdrojov, extrémy v počasí, časové a priestorové zmeny distribúcie zrážok, teplotné extrémy, úbytok biodiverzity, či strata pôdnej úrodnosti.

Obnova poškodenej krajiny dáva príležitosť pre ktorýkoľvek kataster mesta či obce ponúknuť taký územný plán obce/mesta, ktorý určí zásady využívania prírodných zdrojov, podmienok územia a celého životného prostredia s akceptáciou zákona o územnom plánovaní v plnom rozsahu, aby sa hospodárskou činnosťou a využívaním krajiny nie len neprekročovala únosnosť zaťažovania územia ľudskou činnosťou, ale aby sa vytvárala ekologická stabilita, ktorá bola v katastri v minulosti.

Mechanizmus zadržiavania dažďovej vody v poškodených ekosystémoch je jednou z eventuálnych ciest, ako obnovovať vegetáciu, zvyšovať sekvestráciu uhlíka, zvyšovať kvalitu pôdy a podzemných vôd, obnovovať pramene, zvyšovať vlhkosť v ovzduší a slnečnú energiu premieňať na latentné teplo, ktoré sa vyparovanou vodu prenáša do vyšších, chladnejších

vrstiev atmosféry. Tam sa v rosnom bode táto latentná energia mení na citeľné teplo[23]. Vytvorené zrážky sa vracajú na zem a napájajú ekosystémy, stimulujú rast vegetácie, sekvestráciu uhlíka a termoreguláciu v krajine. Navyše mraky znižujú vstup slnečného žiarenia[24].

Zvyšovanie schopnosti zadržiavať dažďovú vodu v poškodenej krajine zvyšuje úrodnosť pôdy a podzemných vôd, dodáva vodu na fotosyntézu, čo má za následok vyššiu produkciu biomasy a jej hromadenie vo vlhkej pôde. Uhlík sa ukladá v rastúcej rastlinnej biomase aj v pôde. Počas fotosyntézy sa odparuje voda, čo zvyšuje premenu slnečnej energie na latentné teplo a toto teplo sa odvádza odparenou vodou do chladnejších vrstiev atmosféry, kde sa tvoria mraky a slnečná energia prichádzajúca na súš sa znižuje. Znižuje sa citeľná produkcia tepla, povrchová teplota krajiny zostáva nízka a vzduch sa ochladzuje (teplota vzduchu sa meria vo výške 2 m = meteorologická / termodynamická teplota). Toto je vecná stránka poznania možnosti, ako na úrovni súčasného poznania vsunúť do územného plánu novú vrstvu, ktorá chýba v mozaike územného plánovania.

Najvhodnejšia forma premietnutia tejto potreby do využívania územia je cez legislatívne normy na národnej aj lokálnej úrovni. Na lokálnej úrovni je vhodné prijať všeobecné záväzné nariadenia na úrovni lokálnej samosprávy, ktoré stanovujú podmienky využívania zemského povrchu vo vonkajšej krajine (lesopoľnohospodárska krajina) ako aj vo vnútornej krajine (intravilány miest a obcí). Tieto nariadenia je vhodné a potrebné taktiež podporiť národnou legislatívou.

[23] MITSH WJ, HERNANDEZ MI (2013) Landscape and climate change threats to wetlands of North and Central America. Aquat Sci 75: 133 – 149

[24] MAKARIEVA A M, Gorshkov V G, Sheil D, Nobre A D, Bunyard P, Li B-L, 2014: Why Does Air Passage over Forest Yield More Rain? Examining the Coupling between Rainfall, Pressure, and Atmospheric Moisture Content*. Journal of Hydrometeorology, 15(1): 411-426. DOI: 10.1175/JHM-D-12-0190.1

Z toho vyplývajú odporúčania pre sídla vo forme nasledovnej postupnosti krokov:

1. Získať dáta o povrchových teplotách a krajinnej štruktúre katastra obce metódami diaľkového prieskumu zeme. (Kvôli výpovednej hodnote dát je potrebné dostatočné rozlíšenie snímok, ktoré by malo byť v cm, maximálne desiatkach cm. Odporúčanou metódou získania takýchto dát je bezpilotné lietadlo.
2. Celé územie katastra obce/mesta rozdeliť na menšie územné celky/odtokové plochy/mikropovodia. Identifikovať tie mikropovodia, ktoré môže samospráva ovplyvniť a naopak tie, ktoré sú z rôznych dôvodov mimo pôsobnosť a teda by mali byť z analýz vynechané.
3. V územných celkoch/odtokových plochách/mikropovodiach zadefinovať stav krajinnej štruktúry. Priradiť rozlohy jednotlivých typov povrchov (Zastavané plochy, Cesta, Lesné porasty, Solitéry, Trvalé trávnaté porasty, Orná pôda, Vodné plochy, Riečiská, Sady, Ostatné plochy –„zelené“, Ostatné plochy – „nezelené“).
4. Získať poznatky o pôdnych a geologických charakteristikách.
5. Získať pre dané územie výšku extrémnej prívalovej zrážky. Odporúčaná výška je 24 hod. zrážkového úhrnu.
6. Na základe metódy CN kriviek určiť hodnoty CN kriviek a vypočítať pre jednotlivé mikropovodie objem odtekajúcej dažďovej vody.
7. Vyhodnotiť klimatické riziko z pohľadu typov povrchov, distribúcie teplôt a hydrologických dát pre každé zvažované mikropovodie.
8. Spracovať správu o možnosti využitia dažďovej vody pre potreby zlepšovania hydrologických, klimatických, environmentálnych a ekonomických charakteristík trvalo udržateľného využívania dažďovej vody.
9. Priorizovať implementácie opatrení jednotlivých mikropovodiach podľa získaných hodnôt klimatického rizika, pričom je vhodné zahájiť činnosť v najrizikovejších oblastiach ako prvých.
10. Spracovať návrh opatrení do katastra s odporúčaním pre územnoplánovaciu dokumentáciu v územných plánoch, v pozemkových úpravách, vo vodných plánoch povodí, v plánoch dopravnej infraštruktúre, v plánoch ochrany životného prostredia, ochrany biodiverzity, v adaptačných plánoch ochrany klímy a v lesných hospodárskych plánov:

a. Infiltračné priekopy – okolo ciest, do ktorých sa bude zbierať dažďová voda zo spevnených ciest.
b. Hrádzky všetkých typov a foriem - z odpadového dreva, dreva, zemné sypané hrádze, kamenné, gabiónové
c. Odrážky so zasiakavacimi jamami - na lesných, poľných cestách
d. Vrstevnicové zasiakavacie pásy - v poľnohospodárskej krajine
e. Mokrade - v lesopoľnohospodárskej krajine
f. Zasiakavacie jamy - v lesopoľnohospodárskej krajiny
g. Malé vodné nádrže - v lesopoľnohospodárskej krajine
h. Zelené strechy - v urbanizovanej krajine
i. Zelené steny - v urbanizovanej krajine
j. Dažďové a bioklimatické záhrady - v urbanizovanej krajine
k. Vodné a zasiakávacie plochy - v urbanizovanej krajine
l. Priepustné plochy - v urbanizovanej krajine
m. Podzemné zasiakávacie bloky - v intraviláne na dopĺňanie podzemných vôd
n. Podzemné nádrže - v intraviláne na skladovanie dažďovej vody a jej neskoršie použitie

Prijať Všeobecné záväzné nariadenie na ozdravovanie klímy mesta/mestských častí/zón/obce, ktorého súčasťou bude navrhované riešenia odporúčané pre Lesný hospodársky plán, pozemkové úpravy, územný rozvoj, ochranu životného prostredia, podpory biodiverzity a manažmentu dažďovej vody pre dopravnú infraštruktúru. Umiestnenie navrhovaných riešení v teréne bude súčasťou plánu pozemkových úprav, lesného hospodárskeho plánu a tiež územného plánu obce/mesta, v plánoch dopravnej infraštruktúre, v plánoch ochrany životného prostredia, ochrany biodiverzity, v adaptačných plánoch ochrany klímy s motivačnou podporou zainteresovaných.

Keďže problémy s dezertifikáciou a zmenou teplotného režimu krajiny majú všetky mestá a obce, je potrebné prijať legislatívne opatrenia na národnej úrovni a tak urýchliť zmenu vo využívaní zemského povrchu, aby sme zastavili podiel miest a obcí na prehrievaní Slovenska. Na podporu dobrého spravovania území katastrov miest a obcí je potrebné legislatívne opatrenie s pracovným názvom „MIESTNY POPLATOK ZA POŠKODENIE KRAJINY“.

Preto základným princípom dobrej farmárskej praxe v zmysle navrhovaného legislatívneho opatrenia je udržať dažďovú vodu v poškodenej krajine, aby sa krajina dokázala

permanentne regenerovať. Prvým krokom pre systémovú zmenu je spôsob hospodárenia v lesopoľnohospodárskej krajine.

Tým Koncepcia protipovodňovej ochrany z dielne Ministerstva životného prostredia, orientovaná na kanalizovanie potokov, zväčšovanie ich prietokových profilov, budovanie nových a väčších priepustov a mostov stratí opodstatnenie.

Toto navrhované legislatívne opatrenie na vyrubovanie miestneho poplatku za poškodenie krajiny znižuje riziká ohrozenia ľudí povodňami, znižujú výšku povodňových škôd a straty na majetku občanov, miest a obcí, zmierňujú permanentnú traumu ľudí žijúcich v údoliach potokov a riek. Znižujú počet poistných udalosti.

Navrhované opatrenia prinášajú množstvo ďalších benefitov s podporou technologických inovácií pre podporu integrovaného manažmentu krajiny v súvislosti s potrebami ochrany pôdy, vody, produkcie potravín, zvyšujú energetický potenciál potokov a riek na Slovensku, tak ako to podporuje Európska stratégia novej vodnej politiky, ktorá bola schválená Radou Európy pre životné prostredie.

Navrhované legislatívne opatrenie bráni nevhodnej technologickej rutine obrábania poľnohospodárskej pôdy s postupným obrábaním poľnohospodárskej krajiny tak, aby bola zdravá, vitálna a bola základom pre trvalo udržateľnú produkciu potravín, ochrany biodiverzity, vody a klímy.

Navrhované legislatívne opatrenie bude mať vplyv aj na to, že do poľnohospodárskej krajiny sa prinavrátia medze, obnovia sa mokrade, remízky, aj keď nie v takej hustote, ako poznáme z histórie s potenciálnym budovaním malých vodných plôch priamo v lesopoľnohospodárskej krajine, aby krajina netrpela nedostatkom vody.

Vplyvom realizácie navrhovaného legislatívneho opatrenia sa postupne zvýšia minimálne prietoky na drobných vodných tokoch, čo významnou mierou zvýši zarybnenosť vodných tokov i návrat ďalších živočíšnych druhov, napríklad rakov. Prijatím takéhoto legislatívneho opatrenie sa prispeje k zníženiu transportu odplavenej pôdy a živín z krajiny do potokov. Tým sa zlepší kvalita vôd v potokoch a to zásadne ochráni rieky počas prechodu povodňových vĺn, čo bude veľkým prínosom pre zlepšenie.

Opatrenia v pozemkových úpravách a manažmente poľnohospodárskej krajiny

Na Slovensku máme 51% poľnohospodárskej pôdy. V dominantnej časti poľnohospodárskej pôdy v období spriemyselňovania krajiny boli rozorané medze, zlikvidované remízky, vysušené močiare, odvodnená poľnohospodárska pôda. To spôsobuje rýchly odtok dažďovej vody z poľnohospodárskej pôdy do kanálov, potokov a následne spôsobuje lokálne povodne a záplavy aj poľnohospodárom. Povodňové prietoky na malých vodných tokoch sa za posledných 50 rokov zvýšili o viac ako 100 % pri tých istých zrážkových úhrnoch. Žiaľ vplyvom časových a priestorových zmien distribúcie zrážok sa predlžujú obdobia bez dažďa, ktoré sú prerušované extrémnymi prívalovými dažďami, čo spôsobuje častý výskyt lokálnych záplav aj na poľnohospodárskej pôde a škody aj tým, čo tie riziká vyvolávajú.

Poľnohospodárska pôda zbavená medzí, remízok, močiarov a malých vodných plôch, spôsobuje pri extrémnom prívalovom daždi 100 mm povodňovú vlnu viac ako 50 m^3/s z plochy 1000 ha. Priepusty a mosty, ktoré boli historicky vybudované pred rozoraním medzí, pred likvidáciou remízok, močiarov a malých vodných plôch, sa v súčasnosti stávajú rizikom kvôli ich možnému upchávaniu v čase prívalových dažďov. Pred devastáciou poľnohospodárskej krajiny však tieto riziká neexistovali. Je potrebné porozumieť podstate a odstraňovať príčinu.

Na poľnohospodárskych pôdach sa popri zmenách mikroklimatických podmienok zvyšuje rýchlosť povrchového odtoku dažďovej vody hlavne vtedy, keď sa pôda orie po spádnici. Tým sa urýchľuje vodná erózia spojená s deštrukciou a odnosom pôdy, ktorá má za následok degradáciu ich kvality, ba až devastáciu krajiny a vznik spustnutých pôd v poľnohospodárskej krajine.

Z uvedených procesov je najnegatívnejším javom odnos (strata) pôdy. Zatiaľ čo zhoršené vlastnosti pôdy človek dokáže upraviť, stratenú pôdu vo väčšom rozsahu nahradiť nedokáže. Pritom tvorba pôdy sa udáva v stotinách až tisícinách milimetra ročne, erózia však prebieha rýchlosťou až o niekoľko rádov väčšou.

Na Slovensku sa skutočná strata pôdy vodnou eróziou pohybuje v lesných porastoch stredohorí až vyšších horských oblastí v priemerných hodnotách 0,01 – 0,03 mm za rok, v trvalých trávnych porastoch okolo 0,06 mm za rok, v obilninách 1,8 mm za rok, na obnaženej

pôde nad hranicou lesa 3,4 mm za rok a v okopaninách až 3,6 mm za rok.[25] V mnohých oblastiach Slovenska každoročne strácame vzácnu poľnohospodársku pôdu, ktorá sa tvorila stáročia až tisícročia. Pritom pôdu možno považovať vzhľadom na jej veľmi pomalú tvorbu za neobnoviteľný zdroj. Dá sa teda povedať, že produkcia potravín v poľnohospodárskej krajine je závislá na dostatku vody v pôde.

Naliehavosť opatrení proti vodnej erózii vystupuje ešte urgentnejšie pri pohľade na potenciálnu (možnú) vodnú eróziu pôdy. Ide o takú eróziu, ktorú by spôsobili prírodné činitele na povrchu pôd, ak by neboli chránené vegetačnou pokrývkou ani protieróznymi opatreniami. Priemerná intenzita takéhoto možného odnosu pôdy predstavuje v SR 2,30 mm za rok (23 m^3 pôdy na 1 ha za rok).

Vodnou eróziou stredne, silno a extrémne ohrozené poľnohospodárske pôdy na Slovensku predstavujú 55,6 % z poľnohospodárskeho pôdneho fondu (PPF).

Základným princípom je, že voda je základnou potravinou všetkých potravín. Preto potrebujú farmári hospodáriť na poľnohospodárskej pôde, tak aby nedochádzalo k degradácii pôdy, jej vysušovaní, poklesu biologickej aktivity pôdy a sekvestrácii uhlíka do pôdy. Je potrebné motivovať farmárov, ktorí hospodária v poľnohospodárskej krajine, aby hospodárili na pôde tak, aby všetka dažďová voda ostávala v krajine a neodtekala s pôdou, humusom a živinami z poškodenej krajiny.

Opatrenia v hospodárení na lesnom pôdnom fonde

Stredne, silno, veľmi silno až katastrofálne ohrozené lesné pôdy zaberajú na Slovensku až 97,1% lesného pôdneho fondu. Z porovnania údajov o skutočnej a potenciálnej vodnej erózii v lesných porastoch vyplýva imperatív, pokiaľ to podmienky dovolia, udržať zalesnenie. Ďalším záverom by mal byť imperatív urgentného zalesnenia najmä spustnutých pôd, čo by umožnilo plnenie protieróznej a hydrickej funkcie lesa na nich.

Tisíce kilometrov dopravných liniek (cesty, zvážnice, približovacie linky, stopy po mechanizmoch) pri zrážka odvádzajú z lesných porastov dažďovú vodu. Z každého kilometra pri extrémnej zrážke 100 mm odvádzajú okolo 300 m3 dažďovej vody. Ročne je to viac ako 1000 m^3 a za obdobie pôsobenia napríklad 10 rokov je to 10 tisíc kubických metrov vody. Ak by všetka táto voda putovala do výparu, dochádzalo by každoročne k znižovaniu produkcie

[25] *Rudolf MIDRIAK, Od erózneho ohrozenia po spustnuté pôdy Slovenska, Tretie pôdoznalecké dni v SR, VÚPOP Bratislava, 2004, p. 193 – 200*

citeľného tepla o 700 MWh. Podľa dĺžky lesných ciest sa dá približne kvantifikovať koľko energie sa uvoľňuje z lesa, pretože tá voda chýba v poraste, ale aj pri výpare. Vyparovaná voda transportuje teplo z porastu do vyšších chladnejších vrstiev atmosféry.

Zvyčajne sa robia po lese odrážky. Odrážky je potrebné robiť na protieróznu ochranu ciest, no nie na zadržanie dažďovej vody v lese. Riešením je robiť odrážky, aj zo zasiakávacími jamami, aby všetka dažďová voda stekajúca po lesných cestách ostávala v lese, a aby lesné cesty neprispievali k vysychaniu. To je jedno z dôležitých opatrení na zamedzenie vysušenia lesov.

Opatrenia v ochrane životného prostredia a ochrane biodiverzity

Každá obec/mesto by mala mať spracovaný strategický dokument pre potreby a rozhodovanie samosprávy.

Starostlivosť o krajinu je jednou z kľúčových úloh pre zabezpečovanie environmentálnej, potravinovej, sociálnej a klimatickej bezpečnosti, v ktoromkoľvek katastri obce/mesta. Doterajší sektorový prístup k starostlivosti o krajinu zvyšuje riziká zhoršovania stavu vo viacerých vzájomne úzko súvisiacich oblastiach, ktoré spadajú do oblasti životného prostredia:

1. **Vodná bezpečnosť** (nedostatok vody v pôde aj v podloží – vysychanie prameňov, zhoršovanie kvality vôd, nedostatok zrážok s predlžovaním obdobia sucha, povodne);
2. **Environmentálna bezpečnosť** (ubúdanie biodiverzity)
3. **Potravinová bezpečnosť** (pokles produkčného potenciálu pôd)
4. **Klimatická bezpečnosť** (prehrievanie krajiny, nárast frekvencie a intenzity extrémov v počasí a živelných pohrôm)
5. **Sociálna bezpečnosť** (zhoršovanie podmienok pre život, chudoba až nedostatok potravín a hlad – rozpad sociálnej súdržnosti, migračné vlny, a to až celosvetového rozsahu)

Revitalizáciou poškodenej a vysušenej krajiny v katastri je možné pri obnove poškodenej krajiny navyše vytvoriť aj pracovné miesta pre ľudí, ktorí si nevedia nájsť uplatnenie na trhu práce. Práca miestnych ľudí na regenerácii prírodných zdrojov vo vlastnom

katastri dokáže zvýšiť výdatnosť vodných zdrojov, zmierniť riziká lokálnych záplav v katastri, aj povodní a živelných pohrôm v regióne, zatraktívniť územie, podporiť konkurencieschopnosť aj rozvoj lokálnej ekonomiky za tie isté finančné zdroje, ktoré sa z verejných zdrojov plánujú a neprinášajú náležité efekty.

Aby sa v území katastra trvalo udržateľne zhodnocovali a využívali i obnovovali prírodné zdroje pre zdravý štýl života i hospodársky rast komunity, je možné prostredníctvom stavu vodnej bilancie navrhnúť systém, ktorý toto zabezpečí. Práve zhodnocovaním dažďovej vody, ktorá z územia katastra odteká bez úžitku je presne tá komodita, ktorá môže obci/mestu zvýšiť ekonomickú prosperitu, vodnú, potravinovú, environmentálnu, klimatickú i sociálnu bezpečnosť.

Preto je potrebné mať jasnú stratégiu a k spolupráci pozvať všetky zainteresované skupiny, ktoré žijú v komunite, respektíve využívajú lesy, pôdu, pozemky v katastri obce, aby prispeli k zhodnocovaniu a zlepšovaniu vodného potenciálu celého katastra, ako integrovaného celku. To prinesie ekonomický blahobyt, sociálnu, potravinovú, vodnú i klimatickú bezpečnosť ľuďom žijúcim v obci/meste. Strategickým dokumentom sa zadefinujú možnosti a potreby ochrany a obnovy vôd v území, zmiernenie povodňových rizík, riziká zo sucha a klimatickej zmeny a zároveň navrhnúť limity zvyšovania konkurencieschopnosti územia s rovnomerným rozvojom lokálnej ekonomiky v obci/meste.

Permanentná obnova obnoviteľných zdrojov energie v katastri je zaručená v tej krajine, z ktorej sa voda nestráca. Preto je dobré pri strategickom rozhodovaní o podpore životného prostredia a biodiverzity myslieť na vodu. Pri akýchkoľvek strategických rozhodnutiach pri rozvoji obce/mesta je preto nevyhnutné riešiť ochranu pred živelnými pohromami s produkciou obnoviteľné zdroje energie, ochranu biodiverzity v komplexnom ponímaní regenerácie životného prostredia.

Opatrenia pri návrhu na ozdravovanie klímy

Metóda zadržiavania dažďovej vody v krajine namiesto vysušených kaskád vytvára kaskády povodí a ich častí bohaté na vodu. Navrhované riešenia znamenajú rozvíjať, využívať a podporovať plošné ekosystémové zadržiavanie dažďovej vody v povodiach tak, aby ekosystémy „vyrábali“ dostatok kvalitnej vody pre človeka, potraviny, prírodu a klímu, aby čistili znečistenú vodu, zmierňovali riziká výskytu živelných pohrôm, povodní, súch a požiarov, stabilizovali klímu, posilňovali biodiverzitu a boli súčasťou ekonomických udržateľných rozvojových programov.

Tento koncept obsahuje niekoľko mimoriadne dobrých správ. Nová ekonómia vody sľubuje, že dokáže znížiť nepriaznivé dopady z minulosti v podobe extrémov počasia a ozdraviť hospodárenie s vodou a zabezpečiť jej dostatok pre budúcnosť.

Pomalé a postupné oživenie vyschnutej krajiny v ktoromkoľvek katastri prostredníctvom zadržiavania dažďovej vody, predovšetkým na miestach, kde ešte nedávno bola zelená je možné a reálne. To sa dá dosiahnuť za predpokladu, premietnutia opatrení do územných plánov, pozemkových úprav, lesných hospodárskych plánov i plánov dopravnej infraštruktúry princíp ekosystémovej ochrany vody.

Príklad riešenia obytnej štvrte - Prostredie/pozadie pre príklady sídlisk

Sídlisko je plánované tak aby sa zlepšilo bývanie v urbanizovanej zóne. Zachytávanie vody bude praktizované na úrovni sídliska (mám však pocit, že tu sa „sídlisko“ myslí skôr ako súbor domov a nie blokov, pozn. prekl.) a bude doporučené aj na úroveň domácností.

Krok 1. Zostavte pracovný tím

- Tím pozostáva z vývojového pracovníka, stavebného inžiniera, stavebného architekta, krajinného architekta, stavbyvedúceho a dobrovoľníka – budúceho obyvateľa sídliska (ak je taký dostupný).
- Člen, ktorý bude vybraný ako vedúci tímu by mal mať znalosti o sídliskovom drenážnom systéme s cieľom zabezpečenia zachytávania vody.

Krok 2. Zmapujte zdroje tokov & fyzické prvky

- Vrstevnicová mapa ukazuje, že voda tečie z východu na západ po miernych svahoch. Prietok je spravidla vo forme plytkého toku, bez výrazných prítokov.
- Vlastnosti stavebnej parcely: plocha je trocha skalnatá, pokrytá riedkou vegetáciou. Geológia a pôda sú vhodné na stavbu.
- Toky a prvky: mierny na západ otvorený svah zvyšuje letné zohrievanie. Drsné vetry prevažujú od juhozápadu. Voda sa zhromažďuje v najnižšom bode na západe. Je tu hluk z dopravnej tepny pozdĺž južnej strany plochy.

Krok 3. Identifikujte potenciál pre využitie zdrojov

- Búrková voda zachytávaná z ciest a parkovísk a ktorá infiltruje do pôdy zmenšuje prietok zrážkovej vody podporuje rast vegetácie na ploche.
- Vegetácia odstránená z plochy počas výstavby bude posekaná a kompostovaná na ploche a použitá ako mulč v prvkoch na zachytávanie vody.
- Nová pre tento región dominantná a suchu odolná vegetácia bude vytvárať tieň pre pasívne ochladzovanie, komfort, estetiku, vizuálny vnem, detské ihriská a vzhľad divokej prírody.
- Kamene a skaly na ploche sa budú zbierať a použijú sa na požutie v zákopových košoch, prepadových košov a odtokov a ako anorganický mulč.

- Zachytávanie vody v sídle bude zásobovať vegetáciu vodou, vytvárať tieň a mierniť vietor. V súkromných aj verejných budovách môžu byť vybudované nádrže na zachytávanie ďalšej odtekajúcej vody.
- Existujúca vegetácia bude uchovaná na akomkoľvek vhodnom mieste.

Krok 4. Vytvorte integrovaný koncepčný návrh

- Zostrojte široké čiarové vrstevnicové a mimovrstevnicové mokrade okolo plochy a medzi radami blokov a domov aby sa prerušil odtok zrážkovej vody. Postavte systémy chodníkov v spojení s mokraďami. Mokrade budú spomaľovať tok zrážkovej vody, zásobovať vodou rastliny, ktoré budú chrániť pred hlukom, vytvárať rekreačné zóny a vytvárať vzhľad prírody.
- Použite kamene zo stavebnej plochy na vytvorenie košov na ochranu bokov a prepadov vodu zachytávajúcich prvkov na zamedzenie erózie a obmedzeniu vyparovanie.
- Prehraďte cesty, vytvárajte medzery medzi obrubníkmi, vytvárajte odtok a navažujte parkoviská na usmernenie toku vody do veľkých mokradí.
- Navažujte individuálne domové pozemky do vytvorených oblúkovito tvarovaných nádržiek pozdĺž západnej, severnej a východnej strane parcely. Tak bude voda zásobovať rastliny vytvárajúce tieň, vetrolam a ďalšie osohy. Orientujte najdlhšiu os domu smerom na juh na zachytenie teplého zimného slnka. Inštalujte previsy nad oknami na vytváranie tieňa v lete.
- Urobte odkvapový systém a prikryté domové nádrže ako variant alebo model plánov na dom. Špecifikujte povrch strechy ako sú dlaždice alebo kov, ktoré sú trvanlivé a produkujú relatívne čistú vodu bez usadenín a znečistenia.
- Pripravte informácie pre vlastníkov domov o účele, použití a údržbe, malých (0,5 m) mikronádržok. Prispôsobte model zachytávania vody pre každý modelový celok. Napíšte stanovy, podmienky a obmedzenia na podporu zachytávania vody. Inštalujte oddelený merača vody pre vonkajšiu vodu používanú v každom dome (dvojité meranie) na získanie údajov osohu zachytávania vody.
- Demonštrujte techniky zachytávania vody na spoločných plochách umiestňovaním vodných nádrží priradeným k verejným budovám, využívaním zadržiavacích plôch na rekreáciu a inštalovaním krajinotvorných prvkov využívajúcich nízku/slabú vodu (Xeriscape), ktorá môže byť koniec-koncov celkom vhodná na zachytávanie vody. Ak

sa používa odvodňovací systém, inštalujte senzory na pôdnu vlhkosť aby sa zabránilo pretečeniu.

- Mulčujte všetky nádržky a vegetačné plochy sídla.

Krok 5. Zrevidujte a finalizujte koncepčný plán

- Koncepčný plán nech si pozrú a spripomienkujú všetci členovia tímu.
- Pripravte konečný návrh. Používajte konečný návrh ako základ pre podrobné plány a návrhy pre sídlisko, vrátane štruktúry parkovísk, svahovania, odvodňovania, štruktúry domov a budov, architektúry a tvar terénu.
- Skontrolujte podrobný plán sídliska kvôli konzistencii s koncepčným plánom.

Záver

Nevhodné hospodárenie s krajinou vedie k prehrievaniu krajiny, stratám vody a k produkcii emisií uhlíka do atmosféry z degradovaných pôd. Naopak, zadržiavanie vody a podpora trvalej vegetácie môže krajinu ozdravovať a zároveň zvyšovať produkciu potravín s akumuláciou uhlíka v regenerujúcej sa pôde. Všeobecne známym faktom je, že viac vody v krajine znamená viac vegetácie, vyšší výpar, nižšiu teplotu a vyššiu sekvestráciu uhlíka.

To, že dochádza k zmene prírodného prostredia, dokazujú degeneratívne procesy stavu prírodných zdrojov v jednotlivých častiach záujmových území. V zásade platí, že čím viac je krajina pretvorená, tým je jeho územie teplejšie. Úbytok vodných zdrojov pretváraním krajiny je zrejmý a tým sa stráca termoregulácia a nastupuje intenzívne prehrievanie. Najviac sú pretvorené intravilány, ktoré sú zároveň najviac prehrievané. Zásadný vplyv na teplotný režim krajiny má nevhodne nastavený manažment dažďovej vody na princípe čo najrýchlejšieho odvedenia do najbližšieho recipientu. Toto je potrebné v územných plánoch zmeniť tak, aby dažďová voda, ktorá aktuálne bez úžitku odteká, ostávala na vhodných lokalitách aj v štruktúrach urbanizovanej, nie len lesnej a poľnej krajiny a tým zmierňovala rýchle prehrievania aj ochladzovanie prostredia.

Takto je možné zmierňovať lokálne extrémy s pozitívnym dopadom na zmierňovanie výkyvov v počasí, časové a priestorové zmeny distribúcie zrážok, úbytok biodiverzity, či stratu pôdnej úrodnosti. Toto otvára úplne nový pohľad na územné plánovanie, pozemkové úpravy i lesohospodárske plány v prebiehajúcej klimatickej zmene. Potreba posilňovania vodnej, environmentálnej, potravinovej i klimatickej bezpečnosti na úrovni každého katastra je v dnešnej dobe viac ako potrebná. Je to možné prostredníctvom ekosystémového zadržiavania dažďovej vody v krajine, tak ako požaduje aj Zákon č. 543/2002 Z.z. o ochrana prírody.

Tento koncept obnovy krajiny je postavený na princípe ponechania všetkej dažďovej vody v katastri, aby sa regenerovali prírodné zdroje, vodné zdroje, posilňovala sa biodiverzita, termoregulovala krajina, čistila vzduch od prachu a alergénov a tiež chránila územie pred povodňami. Berúc do úvahy benefity, výsledky odporúčame premietnuť do územnoplánovacích dokumentácií na úrovni všetkých miest a obcí.

Projekt pracoval s dátami získanými technikami diaľkového prieskumu zeme. Dáta boli spracované pre jednotlivé územia s cieľom identifikovať najkritickejšie lokality a následne boli navrhované riešenia pre elimináciu ich negatívneho vplyvu na miestnu klímu. Súčasťou projektu sú aj 3 správy o stave krajiny troch miest (Stará Ľubovňa, Lipany, Sabinov), na

príklade ktorých sa testovalo využívanie bezpilotného monitoringu pre lepšie využívanie dát pri spracovaní územnoplánovacích dokumentácií na úrovni obcí.

Obnova poškodenej krajiny je veľkou výzvou pre všetky mestá a získané poznatky potvrdzujú, že je možné a veľmi užitočné využívať bezpilotné technológie aj pri mapovaní stavu vodnej bilancie a klimatickej zmeny a dáva lepšie príležitosti pre mestá určovať zásady využívania prírodných zdrojov, podmienok územia a celého životného prostredia s akceptáciou zákona o územnom plánovaní v plnom rozsahu, aby sa hospodárskou činnosťou a využívaním krajiny definovanie únosnosti území ľudskou činnosťou stalo súčasťou metodických postupov spracovania kľúčových dokumentov na úrovni obcí.

Počet vydaných publikácií: 300 ks

Rok vydania: 2021

ISBN: 978-80-570-2882-6

Kopírovanie publikácie len so súhlasom autorov

Projekt je spolufinancovaný Európskou úniou

Operačný program Efektívna verejná správa

Európska únia
Európsky sociálny fond

Napriek diskusiám o význame vplyvu ľudskej činnosti na zmenu klímy Zeme sa v súčasnosti dá pozorovať všeobecné prijatie faktu existencie globálneho otepľovania. S nárastom častosti vĺn horúčav, maximálnych teplôt, prívalových dažďov, znižovania počtu dní so snehovou pokrývkou a s prítomnosťou mrazov narastá aj v spoločnosti dopyt po opatreniach na zmiernenie klimatickej zmeny. Potreba riešiť zmenu klímy na regionálnej úrovni súvisí s týmito globálnymi zmenami, ktorých dopady sa prejavujú na miestnej alebo regionálnej úrovni. Vzniká potreba predchádzať prírodným a/alebo technologickým katastrofám, ktoré sú dôsledkom zmeny klímy, prípadne dômyselne využívať pozitívne vplyvy zmeny klímy.

Nevyhnutnosť systematickejšie sa pripraviť na zmenu klímy je ťažko spochybniteľná. Strategicky sa na zmenu klímy musíme pozrieť najmä na úrovni regiónov, ako aj na úrovni miest a obcí, nakoľko tam majú dopady zmeny klímy konkrétnu podobu a postihujú konkrétnych obyvateľov (napr. prejavy extrémnych dažďov alebo vplyv horúčav). Dôsledky zmeny klímy majú v jednotlivých regiónoch rôznu frekvenciu a intenzitu prejavu, pričom jednotlivé regióny majú rozdielnu citlivosť (senzitivitu) na túto expozíciu. Táto práca vychádza z predpokladu, že vhodná kombinácia opatrení zameraných na zmiernenie zmeny klímy a prijaté opatrenia, by mali prispieť k zníženiu rizík a nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy.

Projekt pre politiky integrovaného manažmentu krajiny v súvislosti voda-pôda-potraviny-energia-klíma je príležitosťou, na zahrnutie otázok dopadov klimatickej zmeny na regionálnej úrovni do zásadných strategických dokumentov. Rovnako predkladá príležitosť, aby bol jej priemet systémovo zapracovávaný aj do alternatívnych strategických dokumentov, ktoré boli, alebo budú prijaté na úrovni miest, a v ktorých zmena klímy nebola vôbec, alebo len čiastočne braná do úvahy.

ISBN 9788057028826
90000 >
9 788057 028826