Kapitola 5:
Metodika práce, hodnotenia a spravovania RASHO

V zásade možno konštatovať, že neexistuje ucelená a overená metodika postupu prípravy regionálnej adaptačnej stratégie alebo adaptačnej stratégie pre urbanizované územia (mestá a konglomerácie). Vychádza sa však z predpokladu, že každé mesto a každý región má svoje špecifiká a osobitosti, ktoré sa musia zohľadniť a ktorých analýza vytvára základ pre stratégiu zvýšenia odolnosti krajiny, mesta alebo infraštruktúry vybudovanej spoločnosťou voči zmene klímy a ňou vyvolaných následkov a dopadov. To súčasne znamená aj lepšiu pripravenosť a schopnosť reagovať na nepriaznivé dopady zmeny klímy, a to nie len v posilnení, resp. adaptácii infraštruktúry, kde sa koncentruje ľudská spoločnosť a jej hodnoty aj schopnosti a zvýšenia adaptácie krajiny a taktiež posilnenie jej principiálnych ekosystémových funkcií, ktoré prispejú snahám spoločnosti zmierniť vplyvy a následky prejavov klimatickej zmeny. Preto je metodika adaptácie na nepriaznivé dopady klimatickej zmeny zameraná aj na zmeny správania sa ľudí v krajine a priestorovej optimalizácii využívania prírodných a krajinných zdrojov (ekosystémových funkcií, služieb a produktov) a najmä na obnovu ekosystémových funkcií krajiny pre zvýšenie adaptability na nepriaznivé dopady klimatickej zmeny na ľudí, spoločnosť, ale aj na krajinu ako takú.

Na rozdiel od doteraz prezentovaných a realizovaných stratégií adaptácie na nepriaznivé prejavy klimatickej zmeny, ktoré sa sústreďovali najmä na zmenu infraštruktúry miest a konglomerácií, v dokumente RASHO ako prvotný výstup projektu Obnova ekosystémových funkcií krajiny hornej Ondavy – Ondava pre život ako účinný nástroj zvyšovania adaptačnej kapacity je krajina a jej funkcie.

Krajina na rozdiel od miest, nie je až tak citlivá na dopady zmien klímy (zatiaľ!!!!), pokiaľ nie je zranená, poškodená alebo zničená ľudskou činnosťou. V princípe sa dokáže aj sama meniť a zmeniť, a tým adaptovať svoje funkcie na akékoľvek externé dopady, pokiaľ miera jej poškodenia nepresiahne jej ekologickú únosnosť a adaptačnú kapacitu. Na druhej strane v celej histórii ľudstva je obojstranná väzba medzi človekom a krajinou, kvalitu života človeka vždy určoval charakter krajiny a naopak spôsob využívania krajiny človekom (jej prírodných zdrojov, ekosystémových funkcií a služieb) určil kvalitu a funkčnosť krajiny a jej potenciálu.

Najmä v poslednej dobe však využívanie krajiny sa dostalo do takého štádia, že miera jej poškodenia (zranenia) sa stala limitom, kde jeho prekročením krajina stratila schopnosti primárnych ekosystémových funkcií, a to aj na úkor kvality a bezpečnosti života ľudskej spoločnosti.

Schopnosť ekologickej rezistencie (prirodzenej odolnosti voči akýmkoľvek externým vplyvom) krajiny a jej reziliencie (prirodzenej schopnosti sa vrátiť do vyváženého alebo pôvodného stavu z hľadiska ekologickej stability a rovnováhy) je hlavným atribútom hodnotenia zraniteľnosti krajiny a jej ekosystémov na akékoľvek nepriaznivé dopady prírodného alebo vyvolaného charakteru. V koncepte RASHO sme sa preto sústredili na krajinu a jej súčasný stav, ktorý je predpokladom citlivosti jednotlivých krajinných systémov, vrátane systémov vytvorených človekom, teda systémov prírodných, poloprírodných a vrátane niektorých vybraných neprírodných-technických.

Inak povedané miera poškodenia, zranenia krajiny predurčuje jej následnú **zraniteľnosť** na nepriaznivé vplyvy klimatickej zmeny (a nie len na tieto prejavy). Zraniteľnosť krajiny môžeme preto definovať ako mieru kapacity jej funkcií (sily ekosystémových funkcií napr. rezistencie, reziliencie, regenerácie, autoregulácie.....), do akej sú schopné nepriaznivé dopady a následky zmeny klímy (či už klimatickej variability alebo častnosti extrémneho počasia). Zraniteľnosť je

teda funkciou charakteru, rozsahu a miery klimatickej variability, ktorej je krajinný systém vystavený (inak aj expozícia). Citlivosť krajiny a jej funkcií (systému) na expozíciu (teda akoby bola postihnutá danou expozíciou) a jej adaptívnej kapacity je mierou schopnosti stlmiť nepriaznivé dopady a vplyvy klimatickej zmeny a pružne reagovať na jednotlivé dopady, resp. na ich synergický efekt (upravené podľa zdrojov uvedených KRI 2014 – Adaptácia na zmenu klímy – naliehavá úloha miest).

Dá sa to vyjadriť aj tak, že zraniteľnosť je funkciou **expozície, citlivosti a adaptívnej kapacity**. Teda čím viac je vystavený systém (krajinný, prírodný alebo naopak umelý antropický) danému dopadu zmeny klímy a čím viac je daný systém citlivý na tento dopad, tým sú väčšie dôsledky pre daný systém a je väčšia jeho zraniteľnosť. V krajinnom systéme teda najviac záleží na tom do akej miery je krajina schopná „absorbovať“ dôsledky zmeny klímy bez ďalšieho jej poškodenia krajinného systému (ekosystémových funkcií krajiny) a na druhej strane, kde sú jej „slabé miesta“, teda poškodenia, zranenia systému (ekosystémových funkcií krajiny), ktoré stratili túto funkciu, resp. sa adaptívna kapacita funkcií krajiny redukovala alebo zdeformovala.

Preto bolo nevyhnutné spoznať **mieru poškodenia krajiny** (zranenia) v projektovom území tak, aby sa následne vedelo dospieť k základným cieľom – zhodnoteniu zraniteľnosti, odolnosti a jej adaptívnej kapacity. Pre splnenie cieľov RASHO a vychádzajúc z pravdepodobných prejavov a nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy na území hornej Ondavy (projektové územie – viď popis na inom mieste), sme sa v sústredili najmä na poznanie príčin:

1. rýchlych prívalových povodní ako reakcia na časté búrky a straty funkcii krajiny zadržať podstatné množstvo zrážkovej vody v krajine,
2. straty a degradácie pôdy (vodnou plošnou a výmoľovou eróziou) aj v súvislosti s nevhodnými spôsobmi jej využívania a príčin aktivácie svahových deformácií,
3. prieniku a charakteru inváznych druhov rastlín.

Ostatné nepriaznivé dôsledky klimatickej zmeny nie sú v danom území v súčasnosti také markantné, to však neznamená, že sa neprejavujú. Len ich v súčasnosti nevieme, resp. miestne obyvateľstvo nedokáže odlíšiť. To však nevylučuje ich postupné narastanie alebo znásobovanie ich účinku (napr. pod vplyvom extrémnych horúčav šírenie sucha a vysušovania pôdy). V projektovom území sa zatiaľ nerealizuje detailný meteorologický a klimatický monitoring alebo analýzy dopadov zmeny klímy z ktorého by sa mohlo komplexne vychádzať a prognózovať vývoj dopadov. To sa týka najmä zvyšovania sa najmä latentného tepla (pocitové otepľovanie a otepľovanie miestnej klímy), podstatných zmien v biologickej diverzite (s výnimkou prieniku inváznych druhov rastlín na úkor pôvodnej vegetácie), zmien veterných a snehových pomerov, prípadne žiarenia, a pod.

V nasledujúcej časti kapitoly popíšeme hlavné prejavy, nepriaznivé dôsledky a vplyvy klimatickej zmeny v projektovom území tak, ako boli identifikované v krajine hornej Ondavy. Súčasne sa tieto stali po dôslednej analýze aj hlavným určujúcim faktorom hodnotenia zraniteľnosti krajiny na nepriaznivé dôsledky klimatickej zmeny.

<u>Vodný režim a prívalové povodne</u>

Otázka vodného režimu, resp. vyváženého hydrologického cyklu v krajine (projektového územia) sa stala z hľadiska RASHO kľúčovým problémom. Východné Slovensko, vrátane projektového územia, pravidelne postihujú rôzne typy povodní spôsobené lokálnymi prívalovými zrážkami až po povodne, vyvolané dlhotrvajúcimi zrážkami (dažďami) zasahujúcimi celý región. Flyšové podložie, vejárovitý tvar povodí a najmä extrémne zrážky sú a budú determinujúcimi prírodnými faktormi aj pri vzniku náhlej prívalovej povodne. Okrem štandardných protipovodňových, technicky a finančne náročných protipovodňových opatrení

(stavanie hrádzí, veľké priehradné vodozádržné objekty, poldre, komplexné vodohospodárske úpravy a pod.) je na elimináciu, resp. zmiernenie uvedených následkov nevyhnutné poznať úlohu vody v prírode. Ekosystémové funkcie krajiny, ktoré, keď sú zdravé a nepoškodené, dokážu zmierniť (mitigovať) príčiny vzniku prívalových povodní, inak povedané extrémneho odtoku dažďovej vody z krajiny so sprievodnými súvislosťami a následkami.

Každý živý ekosystém v krajine (prírode) je závislý (mobilizovaný) od vody. Voda je základom vzniku a obnovy prírodných zdrojov a vytvára životodarný hydrologický cyklus ako podmienku existencie všetkých podôb života na Zemi (biologická a krajinná diverzita). Prebytky vody v zdravo fungujúcich ekosystémoch (napr. aj pri akýchkoľvek krátkodobých klimatických extrémoch) nie sú v prírode problémom najmä preto, lebo voda vytvára hydrologický cyklus viazaný dominantne na jej výpar (pôdna respirácia, evaporácia, (fyto)transpirácia) a jej prebytky odtekajú na miesta, kde je jej nedostatok, vsiakne do hlbín Zeme a geologického podložia alebo odtečie do mora, kde sa dostane do režimu globálneho hydrologického cyklu. Naopak, nedostatok vody v ekosystémoch rýchlo utlmuje proces fotosyntézy v životných cykloch rastlín a tým aj ostatných foriem života, vrátane umŕtvovania pôdy. To má súčasne aj dominový efekt, keď nedostatkom vody v ekosystéme sa utlmuje fotosyntéza a menej prírodného uhlíka uloženého v biomase sa prenáša mimo živé organizmy a do atmosféry.

Živý a životodarný ekosystém krajiny sa dokáže vyrovnať aj s prebytkom vody. Síce len na krátku dobu ale dostatočnú nato, aby nevznikali nenapraviteľné škody na krajinnom a prírodnom prostredí (vyššie spomínaná reziliencia). Neprimeraným zásahom, ktorý spôsobuje na jednej strane nadmerný prírastok do odtoku povrchovej vody a paradoxne úbytok vody, keď ju príroda najviac potrebuje, sú veľkoplošné meliorácie v projektovom území. Tie boli budované za čias intenzívneho využívania poľnohospodárskej pôdy (ornice) na to na veľkých plochách. Časť odvodňovacích systémov bola vybudovaná na stabilizáciu svahov a zosuvov, ale hlavná dominantná plocha spĺňala účel odvodňovania polí. Tie sa ale už v súčasnosti premenili na trávnaté porasty a zmysel meliorácií sa tu stratil (s výnimkou zosuvových území). Naopak, v časoch dažďov cez odvodňovacie systémy prúdi do jarkov a potokov veľké množstvo vody z pôdy, ktorá by tam mohla aj ostať a tým prispieva k vzniku prívalových povodní. Naopak, v čase suchého a horúceho počasia drenáže odvádzajú posledné zvyšky podzemných vôd, ktorá potom chýba pôde a vegetácii. Deficit vody je potom markantný aj na povrchu v podobe vysušenej, degradovanej a zhutnenej pôdy a slabým vegetačným krytom, ktorý nie je následne schopný sa brániť voči prívalovým dažďom a plošnej erózii pôdy. Tým sa celý proces zacykluje a znásobujú sa jeho nepriaznivé dôsledky mobilizované aj klimatickou zmenou. Znižuje sa adaptačná kapacita krajiny ako celku.

Veľmi výrazným činiteľom odtoku povrchovej vody je pomerne hustá sieť lesných a poľných ciest, ktoré ostali ešte z dôb intenzívneho hospodárskeho využívania krajiny (lesné hospodárstvo a poľnohospodárstvo). Sprievodným javom je veľké množstvo rôznych eróznych rýh, výmoľov a jarkov, ktoré aj majú miestny názov „debry, dzibry“. Tieto erózne fenomény sú aj z dôvodu geologickej a morfologickej stavby pomerne časté a spolu s dočasnými hospodárskymi cestami sa stali hnacími motormi prívalového odtoku dažďovej vody po povrchu do recipientov. Tým voda svojou eróznou činnosťou podmieňuje prehlbovanie týchto jaziev na povrchu krajiny a postupom času sa väčšina hospodárskych ciest mení na prehlbujúce sa erózne ryhy ako rýchle cesty odtoku povrchových vôd. Nakoľko je tu veľmi hustá sieť týchto javov, v čase dažďov sa odtekajúca voda tlačí do týchto odtokových rýh a starých nepoužívaných ale aj súčasných hospodárskych ciest s dramatickým eróznym prejavom, silným odnosom pôdy a geologického substrátu, ukladaním sedimentov a zmenou prírodného a prirodzeného vodného režimu. K tomu prispievajú aj zle formy hospodárenia na lúkach, pasienkoch a kosienkoch (trvalé trávnaté porasty - TTP), na ktorých sa nevhodne hospodári. O tomto jave sa zmienime na inom mieste, na

mnohých plochách TTP sa tak zle hospodári (aj napriek dotáciám), že tieto plochy sa správajú ako „slamené strechy“, z ktorých steká voda namiesto toho, aby vsiakla do pôdy a do podložia.

Osobitným prvkom v projektovom území je letisko nad Svidníkom. Bolo budované koncom 80 rokov a v súčasnosti nedokončené a nevyužívané predstavuje vyasfaltovanú plochu cca 1500 x 30 m a sprievodné plochy (4,5 - 5 ha), ktoré sú odkanalizované do Ladomírskeho potoka a do Ondavy. Letisko je umiestnené na morfologickom chrbte nad Svidníkom vo výške cca 350 m n.m. (cca 80 m nad mestom). V prípade len bežného dažďa sa len táto plocha stáva ohromným zdrojom zbytočného odtoku povrchovej vody do Ondavy namiesto jej odvedení do okolitých porastov. Okrem tejto stavby je v projektovom území množstvo ďalších pomerne zbytočných (a mnohokrát aj nefunkčných) technických opatrení na odvod vody alebo napr. množstvo vybetónovaných plôch, ktoré slúžili na silážovanie alebo sklad hnoja, dnes už sa využívajú na tento účel zriedkavejšie.

Na základe vyššie uvedeného, ale aj ako od filozofie prístupu k riešeniu strategického spoločenského dokumentu, považujeme preto za najlepšiu a najpochopiteľnejšiu cestu adaptácie na klimatickú zmenu v krajine posilňovaním dostatku vody v ekosystémov a ich revitalizáciu (teda oživovanie, lebo voda je médium života). Tento integrovaný prístup v manažmente povodí bude mať niekoľko pozitívnych účinkov ako je prevencia pred povodňami, suchom a zmiernenie negatívnych dôsledkov zmeny klímy i posilnenie biodiverzity. Multifunkčný efekt vody v ekosystémoch spôsobí, že vyššie uvedené opatrenia budú súčasťou trvalo udržateľného integrovaného riešenia v čase meniacej sa klímy v týchto bodoch:

- Ozdravenie krajiny a obnova vybraných ekosystémových funkcií krajiny prostredníctvom integrovaného zadržiavania dažďovej vody v poškodených častiach krajiny
- Zlepšovanie lokálnych prejavov klímy zadržiavaním dažďovej vody na mieste, kde dopadne a obnova malých hydrologických cyklov (výpar a ochladzovanie, vsak do pôdy).
- Využitie rôznych technologických riešení na prevenciu pred nadmerným odtokom dažďovej vody z lesopoľnohospodárskej i urbánnej krajiny v spojení s eróziou a svahovými pohybmi.
- Zvyšovanie zásob vodných zdrojov v povodí, predchádzanie povodniam, suchu a erózii a lokálne zmiernenie nepriaznivých dôsledkov zmeny klímy.

Ilustračné foto – deštrukčná povodeň 2010 v obci Ladomírová (neznámy autor).

Silný lejak v auguste 2014, prudké vybreženie Ondavy pri obci Cigla (foto. P. Straka).

Degradácia, strata pôdy a prejavy sucha

Geobiocenologická metóda typizácie ekosystémov integruje vegetačnú (floristickú) typizáciu a typizáciu neživej prírody. Na druhej strane hydraulická vodivosť pôdy je kľúčovým parametrom kapacity transportu látok a drenáže podzemnej vody počas zrážok a po nich. Tento faktor umožňuje poznanie kritickej intenzity zrážky, pri ktorej už nastáva povrchový odtok, rovnako ako rýchlosť, akou voda odteká z pôdneho profilu po jeho povrchu (modely retenčných kriviek). Takéto principiálne danosti pôdy sú však determinované jej aktuálnym stavom a odchýlkou od primárneho stavu jej ekologickej a fyzikálnej stability.

Projektové územie je v zásade diverzifikované na dva základné typy krajiny – lesná krajina (lesné pozemky – LPF) a poľnohospodárska krajina (poľnohospodárske pozemky – PPF). Podľa toho sú tu vyvinuté aj kombinácie pôdnych typov ale najmä ich súčasný stav a charakter. Základný popis pôdnych pomerov je uvedený nižšie.

V priebehu posledných dvoch desaťročí došlo v krajine projektového územia hornej Ondavy k zásadnému obratu v hospodárení s krajinou a jej zdrojmi. Netýka sa to až tak lesníctva, aj keď po transformácii sa aj tu prejavili vážnejšie zmeny v hospodárení, ale v zásade tieto nepriniesli vážnejšie environmentálne problémy. Adaptačná kapacita krajiny je preto priamo závislá od charakteru lesných ekosystémov a lesných pôd v nich.

Na druhej strane pomerne dramatická zmena v poľnohospodárstve priniesla zmeny v charaktere poľnohospodárskych pozemkov, kde na väčšine územia sa pôvodné orné plochy zmenili na TTP (lúky, pasienky a kosienky) a ostali len fragmenty ornej plochy. Na druhej strane pahorkatinový reliéf a flyšové geologické podložie v kombinácii s nevhodnými praktikami hospodárenia sa prejavuje v početných negatívnych javoch, na ktorých konci je intenzívna plošná a výmoľová erózia, dramatické vysušovanie veľkých plôch a v konečnom dôsledku strata pôdnych horizontov až na podložie. Prejavy sucha a nedostatku pôdnej vlahy (humidity) sa spätne prejavuje na charaktere vegetačného krytu a možnosti ochrany posledných zvyškov skalnatých pôd a najmä na inicializácii pôdotvorných procesov.

Podľa oficiálnych podkladov (viaceré cit. dokumenty NPPC a VÚPOP) sa v tomto klimatickom pásme okrem zvýšenia úhrnov a častnosti zrážok neočakávajú (zatiaľ) dramatické zmeny dôsledkov klímy na pôdu. Evaporácia (výpar vody z pôdy a výpar z vegetácie - transpirácia) sú závislé od daných ekologických podmienok a v našom vnímaní najmä od stavu pôd a ekosystémovej kapacity. Závisí od kladnej energetickej bilancie, podmienok turbulentnej výmeny medzi porastom a atmosférou, od obsahu vody v pôdnom profile a od schopnosti rastlín regulovať príjem a výdaj vody z vlastného organizmu. Problémom je, ak je značná časť pôdy erodovaná, degradovaná alebo zhutnená (pôdna kompakcia). To ovplyvňuje aj zmeny v obsahu organického uhlíka v pôde, čo má za následok zmeny v pôdnej štruktúre, pôdnej erodibilite, infiltračnej rýchlosti, odnosu pôdy, salinite a obehu rastlinných živín a pod.

Vychádzame z predpokladu, že plošná charakteristika lesných ekosystémov je priamo závislá od ich stavu lesov, lesných porastov v projektovom území. Tieto generálne a vo všeobecnosti hodnotíme ako pozitívny prvok s vysokou adaptačnou kapacitou a ekologickou stabilitou s výnimkou technicko-hospodárskych zásahov na malých plochách, ako sú napr. lesné cesty, erózne ryhy a lokálne aj nevhodné formy lesného hospodárenia.

Na druhej strane pôdy na poľnohospodárskych pozemkoch, ich stav a afinita k prejavom sucha a degradácie (až dezertifikácie) má priamy súvis s formami využívania poľnohospodárskych pozemkov najmä TTP. Preto bolo treba vložiť mimoriadnu hodnotiacu kapacitu na zhodnotenie kvality a kvantity trávnatých porastov v projektovom území ako dominantného hodnotiaceho činiteľa, ktorý podmieňuje celkové zhodnotenie adaptačnej kapacity tejto krajiny a miesta jej zraniteľnosti na nepriaznivé dopady klimatickej zmeny.

Nebolo v našich kapacitách sa dôsledne a empiricky v rámci prípravy RASHO venovať prejavom sucha a degradácie pôdy v projektovom území. Vychádzame však z faktu, že sucho (teda strata pôdnej vlahy a podzemných vôd) znižuje až zastavuje fyziologické funkcie rastlín, znemožňuje koreňom rastlín prijímať dostatočné množstvo živín počas vegetačného obdobia. To následne determinuje fyziologické funkcie ekosystému, spomaľuje rast rastlín, výmennú energiu ako aj iné dôležité procesy dané ekosystémovým funkciám trávnatých porastov (trávnatých ekosystémov). Efektívnosť vodného režimu (inak aj malého vodného cyklu – vsak – výpar – výmena energií) je najviac ovplyvnená nepravidelným alebo obmedzeným (limitujúcim) príjmom vody. Prieduchy rastlín strácajú schopnosť regulovať zvyšujúce straty vody, intenzita fotosyntézy klesá a redukuje sa akumulácia živín. To znásobuje pôdna kompakcia, ktorá vytvára „pevné“ cesty pre rýchly odtok vody mimo vysušené plochy a zvyšuje dopad stresu na rastliny zo sucha. Tým sa celý režim zacykľuje a z hľadiska dopadov klimatickej meny sa adaptačná kapacita vrátane akumulácie (sekvestrácie) CO_2 rapídne znižuje a degraduje. Pôda sekvestruje uhlík (CO_2) najmä prostredníctvom vegetácie a mikroforiem pôdneho života. Pôda ho dokáže ukladať a dokáže ho pomerne rýchlo uvoľniť. Keď sa obsah vody v pôde znižuje, pôda sa viac prevzdušňuje, čo vedie k nárastu oxidačných procesov, urýchľuje sa mineralizácia organického obsahu v pôde a pôda sa prehreje a vysuší. Stratou uhlíka z pôdy sa stráca jej organický obsah a schopnosti udržať vodu za zvýšeného potenciálu vzniku presušenia až dezertifikácie. Nedostatok vody v pôde zvyšuje jej prehrievanie a následnú mineralizáciu organickej hmoty. Znižuje sa retenčná kapacita krajiny, prestávajú fungovať lokálne „klimatické“ funkcie (výpar vody – ochladenie – spad rosy a lokálnych zrážok, ochladenie – vsak – výpar, ochladenie.....). Interakcia uhlíkového cyklu s hydrologickým cyklom hrá dôležitú úlohu vo veľkosti výmeny uhlíka medzi zemským povrchom a atmosférou a súčasne aj determinuje adaptačnú kapacitu krajiny, čo je súčasne aj primárna ekosystémová funkcia pôdy a požadovaného vegetačného krytu v interakcií s ňou.

To je zhrnutie degradačných procesov v pôde. Tieto boli analyzované najmä podľa charakteru trávnatých porastov, ktoré sa pre tento účel zhodnotili do 4 kategórií (A, B, C, D) na plochách TTP a osobitne ako orná pôda (aktuálne zoraná plocha poľnohospodárskych pozemkov) označená ako (O). Takéto členenie trávnatých ekosystémov definovalo aj charakter pôdy v nich. Lesné ekosystémy neboli hodnotené a boli brané ako optimálne z hľadiska adaptačnej kapacity.

Za plochy s vysokou mierou zraniteľnosti sa v danom území považujú najmä plochy pôdnej kompakcie alebo iné formy jej degradácie a plochy svahových deformácií. Kompakciu a iné formy degradácie, tu spôsobuje najmä spásanie pasienkov ťažkým hovädzím dobytkom, ktoré je zhromaždené v početných stádach (po niekoľko sto kusov). Preháňanie týchto stád spôsobuje zhutnenie pôdy alebo jej fyzikálnu deštrukciu rozšliapavaním najmä v obdobiach dažďov. Okrem priameho zásahu (poškodenia) pôdy preháňanie týchto zvierat cez potoky a brehové porasty tieto poškodzujú a likvidujú. Z exkrementov hospodárskych zvierat vznikajú prekyslené a nasýtené štruktúry v pôde, ktorá nie je schopná sa vysporiadať s nahromadením organických zvyškov.

Ilustračné foto: prejavy silnej erózie stekajúcou vodou na poliach okolo Kružlovej (foto: P. Straka). Nedostatočný vegetačný kryt a nevhodné spôsoby obrábania pôdy spôsobuje definitívnu stratu pôdneho horizontu.

Osobitným a mimoriadne deštrukčným prvkom v projektovom území sú svahové deformácie v rôznych ich podobách a prejavoch. Celé územie sa nachádza na flyšovom geologickom substráte pozostávajúcom z dominancie pieskovcov, ílovcov a bridlíc, menej zlepencov, kremitých bridlíc a slieňovcov (pozri kap. 7 a 8). Tak ako v iných flyšových pohoriach Západných Karpát, aj tu je veľké množstvo zosuvov podmienených najmä charakterom flyšu a danou geomorfológiou. Akumulácia svahových pohybov a spolu s rôznymi formami plošnej a výmoľovej erózie je jedným z hlavných determinantnov zraniteľnosti krajiny z hľadiska pôd a ekosystémových funkcií, kde pôdy majú dominantné zastúpenie.

Prienik nepôvodných inváznych druhov

Aj keď problematika inváznych druhov rastlín (aj živočíchov) nie je (zatiaľ) kľúčovým problémom zmeny klímy v projektovom území, treba ich zaradiť do navzájom súvisiacich vzťahov príčin a následkov v krajine (v životnom prostredí). Napriek severovýchodnej expozícii projektového územia sa invázne druhy rastlín rozširujú aj po tomto území, najmä popri tokoch. Z pravdepodobných príčin šírenia týchto druhov rastlín tieto možno pripísať aj postupnému otepľovaniu lokálnej klímy a strate prirodzených autoregulačných a defenzných funkcií dominantných ekosystémov, najmä systémov viazaných a vodu (mokrade, brehové porasty, nivné podmáčané lúky a toky vo všeobecnosti). Aj keď riešenie problematiky inváznych druhov (rastlín a živočíchov) nie je dominantnou problematikou adaptácie a zvyšovania adaptívnej kapacity krajiny, v rámci RASHO sa primerane venujeme aj tejto problematike. Prienik inváznych druhov rastlín má však aj v tomto regióne narastajúci trend a krajina najmä v miestach, kde je poškodená, je pod silným tlakom inváznych rastlín s dopadmi na ekosystémové funkcie krajiny, ale aj hospodársku a a sociálnu infraštruktúru a ohrozuje aj zdravotný stav obyvateľstva. Riešenie prieniku inváznych druhov bude preto nutné preto riešiť komplexne.

Súčasne s poznaním krajiny a jej ekosystémov a ekosystémových funkcií sa pristúpilo ku kompilácii, modelovaniu a **prognózam vývoja** nepriaznivých dopadov klimatickej zmeny a to najmä vo vízii, že sa ničím a nijak nepričiníme o zmiernenie ich následkov a vplyvov. Kompilácia vznikla z početných prác, modelov a úvah, ktoré sú verejne prístupné a zverejnené vychádzajúc najmä z oficiálnych správ IPCC (pozri kap. 2), prognóz vývoja na území Európskej únie, strednej Európy a osobitne v pohorí Karpát, ktoré sa následne prenieslo do nášho projektového územia, teda horného povodia rieky Ondavy. Nie je možné oddeliť, resp. vyčleniť takéto malé územie od širokého celku strednej Európy, kde sa vývoj bude meniť aj podľa morfologických, klimatických a hydrologických primárnych podmienok.

Aj keď nebolo v kapacitách (odborných, časových a finančných) autorského tímu spracovať model a prognózu vývoja zmien klímy a vyvolaných dopadov výlučne na projektové územie, snažili sme sa vložiť do kompilácie aj vlastné úvahy a predstavy vychádzajúc najmä z príhod a skúseností miestneho obyvateľstva, ktorí mali a majú možnosť dlhodobo pozorovať a najmä porovnávať zmeny, ktoré sa v krajine dejú. V mnohých prípadoch až po vysvetlení pravdepodobných príčin týchto odpozorovaných zmien došlo k ozrejmeniu a osvetleniu zdôvodnenia, prečo sa mnohé tieto úkazy dejú a aký bude ich pravdepodobný následný vývoj. Je to možno laický pohľad, ale v mnohých prípadoch „sedliacke“ myslenie má veľmi vysokú pridanú hodnotu pre tých, ktorí ho vedia spojiť a vložiť do odborného kontextu.

Prognóza vývoja nepriaznivých dopadov klimatickej zmeny na toto územie popísané v RASHO (kap. 2) teda pozostáva najmä z kompilácie dostupných empirických a overených dát, vlastného vkladu možného vývoja vychádzajúc z modelu pokračujúceho znehodnotenia a zranenia krajiny a ekosystémových funkcií a mimoriadne hodnotných pozorovaní, analýz a skúseností miestneho obyvateľstva.

RASHO je zameraná na riešenie niektorých prejavov pravdepodobne súvisiacich aj so zmenami klímy najmä v interakcii s antropogénne poškodenou krajinou (ekosystémovými funkciami). Od ekosystémovo funkčnej krajiny sa mimo iné očakávajú tlmiace alebo adaptačné účinky na verifikovane nepriaznivé vplyvy, ktorými sú tu najmä prívalové povodne a prejavy vysušovania a degradácie pôdy. Preto aj nasledovná prognóza vývoja prezentovaná v RASHO sa uberá týmto smerom. Aj keď sme si vedomí, že aj napr. problematika prieniku inváznych druhov má svoj prognózovaný vývoj s vážnym ekonomickým dopadom, že otepľovanie (kontinentálne ale aj lokálne) prinesie nové ekonomické, zdravotné a sociálne zmeny napr. v stratách tradičnej poľnohospodárskej produkcie a v historických štruktúrach krajiny a ich využívaní a aj výskyt neznámych škodcov a chorôb na poľnohospodárskej vegetácii bude vážnym problémom, že môže dôjsť k ohrozeniu prístupu ku zdrojom pitných vôd a mnohé iné, prognóza vývoja a následné adaptačné opatrenia zdôvodnené v RASHO sa dominantne týkajú týchto dvoch vyššie uvedených prejavov a dopadov klimatickej zmeny – povodne, resp. dramatická zmena odtokových pomerov a prejavy pôdneho sucha a straty pôdy.

Po komplexnej analýze krajiny projektového územia na základe vyššie uvedeného metodického postupu, navigácie a definovania hlavných prejavov a dôsledkov klimatickej zmeny (porovnaj s kap. 6) a identifikácii modelových a predpokladaných dopadov klimatickej zmeny na ňu sa pristúpilo k zhodnoteniu **miery zraniteľnosti krajiny** a jej ekosystémov v projektovom území. V konečnom dôsledku sa zraniteľnosť prejaví na zraniteľnosti spoločnosti a jej hodnôt, a preto sa vníma RASHO ako dokument pre ochranu komunít miestneho obyvateľstva a jeho sociálnych, historických a ekonomických hodnôt. Zraniteľnosť je preto miera prípadných budúcich škôd spôsobených dopadmi klimatickej zmeny, alebo takých zmien v sociálnom a hospodárskom prostredí spoločnosti, ktoré budú predznamenávať jej úplný obrat, s ktorým sa nebude vedieť vysporiadať. Krajina a príroda sa sama o sebe dokáže vysporiadať s akoukoľvek zmenou v čase a priestore aj za cenu dlhodobej hibernácie a pre nás nepochopiteľných udalostí a hiátov v evolučnom procese. Pokiaľ sa však uznáva, že kvalita života človeka a jeho spoločnosti úzko súvisí s kvalitou prostredia v ktorom žije, tak aj v našom prípade RASHO je v konečnom dôsledku zameraná na ochranu ľudskej spoločnosti a jej hodnôt, ako aj komunity, ktorá v tomto kraji dlhodobo žije a tvorí hodnoty. Ciele bezpečnosti komunity a jej hodnôt je možné dosiahnuť aj ozdravením a nápravou poškodených a zranených častí prírody, ekologickou obnovou ekosystémových funkcií krajiny vrátane tých funkcií, na ktorých je ľudská spoločnosť bezprostredne závislá.

K hodnoteniu zraniteľnosti krajiny sa po dôslednom poznaní krajiny projektového územia hornej Ondavy pristúpilo viacerými krokmi a z viacerých strán. Obdobne ako v iných prípadoch sa vychádza z toho, že **zraniteľnosť'** je miera prípadných budúcich škôd spôsobených dopadmi klimatickej zmeny (KRI 2014). V prípade RASHO sa uvažuje so zraniteľnosťou konkrétneho ekosystému, jeho časti alebo zraniteľnosť kapacity jeho funkcií vrátane produkčnej funkcie, na jav alebo vplyv vyvolaný klimatickou zmenou (častnosť silných dažďov a lejakov, búrky, silné veterné smršte a víchry, snehové prívaly alebo absencia snehovej pokrývky, premrznutá pôda a pod....) a s tým spojené dôsledky a škody. Zraniteľnosť ekosystému je v tomto prípade okrem jeho aktuálneho ekologického stavu (od ekologicky stabilného cez zranené a poškodené až deformované a zničené) citlivá aj na expozíciu voči tým prejavom klimatickej zmeny, ktoré sa ako principiálne uvedené vyššie.

►**Krok prvý**: Spracovali sa a vyhodnotili štatistické dáta ohľadne štruktúry krajiny podľa jednotlivých katastrov projektového územia (46 katastrálnych území). Štatistické dáta sa získali z oficiálnych zdrojov a percepovali sa dáta ohľadne pokryvnosti jednotlivých území lesnými a poľnohospodárskymi pozemkami (lesné a agroekosystémy), pozemky vodného hospodárstva (vodné a mokraďové ekosystémy) a ostatné plochy (v zásade neprodukčné, ako najmä urbanizované plochy vrátane sadov a záhrad ako súčasť zastavaných území, cesty a pod.). Takto

vznikla mozaika pokryvnosti a využívania krajiny projektového územia. Uvedené štatistické dáta sa porovnali s realitou, stavom a expozíciou jednotlivých kategórií dominantných ekosystémov, porovnanie sa dialo jednak priamou pochôdzkou a obhliadkou po krajine a jednak s riadenými rozhovormi s miestnymi obyvateľmi, starostami obcí, farmármi, lesníkmi a pod.

Σ: Výsledkom je mapa a schéma štruktúry využívania krajiny projektového územia na základe oficiánych štatistických údajov vo väzbe na počet obyvateľov žijúcich v jednotlivých obciach a katastroch projektového územia. Spracované údaje sa stali základom pri váhach, ktoré smerovali k hodnoteniu celého územia z hľadiska jeho ekologickej stability, charakteru priestorového využívania krajiny a prírodných zdrojov a hodnotenia zraniteľnosti krajiny na dopady klimatickej zmeny.

►Krok druhý: Zhodnotili sa dostupné dáta z ostatných zdrojov, ako napr. bola poskytnutá dokumentácia Regionálneho územného systému ekologickej stability okr. Svidník zo SAŽP (kap. 7) a bola porovnaná so staršími dokumentmi R-ÚSES okr. Svidník a Bardejov. Zo Štátnej ochrany prírody a krajiny SR (ŠOP SR) boli poskytnuté relevantné údaje o osobitne chránených záujmov ŠOP SR podľa zákona 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny. Boli preskúmané všetky územno-plánovacie dokumentácie a zhodnotené z hľadiska záujmov a cieľov projektu. K dispozícii boli ďalšie dokumenty a dokumentácie, často až historického charakteru, komplexné mapové diela na porovnanie so súčasnosťou (historické štruktúry krajiny zaznamenané v starých mapových podkladoch a ZMD 1:10000 z rokov 1961 – 1965).

Σ: Výsledkom tohto postupu je sumarizácia dát o území, ktoré boli spracované v rámci iných aktivít, projektov a ktoré sa pri zachovaní autorských práv použili pri hodnotení projektového územia. Originálne podklady sú citované v zozname použitej literatúry a tam je uvedená ich dostupnosť.

►Krok tretí: Z oficiálne získaných podkladov z Geodetického a kartografického ústavu sa spracoval dynamický model reliéfu celého projektového územia, na ktorý sa preklopili vodohospodárske dáta vrátane informácií a povodňových udalostí a oblastí povodňových rizík (potenciálne územia). V prostredí geografického informačného systému (GIS) sa následne spracovali odtokové pomery celého územia a erózno-denudačný model. Viaceré lokality boli následne podľa tohto modelu prejdené a overené. Model poslúžil na výpočet sklonov svahov, odtokových pomerov a primárnej expozície krajiny a jej ekosystémov na prejavy klimatickej zmeny.

Σ: Výsledkom je geodynamický model reliéfu, do ktorého sa vkladali ďalšie údaje ako sú napr. zosuvy, svahové deformácie a plochy postihnuté pôdnou eróziu, resp. relevantné pôdne údaje. Z neho sa následne vypočítala kapacita kritického odtoku dažďových vôd mimo riadnej vodnej siete a celkové odtokové pomery projektového územia. Mapa a podkladové dáta sa stali podkladom pre vyčlenenie kritických častí krajiny z hľadiska jej expozície a zraniteľnosti.

►Krok štvrtý: Pristúpilo sa k vytvoreniu siete ekologicko-funkčných plôch (EFP), ktoré boli principiálne vyčlenené podľa hraníc jednotlivých mikropovodí a rozvodí a jednotlivých ekologických väzieb ekosystémov. Takto vznikla mapa č. 3, na základe ich zváženia ich ekosystémovej hodnoty, ktoré sa pre potreby ich hodnotenia a váženia ekologickej hodnoty rozčlenili na základné zóny – zóna lesov, zóna mimolesnej vegetácie a poľnohospodárskych pozemkov (agro a agroekosystémy), zóna vodných systémov a urbanizované zóny vrátane infraštruktúry. Nakoľko sme vychádzali z predpokladu dobrého zdravotného stavu lesných ekosystémov (lesných porastov akejkoľvek kategórie lesov), ďalšie hodnotenie sa sústredilo najmä na nelesné porasty v aktuálnom stave trvalých trávnatých porastov (TTP), mimolesnej krovinatej a stromovitej vegetácie (NDV) a vegetácie vodných a mokraďových ekosystémov (VMV). Najrozsiahlejšie komplexy z hľadiska kvality a kvantity predstavujú TTP – lúky, pasienky a kosienky. Do nich prenikajú trávnaté porasty nivných – mokraďových, podmáčaných

lúk v inundáciách tokov, ktoré sa nedali oddeliť od ostatných trávnatých porastov. Štandardne tu TTP vznikali jednak historicky a v úzkej väzbe aj na lesné porasty (aj v rámci nich) ako podhorské a horské lúky a jednak rýchlou alebo postupnou premenou pôvodne intenzívne využívanej ornej pôdy na TTP. To predurčilo ich stav z hľadiska ekologickej stability, ekosystémových funkcií, vrátane produkčných a neprodukčných funkcií, ale najmä aj z hľadiska ich aktuálnych foriem využívania a dotácií na ich využívanie. Pre tento účel boli brané aj údaje LPIS a získané dáta z pozemkových úradov. Komplexným terénnym hodnotením boli následne plochy TTP začlenené do štyroch (4) úrovní hodnoty od „A“ ako najhodnotenejšie porasty TTP (z hľadiska stavu a ich súčasného využívania), cez hodnoty „B“ a „C“ až po hodnotu “D“, čo je stav považovaný aktuálne za zlý, ekologicky destabilizovaný a z hľadiska expozície a ekosystémových funkcií neprijateľný a rizikový (pozri kap. 8 Zraniteľnosť). Podobne boli zhodnotené aj porasty vegetácie popri tokoch (brehové porasty), stabilita brehov a miery vplyvu vodohospodárskych zásahov.

Σ: Vytvorila sa priestorová viacvrstvová schéma projektového územia, v ktorej sa vzájomným prekryvom v prostredí GIS podarilo identifikovať a zhodnotiť (váhami získaných dát) jednotlivé časti krajiny v rámci EFZ a tieto zaradiť do jednej z vyjadrovacích hodnôt v hodnote od „1“ ako najhodnotnejšie a najmenej zraniteľné územie až po hodnotu „5“, ktoré predstavuje najviac zraniteľnejšie územie krajiny (1 ako najlepší stav a 5 ako stav najhorší) (pozri kap. 8). K tomu sa priradili ďalšie údaje z územia získané jednak z dostupných dát a mapových podkladov ako je najmä mapa zosuvov a svahových deformácií (www.geology.sk/mapovasluzba), vodohospodárske mapy (základná vodohospodárska mapa, mapa povodňového ohrozenia, mapa povodňových rizík (www.svp.sk), podklady VÚPOP (www.vupop.sk/podnasluzba) a Hydromeliorácie š.p. (melioračné systémy a sústavy) doplnené o vlastné pozorovania a merania.

►**Krok piaty**: Na základe týchto získaných a spracovaných dát sa pristúpilo k ich syntéze, ktoré viedli k vyčleneniu kritických častí krajiny z hľadiska ekologickej stability, degradovaných ekosystémových funkcií v nej a najmä zníženej adaptačnej kapacity krajiny. Zhodnotili sa plochy krajiny s vysokým potenciálom vzniku prívalových povodní a akumulácie odtekajúcich dažďových (prívalových dažďov) vôd, ktoré tvoja nadmerný prírastok do vodného režimu regulárnych tokov Ondavy a jej prítokov, ktoré následne sú príčinou vybreženia a bleskových povodňových vĺn. Na druhej strane sa zhodnotili tie časti krajiny, kde došlo k dramatickej erózii pôdnej vrstvy (plošnej alebo výmoľovej) a tým synergického efektu straty vodozádržnosti dažďových vôd a ich prieniku do podložia a straty schopnosti sekvestrácie a akumulácie uhlíka do pôdy.

Σ: Výsledkom sa stal výber konkrétnych plôch poškodenej krajiny, ktoré už bolo možné identifikovať aj na parcelný stav katastra a tým analyzovať možnosti aké opatrenia na elimináciu vyššie uvedených negatívnych javov prijať, navrhnúť a naprojektovať na tej ktorej parcele, kde sa to vyžaduje. K tomu bola nevyhnutná súčinnosť so Geodetickým a kartografickým ústavom Bratislava (GKÚ), katastrálnymi úradmi v projektovom území a identifikácia vlastníkov, správcov, nájomcov pozemkov.

►**Krok šiesty**: Konečným krokom je definovanie zraniteľných území a stanovenie limitujúcej adaptačnej kapacity v najviac poškodených (zranených a z hľadiska ekosystémov znefunkčnených) častí krajiny, kde sa navrhne systémový rad opatrení podľa ich zamerania a cieľa. Tieto opatrenia budú mať synergický charakter zameraný na posilnenie alebo obnovenie ekosystémových funkcií krajiny a na podporu sektorových činností a aktivít človeka v krajine. Okrem tohto je tu ako dominantné opatrenie navrhnúť v týchto vybraných častiach poškodenej krajiny funkčnú optimalizáciu priestorového využívania krajiny a jej prírodných (krajinných)

zdrojov tak, aby sa zabránilo ďalšiemu poškodzovaniu krajiny a prispelo k jej adaptačnej kapacite.

Σ: Výsledkom tohto kroku je konkretizácia charakteru, umiestnenia, lokalizácie v rámci katastrálnych informácií a cieľa jednotlivých realizačných opatrení. Okrem nich sa navrhnú podporné opatrenia vedúce najmä k regulačným a stimulačným cieľom strategického plánu opatrení a k priestorovej optimalizácii funkcií a využívaniu prírodných zdrojov krajiny v projektovom území.

►**Krok siedmy**: Pre lepšiu orientáciu verejnosti o možnostiach a hodnotách adaptačných opatrení sa vytvorí ideový katalóg realizačných opatrení v troch základných definíciách a cieľoch – adaptačné, revitalizačné a mitigačné opatrenia. Aj keď v tejto súvislosti sa všetky opatrenia tykajú na zvýšenie adaptačnej kapacity krajiny a obnovu ekosystémových funkcií krajiny tak, aby táto ako celok bola schopná sa adaptovať na nepriaznivé dôsledky dopadov a vplyvov klimatickej zmeny a akumulovať a zmierniť jej následky, v zásade rozdiel medzi nimi je nasledovný:

adaptačné opatrenie: fyzické realizačné opatrenia v krajine tam, kde je poškodená najmä jej abiotická zložka. Ide najmä o opatrenia na zadržanie vody (vodozádržné), protierózne, stabilizáciu svahov a zosuvov, zmenšenie odtoku a podporu vsaku na plochách a líniách, odstránenie následkov zosuvov, vhodné a prijateľné vodohospodárske opatrenia zamerané najmä na zabránenie vybrežovania vôd a prívalových povodní, sprietočnenie odtoku v regulárnych tokoch (aj drobných tokoch a občasných odvodňovacích štruktúrach), reguláciu alebo elimináciu efektu odvodňovania melioračnými sústavami a naopak sfunkčnenie odvodňovacích systémov, kde je to potrebné (napr. pri aktívnych zosuvoch), protierózne opatrenia výmoľové a plošné a strata pôdy vodnou a veternou eróziou (deflácia) a pod.

revitalizačné opatrenie: realizácia takých opatrení, ktoré obnovia vitalitu a životodarnosť ekosystémov čím sa zvýši ekologická stabilita územia, biologická a krajinná diverzita a rozmanitosť a pestrosť podmienok a foriem života v krajine. Týka sa to aj synergického efektu, kde napr. pri obnove mokradí dôjde aj k vodozádržnej a klimatickej funkcii významnej na podporu adaptačnej kapacity ale aj vitálnych požiadaviek a funkcií mokraďového ekosystému.

mitigačné opatrenie: je kombinácia mitigačných opatrení v zmysle terminológii klimatickej zmeny, teda znižovanie emisných produkcií skleníkových plynov z primárnych a sekundárnych antropických zdrojov (antropogénne podmienené emisie CO_2 CH_4 N_2O a síry), pričom takéto zdroje sa v projektovom území viac-menej nevyskytujú, s funkciou zmierňovania straty kapacity krajiny absorpcie a sekvestrácie uhlíka najmä v podobe CO_2 do pôdy a do vegetačného krytu v miestach, kde vitálny ekosystém stratil z rôznych dôvodov túto funkciu. Ide aj o opatrenia, ktoré zmierňujú (mitigujú) aj iné dopady synergickým pôsobením, ktoré priamo nesúvisia s klimatickou zmenou ale tieto predstavujú prírastok k poškodeniu a poškodzovaniu stavu životného prostredia, ekologických a ekosystémových funkcií v krajine.

Σ: Výsledkom tohto kroku bude rámcový katalóg opatrení (podporných, realizačných a zabezpečovacích (pozri prílohu č. 1), z ktorých časť sa implementuje ako strategický plán RASHO v podobe 505 fyzických a technických opatrení v krajine. Ostatné opatrenia zostanú ako modelové riešenia pre nasledujúce post-projektové aktivity a pri snahe obyvateľstva a miestnych komunít prispieť k zlepšeniu stavu svojho životného prostredia. Každé realizované opatrenie bude mať spracovaný pasport vrátane vyjadrenia jeho ekosystémovej hodnoty (príloha č. 2 RASHO). Tento prístup a hodnotenie je unikátne pri riešení zhodnotenia očakávaných dopadov jednotlivých modelových opatrení, ktoré prispievajú k obnove ekosystémových funkcií tej ktorej zložky krajiny ako krajinného ekosystému.

►**Krok ôsmy**: Dopadová štúdia a štúdia uskutočniteľnosti

Dopadová štúdia sa spracováva na základe požiadavky vznesenej v prílohe č. 1 bodu 5.5.9 „Zmluvy o poskytnutí nenávratného finančného príspevku pre realizáciu...“ tak, že **adaptačná stratégia** bude obsahovať podrobnú **dopadovú štúdiu týkajúcu sa opatrení navrhnutých v adaptačnej stratégii**. Táto dopadová štúdia bude prerokovaná s viacerými subjektami, ktorých záujmy sú alebo by mohli byť dotknuté realizáciou adaptačných opatrení navrhnutých RASHO. Dopadová štúdia tvorí prílohu č. 3 RASHO.

Nakoľko však nejde o hodnotenie dopadov napr. podľa procesnej stránky vyplývajúcej zo zákona č. 24/2006 Z.z. o posudzovaný vplyvov na životné prostredie (tzv. EIA ak by šlo o stavby podľa stavebných predpisov alebo SEA, ak by sa hodnotila celá RASHO), dopadová štúdia sa transformuje na štúdiu uskutočniteľnosti jednotlivých navrhnutých adaptačných opatrení. Uskutočniteľnosť týchto opatrení je priamo závislá od dopadov na záujmy dotknutých subjektov (teda najmä odkonzultovaná so zástupcami inštitúcií z príslušnej oblasti ako napr. Slovenský vodohospodársky podnik, Národné lesnícke centrum, Slovenský hydrometeorologický ústav, Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, relevantné štátne inštitúcie z oblasti poľnohospodárstva, miestne orgány štátnej správy, samosprávne kraje, obce, výskumné a rozvojové inštitúcie a pod, citované z uvedeného bodu prílohy č. 1) a tiež aj s vlastníkmi, správcami, nájomcami a hospodármi, ktorých by sa prípadná realizácia opatrení mohla akokoľvek dotknúť. Podobne ako pri stavebnej činnosti sa pristúpilo k identifikácii vlastníkov dotknutých parciel a v prípade zistenia vlastníkov sa získaval ich súhlas na realizáciu opatrení. Ak sa vlastník nedal identifikovať, tak sa komunikovalo s hospodárom na uvedenej parcele alebo so subjektom, ktorého záujmy by boli evidentne dotknuté. Táto štúdia teda predkladá dopady jednotlivých navrhnutých adaptačných opatrení, ktoré ovplyvnili ich uskutočniteľnosť. Tam kde sa nedali získať súhlasy, spoluprácu alebo zdieľanie, tam sa dopady identifikovali ako príčina neuskutočniteľnosti navrhovaného opatrenia.

Σ: Dopadová štúdia uskutočniteľnosti je prílohou č. 3 RASHO.

►**Krok deviaty**: návrh post-projektového monitorovania účinnosti a starostlivosti o realizované opatrenia v krajine

Σ: Je v záujme všetkých zúčastnených monitorovať efekt jednak samotnej stratégie na zmenu správania sa ľudí pri využívaní krajiny a pokračovanie v začatých opatreniach, ale aj monitoring vlastných vplyvov a vývoja krajiny po vybudovaní systému opatrení. Na zabezpečenie minimálnej garancie realizovaných opatrení vznikne nezisková organizácia z miestnych obcí a dobrovoľníkov, ktorá zabezpečí ochranu, údržbu a manažment celého systému opatrení, ako aj pokračovanie v zahájenom trende zvyšovania adaptívnej kapacity krajiny. Odborný monitoring podľa možností zabezpečí autorský tím RASHO.

►**Krok desiaty**: analýza, modelovanie a predpoklad vývoja krajiny v scenároch dopadov klimatickej zmeny na miestne komunity, sociálno-ekonomickú infraštruktúru a na krajinu.

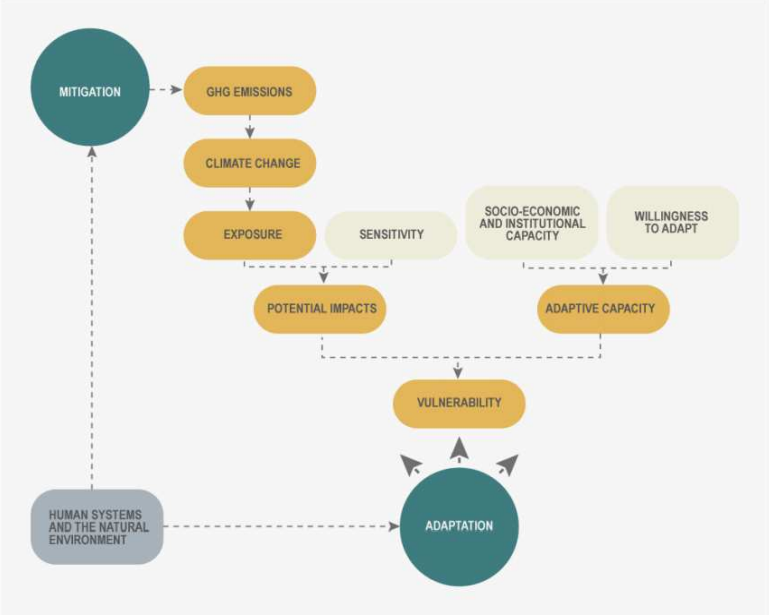
Σ: Ambíciou ostáva modelovať vývoj krajiny jednak vo vzťahu k dopadom klimatickej zmeny a jednak k ekologickej stabilite projektového územia. Modelovanie nemá empirické pravidlá, ale bude možné predvídať napr. vývoj v častnosti vzniku prívalových povodní alebo stability svahov. Bude sa dať predvídať aj príťažlivosť pre život ľudskej spoločnosti v krajine ekologicky stabilnej, vyváženej a zdravej, kde dopady klimatickej zmeny budú menej markantné ako v iných častiach krajiny. Koncept obnovy ekosystémových funkcií krajiny (prírodných a poloprírodných ekosystémov) je postavený na prispení ľudského umu k prirodzenej revitalizačnej a rehabilitačnej schopnosti ekosystému sa vyrovnať s nepriaznivými dôsledkami zmeny klímy.

V zásade sme vychádzali podľa základných metodík pre prípravu regionálnych a lokálnych adaptačných stratégií spracovaných na úrovni EÚ (*Guidelines on developing adaptation strategies*) zo 16.4.2013, viď vedľajšiu schému.

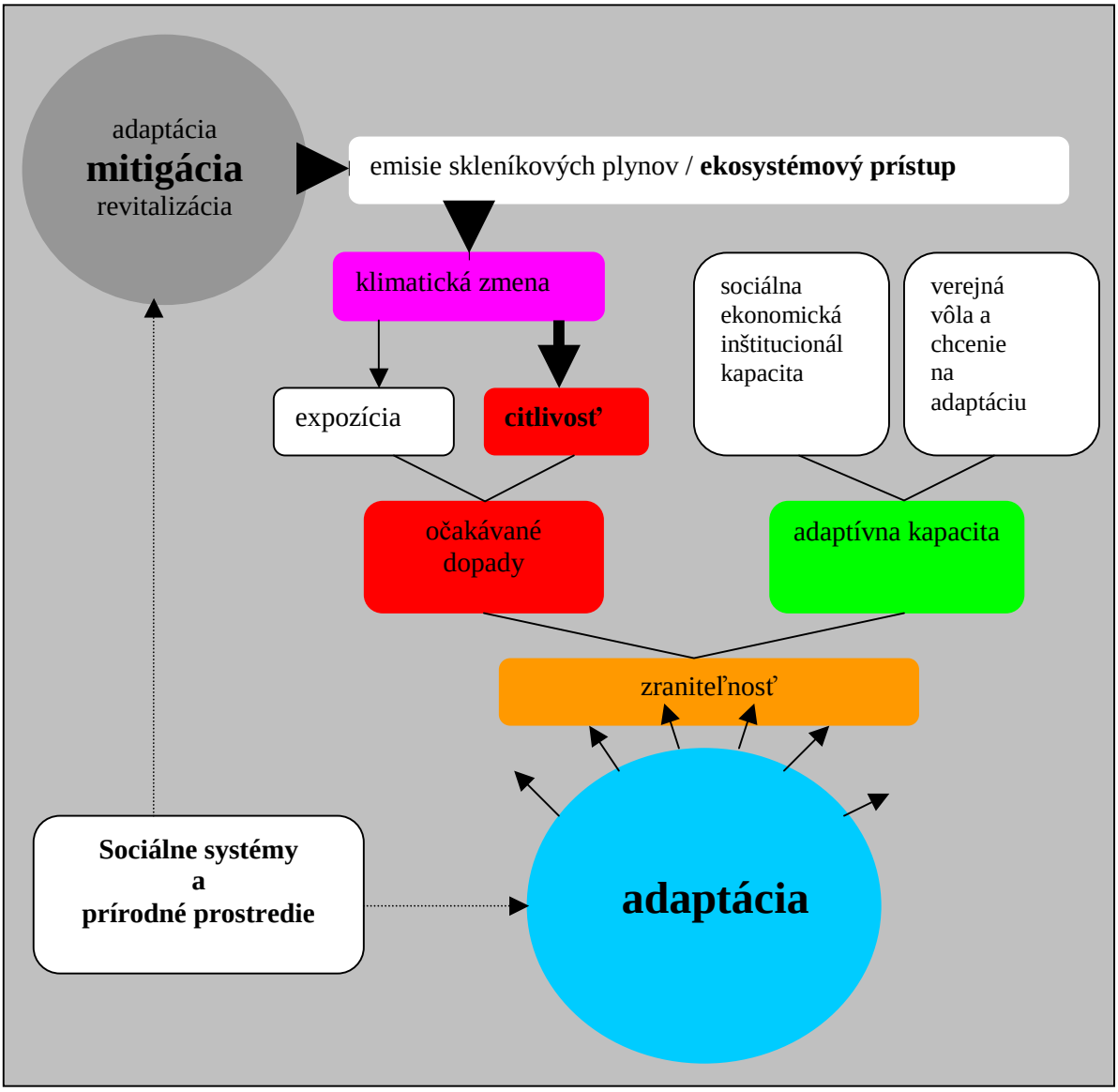
Známa základná schéma, o ktorú sa opiera uvedené metodika, bola však pre účely RASHO dodržaná a upravená podľa grafu na nasledujúcej strane.

Vychádzame z princípu a základného pojmu **mitigácia** (z anglického *mitigation* - zmiernenie, zmierňovanie). Pokiaľ sa adaptačná politika a adaptačné stratégie (globálne, národne, lokálne....) zameriavajú v prvom rade na mitigáciu, teda **postupné zmierňovanie, znižovanie až zastavenie hlavných príčin klimatickej zmeny a jej následkov**, ktorými sú najmä generovanie a vypúšťanie (inak aj emitácia) plynných emisií a iných škodlivín do ovzdušia, inak povedané antropogénne podmienených skleníkových plynov (GHG emissions), teda takých, kde ich hlavným producentom je najmä priemysel a sociálna infraštruktúra, v našom projektovom území hornej Ondavy takéto veľké priemyselné zdroje nie sú. To však neznamená, že ani toto územie nie je v istej miere zdrojom príčin zmeny klímy minimálne na lokálnej rovni, napr. dopravou, lokálnym vykurovaním, chovom zvierat a pod. V každom prípade sa tu viac prejavujú následky globálnej (nadregionálnej) klimatickej zmeny, kde príčinami je aj technická infraštruktúra a antropogénne emisie z regiónov priamo susediacich alebo aj vzdialenejších v rámci Slovenska alebo susedných krajín. Pre potreby RASHO však mitigáciu okrem vyššie uvedeného vnímame trochu aj inak –- **zmierňovanie následkov dopadov zmien klímy** v posilňovaní ekosystémových funkcií krajiny, teda zmierňovanie dopadov na ekosystémy a stabilizáciu ich adaptívnej kapacity. Teda použitím prekladu a používania slovka mitigácia (*mitigation)* v jeho pravom slova zmysle.

Obrázok č. 10: Grafické vyjadrenie medzinárodnej metodiky prípravy RASHO



Pre potreby vnímania metodiky našimi očami a pre verejnosť na Slovensku sme uvedenú schému prípravy adaptačných stratégií na regionálnej úrovni upravili nasledovne:



Vedľa pojmu a reálnej koncepcie zmien viažucich sa na mitigáciu emisií skleníkových plynov, kde ale tento aspekt je nad sily a možnosti ľudí žijúcich v projektovom území, zmeniť alebo ovplyvniť produkcie napr. z energetických zariadení alebo dopravy (aj keď samozrejme napr. aj lokálne vykurovanie a lokálna doprava má svoj efekt), v RASHO preto aplikujeme princíp mitigácie aj na zmierňovanie účinkov dopadov, ktoré v interakcii s revitalizačnými a adaptačnými opatreniami sme schopní zaviesť a realizovať v rámci RASHO.

Na druhej strane aj sekvestrácia CO_2 do pôdy, zachovanie účinnej priestorovej pôdnej respirácie alebo zníženie primárnej produkcie plynov zo živočíšnej výroby (napr. metánu) môže byť predmetom mitigácie. Nakoľko však využívame príležitosť využiť stratégiu adaptácie krajiny na nepriaznivé dopady zmeny klímy, **hlavným nástrojom je obnova ekosystémových funkcií krajiny, zmierňovanie dopadov zmenou hospodárenia v krajine priestorovou optimalizáciou funkčného využívania prírodných zdrojov a celkovým ekosystémovým prístupom k mitigácii nepriaznivých dopadov klimatickej zmeny** na sociálny a hospodársky systém ľudskej spoločnosti a komunít žijúcich v regióne hornej Ondavy.

Ekosystémové funkcie

S pojmom „ekosystémové funkcie“ sa stretávame hlavne v súvislosti s Dohovorom o biologickej diverzite v článku 10 – definované ako trvalo udržateľné využívanie biologickej diverzity (*biodiversity goods and services*), ponímané tiež ako ekosystémové produkty, služby a funkcie. Základná definícia a popis vyšla z globálneho projektu OSN Millenium Ecosystem Assessment, kde sa funkcie ekosystémov okrem hlavných funkcii na prežívanie voľne žijúcich živočíchov rastlín a biotopov pre blahobyt ľudstva rozlíšili hlavné funkcie

- na zabezpečenie zdrojov ako sú potraviny, energia, drevo, genetické zdroje....,
- na reguláciu prírodných procesov ako je klimatický proces, vodný režim alebo choroby,
- na kultúrne hodnoty ľudstva,
- na podporu funkcií, ktoré sú nevyhnutné na existenciu samotných ekosystémov ako je produkcia biomasy, kyslíka, toku živín a vody a ako aj zabezpečenie života biotopov.

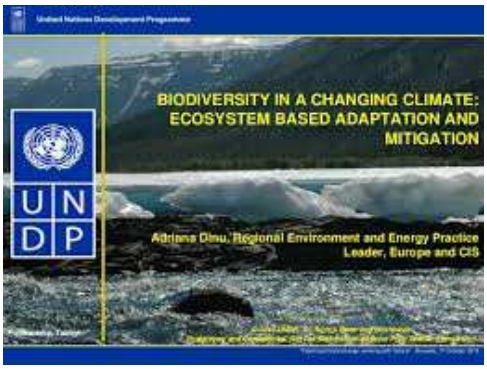
Millenium Ecosystem Assessment 2005:

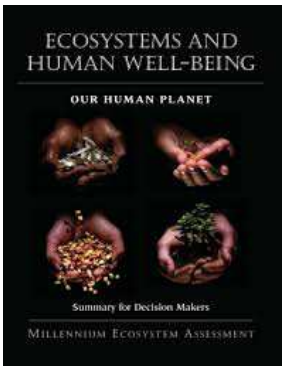
- ***Provisioning services*** *are the products obtained from ecosystems, such as food, genetic resources, fiber, and energy.*
- ***Regulating services*** *are the benefits obtained from the regulation of ecosystem processes, such as regulation of climate, water, and some human diseases.*
- ***Cultural services*** *are the non-material benefits people obtain from ecosystems through spiritual enrichment, cognitive development, reflection, recreation, and aesthetic experience.*
- ***Supporting services*** *are ecosystem services that are necessary for the production of all other ecosystem services. Examples include biomass production, production of atmospheric oxygen, nutrient cycling, water cycling, and provisioning of habitat.*

Final ecosystem services are the contributions that ecosystems make to human well-being. These services are final in that they are the outputs of ecosystems (whether natural, semi-natural or highly modified) that most directly affect the well-being of people. A fundamental characteristic is that they retain a connection to the underlying ecosystem functions, processes and structures that generate them

Common Internationl Classification of Ecosystem Services (EEA 2013.).

Európska environmentálna agentúra v roku 2013 uzavrela definovanie koncových funkcií ekosystémov nevyhnutných pre existenciu a blahobyt ľudstva. Zásadnou charakteristikou je, že nevyhnutné je udržať prepojenie základných ekosystémových funkcií, procesov a štruktúr, ktoré generujú všetky hlavné funkcie, služby a produkty nevyhnutné a dôležité pre ľudstvo. To sa týka jednak prírodných a prirodzených ekosystémov na všetkých úrovniach, ale aj poloprírodných a človekom vytvorených alebo prispôsobených systémov na konkrétne funkcie.





Obnovenie ekosystémových funkcií pre zvýšenie adaptability krajiny na klimatickú zmenu – ekosystémový prístup

> ***Ecosystem approach***
> *A strategy for the integrated management of land, water, and living resources that promotes conservation and sustainable use in an equitable way. An ecosystem approach is based on the application of scientific methodologies focused on levels of biological organization, which encompass the essential structure, processes, functions, and interactions of organisms and their environment. It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of many ecosystems . The ecosystem approach requires adaptive management to deal with the complex and dynamic nature of ecosystems and the absence of complete knowledge or understanding of their functioning. Priority targets are conservation of biodiversity and of the ecosystem structure and functioning, in order to maintain ecosystem services.*
>
> Definícia daná Dohovorom o biologickej diverzite (UNCBD 1992) a prebraná IPCC, pre potreby EU definované v dokumente „Common International Classification of Ecosystem Services (CICES, 2013).

Ekosystémový prístup je stratégia integrovaného riadenia a využívania krajiny, jej primárnych zložiek -vody a životodarných (obnoviteľných) zdrojov, ktoré podporujú zachovanie a udržateľné využívanie vyváženým spôsobom. Ekosystémový prístup aplikuje vedecké poznatky zamerané na úroveň biologickej (životodarnej) podstaty, ktorá zahŕňa nevyhnutnú štruktúru, procesy, funkcie a vzájomné vzťahy organizmov a ich prostredia. Tento prístup uznáva, že ľudstvo svojou kultúrnou rozmanitosťou je neoddeliteľnou súčasťou mnohých ekosystémov a je na nich závislé. Ekosystémový prístup vyžaduje flexibilný a adaptívny spôsob riadenia, schopnosť vysporiadať sa s komplexnou a dynamickou povahou ekosystémov ako aj s nedostatkami úplnej znalosti alebo porozumenia ich fungovania. Prioritné ciele ekosystémového prístupu ostávajú: zachovanie biodiverzity a štruktúry ekosystémov a ich funkcií v záujme zachovania ekosystémových služieb. Ekosystémový prístup k využívaniu obnoviteľných zdrojov krajiny a ekosystémov je základným predpokladom zachovania ich trvalo udržateľnej obnoviteľnosti a schopnosti stálej reprodukcie služieb, produktov a ekosystémovej funkčnosti.

Priestorová optimalizácia funkčného využívania krajiny

> ***Ecosystem - based adaptation to climate change impact***
> *The use of biodiversity and ecosystem services as part of an overall adaptation strategy to help people to adapt to the adverse effects of climate change. Ecosystem - based adaptation uses the range of opportunities for the sustainable management, conservation, and restoration of ecosystems to provide services that enable people to adapt to the impacts of climate change. It aims to maintain and increase the resilience and reduce the vulnerability of ecosystems and people in the face of the adverse effects of climate change. Ecosystem - based adaptation is most appropriately integrated into broader adaptation and development strategies*
>
> Definícia spracovaná Sekretariátom Dohovoru o biologickej diverzite (UN CBD, 1992) pre potreby koordinácie a integrácie s implementáciou UN Dohovoru o klimatickej zmene (UN CCC 1992), pozri citácie v zozname použitých podkladov vrátane technického a vedeckého výkladu pojmov.

Jedným z dominantných opatrení zameraných na adaptívnu kapacitu krajiny je podmienené spoločenskou zmenou vo využívaní krajiny a jej ekosystémov. To v praxi znamená postupný prechod v hospodárení v krajine (poľnohospodárstvo, lesné a vodné hospodárstvo) na tzv. ekosystémový prístup k využívaniu krajiny. Inak povedané, prechod z intenzívneho hospodárskeho režimu zameraného na exploatáciu obnoviteľných zdrojov krajiny (lesy, lúky, polia, vody) na režim trvalo udržateľnej obnovy prírodných a krajinných zdrojov pri zachovaní ich ekologickej stability a v neposlednej miere aj adaptívnej kapacity voči dopadom klimatickej zmeny. Táto zmena sa uskutočňuje len pomaly a problematicky z dôvodu len malej akceptácie takýchto zmien vo verejnosti (hospodári, samosprávy, vlastníci pozemkov a pod.) pod tlakom reálnych a aktuálnych

sociálnych a ekonomických faktorov. Treba si však uvedomiť, že využívanie biodiverzity a ekosystémových funkcií je nevyhnutnou súčasťou plošnej a holistickej stratégie prispôsobovania sa nepriaznivým dopadom klimatickej zmeny. Ekosystémový prístup k adaptácii (adaptívnej kapacity krajiny) používa rozsah možností pre udržateľné riadenie, ochranu a obnovu ekosystémov poskytovať služby a funkcie, ktoré umožňujú ľuďom prispôsobiť sa dôsledkom zmeny klímy. Jej cieľom je udržanie a zvýšenie odolnosti a zníženie zraniteľnosti ekosystémov a ľudí priamo vystavených nepriaznivým účinkom zmeny klímy. Ekosystémový prístup k adaptácii je najvhodnejší prístup integrovateľný do komplexných adaptačných a rozvojových stratégií. Dosiahnutá kombinácia priestorovej optimalizácie funkčného využívania krajiny a stabilnej štruktúry ekosystémových funkcií krajiny je základným predpokladom zvyšovania adaptívnej kapacity krajiny s dosahom na sociálne systémy ľudskej spoločnosti v nej žijúce a na nej závislé. Hlavným predpokladom priestorovej optimalizácie funkčného využívania krajiny je spoločenská akceptácia všetkých návrhov vedúcich k stabilite a funkčnosti krajiny ako celopriestorového integrovaného systému. Pre hospodárov v krajine to ale v praxi znamená upustenie od zaužívaných praktík v hospodárení, ktoré však nezodpovedajú daným limitom a pôsobia proti priestorovej optimalizácii funkčného využívania prírodných zdrojov.

Podrobnejší popis prístupu k hodnoteniu územia pre RASHO

V predchádzajúcich kapitolách sme uviedli, že ako základnú východiskovú jednotku priestorového rozdelenia územia sme pre účely tejto štúdie použili členenie povodí. Pracovali sme s vrstvou tzv. podrobných povodí, tvoriacich štvrtú úroveň hydrologického poradia (Vodohospodárska mapa SR).

I. úroveň: Povodie Dunaja
II. úroveň: Čiastkové povodie Bodrogu
III. úroveň: Základné povodie Ondava po Topľu
IV. úroveň: Podrobné povodia vodných tokov v projektovom území

Vonkajší obvod projektového územia je ohraničený povodiami Ondavy a Ladomírky od ich sútoku až po ich pramenné oblasti a všetkých ich prítokov.

Našim cieľom bolo rozdeliť povodia projektového územia (štvrtá úroveň) do kategórií podľa ich ekosystémovej hodnoty. Jej úroveň sme stanovili podľa ekosystémovej hodnoty jednotlivých typov krajinného krytu, resp. krajinotvorných prvkov a zaradili do **ekologicko-funkčných plôch** (EFP). Vychádzali sme pri tom z predpokladu, že ak chceme poznať ekologickú stabilitu a ekologickú rovnováhu akéhokoľvek ekosystému, musíme poznať ekologickú stabilitu a ekologickú rovnováhu jeho jednotlivých zložiek. Jednotlivé pojmy sme definovali nasledovne (Čaboun, 2000):

- Ekologická rovnováha je dynamický stav ekosystému, ktorý napriek tomu, že sa ekosystém mení a vyvíja, udržuje sa v prirodzenej variabilite prejavujúcej sa na rôznych úrovniach často v určitých cykloch, ale zabezpečujúci základné funkcie.
- Ekologická stabilita je schopnosť ekosystému odolávať, alebo sa vysporiadať s vonkajšími, ale aj vnútornými vplyvmi bez trvalého narušenia funkčnej štruktúry tohto systému. To znamená, že kým ktorýkoľvek ekosystém je schopný čeliť vnútorným a vonkajším vplyvom pri zachovaní si plnenia svojich funkcií, je tento ekosystém stabilný. Ak sú tieto vplyvy silnejšie ako jeho autoregulačné schopnosti, tento systém sa rúca. Základné zložky ekologickej stability sú odolnosť a pružnosť. Pružnosť (reziliencia) je schopnosť ekosystému navrátiť sa do normálnych funkčných vzťahov po ukončení pôsobenia rušivých faktorov. Odolnosť (rezistencia) je schopnosť ekosystému odolávať vnútorným alebo vonkajším rušivým vplyvom, faktorom, alebo pôsobeniam bez zmeny vnútornej a funkčnej štruktúry ekosystému.

Čo sa týka ekosystémových funkcií, od ktorých sa očakáva, že ekologicky stabilný ekosystém bude plniť, rozoznávame nasledovný súbor funkcií:

Produkčné funkcie

Produkčné funkcie uspokojujú hospodárske záujmy človeka, kladené na produkciu biomasy. Od typu ekosystému závisí, či sa jedná o drevo, poľnohospodárske plodiny, lesné plody alebo poľovnú zver.

Ekologické ekosystémové funkcie

Ekologické funkcie vyjadrujú vzťah medzi ekosystémom ako živým organizmom a ostatným prírodným prostredím vrátane napr. klímy alebo počasia, vodného režimu a pod.. Z nich najvýznamnejšie sú pôdoochrané (tvorba a ochrana pôdy), vodoochranné (množstvo a kvalita vody) a klimatické funkcie (ovplyvňovanie klímy, filtračné a iné úžitky).

Environmentálne funkcie

Environmentálne funkcie, vyjadrujúce vzťah ekosystému k životnému prostrediu človeka. Patria medzi nich najmä funkcie zdravotno-rekreačná, funkcia ochrany chránených území a funkcia kultúrna.

Predmetom nášho záujmu boli predovšetkým ekosystémové funkcie krajiny a poznanie miery do akej majú jednotlivé krajinné prvky tieto funkcie narušené.

Pri mapovaní reálneho stavu krajiny sme krajinné prvky klasifikovali do ôsmich kategórií, podľa ich krajinných a ekologických charakteristík.

1. Lesný ekosystém

Za les považujeme v RASHO lesné ekosystémy definované z administratívno – právneho hľadiska ako lesné pozemky (lesný pôdny fond) a sú tak evidované aj v katastri nehnuteľnosti.

2. Opustené plochy

Opustením poľnohospodársky využívanej pôdy od jej pôvodného využívania vznikli tzv. opustené plochy (poznámka - nevieme, či je to aj oficiálny termín, ale zaužívali sme si ho na základe princípu, že sa upustilo od ich pôvodného využívania). Svojím charakterom predstavujú buď zmiešané porasty krovín a stromov alebo plne zapojené lesné porasty v rôznych štádiách prirodzenej sukcesie. Ich hlavný rozdiel oproti lesným porastom (na lesných pozemkoch) spočíva v absencii cieľavedomej hospodárskej činnosti súvisiacej s ich hospodárskym využívaním.

Z ekologického hľadiska predstavujú aj les aj opustené plochy lesný ekosystém, ktorý tvorí pozemok s lesným porastom, rastlinné druhy a živočíšne druhy a pôda s jej vodným a vzdušným režimom. Z hľadiska drevinového zloženia sú súčasné lesné ekosystémy v projektovom území v porovnaní s pôvodnými lesmi relatívne málo zmenené. Listnaté dreviny s dominujúcim bukom (*Fagus sylvatica*) tvoria viac ako 80% podiel, z ihličnatých drevín sú naviac zastúpené borovica lesná (*Pinus sylvestris*) a jedľa biela (*Abies alba*).

3. Nelesné ekosystémy – agroekosystémy

Trávnato-bylinné porasty sú najrozšírenejším typom nelesnej vegetácie projektového územia a podobne ako plošne najviac rozšírené lesné ekosystémy zohrávajú významnú úlohu pri zadržiavaní vody v krajine, preto pri terénnom prieskume im bola venovaná zvýšená pozornosť. Nelesné ekosystémy - agroekosystémy (alebo ich komplexy) sú hodnotené v škále A, B, C, D na základe druhového zloženia, využívania/obhospodarovania ekosystému, výskytu chránených a ohrozených druhov rastlín, výskytov biotopov, výskytu inváznych druhov a náletových drevín, antropogénnych zásahov, erózie a podobne.

Základné reprezentatívne biotopy vyskytujúce sa v území sú dokumentované fytocenologickým zápisom. Rastlinné druhy a ich pokryvnosti sú uvádzané v Tansleyho stupnici, pričom:

pokryvnosť 3 – druh pokrýva viac ako 50% plochy,
pokryvnosť 2 – druh pokrýva 1-50% plochy,
pokryvnosť 1 - druh pokrýva menej ako 1% plochy.

Nomenklatúra rastlinných taxónov je udávaná podľa *Zoznamu nižších a vyšších rastlín Slovenska* (Marhold, Hindák, 1998), názvy rastlinných spoločenstiev podľa prehľadu vegetačných jednotiek (Mucina, Maglocký, 1985). Pri hodnotení biotopov sa postupovalo podľa práce *Katalóg biotopov Slovenska* (Stanová, Valachovič, 2002). Status legislatívnej ochrany biotopov a druhov je spracovaný podľa platného znenia vyhlášky č. 24/2003 Z. z., ktorou sa vykonáva zákon o ochrane prírody (vyhláška k zákonu o ochrane prírody). Stupeň ohrozenosti druhov je stanovený podľa *Červeného zoznamu papraďorastov a semenných rastlín Slovenska* (Feráková, Maglocký, Marhold, 2001). Nepôvodné druhy sú klasifikované podľa *Prehľadu nepôvodnej flóry Slovenska* (Medvecká et al., 2012) a osobitne boli vyčlenené invázne druhy v zmysle vyhlášky k zákonu o ochrane prírody.

Podľa vyššie uvedených kritérií boli plochy agroekosystémov zaradené do nasledujúcich skupín (kategórií):

Skupina Kategória	Zhodnotenie v rámci ekologicko-funkčnej plochy
A	plocha vo veľmi dobrom až výbornom stave (vysoká biodiverzita, výskyt chránených a ohrozených druhov rastlín, výskyt regionálne významných druhov rastlín, biotop pravidelne obhospodarovaný kosením alebo pastvou, žiaden alebo iba ojedinelý výskyt inváznych druhov a náletových drevín, žiadne antropogénne zásahy a erózia). plocha má významný pozitívny vplyv pre adaptabilitu krajiny;
B	plocha v dobrom stave (druhová skladba pomerne bohatá, biotop nepravidelne obhospodarovaný kosením alebo pastvou, mulčovaný, výskyt inváznych druhov rastlín a náletových drevín do 20%, náznaky zošliapavania/erózie);
C	plocha v zlom stave (nízka druhová pestrosť, pozmenená druhová skladba, plocha nevyužívaná, prípadne využívaná iba sporadicky alebo naopak intenzívne využívaná na pastvu, výskyt inváznych druhov rastlín a náletových drevín cca do 40-50%, výrazné zošliapavanie/erózia, ale pri realizácii určitých manažmentových opatrení je možná obnova);
D	plocha vo veľmi zlom stave, degradovaná, nevyužívaná s úplne zmenenou druhovou skladbou, s výskytom inváznych druhov a náletových drevín cca nad 50%, s výrazným zošliapavaním/eróziou. Pri realizácii určitých manažmentových opatrení je ešte možná obnova, ale za vysokých finančných nákladov (dodatok energie), preto je potrebné zvážiť (z hľadiska ochrany prírody a krajiny, resp. adaptačnej stratégie) obnovu alebo navrhnúť iné využívanie, plocha má významný negatívny vplyv pre adatabilitu krajiny.

Do hodnotenia trávnato-bylinnej vegetácie neboli zahrnuté plochy, ktoré sa nachádzali uprostred súvislejších lesných komplexov. Orná pôda a trvalé trávne porasty na ornej pôde (až na malé výnimky – záhumienky) boli hodnotené v samostatne.

Plochy ekosystémov zaradené do skupiny (kategórie) A a B sú významné predovšetkým z hľadiska biodiverzity i diverzity krajiny, ale nesporne významné sú i z hľadiska adaptačnej stratégie, pretože predstavujú plochy, ktoré sa podieľajú na zadržiavaní vody v krajine, majú teda významnú tak protipovodňovú funkciu a podieľajú sa aj na zmierňovaní sucha.

Plochy ekosystémov zaradené do skupiny (kategórie) C a D sú menej významné z hľadiska biodiverzity a diverzity krajiny, ale majú svoj význam i z hľadiska adaptačnej stratégie, ak sú pravidelne alebo sporadicky obhospodarované (skupina/kategória C), pretože predstavujú plochy, ktoré sa podieľajú na zadržiavaní vody v krajine, v blízkosti vodných tokov môžu zároveň slúžiť ako suché poldre. Pri neobhospodarovaných plochách sa hromadí tzv. starina, ktorá hlavne na svahoch vytvára strešný efekt, čím naopak prispievajú k vzniku povodní. Na druhej strane ich intenzívne využívanie často vedie k nadmernému zošliapavaniu a erózii, čo v konečnom dôsledku tiež prispieva k vzniku povodní. Nevyužívané plochy lákajú k zriaďovaniu nelegálnych skládok komunálneho odpadu, často sú ohniskom výskytu inváznych druhov rastlín, pri povodniach sa na nich zachytáva splavený materiál, sťažujú prístup k vodným tokom.

Zaradenie travinno-bylinných porastov do príslušných skupín je znázornené aj v mape č. 3. Z uvedeného zaradenia a hodnotenia plôch sa získala podstatná hodnota váhy pre stanovenie hodnoty ekosystémovej hodnoty ekologicko-funkčných plôch (EFP), ktoré sú základom pre určenie poškodených, zranených a zraniteľných plôch krajiny, teda plôch zraniteľnosti a miest dominancie lokalizácie niektorých vybraných adaptačných opatrení na zvýšenie adaptívnej kapacity územia a na obnovenie účinnosti ekosystémových funkcií primárne za týmto účelom.

4. Orná pôda

Pozemky ornej pôdy (O) majú jedinú funkciu a to produkovať potraviny a krmoviny. V posledných rokoch sa tiež začali čiastočne využívať aj na produkciu biomasy pre energetické účely. S intenzívnym obrábaním pôdy, založenom na pestovaní jedinej plodiny na celej ploche a s používaním viacerých agrotechnických opatrení v priebehu roka, je spojený súbor viacerých negatívnych javov ako je napr. pôdna erózia, zhutňovanie pôdy alebo vnášanie cudzorodých látok do pôdy a potravinových reťazcov.

5. Intravilány

Intravilány sídel predstavujú ľudskou činnosťou najintenzívnejšie ovplyvňované plochy, plniace komplex viacerých antropických funkcií súčasne. Na území intravilánov sú sústredené ľudské obydlia, objekty súvisiace so službami obyvateľstvu, zariadenia školstva a zdravotníctva a priestor intravilánov plní aj funkcie zábavy a oddychu.

<u>Stanovenie ekosystémovej hodnoty ekologicko-funkčných plôch (EFP)</u>

Mieru, do akej EFP plnia ekosystémové funkcie, sa vyhodnotila podľa ich ekosystémovej hodnoty. Takáto hodnota EFP sa stanovila na základe výmery jednotlivých krajinných prvkov EFP a ich krajinnej a ekologickej významnosti stanovenej váhou.

Pri priraďovaní váh jednotlivým krajinným prvkom bola zohľadňovaná miera do akej bola aktuálna vegetačná pokrývka pozmenená ľudskou činnosťou. Vyhodnocovala sa najmä zmena štruktúry spoločenstiev v porovnaní s prírodnými spoločenstvami a podiel synantropných alebo ruderálnych organizmov v ekosystéme.

Váhy sa priradili k jednotlivým krajinným prvkom v rozpätí hodnôt 1 – 5 nasledovne:

Krajinný prvok, ekosystém	Váha
Lesný ekosystém	**5**
Opustené plochy	**5**
Agroekosystém kategórie A	**5**
Agroekosystém kategórie B	**4**
Agroekosystém kategórie C	**3**
Agroekosystém kategórie D	**2**
Orná pôda	**1**
Intravilány	**1**

Pre každú EFP sa následne vypočítal koeficient ekosystémovej hodnoty podľa vzorca:

$$KEH = \sum_{1}^{n} \frac{pi - Vi}{p}$$

kde: KEH – koeficient ekosystémovej hodnoty EFP
pi – rozloha jednotlivých kultúr / krajinných prvkov EFP (km^2)
Vi – váha ekologickej významnosti kultúry / krajinného prvku v rozpätí 1-5
p – výmera EFP (km^2)
n – počet kultúr v ploche

Pre ich presnejšiu kategorizáciu a možnosť vzájomného rozlíšenia sa EFP rozdelili podľa ich ekosystémovej hodnoty do piatich kategórií označených I až V. Ekosystémová hodnota je podobne ako v „žiackej knižke“ vyjadrením od V. ako najnižšia po I. ako najzachovalejšia a teda z hľadiska ekosystémovej funkčnosti aj najproduktívnejšia (pozri kap. 7 Hodnotenie zraniteľnosti).

Výsledkom celého postupu a jednotlivých krokov tejto nami vytvorenej metodiky je zhodnotenie zraniteľnosti územia, a to jednak opisom príčin a stavu v jednotlivých častiach krajiny a jej ekosystémov a jednak mapovým vyobrazením plôch zraniteľnosti a to jednak vo vzťahu k jednotlivým katastrom projektového územia a jednak z hľadiska ekosystémovej hodnoty EFP. Takto je možné vnímať zraniteľnosť aj z kontextu napr. mikropovodia (teda povodí IV. úrovne) jednotlivých tokov projektového územia a jednak aj vo vzťahu k miestnym obyvateľom a hospodárskym aktivitám nimi vykonávanými, k infraštruktúre alebo ostatným relevantným sektorom projektového územia.

Na tieto územia, definované ako zraniteľné na dopady klimatickej zmeny v projektovom území, nadväzuje návrh opatrení rozdelených do týchto základných celkov:

- z hľadiska časového na krátkodobé a dlhodobé
- z hľadiska hlavnej funkcie na podporné a realizačné
- z hľadiska hlavej ekosystémovej funkcie

K realizácii navrhovaných opatrení je nutné aby sa vyjadrili aj orgány a organizácie štátnej ochrany prírody a krajiny. Vyplýva to jednak z ich záujmov zachovávať priaznivý stav biotopov a biotopov druhov ako aj charakteristický vzhľad krajiny podľa zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny v platnom znení a jednak aj z ekologického vplyvu (očakávania) navrhovaných adaptačných opatrení. Jedná sa najmä §4 (ochrana rastlín a živočíchov), §6 (ochrana biotopov), §7 (ochrana ekosystémov) a podmienok územnej ochrany vrátane územia NATURA 2000. Následne sa pristúpi individuálne alebo v synergickom efekte k rokovaniu, vysvetleniu a v prípade potreby aj k požiadavke na vydanie vyjadrenia orgánu štátnej ochrany prírody a krajiny podľa §9 (vyjadrenie orgánu ochrany prírody) písm. d) a p) §9 cit. zákona.

Funkčné delenie adaptačných opatrení podľa jednotlivých celkov sú vyjadrené v tabuľke č. 4.

Tab. č. 4: Členenie navrhovaných adaptačných opatrení.

Čas	Hlavná funkcia	Ekosystémová funkcia (napríklad)	
krátkodobé	**podporné**	**regulačné**	VZN obcí, ÚPD, PPÚ, priestorová optimalizácia funkčného využívania krajiny a prírodných zdrojov
		stimulačné	daňový režim, ekonomické stimuly, založenie pozemkov vo verejne-prospešnom záujme (PPÚ)
		edukačné	školské programy, výuka, prezentácie, tréningy, zvyšovanie zručnosti a efektivity aktivít spoločnosti a jedincov, výuka a zvyšovanie povedomia hospodárov v krajine
dlhodobé	**realizačné**	**adaptačné**	adaptívna kapacita krajiny a ekosystémov, vodozádržné opatrenia, protierózne, ochrana a tvorba pôdy, stabilizácia zosuvov a svahových pohybov, zadržanie vlahy v pôde a v podloží, stabilizácia brehov tokov, rozšírenie retencie a vybreženia, vsakovacie jamy a priekopy, budovanie kamenných medzí, valov a svahových štruktúr*, zásahy do meliorácií, vodné retardéry a vodozádržné protiprívalové opatrenia
		revitalizačné	revitalizácia mokradí a významných krajinných prvkov, výsadba líniovej ochrannej vegetácie, vegetačných pásov a stromoradí, vegetačná stabilizácia svahov, opatrenia proti veternej erózií a vysušovaniu pôdy, zvyšovanie resiliecie ekosystémov voči dopadom KZ **
		mitigačné	prioritne znižovanie GHG emisií, ale aj zvýšenie absorbčnej kapacity a funkcií pôdy na sekvestráciu CO_2 a metánu a špecifickými biotopmi (mokraďami, trávnymi porastami) ***
	zabezpečovacie	**starostlivostné**	entita, ktorá zabezpečí starostlivosť o vybudované opatrenia, prípravu nasledujúcich realizačných projektov, ochranu zariadení, údržbu, čistenie, opravy, zvýšenie zamestnanosti a pracovných príležitostí vytváraním funkcií starostlivosti o krajinu
		kontrolné	zvýšenie kapacít obcí a samospráv na kontroly funkčnosti a prevencie proti prívalovým povodniam, požiarom, svahovej stability
		monitorovacie	monitorovanie účinnosti a efektivity opatrení v krajine na vedeckom a občianskom princípe

* v rozdelení ako príklady: rôzne kamenné, prekladové, štetovnicové, zrubové, gabiónové hrádzky a retardéry vody, odrážky, kalové jamy, zasakovacie jamy, zasakovacie pásy a ryhy, suché nádrže, prírodné suché poldre a retenčné plochy, ale aj odvodnenie svahov ohrozených zosuvmi, povrchové alebo podzemné stabilizačné opatrenia (zásahy do meliorácií), zásahy do technickej infraštruktúry napr. pri okrajoch ciest, kanáloch, obnova pramienkov, stabilizácia brehov tokov proti bočnej erózii, odstránenie bariér v prirodzenom (ale aj zvýšenom) odtoku vody v korytách tokov, najmä v miestach premostenia, zúženia alebo iných zásahoch do tokov.

** viaceré prvky územného systému ekologickej stability, obnova krajinnej mimolesnej vegetácie a nízkej drevinovej vegetácie, obnova biotopov a ekosystémov alebo revitalizácia ich poškodených častí, kompenzačné opatrenia zamerané na ekologickú rehabilitáciu a reštitúciu , ekologická reštaurácia krajiny a jej prvkov, obnova životodarných funkcií ekosystémov.

*** opatrenia pomerne náročné na ich realizáciu ako napr. komplexná revitalizácia a zmena vodného režimu pre mokrade, navážanie úrodnej pôdy na erodované plochy, navážanie kamenných násypov, valov a medzí na veľké plochy trávnatých porastov na zabránenie erózie pôdy a zaťaženie (stabilizáciu) svahov voči ich potenciálnym gravitačným pohybom.

*Poznámka: Pri mitigačných opatreniach *** si uvedomujeme, a boli sme nato aj upozornení, že tento termín (ako je už uvedené aj vyššie) sa v terminológii aktivít zmierňovania dopadov klimatickej zmeny používa v inom význame. Tento týmto prístupom nespochybňujeme, ale pri tzv. ekosystémovom prístupe pri adaptácii na zmeny klímy (pozri def. Ecosystem-based adaptation to climate change impact) sa často, najmä v zahraničí, používa aj iný význam slovka mitigácie -– v pravom slova zmysle termínu -– zmierňovanie následkov a dopadov zvyšovaním adaptívnej kapacity a odolnosti ekosystémov a biotopov (alebo aj druhov organizmov) na nepriaznivé dopady klimatickej zmeny. Osobitne v prípade regiónu hornej Ondavy, kde nie sú také podstatné zariadenia a priemyselné aglomerácie, kde by sa uplatnil striktný technologický princíp mitigácie emitácie (teda postupného zmierňovania vypúšťania) skleníkových plynov (GHG) do ovzdušia.*

Všetky tieto výstupy a výsledky RASHO sú ďalej uvedené v kap. 7 Zraniteľnosť a v popise strategického plánu RASHO v jej druhej časti.

Zhrnutím postupu spracovania RASHO sa postupovalo v nasledovných krokoch.

- V prvom kroku sme na základe dôkladnej analýzy prírodných podmienok vypracovali katalóg adaptačných opatrení, zahŕňajúci celý sortiment technických opatrení, s ktorým budeme v rámci RASHO pracovať.
- Nasledoval výber reprezentatívnych povodí, zodpovedajúcich konkrétnym adaptačným opatreniam, ich charakteru a funkciám a identifikácia konkrétnych lokalít umiestnenia jednotlivých opatrení.
- Záverečnú selekciu predstavovalo hodnotenie vlastníckych vzťahov a dostupnosti získania súhlasu vlastníka alebo, v závislosti od charakteru opatrenia, aj užívateľa konkrétnej parcely.

Výsledkom tohto procesu bude konkrétny návrh umiestnenia adaptačných opatrení vo vybraných častiach krajiny, ktorý bude uvedený aj v zrozumiteľnom a presnom grafickom podklade (mapa č. 6). Každé adaptačné opatrenie bude presne zamerané a každé bude mať svoj pasport, v ktorom sa uvedie o aké opatrenie pôjde (aký typ), presnú parcelu a zameranie, čo sa od neho očakáva (ekosystémová hodnota opatrenia), fotodokumentácia pred jeho realizáciou a dokumentácia zrealizovaného opatrenia.

Opatrenia, ktoré budú mať charakter vodozádržných opatrení, budú ešte doplnené informáciou o vypočítanej vodozádržnej kapacite jednak ako objektu a jednak ako plochy územia, z ktorého odteká balastná voda. To sa týka aj opatrení zameraných na zadržanie vody vsakom do podložia ale opatrení, ktorých funkcia bude kombinovaná s inými cieľmi (napr. protierózne a pod.)

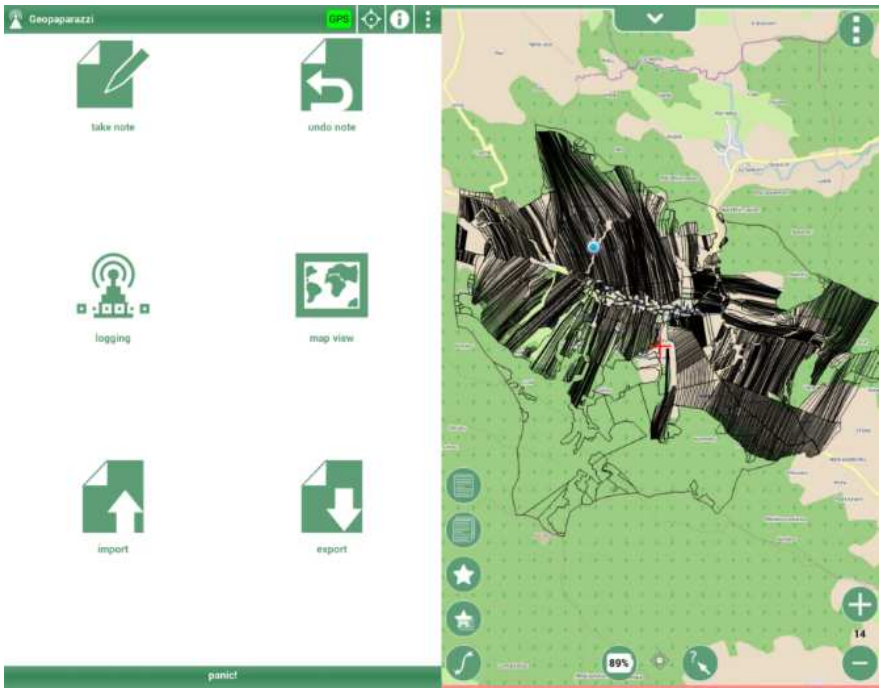
Opatrenia vegetačného typu budú obsahovať aj zloženie druhov vegetácie, ktoré sa použijú pri riešení opatrenia.

Osobitným prínosom RASHO pre verejnosť je práca s katastrálnymi údajmi. Každé opatrenie, ktoré sa fyzicky umiestni do krajiny, bude lokalizované na presne určenú parcelu. Parcelný stav, teda katastrálny operát v projektovom území je však mimoriadne neprehľadný a nedokonalý, to sa týka najmä parciel mimo zastavané územia obcí. Na lokalizáciu umiestnenia pri realizácii navrhovaných opatrení sa podarilo vytvoriť vlastnú aplikáciu pre terénny prieskum v kombinácii GIS a katastrálneho operátu, resp. katastrálneho portálu. Tento sa prispôsobil tak, aby bol ľahko prenosný a dostatočne presný.

Aplikácia pre terénny prieskum

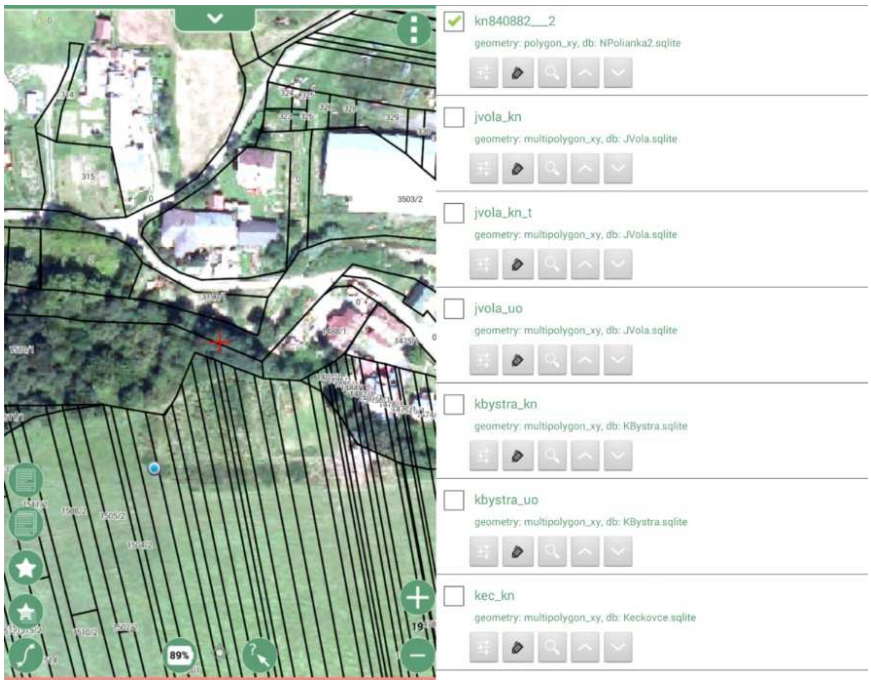
Terénny prieskum zameraný na návrh opatrení si vyžadoval použitie riešenia, ktoré by umožňovalo prepojiť vlastné mapové podklady s technológiou satelitnej navigácie (GNSS/GPS). Z technologického hľadiska bolo zvolené použitie mobilného zariadenia (smartfón, tablet) s integrovaným GPS/GNSS modulom, ktoré si následne vyžadovalo použitie vhodnej aplikácie, ktorá by spĺňala požiadavky kladené na prácu v teréne. Voľba padla na open source aplikáciu Geopaparazzi (http://geopaparazzi.github.io/geopaparazzi/), vyvíjanú pre operačný systém Android pod licenciou GPL v3. Ide o nástroj určený na rýchly a kvalitný polohový terénny prieskum (obr. 1). Aplikácia v kombinácii s GPS/GNSS modulom mobilného zariadenia, umožňuje zobrazenie jeho polohy v on-line, ako aj off-line režime na podklade máp z webových portálov (online, obr. 2), alebo máp lokálne uložených v mobilnom zariadení (off-line). Práve práca v offline režime, umožňuje použiť pre orientáciu vlastné mapové podklady vo vektorovom, aj rastrovom formáte (obr. 3), čo toto riešenie robí značne autonómne a využiteľné aj v ťažko dostupnom teréne, bez nutnosti pripojenia do siete internet, resp. inej mobilnej siete. Jedinou nutnosťou je potreba mať dostatočný „výhľad“ na potrebný počet satelitov systému GPS. Ďalšou veľkou výhodou tejto aplikácie je obojsmerná migrácia údajov medzi aplikáciou Geopaparazzi a GIS softvérmi, ako je napr. aj používaný QGIS. Pre potreby terénneho prieskumu bolo potrebné integrovať vektorové údaje katastrálnych parciel v danom katastrálnom území poskytnutých Úradom geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky. V prvom kroku si tento proces vyžadoval transformáciu údajov zo súradnicového systému S-JTSK (EPSG: 5514), do súradnicového systému WGS 84 (EPSG: 4326). Aplikácia Geopaparazzi pracuje s vektorovými údajmi uloženými v geodatabáze SpatiaLite, ktorá je aplikačnou nadstavbou populárneho databázového systému SQLite. SpatiaLite umožňuje podporu priestorových údajov, a to spôsobom spĺňajúcich OpenGIS špecifikácie, podporuje štandard WKT a WKB formáty, implementuje SQL priestorové funkcie. S touto geodatabázou pracuje aj používaný softvér QGIS, avšak, transformáciu vektorových údajov z pôvodných formátov do geodatabázy SpatiaLite v tomto GIS-e aplikácia Geopaparazzi nezobrazovala korektne, čo si vyžadovalo prípravu SpatiaLite geodatabázy v samostatnej aplikácii SpatiaLite-GUI, pracujúcou pod operačným systémom Linux. Vizuálnu stránku vektorových dát je možne následne upravovať priamo v prostredí aplikácie Geopaparazzi (obr. 4). Pre lepšiu orientáciu v teréne je možne použiť aj georeferencované rastrové mapové podklady (napr. snímky z Google Maps). Tieto mapové podklady musia byť uložené v súradnicovom systéme WGS84 Pseudo Mercator (EPSG: 3857), a upravené do formy dlaždíc prostredníctvom externého programu (jgrasstools, uDig), alebo zásuvným modulom GeopapaTile v prostredí GIS-u QGIS. Po importe korektne pripravených mapových údajov, aplikácia na ich podklade zobrazuje polohu zariadenia v reálnom čase. Aplikácia Geopaparazzi je rozšírená aj o ďalšie funkcie, ako je možnosť pridávať polohovo lokalizované poznámky vo forme textov, fotografii alebo skíc (obr. 5 a 6), záznam prejdenej trasy, meranie vzdialenosti (obr. 7). Prostredie aplikácia, umožňuje priamy export zaznamenaných poznámok a trás vo formáte GPX alebo KMZ (obr. 8).

Obr. 1 (vľavo): Pracovné prostredie aplikácie Geopaparazzi
Obr. 2 (vpravo): Mapové zobrazenie aplikácie Geopaparazzi so zobrazením polohy mobilného zariadenia (modrý krúžok)

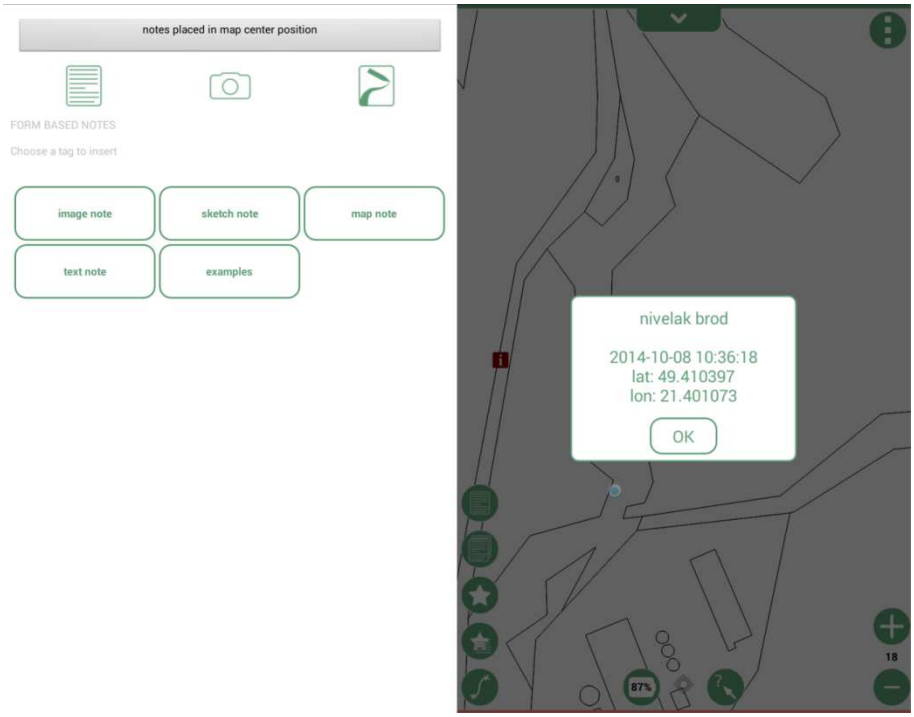


Obr. 3 (vľavo): Mapové zobrazenie s lokálnymi vektorovými (katastrálne hranice) a rastrovými (letecká snímka) údajmi

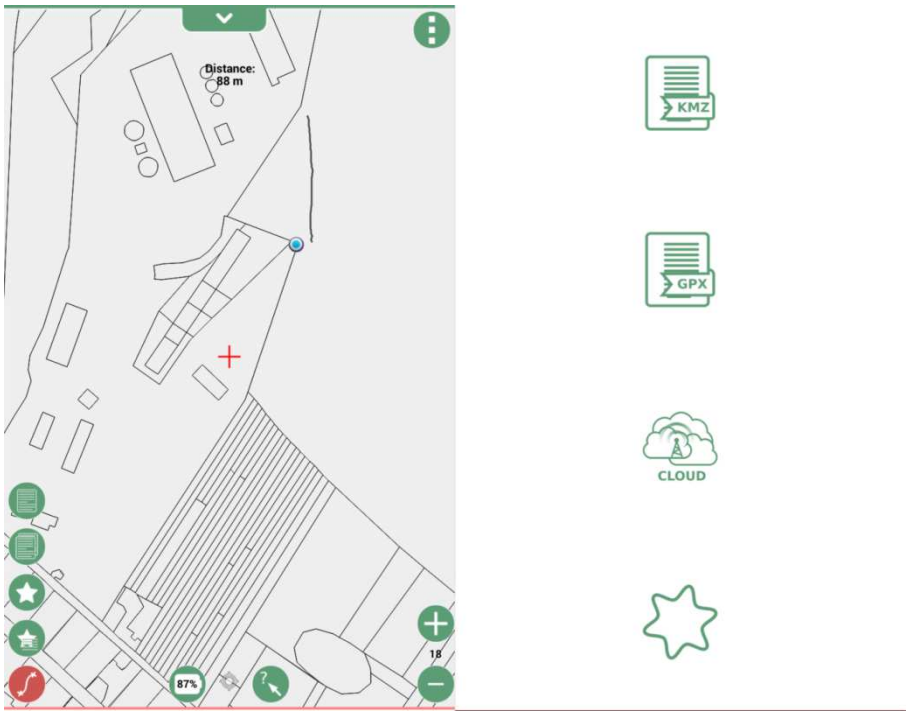
Obr. 4 (vpravo): Zoznam SpatiaLite geodatabáz s nástrojmi na zmenu vizualizácie vektorových údajov



Obr. 5 (vľavo): Pracovné prostredie pre vkladanie polohovo lokalizovaných poznámok
Obr. 6 (vpravo): Polohovo lokalizovaná poznámka v mapovom zobrazení s vyvolaným kontextovým oknom podrobných informácii



Obr. 7 (vľavo): Meranie vzdialenosti v mapovom zobrazení
Obr. 8 (vpravo): Pracovné prostredie pre export meraných údajov



Zhodnotenie kapacity vodozádržných opatrení podľa výpočtu objemu kritického odtoku povrchovej vody

V zmysle zadania projektu je jedným z cieľov stanoviť alebo vymodelovať kapacitu adaptačných opatrení z hľadiska ich vodozádržnej funkcie. Minimálny objem takto zadržanej vody stanovenej projektom je 625 000 m^3. Predtým je však nevyhnutné si vyjasniť, čo to v rámci RASHO a projektu predstavuje a ako sa k tomu pristúpilo v rámci celej metodiky spracovania RASHO.

Povrchový odtok je funkciou viacerých faktorov ako najmä výšky dažďovej zrážky (mm na m^2 za hodinu alebo 24 hodín), plochy mikropovodia odvádzajúcej vodu do odtokového morfotvaru a celého komplexu charakteristík zemského povrchu terénu, ktoré sa zvyčajne vyjadruje empirickými alebo modelovými súčiniteľmi odtoku. Ak sa k tomu pristupuje zdôvodnene (teda v odôvodnených a vážnych dôvodoch a požiadavkách) nie je možné podceniť alebo obísť žiadne faktory, ktoré ovplyvnia konečný výpočet. Tomu predchádza podrobný prieskum odvodňovanej plochy a to z hľadiska geologickej stavby, pôdy a pôdnych parametrov, určenia rôznych faktorov deformácie alebo poškodenia terénneho povrchu, nerania sklonitosti, erodibility, expozície a najmä charakteru využívania, stavu pokryvnej vegetácie počas celého vegetačného a mimo vegetačného obdobia a zhodnotenie všetkých ostatných vstupov, ktoré ovplyvňujú faktory odtoku. U nás na Slovensku, najmä pri ochrane pôdy a často využívané pri projektoch pozemkových úprav, sa modifikovala metóda výpočtu odtokových kriviek známa pod skratkou CN (Soil Conservation Service Curve Number). Nie je to jednoduchá metóda a keďže je aj závislá od mnohých aj subjektívne posudzovaných dát, je aj zraniteľná z hľadiska jej objektivity najmä ak sa jedná o zhodnotenie vážnych príčin.

V našom prípade však nebolo možností a kapacít sa venovať tomuto výpočtu na základe získania aktuálnych a operatívnych empirických dát. Preto sme pristúpili k modifikovanej metodike kompromisu medzi pracnosťou výpočtu (vrátane empiricky získaných a zhodnotených dát) a odvodením výsledku modelovým riešením. Je nevyhnutné si uvedomiť, že cieľom adaptačných opatrení, ktorých funkciou je vodozádržnosť v terminológii projektu, nie je vodu zadržať, akumulovať vo vodozádržných (vodohospodárskych) stavbách a ich retenčných priestoroch, ale usmerniť jej odtok v čase prívalového dažďa tak, aby sa tento spomalil, retardoval, rozložil a neakumuloval sa, resp. minimalizovali (zmenili) sa podmienky na rýchly odtok balastnej vody, ktorá jej bleskovým mohutným odtokom sa v toku sa zmení na prívalovú povodňovú vlnu. Vodozádržné opatrenia v tomto kontexte predstavujú funkciu dočasnej bariery odtoku, jeho retardovanie (spomaľovanie) a rozdelenie v čase a priestore. Platí princíp, že každé abiotické prostredie pod povrchom sa v určitom čase nasýti povrchovou vodou a takto sa na určitú dobu pozastaví vsakovanie do podložia. Čo sa nevsiakne z dôvodu nasýtenia alebo sa nevsiakne z iných príčin, najčastejšie napr. zhutnením alebo inou formou poškodenia a degradácie pôdy (straty ekosystémovej funkcie), gravitačne steká po povrchu, najčastejšie po morfologicky vymodelovaných vodných cestách – vodných útvaroch, ako sú najmä rôzne erózne ryhy, rokliny, jazvy, prepady, kaňony ale aj vymleté cesty, jarky, zvážnice, ktoré prebrali funkcie privilegovaných vodných ciest.

Cieľom navrhovaných adaptačných opatrení bolo a je teda v prvom rade spomalenie jej odtoku z krajiny a z jej ekosystémov, zadržanie alebo plošné prerozdelenie balastnej vody, ktorá svojou rýchlou akumuláciou a dynamikou prívalu sa stáva hrozbou pre životy a majetky ľudí, ohrozuje na živote, ničí prírodné a krajinné prostredie. Tento zrýchlený odtok, kde sa stratila prirodzená sila túto vodu zadržať, sme preradili do vyššie spomínaného výpočtu vodozádržnosti navrhovaných opatrení pomocou modelovania kapacity odtokových kriviek.

Okrem toho niektoré katalógové typy navrhovaných vodozádržných opatrení majú aj reálnu krátkodobú vodozádržnú kapacitu, funkčnú na krátku dobu (tiež nejde o akumuláciu, retenciu povrchového odtoku vody za nepriepustnou hrádzou ale z hľadiska charakteru stavby hrádze

napr. pórovitým gabiónom alebo drevenej prehrázky sa aj za takouto hrádzou priestor zaplní vodou až kým nepresiakne). Preto sme konečný výpočet skombinovali výpočtom (lepšie povedané kvalifikovaným odhadom) reálnej vodozádržnej kapacity za každým opatrením navrhovaným vo vodnou útvare (drobnom vodnom toku) a ktorý na krátku dobu má schopnosť zadržať a spomaliť odtok vody bez zmeny vodohospodárskej bilancie mikropovodia. Pre takto vyčlenené opatrenia sa výpočet zadržanej odtokovej vody pohyboval rádovo do 7 % z celkovej vodozádržnej kapacity všetkých navrhovaných opatrení s vodozádržnou (retardačnou) funkciou mimo vodných útvarov, resp. v eróznych ryhách a ostatných morfologických novotvarov.

Dominantným prístupom však bolo modelovanie zrážkového odtoku povrchovej vody v plochách, kde sa v rámci zhodnotenia zraniteľnosti krajiny vyžadovalo jej zadržanie a spomalenie odtoku. Cieľom zvyšovania adaptívnej kapacity krajiny a obnovy ekosystémových funkcií najmä v jej zraniteľných častiach je podstatné aj preto, lebo jedným z očakávaných prejavov zmeny klímy je vysušovanie a prehrievanie krajiny. Preto je zadržanie vody v krajine akútnou potrebou a nevyhnutnosťou uchovania života v krajine a súčasne zadržaním a spomalením odtoku sa zmierni riziko prívalových povodní.

K modelovaniu kritického odtoku povrchovej vody sa pristúpilo až po zhodnotení zraniteľnosti krajiny a prvých návrhov lokalizácie opatrení (čo predstavuje poslednú tretinu času vyhradeného na spracovanie RASHO). Pre to sa postupne vymedzili hranice skúmaného mikropovodia (pozri mapu č. 2 Spádové krivky), t.j. územia, z ktorého voda odteká. Z hľadiska RASHO sa následne sústredila pozornosť na poškodené časti krajiny, ktoré boli identifikované ako najviac zraniteľné (pozri mapky 4 a 5 Zraniteľnosť krajiny) Takto sa získala plocha odvodňovaného mikropovodia (S_p). Mikropovodie predstavuje elementárnu hydrologickú jednotku, ktorá je charakterizovaná spoločnou zbernou oblasťou, resp. odtokom vody z hydraulicky najvzdialenejšieho miesta povodia do jeho záverečného profilu a sústredenia odtoku. Vyčleňuje sa na základe priebehu vrstevníc a spádových kriviek. Každé takto definované mikropovodie má jeden jediný sústredený odtok (nevylučuje sa však pri extrémne zvýšenom objeme povrchovej dotácie vody do odtoku krátkodobý vznik ďalšieho odtoku napr. prevalením sa vody ponad prirodzenú morfologickú bariéru). Hodnota CN je charakterizovaná najmä odtokovými vlastnosťami jednotlivých typov povrchu a je kľúčovým parametrom rovníc na presný alebo odvodený (modelový) výpočet kritického povrchového odtoku. Hodnoty CN sú v rozmedzí od 0 do 100 pričom CN 100 znamená, že všetka zrážková voda odtečie (0 hodnota – voda sa zadrží, vsiakne). Pre každé navrhované opatrenie, alebo skupinu opatrení bola plocha územia vypočítaná v prostredí GIS na základe veľkosti polygónu vektorového údaju. Rovnako boli v rámci tohto územia vypočítané aj plochy jednotlivých druhov krajinného krytu pre ktoré boli stanovované hodnoty CN.
V rámci RASHO sa len indikatívne hodnotili základné typy povrchu (lesy, trávnaté porasty v jednotlivých kategóriách a typoch, rôzne typy pôdy a jej stavu, infraštruktúra ako sú najmä cesty a meliorácie a pod.). Charakteristickým znakom, ktorý determinoval modelové riešenie, je značná rozmanitosť a nehomogenita povrchu jednotlivých mikropovodí projektového územia.

CN hodnota je takto určujúcou reálnou alebo odvodenou kombinovanou funkciou:
- infiltračných vlastností pôdy a sklonitosti,
- hydrologických vlastností vegetačného krytu,
- spôsobu obrábania pôdy,
- vlhkostného stavu pôdy pred uvažovaným dažďom.

Hodnoty CN boli prebrané z iných projektov (Antal, Igaz, 2006) osobitne pre orné pôdy, trvalé trávne porasty, les a intravilán nasledovne :

Určenie hodnôt CN pre orné pôdy:

Kód HPJ	Charakteristika HPJ	Hydrologická kategória	Hodnota CN
06	NP na nekarbonátových aluviálnych sedimentoch	B	75
14	Plytké NP na aluviálnych sedimentoch	B	75
57	OG na rozličných substrátoch	C	83
63	HP na flyšových sedimentoch – stredne ťažké	B	75
69	HPg, HPag na flyšových sedimentoch	C	83
70	HPg, HPag na flyšových sedimentoch	C/D	85
71		CD	85
72	HPG na rozličných substrátoch	C	83
78	Plytké HP na flyšových sedimentoch	B	75
82	HP na výrazných svahoch flyšových sedimentov	B/C	79

Určenie hodnôt CN pre trvalé trávne porasty:

Kód HPJ	Charakteristika HPJ	Hydrologická kategória	Hodnota CN
06	NP na nekarbonátových aluviálnych sedimentoch	B	69
11	NPG na aluviálnych sedimentoch	B/C	74
14	Plytké NP na aluviálnych sedimentoch	B	69
57	OG na rozličných substrátoch	C	79
58	IP, IPg, OG na výrazných svahoch	B	69
63	HP na flyšových sedimentoch – stredne ťažké	B	69
66	HPa, HPp na flyšových sedimentoch	B	69
67	HP na flyšových sedimentoch – ťažké	C	79
69	HPg, HPag na flyšových sedimentoch	C	79
70	HPg, HPag na flyšových sedimentoch	C/D	81
71	HPg, HPag na svahových hlinách a iných delúviách	CD	81
72	HPG na rozličných substrátoch	C	79
78	Plytké HP na flyšových sedimentoch	B	69
82	HP na výrazných svahoch flyšových sedimentov	B/C	75

Určenie hodnôt CN pre lesné pôdy:

Názov skupiny lesných typov (slt)	Trofický rad	Hydrologická kategória	Hodnota CN
Abieto - Fagetum	B	B	58
Fagetum pauper	B	B	58
Fagetum typicum	B	B	58
Fageto - Aceretum	B/C	A/B	47
Fagetum tiliosum	B/C	A/B	47
Querceto - Fagetum	B	B	58
Querceto - Fagetum tiliosum	B/C	A/B	47
Tilieto - Aceretum	C	A	36
Alnetum - incanae	C	A	36

Určenie hodnoty CN pre zastavané územie v intraviláne obce:

Charakteristika	Hydrologická kategória	Hodnota CN
Intravilán obce, infraštruktúra nečlenená	C	82

Hydrologická kategória vznikla na základe hodnotenia pôdnych typov a ich vlastnosti vsiakavosti v optimálnom stave v hodnotách:

A	úplne vsiakavá,
B	viac vsiakavá ako nesiakavá,
C	viac nevsiakavá ako vsiakavá
D	nevsiakavá.

Pri tonto hodnotení sa používajú oficiálne údaje o stave erózii pôdy (www.podnemapy.sk), o zdravotnom stave lesov a pod. ktoré poskytujú aktuálne a verejne dostupné údaje bez potreby miestnej analýzy.

Použitá CN metóda týmto umožnila odvodenie objemu priameho odtoku na poľnohospodárskych, lesných ako aj urbanizovaných povodiach. Ďalším základným vstupom do určenia odtoku je zrážkový úhrn za predpokladu jeho rovnomerného rozdelenia na ploche povodia. Objem zrážok je transformovaný na objem priameho odtoku pomocou odtokových kriviek. Ako hodnotu pre výšku uvažovaného dažďa bol použitý denný zrážkový úhrn s pravdepodobnosťou výskytu raz za 100 rokov. Táto hodnota predstavuje **85 mm**. Tento údaj poskytol SHMÚ na žiadosť a danú hodnotu vypočítal pre zrážkomernú stanicu v Nižnej Polianke.

Celý proces výpočtu sa spracoval v prostredí GIS a vkladaním relevantných údajov použitím štandartných vzorcov nasledovne:

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

kde:

A: predstavuje potenciálnu retenciu príslušného mikropovodia,
H_Z : predstavuje výšku uvažovaného dažďa (mm)

Potenciálna retencia územia (A_i) sa určí nasledovným vzorcom:

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

kde:

CN: predstavuje číslo odtokovej krivky pre hodnotené mikropovodie.

Objem priameho povrchového odtoku ($O_{O,p}$) z každého mikropovodia v hodnotách objemu dažďa spadnutého na mkropovodie sa hodnotí podľa nasledovného vzorca:

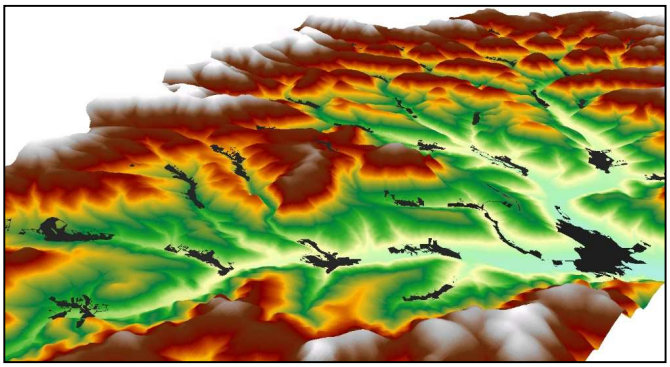
$$\mathbf{O_{O.p}} = H_{O.p} \cdot S_p \qquad (m^3)$$

podľa ktorého:
$H_{O,p}$: predstavuje výšku povrchového odtoku z príslušného mikropovodia (mm),
S_p: plocha príslušného mikropovodia (km^2)

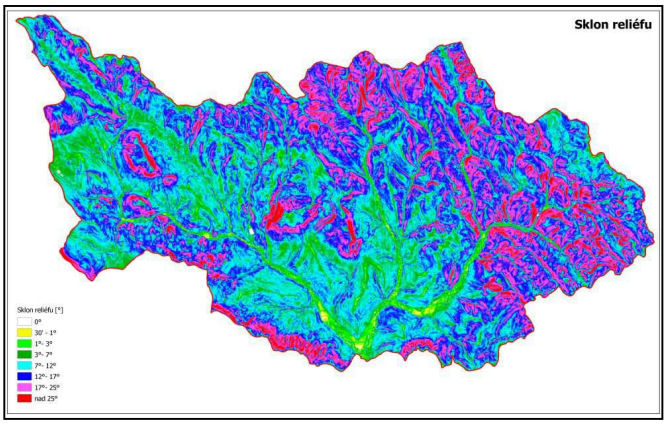
pričom sa použije aj koeficient prepočtu rozmerov. Následne sa spočíta objem priameho povrchového odtoku v čase a priestore z celého povodia alebo tej časti projektového územia, kde sa zadržiava voda navrhovanými opatreniami, resp. potenciálny objem balastnej vody, ktoré môže byť zárodkom povodňovej vlny v konečnom recipiente (Jakubis a kol., 2008).

Prístup výpočtu je sprevádzaný aj grafickými vkladmi z ktorých ako príklad uvádzame:

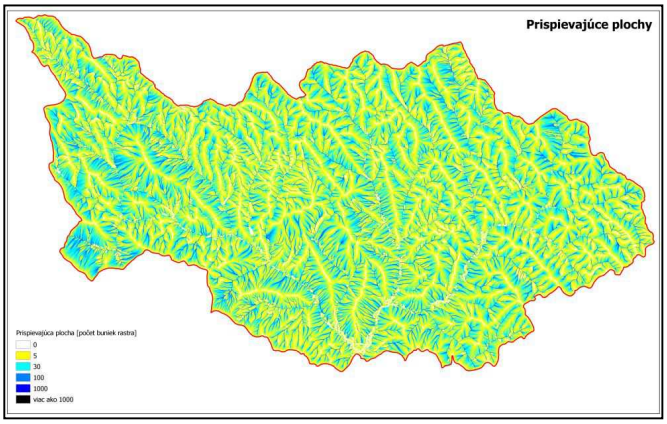
3D model celého územia a skladby mikropovodí na základe získaných údajov z GKÚ SR (výrez z mapy celého územia)



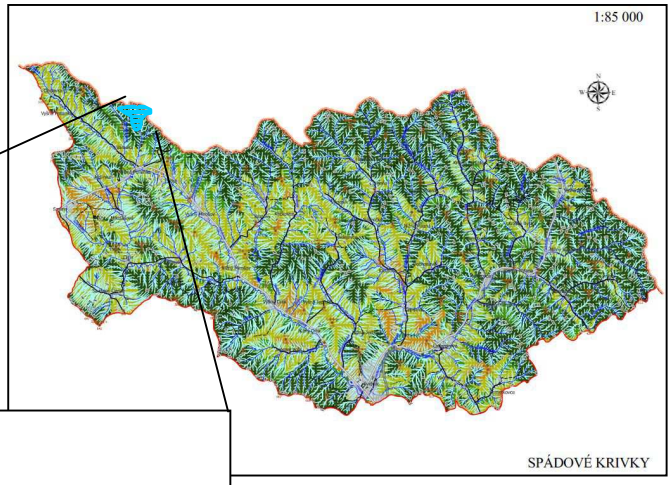
Sklonitosť svahov a ich expozícia



Prispievajúce plochy - vyjadrujú plochu reliéfu z ktorého voda steká do daného bodu



Príklad vyčlenenia mikropovodia (modelové) pre ktoré bol spracovaný výpočet kritického odtoku povrchovej vody pre zhodnotenie kapacity vodozádržnosti navrhovaných adaptačných opatrení z mapy spádových kriviek.



Plocha posudzovaného mikropovdia (model)

Konečný výsledok a výpočet vodozádržnej kapacity navrhovaných adaptačných opatrení v RASHO je uvedený v prílohe č. 3 Dopadová štúdia. Jedná sa o indikatívnu a minimálnu kvantitatívnu hodnotu (m^3), ktorá sa odvíja od aplikovaného postupu uvedeného vyššie a jeho reálna hodnota môže byť rádovo vyššia pri empirickom prístupe získavania a zhodnotenia dát podmieňujúcich odtok vody z územia. Osobitným faktorom je vplyv odvodňovania (odtoku) povrchových vôd cez melioračné systémy, kde tento faktor v súčasnosti a z možností projektu nie je možné zhodnotiť.